



5G mõju tervisele

ÕPPIMINE

Teaduse ja tehnoloogia tuleviku paneel

EPRS | Euroopa Parlamendi teadusuuringute
talitus

Teadusuuringute üksus (STOA)
PE 690.012 - juuli 2021

ET

5G mõju tervisele

Praegune teadmiste tase 5G-ga seotud kantserogeensete ja reproduktiivsete/arenguga seotud ohtude kohta, nagu need ilmnevad epidemioloogilistest uuringutest ja in vivo eksperimentaaluuringutest.

5G-mobiilsidevõrkude eelseisev kasutuselevõtt võimaldab oluliselt kiiremat mobiilse lairibaühenduse kiirust ja üha ulatuslikumat mobiilse andmeside kasutamist. Tehnilised uuendused hõlmavad teistsugust edastussüsteemi (MIMO: mitme sisend- ja väljundantenni kasutamine), signaali suunavat edastamist või vastuvõtmist (kiirteviimistlus) ja muude sagedusvahemike kasutamist. Samal ajal on oodata muutusi inimeste ja keskkonna kokkupuutes elektromagnetiliste väljadega (EMF). Lisaks seni kasutatavatele sagedusaladele on ELi tasandil kindlaks määratud 5G pioneeri sagedusala 700 MHz, 3,6 GHz (3,4-3,8 GHz) ja 26 GHz (24,25-27,5 GHz). Kaks esimest sagedust (FR1) on sarnased 2G-4G tehnoloogiate puhul kasutatavate sagedustega ning neid on uuritud nii epidemioloogilistes kui ka eksperimentaalsetes uuringutes erinevate lõpp-punktide (sealhulgas kantserogeensuse ja reproduktiivse/arengulise mõju) suhtes, samas kui 26 GHz (FR2) ja kõrgemaid sagedusi ei ole samade lõpp-punktide suhtes piisavalt uuritud.

Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur (IARC) klassifitseeris raadiosageduslikud (RF) elektromagnetväljad "tõenäoliselt inimestele kantserogeenseks" (rühm 2B) ja soovitas hiljuti RF-kiiritust uuesti hinnata "kõrge prioriteediga" (IARC, 2019). Alates 2011. aastast on läbi viidud suur hulk uuringuid, nii epidemioloogilisi kui ka eksperimentaalseid. Käesolevas ülevaates käsitletakse praeguseid teadmisi nii kantserogeensetest kui ka reproduktiivsetest/arengulistest ohtudest, mida 5G kasutab. On olemas mitmesuguseid *in vivo* eksperimentaalseid ja epidemioloogilisi uuringuid RF kohta madalamas sagedusvahemikus (450 kuni 6000 MHz), mis hõlmab ka eelmiste põlvkondade lairibamobiilsidevõrkudes kasutatud sagedusi, kuid väga vähe (ja ebapiisavalt) kõrgema sagedusvahemiku kohta (24 kuni 100 GHz, sentimeetri/MMW).

Ülevaade näitab: 1) madalamad 5G sagedused (700 ja 3 600 MHz): a) piiratud tõendid kantserogeensuse kohta epidemioloogilistes uuringutes; b) piisavad tõendid kantserogeensuse kohta eksperimentaalsetes biotestides; c) piisavad tõendid reproduktiivset/arengut kahjustava mõju kohta inimestel; d) piisavad tõendid reproduktiivset/arengut kahjustava mõju kohta katseloomadel; 2) kõrgemad 5G sagedused (24,25-27,5 GHz): süstemaatiline ülevaade ei leidnud piisavaid uuringuid ei inimeste ega katseloomade puhul.

Järeldused: 1) vähk: FR1 (450-6 000 MHz): FR2 (24 kuni 100 GHz): kõrgemate sageduste kohta ei ole tehtud piisavaid uuringuid; 2) reproduktiivne mõju arengule: FR1 (450 kuni 6 000 MHz): need sagedused mõjutavad selgelt meeste ja võimalik, et ka naiste viljakust. Neil võib olla võimalik kahjulik mõju embrüote, loote ja vastündinute arengule; FR2 (24 kuni 100 GHz): kõrgema sageduse mittetermilise mõju kohta ei ole tehtud piisavaid uuringuid.

AUTOR

Käesoleva uuringu on koostanud dr Fiorella Belpoggi, BSc, PhD, International Academy of Toxicologic Pathology Fellow (IATPF), Ramazzini Instituut, Bologna (Itaalia), teaduse ja tehnoloogia tuleviku paneeli (STOA) tellimusel ja seda juhib Euroopa Parlamendi sekretariaadi parlamentaarse teadusuuringute peadirektoraadi (EPRS) teadusproгноoside üksus (Scientific Foresight Unit).

Ülevaateotsingu tegid dr Daria Sgargi, PhD, magister biostatistikas, ja dr Andrea Vornoli, doktorant vähiuuringute alal, Ramazzini Instituut, Bologna.

Tänuavaldused

Autor tänab dr Daniele Mandrioli, MD, PhD, Ramazzini Instituut, Bologna (Itaalia), kes andis nõu ja vaatas läbi meetoodika; prof Carlo Foresta, MD ja prof Andrea Garolla, MD, Padova Ülikooli (Itaalia) endokrinoloogia ja androloogia professorid, kes vaatasid kriitiliselt läbi tulemused reproduktiivse kahjuliku mõju kohta inimestel; prof Fausto Bersani, füüsik, konsultant, Rimini (Itaalia), kes abistas teda kokkupuutestsenaariumi käsitlevate dokumentide tõlgendamisel.

VASTUTAV ADMINISTRAATOR

Gianluca Quaglio, teadusliku prognoosimise üksus (STOA)
Väljaandjaga kontakteerumiseks saatke palun e-kiri [addressil stoa@ep.europa.eu](mailto:addressil.stoa@ep.europa.eu).

KEELELINE VERSIOON

Originaal: ET

Käsikiri valmis juulis 2021.

LAHTIÜTLEMINE JA AUTORIÕIGUS

Käesolev dokument on koostatud Euroopa Parlamendi liikmetele ja töötajatele ning on neile suunatud taustamaterjalina, et aidata neid nende parlamentaarses töös. Dokumenti sisu eest vastutab ainult selle autor ja selles väljendatud arvamusi ei tohiks pidada parlamendi ametlikuks seisukohaks.

Paljundamine ja tõlkimine mittekaubanduslikel eesmärkidel on lubatud tingimusel, et allikat nimetatakse ning Euroopa Parlamendile teatatakse sellest eelnevalt ja saadetakse koopia.

Brüssel © Euroopa Liit, 2021.

PE 690.012
ISBN: 978-92-846-8030-6
doi: 10.2861/657478
QA-09-21-134-DE-N

<http://www.europarl.europa.eu/stoa> (STOA veebisait)

<http://www.eprs.ep.parl.union.eu> (intranet)

<http://www.europarl.europa.eu/thinktank> (internet)

Kokkuvõte

1. Taustaks

Viimastel aastakümnetel on toimunud info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) nime all tuntud tehnoloogiate enneolematu areng, mille hulka kuuluvad mobiiltelefonides kasutatav traadita side ja näiteks Wi-Fi, mis kasutab raadiosageduslikke elektromagnetvälju (RF).

Esimese põlvkonna pihuarvutimobiilid olid saadaval 1980ndate lõpus. Seejärel suurendasid teine (2G), kolmas (3G) ja neljas (4G, pikaajaline areng = LTE) põlvkond järsult nende levikut ühiskonnas, nii et tänapäeval on Euroopas rohkem seadmeid kui elanikke. Lisaks sellele on Wi-Fi ja muud traadita andmeedastuse vormid muutunud kõikjal kättesaadavaks ja on ülemaailmselt kättesaadavad. Sellest hoolimata on kiirele internetile juurdepääsu osas tekkinud uus ebavõrdsus (isegi kõrge sissetulekuga riikides) ning autoritaarsete režiimide kontroll kujutab endast ohtu demokraatiale ja Euroopa väärtustele.

Järgmise põlvkonna raadiosageduste, 5G, kasutuselevõtt on alanud mobiilsidevõrkudes. 5G ei ole täiesti uus tehnoloogia, vaid juba olemasolevate G1-G4-tehnoloogiate edasiarendus. 5G võrgud hakkavad töötama mitmes erinevas sagedusalas, mille madalamaid sagedusi pakutakse 5G võrkude esimeses etapis. Mitmeid neist sagedustest on kasutatud või kasutatakse praegu varasemate mobiilside põlvkondade puhul. Samuti on kavas kasutada palju kõrgemaid raadiosagedusi 5G tehnoloogia arengu hilisemates etappides. Uued sagedusalad on tunduvalt kõrgemal kui ülikõrgsagedusalad (UHF), mille lainepikkus on sentimeetri (3-30 GHz) või millimeetri (MMW) vahemikus 30-300 GHz. Viimaseid sagedusalasid on traditsiooniliselt kasutatud radarite ja mikrolaineühenduste jaoks ning nende mõju inimeste tervisele on uuritud väga vähe.

2. Metoodika

Käesolev ülevaade praegu kättesaadavatest teaduslikest tõenditest keskendub nii 2G-5G-võrke kasutatavate mobiiltelefonide telekommunikatsioonisüsteemide poolt tekitatud raadiosageduste kantserogeensele kui ka reproduktiivsele/arengulisele mõjule, mis põhineb nii in vivo loomkatsetel kui ka epidemioloogilistel uuringutel inimestel. Hinnatud uuringud on jagatud kahte rühma:

1) uuringud, milles hinnatakse raadiosageduste mõju tervisele madalamas sagedusalas (FR1: 450-6 000 MHz), mis hõlmab ka olemasolevates 2-4 põlvkonna lairibamobiilsidevõrkudes kasutatavaid sagedusi. Praegused 2G-4G uuringutest saadud tõendid on parimad praegu kättesaadavad tõendid. Uuringuid hinnati *narratiivsete* meetodite abil;

2) uuringud, milles hinnatakse kõrgema sagedusalas (FR2: 24 kuni 100 GHz - MMW) esinevate raadiosageduste mõju tervisele. Kõrgemad sagedused on uued, mida varem mobiilside jaoks ei ole kasutatud ja mis on seotud uue 5G tehnoloogiaga, millel on erilised füüsikalised omadused ja koostoimed bioloogilise ainega (madalam läbitungivus, suurem energia jne): neid vaadeldi eraldi, kasutades ulatusliku läbivaatamise meetodit.

Narratiivset ülevaadet (FR1) eristatakse piiritlevast ülevaatest (FR2), kuid mõlema otsingu puhul ning vähktõve ja reproduktiiv-/kasvatusbiooloogiliste lõpp-punktide uuringute kaasamisel/väljajätmisel võeti kasutusele piiritlevate ülevaadete jaoks ettenähtud valiku- ja hindamiskriteeriumid.

Nii epidemioloogilise kui ka eksperimentaalse uuringu ning vähi ja reproduktiivse/arengulise mõju tulemuste lõplikul hindamisel võeti arvesse IARCI monograafia preambulis (2019) osutatud parameetreid, mis on kohandatud käesoleva aruande vajadustele ja kehtivad mõlema lõpp-punkti (st vähi ja reproduktiivse/arengulise mõju) puhul:

Piisavad tõendid: on kindlaks tehtud põhjuslik seos RF-EMFiga kokkupuute ja konkreetse kahjuliku mõju vahel. See tähendab, et on täheldatud positiivset seost tõendite kogumis, mis käsitlevad

kokkupuude ainega ja konkreetne kahjulik toime uuringutes, kus juhus, kõrvalekalded ja segavad tegurid on piisava kindlusega välistatud.

Piiratud tõendusmaterjal: tõendusmaterjalis täheldatud positiivse seose põhjuslik tõlgendamine RF-EMF-iga kokkupuute ja konkreetse kahjuliku mõju kohta on usaldusväärne, kuid juhust, kõrvalekaldeid või segavaid tegureid ei saa piisava kindlusega välistada.

Puuduvad tõendid: puuduvad andmed või tõendid, mis viitaksid kahjuliku mõju puudumisele (täpsustada).

Üldine hinnang nii vähktõve kui ka reproduktiivse/arengulise mõju kohta saadi inimeste ja loomade kohta saadud tõendite integreerimisel järgmiselt:

Tõendid inimestel	Tõendid katseloomade puhul	Hindamine põhineb tõendite tugevusel
Piisav	Ei ole vajalik	Selge seos kokkupuute ja kahjuliku mõju vahel
Piiratud	Piisav	Tõenäoline seos kokkupuute ja kahjuliku mõju vahel
Piiratud	Vähem kui piisav	Võimalik seos kokkupuute ja kahjuliku mõju vahel
Ebapiisav	Ebapiisav või piiratud	Ei ole klassifitseeritav

3. Kokkupuute hindamine

5G kasutuselevõtuga kaasnev kokkupuute hindamine on keeruline, eelkõige seoses MIMO (multiple input, multiple output) tehnoloogiaga seotud pidevate muutuste jälgimisega nii tugijaamade (BS) kui ka kasutajaseadmete (UE) tegevuses. Lisaks sellele on 1G, 2G, 3G, 4G ja 5G samaaegse heite tehniline lähenemisviis kokkupuute hindamiseks tulevases stsenaariumis alles väljatöötamisel ja seega ebakindel.

4. Mittesoojuslik mõju

ICNIRP 2020 suuniste (ICNIRP 2020a) kindlaksmääramisel ei ole arvesse võetud raadiosagedusliku elektromagnetvälja mittetermilise bioloogilise koostoime kahjulikku mõju inimeste ja loomade kudedele, vaatamata suurele hulgale kättesaadavatele teaduslikele publikatsioonidele, mis näitavad nende mõjude kahjulikkust või võimalikku kahjulikkust. Atermilised biovastused on olemas ja tõepoolest kasutatakse mõningaid sagedusi mitmetes meditsiinivaldkondades terapeutilistel eesmärkidel. Nagu me hästi teame, võib iga ravim, isegi kõige kasulikum, kaasa tuua ka mõningaid kahjulikke mõjusid. Seega tuleb riskianalüüsis arvestada nii raadiosagedusliku elektromagnetvälja termilisi kui ka mittetermilisi mõjusid.

5. RF-EMF-uuringute hetkeseis

Elektromagnetilise spektri RF-piirkonnas (450-6 000 MHz, madalamad sagedused) töötavate traadita sideseadmete kasutuselevõtt on käivitanud märkimisväärse hulga uuringuid, mis keskenduvad terviseprobleemidele. Need uuringud hõlmavad uuringuid inimestel (epidemioloogilised uuringud), loomadel (näriliste eksperimentaaluurinud) ja in vitro kärgsüsteemidel.

5G-võrgud suurendavad traadita seadmete arvu, mis nõuab palju rohkem infrastruktuuri, et võimaldada suuremat mobiilset andmemahutu geograafilise piirkonna kohta. Lisaks sellele on vaja luua suurem võrgu tihedus, kuna 5G jaoks vajalike kõrgemate sageduste (24 kuni 100 GHz, MMW) leviala on lühem. Nende sageduste kohta on olemas vähe uuringuid ja need on erineva kvaliteediga.

See tõstatab küsimuse, kas need kõrgemad sagedused avaldavad tervisele ja keskkonnale teistsugust mõju kui madalamad sagedused. Kogu maailmas on erinevatel tasanditel hinnatud raadiosageduste ohutust ning avaldatud teaduslikke ja poliitilisi dokumente.

Vähi osas on IARC 2011. aasta analüüsis kuni 2011. aastani läbi vaadatud kirjanduse kohta (Baan, 2011), mis avaldati 2013. aastal ja millele viidatakse läbivalt kui IARC (2013), määratletud RF-EMF sagedusvahemikus alates

30 kHz kuni 300 GHz "tõenäoliselt kantserogeenseks", mis põhineb "piiratud tõendusmaterjalil kantserogeensuse kohta" inimestel ja katseloomadel. 2011. aastal kättesaadavad uuringud uurisid raadiosagedusi vahemikus, mida me siinkohal nimetame FR1, st vahemikus 450 kuni 6 000 MHz. FR2-sagedused (24 kuni 100 GHz) jäävad MMW-vahemikku.

IARC 2011. aasta analüüsis hinnati RF-EMF-i. Kuigi 5G kohta ei olnud ühtegi uuringut, hõlmasid need mõningaid uuringuid kõrgsagedusradari ja mikrolainetega kokkupuute kohta töökeskkonnas.

Uued MMW-sagedused (FR2: 24 kuni 100 GHz) lisatakse juba kasutuses olevatele madalamatele sagedustele, sealhulgas osaliselt 5G-le. Sellest järeldub, et 5G kohta vahemikus 450-6 000 MHz (FR1) on palju uuringuid, millest paljud on kogutud IARCI monograafiasse seoses vähktõvega, samas kui 26 GHz ja muude MMW-sageduste kohta üldiselt on vähe kirjandust, milles uuritakse võimalikku kahjulikku mõju tervisele. Selle lihtne põhjus on see, et seni ei ole neid sagedusi kunagi kasutatud massikommunikatsiooniks ja seega oli vähe sobivaid populatsioone, kes nende sagedustega kokku puutuvad; samuti on väga vähe asjakohaseid uuringuid mittetermiline mõjude kohta katseloomadele.

6. Käesoleva läbivaatamise tulemused

Kasutades PubMedi ja EMF Portaali andmebaasi ning kohaldades meie uuringule ülevaatamise meetodikat, leidsime 950 tööd RF-EMF-i kantserogeensuse kohta inimestel ja 911 tööd näriliste eksperimentaalsete uuringute kohta, kokku 1 861 uuringut. Reproduktiooni/arenguuringute kohta leidsime 2 834 tööd epidemioloogia kohta ja 5 052 tööd näriliste katseuurinud kohta, kokku 7 886 uuringut. Käesoleva kirjanduse ülevaate ja eespool esitatud kaalutluste põhjal jõuame järgmistele järeldustele:

6.1 Vähk inimestel

FR1 (450-6 000 MHz): on piiratud tõendeid RF-kiirguse kantserogeensuse kohta inimestel. Ajakohastades 2011. aasta üldise hindamise tulemusi 2020. aastani, on taas täheldatud positiivset seost traadita telefonide raadiosageduskiirguse ja nii glioomi (ajukasvaja) kui ka akustilise neuroomi vahel, kuid inimeste puhul on tõendusmaterjal endiselt piiratud.

FR2 (24 kuni 100 GHz): kõrgemate sageduste mõju kohta ei ole tehtud piisavaid uuringuid.

6.2 Vähk katseloomadel

FR1 (450-6 000 MHz): katseloomadel on piisavalt tõendeid RF-kiirguse kantserogeensuse kohta. Uued uuringud pärast IARCI 2011. aasta hindamist näitasid positiivset seost

RF-EMF ja aju ning perifeerse närvisüsteemi Schwanni rakkude kasvajate vahel, mis on sama tüüpi kasvajakasvaja, mida on täheldatud ka epidemioloogilistes uuringutes.

FR2 (24 kuni 100 GHz): kõrgemate sageduste kohta ei ole tehtud asjakohaseid uuringuid.

6.3 Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel

FR1 (450-6 000 MHz): on piisavalt tõendeid meeste viljakusele avaldatava kahjuliku mõju kohta. Naiste viljakusele avaldatava kahjuliku mõju kohta on vähe tõendeid. On piiratud tõendeid selle kohta, et raseduse ajal mobiiltelefone intensiivselt kasutanud emade järeltulijatel on piiratud mõju arengule.

FR2 (24 kuni 100 GHz): kõrgemate sageduste kohta ei ole tehtud asjakohaseid uuringuid.

6.4 Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel

FR1 (450-6000 MHz): on piisavalt tõendeid kahjuliku mõju kohta isaste rottide ja hiirte viljakusele. On piiratud tõendeid kahjuliku mõju kohta emaste hiirte viljakusele. On piiratud tõendeid kahjulike mõjude kohta embrüoelu jooksul eksponeeritud rottide ja hiirte järglaste arengule.

FR2 (24 kuni 100 GHz): kõrgemate sageduste puhul ei ole läbi viidud piisavaid uuringuid mittetermiliste mõjude kohta.

7. Üldine hinnang

7.1 Vähk

FR1 (450-6 000 MHz): need FR1-sagedused on inimestele tõenäoliselt

kantseroogeensed. FR2 (24 kuni 100 GHz): kõrgemate sageduste kohta ei ole tehtud piisavaid uuringuid.

7.2 Reproduktiivsed/arengulised mõjud

FR1 (450-6000 MHz): need sagedused mõjutavad selgelt meeste viljakust. Võimalik, et need mõjutavad naiste viljakust. Need võivad avaldada kahjulikku mõju embrüote, loodete ja vastsündinute arengule.

FR2 (24 kuni 100 GHz): kõrgemate sageduste mittetermiliste mõjude kohta ei ole tehtud piisavaid uuringuid.

8. Poliitikavalikud

8.1 Mobiiltelefonide jaoks uue tehnoloogia valimine, mis võimaldab vähendada RF-EMF-kiirgust.

Kõige suuremat ohtu näib praegu kujutavat endast mobiiltelefonid. Kuigi mõned inimesed peavad kõige suuremat ohtu põhjustavateks raadiosaateseadmeid (raadiomastid), on tegelikult suurim kokkupuude inimestega üldiselt tingitud nende enda mobiiltelefonidest ning epidemioloogilistes uuringutes on täheldatud statistiliselt olulist ajukasvajate ja Schwanni rakkude perifeersete närvide kasvajakasvaja arvu suurenemist, peamiselt mobiiltelefonide tavakasutajate hulgas.

Seega on vaja võtta meetmeid, et tagada ohutumate ja ohutumate telefoniseadmete tootmine, mis kiirgavad madalat energiat ja võimaluse korral töötavad ainult siis, kui nad on kehas teatud kaugusel. Kaabliga kõrvaklapp lahendab suure osa probleemist, kuid on ebamugav ja seega heidutab kasutajaid; teisest küljest ei ole alati võimalik kasutada valjuhääldi režiimi. Võimalus vähendada RF-EMF-kiirgust nii palju kui võimalik seoses telefonidega kehtib endiselt, olenemata kasutatavatest sagedustest, alates 1G-st kuni 5G-ni. Sellised riigid nagu USA ja Kanada, kus on kehtestatud rangemad mobiiltelefonide SAR-piirangud kui Euroopas, suutsid siiski ehitada

tõhusaid 1G, 2G, 3G, 4G sidevõrke.

(Madjar, 2016). Kuna 5G eesmärk on olla energiatõhusam kui varasemad tehnoloogiad, oleks rangemate piirnormide kehtestamine ELis mobiiltelefonide puhul ühtaegu jätkusuutlik ja ettevaatusabinõu.

8.2 Üldsuse ja keskkonna kokkupuute piirnormide läbivaatamine, et vähendada mobiilsidemastidest tulenevat RF-EMF-kiirgust.

Hiljuti on ELi poliitika (Euroopa Komisjon, 2019) edendanud uue majandusliku ja sotsiaalse arengumudeli jätkusuutlikkust, mis kasutab uusi tehnoloogiaid, et pidevalt jälgida planeedi tervislikku seisundit, sealhulgas kliimamuutusi, energia üleminekut, agroökoloogiat ja bioloogilise mitmekesisuse säilitamist. Nende ELi jätkusuutlikkuse eesmärkide saavutamisele võiks kaasa aidata 5G madalaimate sageduste kasutamine ja ettevaatuslike kokkupuute piirnormide vastuvõtmine, nagu seda tehakse muu hulgas Itaalias, Šveitsis, Hiinas ja Venemaal, mis on oluliselt madalamad kui ICNIRPi soovitatud piirnormid.

8.3 Meetmete võtmine, et stimuleerida RF-EMF-ga kokkupuute vähendamist.

Suur osa uue traadita madalama sagedusega 5G tehnoloogia märkimisväärsest jõudlusest on võimalik saavutada ka kiudoptiliste kaablite kasutamisega ning tehniliste ja tehniliste meetmete võtmisega, et vähendada 1-4G süsteemidest tulenevat kokkupuudet (Keiser, 2003; CommTech Talks, 2015; Zlatanov, 2017). See minimeeriks kokkupuudet, kus iganes on vaja ühendusi püsivates asukohtades. Näiteks võiks kasutada koolide, raamatukogude, töökohtade, majade, avalike hoonete ja kõigi uute hoonete jne ühendamiseks kiudoptilisi kaableid ning avalikud kogunemiskohad võiksid olla "RF-EMF-keelualad" (sarnaselt suitsetamiskeelualadele), et vältida mobiiltelefoni või kauglevi tehnoloogiat mitte kasutavate inimeste passiivset kokkupuudet, kaitstes seega paljusid haavatavaid eakaid või immuunpuudulikke inimesi, lapsi ja elektritundlikke inimesi.

8.4 edendada multidistsiplinaarseid teadusuuringuid, et hinnata 5G pikaajalist mõju tervisele ja leida sobiv meetod 5G-ga kokkupuute jälgimiseks.

Kirjanduses puuduvad piisavad uuringud, mis välistaksid riski, et 5G MMW-ga kokkupuutel võivad tekkida kasvavad ning kahjulikud mõjud reproduktiivsusele ja arengule, või välistaksid 5G ja teiste juba kasutatavate sageduste vahelise sünergilise koostoime võimaluse. See muudab 5G kasutuselevõtu ebakindlaks nii terviseküsimate kui ka elanikkonna tegeliku kokkupuute prognoosimise või jälgimise osas: need puudulikud teadmised õigustavad 5G MMW moratooriumi nõudmist, kuni piisavate uuringute lõpuleviimiseni.

Nende ebakindlate asjaolude valguses on üks poliitikavõimalus edendada multidistsiplinaarsete uurimigrühmade uuringuid erinevate tegurite kohta, mis käsitlevad kokkupuute hindamist ja ka 5G MMW bioloogilisi mõjusid sagedustel 6-300 GHz nii inimestele kui ka keskkonna taimestikule ja loomastikule, nt mitteinimese selgroogsed, taimed, seemned ja selgrootud.

MMW võetakse kasutusele alles koos lõpliku 5G-protokolliga, st alles kolme kuni viie aasta pärast. Arvestades seda ajakava, on üks võimalus uurida nende mõju enne kogu maailma elanikkonna ja keskkonna kokkupuudet.

MMW 5G tehnoloogia rakendamine ilma edasiste ennetavate uuringuteta tähendaks "eksperimendi" läbiviimist inimeste peal täielikus ebakindluses tagajärgede suhtes. Kui piirduda Euroopaga, siis võiks see toimuda näiteks keemia valdkonnas, mida praegu reguleerib REACH (EÜ, 1907/2006).

REACHi eesmärk on parandada inimeste tervise ja keskkonna kaitset keemiliste ainete omaduste parema ja varasema tuvastamise kaudu. EL REACH reguleerib kemikaalide registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist. Samuti on selle eesmärk suurendada ELi keemiatööstuse innovatsiooni ja konkurentsivõimet. ELi REACH põhineb põhimõttel "ei ole andmeid, ei ole turgu",

millega pannakse tööstusele kohustus esitada ainete kohta ohutusalast teavet.

Tootjad ja importijad peavad koguma teavet oma keemiliste ainete omaduste kohta, mis võimaldab nende ohutut käitlemist, ning registreerima selle teabe Euroopa Kemikaali ameti (ECHA) keskanalibaasis. Üks poliitikavõimalus võib olla sama lähenemisviisi kohaldamine igat liiki tehnoloogiliste uuenduste suhtes.

Nende uuringute tulemused võiksid olla aluseks tõenduspõhise poliitika väljatöötamisele seoses inimeste ja mitteinimeste organismide kokkupuutega 5G MMW sagedustega. On vaja täiendavaid uuringuid, et uurida paremini ja sõltumatult RF-EMF-i mõju tervisele üldiselt ja eriti MMW-kiirguse mõju.

8.5 5G-teemaliste teavituskampaaniate edendamine

Puudub teave RF-EMF-i võimalike kahjude kohta. Teabe puudulikkus loob ruumi nii eitajatele kui ka hoiatajatele, mis tekitab paljudes ELi riikides sotsiaalseid ja poliitilisi pingeid. Seepärast peaks avalikkuse teavituskampaaniad olema esmatähtis.

Teavituskampaaniaid tuleks korraldada kõigil tasanditel, alustades koolidest. Inimesi tuleks teavitada võimalikest terviseriskidest, aga ka digitaalarengu võimalustest, sellest, millised on infrastruktuuri alternatiivid 5G edastamiseks, ELi ja liikmesriikide võetud ohutusmeetmetest (kokkupuute piirväärtused) ning mobiiltelefonide õigest kasutamisest. Ainult usaldusväärse ja täpse teabe abil saame võita tagasi kodanike usalduse ja jõuda ühisele kokkuleppele tehnoloogilise valiku osas, mis võib korraliku juhtimise korral tuua suurt sotsiaalset ja majanduslikku kasu.

Sisukord

Kokkuvõte	III
1. Sissejuhatus	1
1.1 Taustaks	1
1.2 Kokkupuutestsenaarium	1
1.2.1 Praegune kokkupuutestsenaarium	1
1.2.2 5G kokkupuutestsenaarium	2
1.2.3 5G: kiirte moodustamine ja MIMO	3
1.3 Ülevaade poliitikameetmetest rahvusvaheliselt ja Euroopas	7
1.3.1 Rahvusvahelised organisatsioonid	7
1.3.2 Euroopa organisatsioonid ja valitsused (aastate kaupa)	7
1.4 Muud bioloogilised mõjud peale käesolevas ülevaates analüüsitud mõjude (nii FR1 kui ka FR2).	10
1.5 5G-ga seotud sotsiaalne konflikt	12
2. Uuringu eesmärgid ja metoodika	13
2.1 Põhjendus	13
2.1.1 Vähk	13
2.1.2 Reproduktioon/areng	14
2.2 Otsingustrateegia	15
2.3 Asjakohase kirjanduse valik	16
2.4 Sõelumisprotsess	16
2.5 Teabe väljavõtmine asjakohasest kirjandusest	17
2.6 Tõendite süntees	17
2.7 Üldine hinnang käesoleva läbivaatamise kohta	17
3. Käesoleva läbivaatamise piirangud	21
3.1 Üksikute uuringute hindamine	21

3.2	Kokkupuute hindamine _____	21
3.3	5G sageduste süstemaatilise läbivaatamise piirid _____	22
3.4	Üldine hindamine _____	22
4.	Üksikute uuringute hindamine _____	23
4.1	Kantserogeensus sagedusvahemiku järgi _____	23
4.1.1	Vähk epidemioloogilistes uuringutes: Uuringud, milles hinnatakse raadiosageduste mõju tervisele madalamas sagedusalas (FR1: 450-6000 MHz), mis hõlmab ka eelmiste põlvkondade lairiba mobiilsidevõrkudes (1G-4G) kasutatud sagedusi _____	23
4.1.2	Vähk epidemioloogilistes uuringutes: Uuringud, milles hinnatakse kõrgema sagedusalaga (FR2: 24 kuni 100 GHz, MMW) raadiosageduste mõju tervisele. _____	53
4.1.3	Vähk katseloomadel: Uuringud, milles hinnatakse raadiosageduste mõju tervisele madalamas sagedusalas (FR1: 450 kuni 6000 MHz), mis hõlmab ka eelmiste põlvkondade lairibavõrkudes (1G, 2G, 3G ja 4G _____) kasutatud sagedusi.	59.
4.1.4	Vähk katseloomadel: Uuringud, milles hinnatakse kõrgema sagedusalaga (FR2: 24 kuni 100 GHz, MMW) raadiosageduste mõju tervisele. _____	71
4.2	Reproduktiivsed/arengule kahjulikud mõjud sagedusalade kaupa _____	73
4.2.1	Reproduktiivsed/arengulised mõjud epidemioloogilistes uuringutes: Uuringud, milles hinnatakse raadiosageduste mõju tervisele madalamas sagedusvahemikus (FR1: 450 kuni 6000 MHz), mis hõlmab ka eelmiste põlvkondade lairiba mobiilsidevõrkudes (1G, 2G, 3G ja 4G) kasutatud sagedusi.	73
4.2.2	Reproduktiivsed/arengulised mõjud epidemioloogilistes uuringutes: Uuringud, milles hinnatakse kõrgema sagedusalaga (FR2: 24 kuni 100 GHz, MMW) raadiosageduste mõju _____	tervisele105.
4.2.3	Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: Uuringud, milles hinnatakse raadiosageduste mõju tervisele madalamas sagedusvahemikus (FR1: 450 kuni 6000 MHz), mis hõlmab ka eelmiste põlvkondade lairiba mobiilsidevõrkudes (1G, 2G, 3G ja 4G) kasutatud sagedusi.	111
4.2.4	Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: Uuringud, milles hinnatakse kõrgema sagedusalaga (FR2: 24 kuni 100 GHz, MMW) raadiosageduste _____ mõju tervisele.	139
5.	Arutelu _____	141
5.1	Vähi ja madalamad telekommunikatsioonisagedused (FR1: 450-6000 MHz) _____	142
5.1.1	RF-EMF (FR 1: 450 kuni 6000 MHz) ja vähk inimestel _____	142

5.1.2	RF-EMF (FR1: 450 kuni 6000 MHz) ja vähk katseloomadel _____	145
5.2	Vähi ja kõrgemad telekommunikatsioonisagedused (FR2: 24 kuni 100 GHz) _____	146
5.2.1	RF-EMF (FR2: 24 kuni 100 GHz) ja vähk inimestel _____	146
5.2.2	RF-EMF (FR2: 24 kuni 100 GHz) ja vähk katseloomadel _____	147
5.3	Ebasoodne mõju reproduktiivsusele/arengule ja madalamatele telekommunikatsioonisagedustele (FR1: 450-6000 MHz) _____	147.
5.3.1	RF-EMF (450 kuni 6000 MHz) ja kahjulik mõju inimeste reproduktsioonile/arengule.	147
5.3.2	RF-EMF (450-6000 MHz) ja kahjulik mõju reproduktsioonile/arengule katseloomadel.	148
5.4	Ebasoodne mõju reproduktiivsusele/arengule ja kõrgematele telekommunikatsioonisagedustele (FR2: 24 kuni 100 GHz) _____	149.
5.4.1	Ebasoodne mõju inimese reproduktiivsusele/arengule (FR2: 24 kuni 100 GHz) . _____	149
5.4.2	Ebasoodne mõju reproduktsioonile/arengule loomkatsetes (FR2: 24 kuni 100 GHz)	149
6.	Järeldused _____	150
6.1	Telekommunikatsioonisagedused FR1 450 MHz - 6000 MHz _____	150
6.1.1	Vähk inimestel _____	150
6.1.2	Vähk katseloomadel _____	150
6.1.3	Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel _____	150
6.1.4	Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel _____	150
6.2	Telekommunikatsioonisagedused FR2: 24 kuni 100 GHz _____	150
6.2.1	Vähk inimestel _____	150
6.2.2	Vähk katseloomadel _____	150
6.2.3	Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel _____	150
6.2.4	Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel _____	150
6.3	Üldine hindamine _____	150
6.3.1	Vähk	150
6.3.2	Reproduktiivsed arengumõjud _____	151
7.	Poliitikavalikud _____	152
7.1	Mobiiltelefonide jaoks uue tehnoloogia valimine, mis võimaldab vähendada RF-kiirgust	152

7.2	Üldsuse ja keskkonna kokkupuute piirnormide läbivaatamine, et vähendada mobiilsidemastidest tulenevat kokkupuudet raadiosagedustega _____	152
7.3	Meetmete võtmine, et stimuleerida RF-EMF-kiirguse vähendamist. _____	153
7.4	edendada multidistsiplinaarseid teadusuuringuid, et hinnata 5G pikaajalist mõju tervisele ja leida sobiv meetod 5G-ga kokkupuute jälgimiseks ¹⁵³ . _____	
7.5	5G-teemaliste teavituskampaaniate edendamine _____	154
8.	Viited _____	155
8.1	Üldised viited _____	155
8.2	Inimese vähktõbe käsitleva ülevaate viited _____	161
8.3	Viited katseloomadel esinevat vähki käsitlevale ülevaatele _____	169
8.4	Viited reproduktiivset/arengulist mõju i n i m e s e l e käsitlevale ülevaatele _____	171
8.5	Viited katseloomade reproduktiivset/arengulist mõju käsitlevale ülevaatele ¹⁷³	

Jooniste loetelu

Joonis 1 - Mobiiltehnoloogia ajalugu _____	2
Joonis 2 - 3G vs 4G vs 5G _____	2
Joonis 3 - 5G vajab erinevaid sagedusalasid _____	4
Joonis 4 - 5G spektri staatus juhtpaneelide ja oksjonite kaupa Euroopas _____	5
Joonis 5 - 5G spektri staatus oksjonite kaupa Euroopas (FR1: 700 MHz) _____	5
Joonis 6 - 5G spektri staatus oksjonite kaupa Euroopas (FR1: 3,4 -3,8 GHz) _____	5
Joonis 7 - IARC kriteeriumid üldklassifitseerimiseks (rasvases kaldkirjas esitatud tõendid kujutavad endast üldise hindamise (Allikas: IARC preambula, 2019) _____	alust) 19
Joonis 8 - Üldise hindamise kriteeriumid käesolevas ülevaates (FR1 ja FR2) _____	20
Joonis 9 - Vooluskeem. Vähi epidemioloogilised uuringud (FR1) _____	24
Joonis 10 - Vooluskeem. Vähi epidemioloogilised uuringud FR2 puhul _____	54
Joonis 11 - Vooluskeem. Vähk loomkatsetes FR1 _____	60
Joonis 12 - Vooluskeem. Vähk loomkatsetes FR2 _____	72
Joonis 13 - Vooluskeem. Epidemioloogilised uuringud reproduktiivse/arengulise mõju kohta FR1	74
Joonis 14 - Vooluskeem. Epidemioloogilised uuringud reproduktiivse/arengulise mõju kohta FR2	_
106 Joonis 15 - Vooluskeem. Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel FR1	112
Joonis 16 - Vooluskeem. Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel (FR2)	140
Joonis 17 - Rootsi riiklik haiglaregister (allikas: Hardell ja Carlberg, 2017): mehed	_ 143
Joonis 18 - Rootsi Nnl. Inpatients Registry (allikas: Hardell ja Carlberg, 2017): naised	144
Joonis 19 - Kõigi pahaloomuliste ajukasvajate esinemissageduse suundumused Inglismaal _____	

Tabelite loetelu

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (a)	35
Tabel 2 - Vähk epidemioloogilistes ökoloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (a)	46
Tabel 3 - Vähk epidemioloogilistes kohortuuringutes (450-6000 MHz) (a)	47
Tabel 4 (kokkuvõte 1-3) - Kogutud andmed vähktõve kohta epidemioloogilistes uuringutes (450-6000 MHz)	51
Tabel 5 - Radariside kasutatav sagedusvahemik	55
Tabel 6 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (24 kuni 100 GHz, MMW) (a)	56
Tabel 7 (kokkuvõte 6 a, b) - Epidemioloogiliste uuringute kokkuvõtlik tabel vähi kohta, FR2: 24-100 GHz	58
Tabel 8 - Vähk katseloomadel: kaheaastased vähi biotestid hiirtel (450-6000 MHz) (a)	66
Tabel 9 - Vähk katseloomadel: kahe aasta jooksul tehtud vähi biotestid rottidel (450-6000 MHz) (a)	67
Tabel 10a - Vähk katseloomadel: kasvajatele kalduvad hiired (450-6000 MHz) (a)	68
Tabel 10b - Vähk katseloomadel: edendusuuringud hiirtel (450-6000 MHz) (a)	68
Tabel 11 (kokkuvõtlikud tabelid 8-10) - Kogutud andmed vähi eksperimentaalseteks uuringuteks (FR1: 450-6000 MHz).	69
Tabel 12 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: mehe viljakus, epidemioloogilised juhtumikontrolliuuringud (450-6000 MHz) (a)	87
Tabel 13 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimesel: mehe viljakus, epidemioloogilised ristlõike-uuringud (450-6000 MHz) (tööalane) (a)	88
Tabel 14 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: meeste viljakuse epidemioloogilised kohortuuringud (450-6000 MHz) (a)	93
Tabel 15 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: arengumõjud, epidemioloogilised juhtumiuuringud (450-6000 MHz) (a)	95
Tabel 17 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: arengumõjud, epidemioloogilised kohortuuringud (450-6000 MHz) (a)	98
Tabel 18 (kokkuvõtlikud tabelid 12-17) - Kogutud andmed epidemioloogiliste uuringute kohta reproduktiivse/arengulise mõju kohta (FR1: 450-6000 MHz)	104.
Tabel 19 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: mehe viljakus, epidemioloogilised juhtumikontrolliuuringud (24-100 GHz)(a)	108
Tabel 20 (kokkuvõtlikud tabelid 19 a,b) - Kogutud andmed epidemioloogiliste uuringute kohta, mis käsitlevad reproduktiivset/arengulist mõju (FR2: 24-100 GHz)	110.
Tabel 21 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: reproduktiivtoksilisus isastel hiirtel (450-6000 MHz) (a)	128
Tabel 22 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: reproduktsioonitoksilisus emastel hiirtel (450-6000 MHz) (a)	129

Tabel 23 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: reproduktiivtoksilisus isastel rottidel (450-6000 MHz) (a) _____ 130

Tabel 24 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: : arengutoksilisus hamstril isastel rottidel (450-6000 MHz) (a) _____ 132

Tabel 25 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: arengutoksilisus hiirtel (450-6000 MHz)
(a) _____ 133

Tabel 26 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: arengutoksilisus rottidel (450-6000 MHz)
(a) _____ 136

Tabel 27 (kokkuvõtlikud tabelid 21-26) (a, b) - Kogutud andmed reproduktiivset/arengulist mõju
_____ käsitlevate eksperimentaalsete uuringute kohta (FR1: 450-6000 MHz)
_____ 137.

Lühendite loetelu

1G, 2G, 3G, 4G, 5G Esimene-viies telekommunikatsiooni

põlvkond 2-ME 2-metoksüetanool

3 β HSD 3 β -hüdroksüsteriiddehüdrogenaas

17 β HSD 17 β -

hüdroksüsteriiddehüdrogenaasid 3GPP3. põlvkonna

partnerlusprojekt

ABCDAmsterdami sündinud lapsed ja nende arengu uuring AKR/Jmouse

tüvi

ANSESPrantsusmaa toidu-, keskkonna- ja tervishoiu ja tööohutuse amet AORkovariatsiooniga

korreeritud koefitsientide suhe

APDaastane võimsustihedus

ARakroosumi reaktsioon

ASP aastane kokkuvõtlik võimsus

AUDIPOGi hinnang vastsündinu kasvule (protsentides väljendatud skoor)

B6C3F1/Nhiire tüvi

BALB/hiire tüvi

BAX Bcl-2-ga seotud X

BCL-2B-rakkude lümfoom 2

BCL-XLB-rakuline lümfoom - ekstra suur lümfoom

BLLvere plii tase

BMIkehamassiindeks

BSbase jaamad

C3H/HeAtransgeenne hiir

C57BL/6hiiretüvi

CANULIFrom the danish 'cancer og social ulighed' (vähk ja sotsiaalne ebavõrdsus), kohortuuring CAT

catalase

CEFALO mitmekeskuseline juhtumi-kontrolli uuring

CERENAT mitmekeskuseline juhtumi-kontrolli uuring

CDF kumulatiivne jaotuse funktsioon

CDMAkoodijagamise mitmekordne juurdepääs

CGRPkaltsitoniiniga seotud peptiid

CI usaldusvahemik

CNSKesknärvisüsteem

CRPC-reaktiivne valk

CWjooksev laine

DECTdigitaalselt täiustatud juhtmeta telekommunikatsioon

XX

DFIDNA fragmentatsiooniindeks

DNA neoksüribonukleiinhape

DNBCTaani rahvuslik sünnikohort

ECHAEuroopa Kemikaaliamet

EARTKeskkonna ja reproduktiivtervise uuring

EMFelektromagnetväljad

ENU N-etüül-N-nitrosokarbamiid

EPM kõrgendatud-pluss labürint

EPRSEuroopa Parlamendi teadusuuringute talitus

Eraestrogeeni retseptori alfa

Er β estrogeeni retseptori beeta

EUEuroopa Liit

E μ -Pimltransgeenne hiir

F naissoost

FCCFederal Communications Commission

föderaalne keskkonnaamet föderaalne keskkonnaamet

FOMAmobiilse multimeedia juurdepääsu vabadus

FR1 madalam sagedusala (450 MHz - 6 GHz)

FR2kõrgem sagedusala (24 - 100 GHz)

FST-võimendatud ujumiskatse

GAgallikhape

GADD45kasvu peatumine ja DNA kahjustus 45

GBD ülemaailmne haiguste, vigastuste ja riskitegurite koormus

Üldine päev

GERoNiMOenerialiseeritud EMF-uuringud uute meetodite abil

GFAPglia fibrilliaarsete happeliste valkude GFAPglia
fibrillary acidic protein

GHzgiga herts

GIS geograafilised infosüsteemid

GSH glutatioon

GSH-Pxglutatioonperoksidaas

GSM globaalsed mobiilsidesüsteemid

GR γ -kiirgus

H2O2vesinikperoksiid

HSP70 (või 25 või 32): 70 (või 25 või 32)kilodaltonisoojusšokivalgud

IARCInternational Agency for Research on Cancer (Rahvusvaheline
Vähiuuringute Agentuur)

IATPFInternational Academy of Toxicologic Pathology Fellow

ICRmouse tüvi

IKT-informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogia

IEC Rahvusvaheline elektrotehniline komisjon

IEEE Elektri- ja Elektroonikainseneride Instituut

IEMFAInternational EMF Alliance IL-6 (või 10, või 32) interleukine-6 (või 10, või 32)

ILORahvusvaheline Tööorganisatsioon

INM Hispaania keskkonna ja lapsepõlve projekt INTERPHONE rahvusvaheliste juhtumi-kontrolliuuringute kogum INTEROCCrahvusvaheline juhtumi-kontrolliuuring asjade internet asjade internet

ISTISANItalian National Institute of Health (Istituto Superiore di Sanità) aruanne IRR haigestumuskindaja suhe

ITAAustrian Institute for Technickfolken

IT'ISSihtasutus Infotehnoloogiate uurimise ühiskonnas JECS Jaapani keskkonna- ja lasteuuring

kHz kiloherts

LHLuteiniseeriv hormoon

LTElong-term evolutsioon

M mees

MARHCSMale Reproduktiivtervise Chongqingi kolledži üliõpilaste kohortuuring MDA malondialdehüüd

MDImentaalarengu indeks

MEL melatoniin

MHz megaherts

MIMO multiple-input and multiple-outputantennid

MMP2 (või 14) maatriks metallopeptidaas 2 (või 14)

MMW(s)millimeeterlaine(d)

MoBaprospetiivne rahvastikupõhine raseduskohortuuring MOCEHKorean Mothers and Children's Environmental Health Study MOEmoringa ekstrakt

MPBSmobiilside tugijaamad

MWmillimeetriselised lained

MWMMorris vee labürint

NéHaVicohort uuring

NIR mitteioniseeriv kiirgus

NMRIhiiretüvi

NOnitratoksiid

NOSnitratoksiidi süntaas

Riiklik toksikoloogiaprogramm

NTP TR Riikliku toksikoloogiaprogrammi tehniline aruanne

OECD Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsioon OFT Avatud välikatse

ORodd suhe

OSI oksüdatiivse stressi indeks

PARPpolü(ADP-riboos)polümeraas

P21tsükliinist sõltuv kinaasi inhibiitor 1 P450scckolesterooli

külgahela lõhustumise ensüüm P53tuumorvalk P53

PCNAproliferatsioonirakkude tuumaantigeen

PDvõimsuse tihedus

PDI psühhomotoorse arengu indeks

PECOpopulatsioon, kokkupuude, võrdlusaine ja tulemus

PEMisiklik ekspositsioonimõõtja

PGE2 prostaglandiin E2

PND sünnitusjärgne päev

PRISMA-ScRsoodustatud aruandluselemendid süstemaatiliste ülevaadete ja metaanalüüside jaoks, laiendatud ulatusülevaadete jaoks.

REACH kemikaalide registreerimine, hindamine, autoriseerimine ja piiramine RF raadiosagedus

RFR raadiosageduskiirgus

RF-EMF raadiosageduslik elektromagnetväli

RLviitetase

ROSreaktiivsed hapnikuliigid

RRrelatiivne risk

RWTHRheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen SAR-spetsiifiline neeldumismäär

SCENIHEuroopa Komisjoni tekkivate ja hiljuti avastatud terviseriskide teaduskomitee

SCHEERScientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks

SDQstrengths and difficulties questionnaire (küsimustik tugevuste ja raskuste kohta)

SEM allikas-kiiritusmaatriks

SF1splaissingu faktor 1

SODsuperoksiiddismutaas

SPOCK3PARC (osteonektiin), cwcv ja kazalilaadsed domeenid proteoglükaan 3

SSMSRootsi kiirgusohutusamet

SRscoping läbivaatamine

StARsteroidogeenne äge regulatiivne valk

STOAEuroopa Parlamendi teaduse ja tehnoloogia tulevikukomisjon TACKogukaaluline
antioksidantne võimekus

TETRAmaapealne magistraalne raadioside

TSCSpermatosoidide koguarv

TSTtail peatamise katse

UEuser seadmed

UHFultrakõrksagedused

UMTSuniversaalne mobiilsidesüsteem

UKÜhendkuningriik

V/m volt/meeter

VEGFvaskulaarne endoteeli kasvufaktor

W/kg vatt/kilogramm

Maailma Terviseorganisatsioon

1. Sissejuhatus

1.1 Taustaks

Viimastel aastakümnetel on toimunud info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) nime all tuntud tehnoloogiate enneolematu areng, mille hulka kuuluvad mobiiltelefonides kasutatav traadita side ja näiteks elektromagnetvälju (EMF) kasutatav Wi-Fi. Esimese põlvkonna mobiiltelefonid olid kättesaadavad 1980ndate lõpus. Seejärel suurendasid teine (2G), kolmas (3G) ja neljas (4G, Long-Term Evolution = LTE) põlvkond järsult nende levikut ühiskonnas, nii et tänapäeval on Euroopas rohkem seadmeid kui elanikke. Lisaks sellele on Wi-Fi ja muud traadita andmeedastuse vormid muutunud kõikjal kättesaadavaks ja on ülemaailmselt kättesaadavad. Praegu alustame mobiilsidevõrkudes järgmise põlvkonna, 5G, kasutuselevõttu. 5G ei ole uus tehnoloogia, vaid juba olemasolevate G1-G4 tehnoloogiate edasiarendus.

1.2 Kokkupuutestsenaarium

1.2.1 Praegune kokkupuutestsenaarium

Erinevaid kokkupuuteolukordi, mis võivad tekkida telekommunikatsiooni intensiivse kasutamise korral, on hästi kirjeldatud Rahvusvahelise Vähiuuringute Agentuuri monograafias 102 (IARC, 2013). Monograafia 102 käsitleb mitteioniseerivat kiirgust elektromagnetilise spektri RF-piirkonnas, st vahemikus 30kHz kuni 300 GHz, mis hõlmab seega käesoleva läbivaatamise jaoks olulisi sagedusi.

Vastavad lainepikkused (raadiolainete järjestikuste tippude vaheline kaugus) ulatuvad vastavalt 10 km kuni 1 mm. RF-allikate tekitatud elektromagnetväljad haakuvad inimkehaga, mille tulemuseks on indutseeritud elektri- ja magnetväljad ning nendega seotud voolud kehakudedes (IARC, 2013). Inimese kokkupuude raadiosagedusliku elektromagnetväljaga (RF-EMF) võib tekkida isiklike seadmete (nt mobiiltelefonid, juhtmeta telefonid, Bluetooth ja amatöörraadio) kasutamisel, tööallikatest (nt kõrgsageduslikud dielektrilised ja induktioonkütteseadmed ning suure võimsusega impulssradarid) ja keskkonnaallikatest, nagu mobiiltelefonide tugijaamad, ringhäälingu antennid ja meditsiinirakendused.

Töötajad puutuvad RF-EMF-ile kõige rohkem kokku lähivälja allikatest, samas kui elanikkond saab kõige rohkem kokkupuudet kehale lähedalt asuvatest saatjatest, näiteks käeshoitavatest seadmetest, nagu mobiiltelefonid. Kokkupuude suure võimsusega allikatega tööolukorras võib hõlmata suuremat kumulatiivset RF-energiat, mis ladestub kehas kui kokkupuude mobiiltelefonidega, kuid ajus ladestuv kohalik energia on üldiselt väiksem.

Tüüpilised kokkupuuted aju katusele või tornile paigaldatud mobiiltelefonide tugijaamade ning tele- ja raadiojaamade poolt on mitu suurusjärku väiksemad kui globaalsete mobiilsüsteemide (GSM) mobiiltelefonide poolt põhjustatud kokkupuuted. Keskmise kokkupuude digitaalsete juhtmeta telefonide (DECT) kasutamisel on umbes viis korda väiksem kui GSM-telefonide puhul mõõdetud kokkupuude ning kolmanda põlvkonna (3G) telefonid kiirgavad keskmiselt umbes 100 korda vähem RF-energiat kui GSM-telefonid, kui signaalid on tugevad. Sarnaselt on ka Bluetooth-vabakäepidemete keskmine väljundvõimsus hinnanguliselt umbes 100 korda väiksem kui mobiiltelefonide oma.

RF-allikate tekitatud elektromagnetväljad ühenduvad kehaga, mille tulemuseks on indutseeritud elektri- ja magnetväljad ning nendega seotud voolud kudedes. Kõige olulisemad tegurid, mis määravad sellised indutseeritud väljad, on allika kaugus kehast ja väljundvõimsuse tase (IARC, 2013). Lähi- ja kaugväli on elektromagnetvälja piirkonnad objekti, näiteks saateantenni ümber või objektist hajuva kiirguse tulemus. Antenni või hajutava objekti (mobiiltelefoni) läheduses domineerivad kiirguseta lähivälja käitumisviisid, samas kui kaugvälja käitumisviisid domineerivad elektromagnetilise kiirguse kaugvälja käitumisviisid kaugemal (BC Center for Disease Control, 2013).

Lisaks sellele sõltub sidumise tõhusus ja sellest tulenev väljade jaotumine kehas tugevalt sagedusest, polarisatsioonist ja laine kehale langemise suunast ning keha anatoomilistest omadustest.

eksponeeritud isik, sealhulgas pikkus, kehamassiindeks, kehahoiak ja kudede dielektrilised omadused. Kehas olevad indutseeritud väljad on väga ebaühtlased, varieeruvad mitme suurusjärgu ulatuses ning neil on kohalikud kuumad kohad. Mobiiltelefoni kõrva ääres hoidmine häälkõne tegemiseks võib põhjustada ajus kõrgeid spetsiifilise RF-energia neeldumiskiiruse (Specific Absorption Rate = SAR) väärtusi, mis sõltuvad telefoni ja selle antenni konstruktsioonist ja asendist pea suhtes, telefoni hoidmise viisist, pea anatoomiast ning tugijaama ja telefoni vahelise ühenduse kvaliteedist. Kui lapsed kasutavad mobiiltelefoni, on keskmine RF-energia ladestumine ajus kaks korda suurem ja kuni kümme korda suurem kolju luuüdis, võrreldes mobiiltelefoni kasutamisega täiskasvanute poolt. Käed-vabad-komplektide kasutamine vähendab kokkupuudet ajus alla 10% kokkupuutest, mis tuleneb kasutamisest kõrva juures, kuid see võib suurendada kokkupuudet teistes kehaosades (IARC, 2013).





1.2.2 5G kokkupuutestsenaarium

Joonis 1 - Mobiiltehnoloogia ajalugu



5G mobiilsidevõrkude eelseisva kasutuselevõtuga tagatakse oluliselt kiirem mobiilne lairibaühendus ja üha ulatuslikum mobiilse andmeside kasutamine. Tehnilised uuendused hõlmavad teistsugust edastussüsteemi (MIMO: mitme sisendi ja mitme väljundi antennid), signaali suunavat edastamist või vastuvõtmist (beamforming) ja muude sagedusvahemike kasutamist. See on võimalik tänu täiendavate kõrgemate sagedusalade kasutamisele (millimeetritelained = MMW). 5G on mõeldud kommunikatsiooni ristumiskohaks, alates virtuaalreaalsusest kuni autonoomsete sõidukiteni, tööstusinterneti ja arukate linnadeni. Lisaks peetakse 5G-d asjade interneti (Internet of Things, IoT) põhitehnoloogiaks, kus masinad suhtlevad masinatega. Samal ajal on oodata muutust inimeste ja keskkonna kokkupuutes elektromagnetväljadega (joonised 1 ja 2).

Joonis 2 - 3G vs 4G vs 5G

		3G	4G	5G
	Deployment	2004-05	2006-10	2020
	Bandwidth	2mbps	200mbps	>1gbps
	Latency	100-500 milliseconds	20-30 milliseconds	<10 milliseconds
	Average Speed	144 kbps	25 mbps	200-400 mbps

5G-võrgud töötavad mitmes erinevas sagedusalas, millest madalamaid sagedusi pakutakse välja 5G-võrkude esimeses etapis. Mitmeid neist sagedustest (peamiselt alla 1 GHz - ülikõrged sagedused, UHF) on kasutatud või kasutatakse praegu varasemate mobiilside põlvkondade puhul. Lisaks sellele on tehnoloogia arengu hilisemates etappides kavas kasutada ka palju kõrgemaid raadiosagedusi.

Madala ja keskmise sagedusega sagedusalade töösagedused võivad kattuda praeguse 4G sagedusalaga 6 GHz või madalamal. Seega on nende madalamate sagedusalade raadiosageduste bioloogiline mõju tõenäoliselt võrreldav 2G, 3G või 4G raadiosagedustega. Siiski on kõrgete sagedusalade 5G stsenaariumid, eriti 24 GHz kuni 60 GHz MMW piirkonnas suure võimsusega lühimaa traadita andmeside jaoks, suhteliselt hiljuti saabunud ja kujutavad endast märkimisväärset väljakutset terviseriskide hindamiseks (Lin, 2020). Viimaseid sagedusalasid on traditsiooniliselt kasutatud radarite ja mikrolaineühenduste jaoks (Simkò ja Mattsonn, 2019) ning nende mõju inimeste tervisele on uuritud väga vähe.

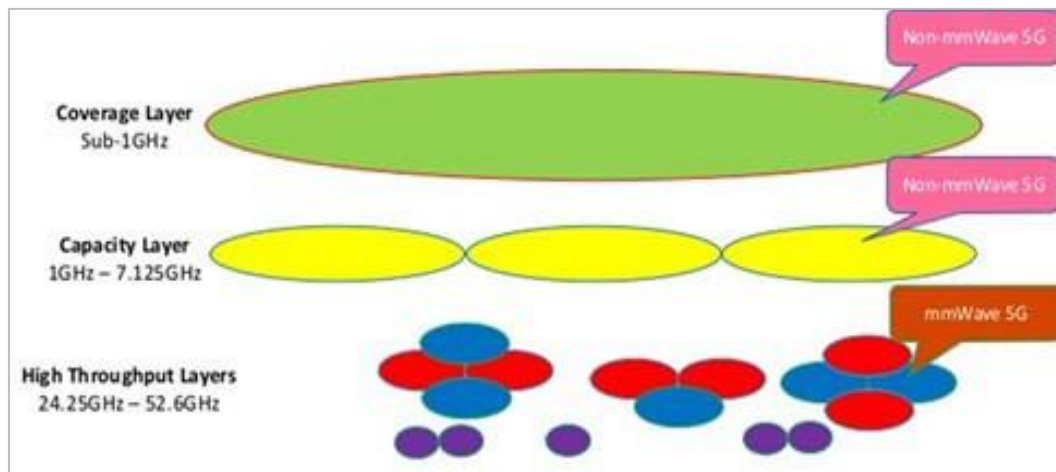
1.2.3 5G: kiirte moodustamine ja MIMO

Hiljutine mobiiltelefonide liikluse suurenemine mikrolainesagedusalas on suunanud tähelepanu laiale MMW spektrile, mis on seni olnud alakasutatud. Kuni 4G tehnoloogiani kasutati mobiilside puhul sagedusi alla 3 GHz ja arusaam, et kõrgematel sagedustel (üle 3 GHz) esineb füüsiliste takistuste tõttu rohkem sumbumist, pani väiksemad sagedused tunduma usaldusväärsemad. Intelligentne kiirguse kujundamine parandab aga leviala ja vähendab häireid miinimumini. Dünaamiliste raadiomastide tehnika, mis kasutab kiirteviimistlust, koos mitme kasutaja MIMO-ga (MU-MIMO) on 5G NR (New Radio) aluseks; koos töötades võimaldavad nad toetada üle 1000 seadme ruutmeetri kohta rohkem kui 4G, saates palju rohkem kasutajaid ülikiireid andmeid suure täpsuse ja madala latentsusega.

MIMO töötati algselt välja ühe kasutaja rakenduste jaoks (SU-MIMO), et parandada LTE (4G) võrkude tõhusust. Peagi mõisteti, et sellist tehnoloogiat saab laiendada mitme kasutaja rakendustele, et vähendada või vältida häireid rakusiseselt. See tõi kaasa mitmeid lahendusi, mida tuntakse MU-MIMO nime all (David ja Viswanath, 2005). Teisest küljest tekitas nende rakendamine paratamatult küsimusi nende mõju kohta tervisele. Euroopa Parlament käsitles seda küsimust 2019. aasta dokumendis, mis käsitleb 5G leviku edenemist Euroopas, USA-s ja Aasias:

"Märkimisväärset muret tekitab võimalik mõju tervisele ja ohutusele, mis tuleneb 5G potentsiaalselt palju suuremast kokkupuutest raadiosagedusliku elektromagnetilise kiirgusega. Suurem kokkupuude võib tuleneda mitte ainult palju kõrgemate sageduste kasutamisest 5G-s, vaid ka erinevate signaalide koandumise võimalusest, nende dünaamilisest olemusest ja sellest tulenevatest keerulistest häirete mõjudest, eriti tihedates linnapiirkondades. 5G raadiosaateväljad on eelmiste põlvkondade omadest üsna erinevad, sest neis on keerulised kiirgussuunalised ülekanded mõlemas suunas - tugijaamast mobiiltelefonini ja tagasi. Kuigi väljad on tugevalt fokuseeritud kiirtega, varieeruvad need kiiresti aja ja liikumisega ning on seega ettearvamatud, kuna signaalitasemed ja -mustrid mõjutavad üksteist suletud süsteemina. Seda ei ole veel usaldusväärset kaardistatud reaalse olukordade jaoks väljaspool laborit" (Blackman ja Forge, 2019).

Joonis 3 - 5G vajab erinevaid sagedusalasid



Allikas: Qualcomm, 2020

5G kasutab laia raadiospektrit (joonis 4). Need jagunevad vastavalt kasutaja vajadusele kolmeks eri tasandiks:

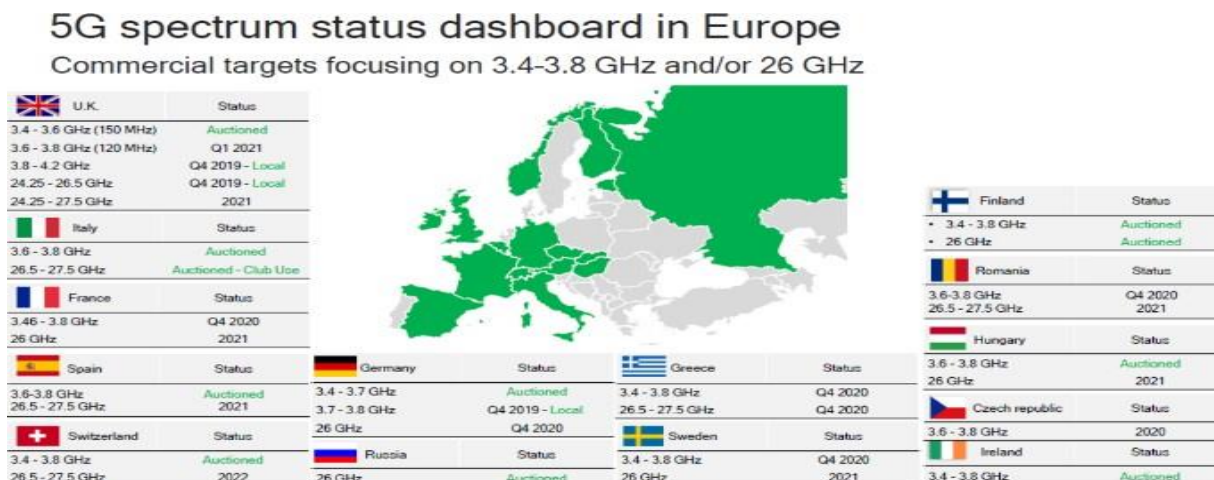
- "*levikukiht*", mille sagedused on madalamad kui 1 GHz, tagab laiaulatusliku välismaa leviala ja sügava siseruumide leviala. Põhimõtteliselt koosneb see sagedusalast, mida kasutab digitaaltelevisioon, mis läbib hästi takistusi. See süsteem ei kasuta kiirguse kujundamist ja on halduse poolest sarnane 4G tehnoloogiat kasutavate radio tugijaamadega, kuigi võib-olla kohaldatakse korrigeerivat tegurit (tippvõimsuse vähendamise koefitsienti), mis võtab arvesse edastava süsteemi poolt kasutatavat keskmist võimsust;

- "*leviala ja läbilaskevõime kiht*" 1GHz ja 6GHz vahel on üks 5G peamisi uuendusi. See kasutab Massive - MIMO süsteemi, et tagada optimaalne kompromiss katvuse ja läbilaskevõime, st andmeedastuse kiiruse vahel sageduse ühiku kohta. See hõlmab ka sagedusala C, umbes 3,5 GHz. See mittemillimeetriline sagedusala töötab kiirguse vormimise režiimis, et kontsentreerida suurem osa kiirgusvõimsusest sihtterminalile;

- "*superandmekiht*", alates 6 GHz kuni MMW sagedusteni 30 GHz ja üle selle, pakub Rahvusvahelise Telekommunikatsiooniliidu raadioside sektori (ITU-R) rahvusvahelise mobiilside (IMT)-2020 standardi tipptasemel sagedusala ja andmekiirusi. Selles sagedusalas kasutatakse ka kiirguse kujundamise tehnikat.

5G standardite peamised sagedusalad, mis võetakse kasutusele ülemaailmselt 5G tehnoloogia ei ole suunatud mitte ainult inimeste omavahelisele suhtlusele, vaid ka omavahel ühendatud automatiseeritud süsteemidele (asjade internet), mis kasutavad elektromagnetilisi laineid sagedusel, mis kuulub sagedusalasse 26,5-27,5 GHz. Selliste elektromagnetlainete sagedus on nii kõrge, et need ei suuda läbida hooneid ega pääseda takistustest mööda. Seega on selle probleemi lahendamiseks vaja paigaldada palju väikesi rakke, mille suurus ulatub umbes 10 meetrist (siseruumides) kuni mitmesaja meetrini (välitingimustes), mis on tunduvalt väiksem kui varasemate tehnoloogiate makroelementide ulatus, mis võib ulatuda mitme kilomeetri kaugusele. Euroopas võib üldpildi kokku võtta nii, nagu on esitatud joonistel 4, 5 ja 6 (allikas: Qualcomm, 2020).

Joonis 4 - 5G spektri staatus juhtpaneelide ja oksjonite kaupa Euroopas



Joonis 5 - 5G spektri staatus oksjonite kaupa Euroopas (FR1: 700 MHz)



Joonis 6 - 5G spektri staatus oksjonite kaupa Euroopas (FR1: 3,4 -3,8



GHz)

Nasim ja Kim (2017) simuleerivad võimalikku kokkupuutestsenaariumi raadiosagedusega pärast 5G kasutuselevõtmist, kasutades kiirguse kujundamise tehnoloogiat. Autorid leiavad, et MMW-sagedustel, kus tulevased mobiilsidesüsteemid tõenäoliselt töötavad, võivad kaks tõenäoliselt toimuvat muutust suurendada muret seoses inimkasutajate kokkupuutega RF-väljadega. Esiteks hakkab töötama suurem arv saatjaid. Väikeste rakkude leviku tõttu võetakse kasutusele rohkem tugijaamu (Rappaport et al., 2013; Agiwal, 2016; Al-Saadeh, 2017) ja vastavalt sellele ka mobiilseadmeid. See suurendab inimeste kokkupuute tõenäosust RF-väljadega. Teiseks kasutatakse kitsamaid kiiri, mis on lahenduseks suurema summutuse jaoks kõrgemates sagedusalades (Shakib, 2016; Zhang et al., 2017; Akdeniz et al., 2014). MMW-signaalide väga väikesed lainepikkused koos edusammudega RF-ahelates võimaldavad väga suurel hulgal miniaturseid antenne. Neid mitme antenni süsteeme saab kasutada väga suure võimenduse moodustamiseks. Autorid deklareerivad, et nende töö ajendiks on asjaolu, et varasemates töödes ei ole sellist võimalikku riski suurenemist piisavalt käsitletud. Oma järeldustes märgivad autorid:

"Selles dokumendis on rõhutatud inimeste RF-kiirguse probleemi olulisust mobiilsidesüsteemi allalülituses. Selles dokumendis mõõdeti kokkupuute taset PD ja SAR osas ning võrreldi neid praegust mobiilsidetehnoloogiat esindava Release 9-s arvutatud tasemetega. Erinevalt varasematest töödtest, milles uuriti ainult üleslülitusi, leiti käesolevas dokumendis, et ka 5G allalülitused annavad oluliselt kõrgema PD- ja SAR-taseme võrreldes Release 9-ga [praeguse kokkupuutestsenaariumiga]. Meie tulemused rõhutasid, et kasv tuleneb kahest tehnilisest muutusest, mis 5G-s tõenäoliselt toimuvad: (i) rohkem juurdepääsupunkte (AP) väiksemate rakkude kasutuselevõtu tõttu ja (ii) rohkem kõrgelt kontsentreeritud RF-energiat allasuunatud RF-kiire kohta suuremate faasiliste massiivide kasutamise tõttu. Erinevalt eelnevatest töödtest väidetakse käesolevas töös, et 5G allasuunatud raadioväljad võivad olla ohtlikud ka vaatamata kaugvälja levikule. Seetõttu kutsuvad autorid üles projekteerima mobiilside- ja võrguskeeme, mis sunnivad AP-d vältima RF-väljade tekkimist, kui see on suunatud inimese kasutaja suunas sellise nurga all, mis annab ohtliku PD- ja SAR-taseme. Selleks määratletakse dokumendis tulevikutöödena selliste tehnikate idee arendamine, mis vähendavad inimese kokkupuudet RF-väljadega 5G allasuunamisel" (Imtiaz ja Seungmo, 2017).

Märkimisväärne on, et selles töös (Imtiaz ja Seungmo, 2017) on viidatud ainult 5G sagedusele 28 GHz, mis on üks pioneeridest, ning simuleeriti ainult ühte ühendatud kasutajaseadet, kasutades kogu sagedusala staatilistes ja statsionaarsetes tingimustes.

Teises Nokia tööühma töös (Baracca et al., 2018), milles võetakse arvesse massiivseid MIMO tugijaamu (BS), pakutakse välja statistiline lähenemisviis massiliste MIMO BSide ümbruse RF-kiiritustingimuste hindamiseks, mis põhineb kolmanda põlvkonna partnerlusprojekti (3GPP) välja töötatud 3D ruumilise kanali mudelil, ning hinnatakse, kuidas võimsus praktilises süsteemis koondub, kui võetakse arvesse realistlikke eeldusi kasutajate seadmete (UE) jaotuse ja liikluse kohta. Meetodika seisneb süsteemi simulatsioonide läbiviimises, milles võetakse arvesse realistlikke kasutuselevõtustsenaariume seoses paigalduskõrguse, kasutajaseadmete, seadmete jaotuse ja liiklusega, et hinnata BS-i tegeliku ülekandevõimsuse kumulatiivset jaotumisfunktsiooni (CDF). *"Väljapakutud statistiline lähenemisviis aitab parandada Rahvusvahelise Elektrotehnilise Komisjoni (IEC, 2017) poolt juba määratletud arvutusmeetodeid ja toetab massilise MIMO BS-i kasutuselevõttu 5G ja kaugemate mobiilsidevõrkude jaoks"*. Lõppmärkusena rõhutavad autorid, et: *"Kõik statistilised lähenemisviisid, sealhulgas meie oma, põhinevad küll realistlikel eeldustel, kuid vajavad igal juhul täiendavaid tehnikaid, mis põhinevad näiteks võimsuse kontrollimisel ja kiirguse kohandamisel (Sambo et al., 2015), et tagada EMF piirangute täitmine BS-ides kõigi võimalike tegelike konfiguratsioonide puhul"*.

Seoses kokkupuute hindamisega avaldasid Neufeld ja Kuster (2018) hoiatuse ajakirjas Health Physics avaldatud artiklis, milles kutsutakse üles vaatama läbi olemasolevad kokkupuutestandardid, mille puhul on lühikesed keskmistamisajad, et käsitleda lühikeste ja tugevate impulsside võimalikke termilisi kahjustusi: *"Üle 10 GHz töötavad äärmuslikud lairiba traadita seadmed võivad edastada andmeid mõne millisekundi või sekundi pikkuste ajavahemike jooksul toimuvate andmepiirangutega. Kuigi ajalisel ja pindalaliselt keskmistatud võimsustiheduse väärtused jäävad pideva kokkupuute puhul vastuvõetavatesse ohutuspiiridesse, võivad need kiirgused põhjustada kokkupuutuvate inimeste nahas lühikesi temperatuuripiike [Meie] tulemused näitavad ka, et tippude ja keskmiste väärtuste suhe 1000, mida ICNIRPi suunised taluvad, võivad põhjustada püsivaid koekahjustusi isegi lühiajalise kokkupuute*

järel, mis rõhutab olemasolevate kokkupuute suuniste läbivaatamise tähtsust" (Neufeld ja Kuster, 2018).

Kenneth Foster Pennsylvania Ülikoolist vastas, et nende väited ei pea paika: "*Kuna reaalsed sidetehnoloogiad toodavad impulsse palju väiksema voolutugevusega kui Neufeldi ja Kusteri poolt käsitletud äärmuslikud impulsid, on neist tulenevad termilised üleminekud igal juhul väga väikesed*" (Foster, 2019).

Istituto Superiore di Sanità (Itaalia riiklik tervishoiuinstituut) tunnistas ISTISAN 2019 aruandes (kättesaadav ainult itaalia keeles), et (autori tõlge): "*(...) [5G] tugijaamade tehniliste omaduste põhjal tuleks kokkupuute õigeks jälgimiseks arvesse võtta mitte ainult elektromagnetiliste väljade mõõtmiste keskmist väärtust, vaid koos lühiajalise kokkupuute ajal saavutatud maksimumtasemetega. See aspekt nõuab riikliku õigusakti ajakohastamist, milles seni ei ole arvestatud lühiajalist kokkupuudet, vaid ainult pidevat kokkupuudet kui keskmisi väärtusi 6 minuti jooksul [20 V/m, juhuslik kokkupuude] või 24 tunni jooksul [6 V/m, elamu-/töölalane kokkupuude rohkem kui 4h/päevas]*" (ISTISAN 19/11, 2019).

Ebakindlus kokkupuute hindamisel on endiselt lahendamata. Eespool nimetatud dokumendid näitavad, et kokkupuute hindamine seoses 5G kasutuselevõtuga on keeruline, eelkõige seoses nii tugijaamade (BS) kui ka kasutajate (UE) tegevuse pideva muutumise jälgimisega seoses MIMO-tehnoloogiaga, samas kui kokkupuute tehniline seisukoht 2G, 3G, 4G, 5G heitkogustega seotud uue stsenaariumi puhul on alles sõnastamisel ja seega ebakindel. Enne MMW ja MIMO tehnoloogia levikut üle kogu planeedi on kokkupuute hindamine keskne aruteluteema.

1.3 Ülevaade poliitikameetmetest rahvusvaheliselt ja Euroopas

1.3.1 Rahvusvahelised organisatsioonid

Rahvusvaheline vähiuuringute agentuur (Baan et al., 2011; IARC, 2013) klassifitseeris RF-EMF-i kui "*tõenäoliselt inimesele kantserogeenset*" (rühm 2B).

Maailma Terviseorganisatsioon (WHO) avaldas hiljuti uuesti üleskutse süstemaatiliste ülevaadete (2020) koostamiseks. WHO viib läbi RF-EMF-i terviseriski hindamist, mis avaldatakse monograafiana keskkonnatervise kriteeriumide sarjas. See väljaanne täiendab monograafiaid staatiliste väljade (2006) ja äärmiselt madala sagedusega väljade (2007) kohta ning ajakohastab 1993. aastal avaldatud monograafiat raadiosagedusväljade kohta (WHO, 1993).

Rahvusvaheline mitteioniseeriva kiirguse kaitse komisjon (ICNIRP) avaldas 2020. aasta märtsis uued suunised, mis hõlmavad mitmeid uusi tehnoloogiaid, sealhulgas 5G (ICNIRP, 2020a). Uued suunised kehtestavad uusi ja läbivaadatud piiranguid seoses 5G-ga. ICNIRPi veebisaidil on põhjalik teave uute suuniste ja 1998. ja 2020. aasta suuniste erinevuste kohta. Suunistes viidatakse ainult 6 minutit ja 30 minutit kestva kokkupuute korral RF-EMFiga põhjustatud termilistele mõjudele, seega käsitlevad suunised ainult lühiajalist kokkupuudet. Praegu kasutatava 5G-tehnoloogia ohutuse suunised on kehtestatud, kuigi seni ei ole veel piisavalt teaduslikke uuringuid tehtud, samas kui juba kasutusel olevate raadiosageduste mittesoojusliku mõju kohta ei ole kõigis ICNIRPi suunistes hinnatud eksperditeaduslikke uuringuid (ICNIRP, 2020c).

1.3.2 Euroopa organisatsioonid ja valitsused (aastate kaupa)

Euroopa Nõukogu resolutsioonis 1815 rõhutatakse, et: "*Kasutatud teadusliku ekspertiisi sõltumatus ja usaldusväärsus on otsustava tähtsusega inimeste tervisele ja keskkonnale avalduvate võimalike negatiivsete mõjude läbipaistva ja tasakaalustatud hindamise seisukohast. Resolutsioonis soovitatakse: võtta kõik mõistlikud meetmed, et vähendada kokkupuudet elektromagnetväljadega (eriti mobiiltelefonide poolt) ja eelkõige kaitsta lapsi ja noori, kes näivad olevat kõige enam ohustatud peakasvajate tekkeks; vaadata uuesti läbi rahvusvahelise mitteioniseeriva kiirguse kaitse komisjoni kehtestatud elektromagnetväljadega kokkupuute praeguste standardite teaduslik alus, millel on tõsised piirangud; teabe levitamine ja teadlikkuse tõstmise kampaaniad potentsiaalselt kahjulike pikaajaliste bioloogiliste mõjude ohtude kohta keskkonnale ja inimeste tervisele, eriti lastele, teismeliste ja reproduktiivses eas noortele; eelistada traadiga internetiühendust (lastele üldiselt ja eriti koolides) ning reguleerida rangelt mobiiltelefonide kasutamist kooliõpilaste poolt kooliruumides; suurendada sõltumatute teadusuuringute riiklikku rahastamist*"

terviseriskide hindamiseks." (Euroopa Parlamendi assamblee, 2011)

Prantsuse toidu-, keskkonna- ja tervishoiu ja tööhutuse amet (ANSES) 2013. aastal "(...) annab soovitusi raadiosagedustega kokkupuute piiramiseks piiratud tasemega tõendid viitavad erinevatele bioloogilistele mõjudele inimestel või loomadel. Lisaks sellele viitavad mõned väljaanded sellele, et mobiiltelefonide tavakasutajate puhul on pikemas perspektiivis suurenenud ajukasvaja tekkerisk. Seda teavet arvesse võttes ning tehnoloogia ja tavade kiire arengu taustal soovitab ANSES piirata elanikkonna kokkupuudet raadiosagedustega - eelkõige mobiiltelefonide kaudu -, eriti laste ja intensiivsete kasutajate puhul, ning kontrollida üldist kokkupuudet, mis tuleneb releantennidest. Samuti arendab ta edasi oma tööd elektritundlike isikute kohta, uurides eelkõige kõiki olemasolevaid Prantsuse ja rahvusvahelisi andmeid selle teema kohta, mis väärivad suuremat tähelepanu. Seetõttu soovitab agentuur raadiosagedustega kokkupuute piiramiseks, eriti kõige haavatavamate elanikkonnarühmade puhul: - täiskasvanud mobiiltelefonide intensiivsete kasutajate puhul (kõnelemisrežiimil): kasutada käed-vabad seadmeid ja üldisemalt kõigi kasutajate puhul eelistada madalaima SAR [väärtusega] telefonide ostmist; - vähendada laste kokkupuudet, soodustades ainult mõõdukalt mobiiltelefonide kasutamist; jätkata elanikkonna kokkupuute paremaks iseloomustamiseks välis- ja siseruumides mõõtmiskampaaniate abil; et uute mobiiltelefonivõrkude infrastruktuuride arendamisel tuleb eelnevalt uurida kokkupuute iseloomustust ning viia läbi põhjalik uuring, mis käsitleb releantennide arvu võimaliku mitmekordistamise tagajärgi, et vähendada keskkonna kokkupuute taset; - dokumenteerida tingimused, mis kehtivad olemasolevates rajatistes, mis põhjustavad elanikkonna suurimat kokkupuudet, ja uurida, mil määral saab neid kokkupuuteid tehniliste vahenditega vähendada; - et kõik tavalised elektromagnetvälja kiirgavad seadmed, mis on mõeldud kasutamiseks keha lähedal (DECT-telefonid, tahvelarvutid, beebimonitorid jne.), peaksid olema kooskõlas elektromagnetilise kiirguse mõõtmise ja mõõtmise meetoditega.) näidata tekitatud kokkupuute maksimaalset taset (näiteks SAR), nagu see on juba tehtud mobiiltelefonide puhul; lõpuks, et lahendada mitmesugused ebakindlused, mida ta selle töö käigus tuvastas, ning lisaks riiklikus keskkonna- ja tervishoiu uuringukavas juba ette nähtud uurimisprojektidele esitab agentuur ka rea uurimissoovitusi" (ANSES, 2013).

Euroopa Komisjoni tekkivate ja hiljuti avastatud terviseriskide teaduskomitee (SCENIHR) ülesanne on hinnata elektromagnetväljade riske ning ta vaatab korrapäraselt läbi olemasolevad teaduslikud tõendid, et hinnata, kas need toetavad endiselt nõukogu soovitusel 1999/519/EÜ esitatud kokkupuute piirväärtusi. Oma viimases, 2015. aasta jaanuaris esitatud arvamuses leidis SCENIHR, et puuduvad tõendid selle kohta, et elektromagnetväljade kiirgus mõjutab inimeste kognitiivseid funktsioone või aitab kaasa vähijuhtude arvu suurenemisele täiskasvanutel ja lastel (SCENIHR, 2015). Rahvusvaheline EMF-ühendus (IEMFA) viitas siiski sellele, et paljudel SCENIHRi liikmetel võib olla huvide konflikt, kuna neil olid ametialased suhted erinevate telekommunikatsiooniettevõtete või nad said neilt rahalist toetust.

Sellest tulenevalt märkis tervise-, keskkonna- ja tekkivate riskide teaduskomitee (SCHEER), mis asendas endise SCENIHRi, 2018. aasta detsembris tehtud avalduses 5G olulisuse esialgset hinnangut kui suurt. Lisaks hindab ta võimaliku ohu ulatust, kiireloomulisust ja koostoimeid (ökosüsteemide ja liikidega) kõrgeks. Ta pakkus välja, et 5G keskkonnast võivad tuleneda bioloogilised tagajärjed, kuna puuduvad "(...) tõendid, mis annaksid teavet 5G-tehnoloogiaga kokkupuute suuniste väljatöötamiseks" (SCHEER, 2018).

2017. aasta juunis toimunud teabekoosseisus märkis Euroopa Parlamendi teadusuuringute talitus järgmist: "Lõpuks on 5G mõju tervisele vähe uuritud, sest enamik seniseid uuringuid on seotud eelmise põlvkonna mobiilsidetehnoloogiaga. Ühe hiljutise uuringu kohaselt võib see osutada täiendavaks kitsaskohaks, kui 5G peaks kujutama endast terviseriske, kuna "see on linnades kontsentreeritud ja tiheda mobiilside struktuuriga, kasutab palju kõrgemaid mikrolainesagedusi ja on väga suunatud kontsentratsiooniga". USAs tekitas muret 2016. aastal valitsuse rahastatud uuring, mille esialgsetes tulemustes leiti, et traadita kiirgusega kokkupuutuvatel rottidel on märkimisväärselt rohkem haruldasi aju- ja südamekasvajaid. Teised 2017. aasta uuringud ja publikatsioonid viitavad samuti sellele, et pikaajaline mobiiltelefonide kasutamine võib suurendada ajuvähi riski. Komisjoni eksperdirühma 2015. aastal avaldatud viimases arvamuses ja Maailma Terviseorganisatsiooni uuringus ei tunnustata siiski otsust. Prantsusmaal on vahepeal traadita kiirgust käsitlevas ülevaates jõutud järeldusele, et on vaja hinnata kõigi traadita seadmete mõju laste tervisele, ning soovitatakse, et lapsed kasutaksid neid vaid mõõdukalt ja järelevalve all. See keeruline küsimus on seega jätkuvalt vastuoluline, samas jätkuvad edasised uuringud" (EPRS, 2017).

Hilisemas EPRSi dokumendis on öeldud, et: *"Hiljutine akadeemiline kirjandus näitab, et pidev traadita kiirgus näib olevat bioloogilise mõjuga, eriti arvestades 5G eripära: MMW kombinatsioon, kõrgem sagedus, saatjate kogus ja ühenduste hulk. Erinevad uuringud viitavad sellele, et 5G mõjutaks inimeste, taimede, loomade, putukate ja mikroobide tervist - ja kuna 5G on katsetamata tehnoloogia, oleks ettevaatlik lähenemine mõistlik"* (EPRS, 2020).

Saksamaa föderaalne kiirguskaitseamet avaldas aruande, milles on märgitud, et: *"Mõne aasta pärast viib 5G kõrgematele sagedustele. Nende mõju ei ole aga veel hästi uuritud. Föderaalne kiirguskaitseamet soovib 5G ettevaatlikku laiendamist ja uurib täiendavalt uute sagedusalade mõju"* (FORPG, 2019).

2020. aastal avaldas Rootsi kiirgusohutuse ameti (SSM) EMF-i teadusnõukogu oma 14. aruande. Tegemist on konsensusaruandega, mis tähendab, et kõik teadusnõukogu liikmed nõustuvad aruandega tervikuna. Hoolimata sellest, et seni ei ole nõrga elektromagnetväljaga seotud terviseriske kindlaks tehtud, leiab amet, et: *"Täiendavad uuringud on olulised, eelkõige seoses pikaajalise mõjuga, kuna kogu elanikkond on sellega kokku puutunud. Üks põhiküsimus on siinkohal raadiolainetega kokkupuute ja loomkatsetes täheldatud oksüdatiivse stressi vahelise seose edasine uurimine ning selle kindlakstegemine, kas ja mil määral see võib mõjutada inimeste tervist. Samuti on vaja täiendavalt uurida loomkatsetes täheldatud spermatoosidide arvu vähenemist, spermatoosidide elujõulisust ja seerumi testosterooni vähenemist seoses munandite raadiolainetega kokkupuutega, enne kui saab teha järeldusi võimalike mõjude kohta inimeste tervisele"* (SSM, 2020).

Austria Tehnoloogiainstituut (AIT) väidab: *"1) Elektromagnetvälju on juba varasemate põlvkondade mobiilside puhul peetud potentsiaalseks terviserisiks. Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur (IARC) liigitas 2011. aastal mobiiltelefonide kiirguse "tõenäoliselt kantserogeenseks". Kuni tänaseni arutavad eksperdid seda teemat väga vastuoluliselt. 2) 5G, mobiiltelefonivõrkude uusim põlvkond, lubab edastada suuremaid andmemahte väiksema latentsusega. Tööstus 4.0, liitreaalsusmängud või asjade internet tuginevad sellisele suuremale jõudlusele. 3) Riskide ja teadmiste lünkade hindamine võimaldab ettevaatusabinõusid ja ettevaatlikku lähenemist 5G-le"* (Kastenhofer, 2020).

Madalmaade tervisenõukogu avaldas oma arvamuse 5G ja tervise kohta 2020. aasta septembris. Valik tsitaate aruandest on järgmised: *"5G-võrkude kasutuselevõtt on alles alanud. Seetõttu puuduvad veel uuringud (pikaajalise) kokkupuute mõju kohta tervisele, mis on seotud 5G jaoks reserveeritud sagedustega elektromagnetväljadega"; "Komitee arvates ei saa välistada, et vähktõve esinemine, meeste vähenenud viljakus, halvad rasedustulemused ja sünnidefektid võivad olla seotud kokkupuutega RF-elektromagnetväljadega. Siiski ei pea komitee seost kokkupuute ja nende ja muude haiguste või seisundite vahel ei tõestatuks ega tõenäoliseks"; "26 GHz ümbruse sagedustega kokkupuute mõju ei ole peaaegu üldse uuritud"; "Komitee soovib mitte kasutada 26 GHz sagedusala 5G jaoks seni, kuni võimalikke terviseriske ei ole uuritud"; "Komitee soovib kasutada Madalmaades kokkupuutepoliitika alusena Rahvusvahelise Mitteiliseeriva Kiirguse Kaitsekomisjoni (ICNIRP) viimaseid suuniseid. Kuna ei saa välistada, et ka ICNIRPi viimaste standardite kohane kokkupuute võib mõjutada tervist, soovib komitee kasutada ettevaatlikku lähenemisviisi ja hoida kokkupuudet nii madalal tasemel, kui see on mõistlikult saavutatav".* Kõnealus aruandes on teatatud raadiosageduslikust kokkupuutest tulenevatest tavapärasest kahjulikest mõjudest, kuid järeldusena soovib komitee ainult ettevaatlikku lähenemist (Madalmaade tervisenõukogu, 2020).

Šveitsis on föderaalne keskkonnaamet (FOEN) valitsusasutus, mis vastutab keskkonnas paiknevatest kiirgusallikatest lähtuva NIR-kiirguse tervisemõju seire ja hindamise uuringute eest. See hõlmab avalikkuse teavitamist ja ajakohastamist teadusuuringute hetkeseisu kohta, mis on aluseks Šveitsi määruses "Mitteiliseeriva kiirguse (NIR) eest kaitsmise kohta" sätestatud keskkonnaalastele normatiivsetele piirnormidele. Usaldusväärsete uute teaduslike teadmiste ja kogemuste korral soovib BAFU Šveitsi Liidunõukogul kohandada neid keskkonnaalaseid piirnorme. Seepärast on FOEN nimetanud EMF-i ja NIR-iga seotud teadusliku pädevusega Šveitsi eri valdkondade ekspertidest koosneva nõuanderühma, mis alustas oma tööd 2014. aasta juulis. Rühma nimi on BERENIS, mis põhineb vastava saksakeelse termini akronüümil. BERENIS eksperdid vaatavad korrapäraselt läbi teaduskirjandust ja hindavad väljaandeid, mida nad peavad asjakohaseks inimeste kaitsmiseks potentsiaalselt kahjulike

mõju. BERENISE töö raames käsitletakse mitteioniseerivat kiirgust (NIR) sagedustel alla 10 GHz.

BERENISE uudiskirja erinumbris (BERENIS, 2021) esitatakse ajakohane hinnang võimaliku seose kohta oksüdatiivse stressi ja elektromagnetvälja kokkupuute ning nende oletatava mõju kohta tervisele. Selleks tuvastati ja tehti kokkuvõtte ajavahemikul 2010-2020 avaldatud asjakohastest looma- ja raku-uuringutest. FOEN 1 avaldab peagi laiendatud aruande, milles neid hiljutisi uuringuid üksikasjalikumalt tutvustatakse (käesoleva aruande koostamise ajal ei ole see veel kättesaadav). Uudiskiri sisaldab aruande lühiversiooni, milles kirjutatakse, et: "*Enamik loomkatsetest ja üle poole rakkudega tehtud uuringutest andis tõendeid RF-EMF-i põhjustatud suurenenud oksüdatiivse stressi kohta (...). See arusaam põhineb vaatlustel suure hulga rakutüüpide puhul, kohaldades erinevaid kokkupuuteaegu ja annuseid (SAR [Specific Absorption Rate] või väljatugevused), samuti regulatiivsete piirväärtuste vahemikus.*" See kirjanduse ülevaade tõendab, et üks RF-EMF-i kahjulike mõjude aluseks olevatest mehhanismidest on oksüdatiivne stress, mille käigus moodustuvad vabad radikaalid, mis kahjustavad mitmeid erinevaid funktsioone (Yakymenko, 2016).

1.4 Muud bioloogilised mõjud peale käesolevas ülevaates analüüsitud mõjude (nii FR1 kui ka FR2).

Käesolevas ülevaates vaadeldakse ainult kantserogeensust ja reproduktiivset/arengulist kahjulikku mõju, mis on seotud alates 1945. aastast avaldatud epidemioloogilistes ja laboriloomade uuringutes täheldatud RF-kiirgusega kokkupuutega. Selleks, et paremini mõista raadiosagedusliku kiirguse mõju inimese tervisele, ei saa me siiski eirata asjaolu, et on teatatud ka muudest bioloogilistest, mitte terministest mõjudest. Näiteks piisab sellest, kui viidata ajavahemikus 1990-2020 avaldatud uuringute ülekaalule, milles on leitud mitmesuguseid olulisi mõjusid, mis tulenevad kokkupuutest raadiosagedusliku kiirgusega. Kokku on 75% (n=711) 944 analüüsitud raadiosageduskiirguse uuringust teatanud bioloogilistest mõjudest (Moskowitz, 2018).

Riiklik toksikoloogiaprogramm (NTP) leidis, et RF-EMF-iga kokkupuutumine on seotud DNA kahjustuste suurenemisega. Täpsemalt leidsid nad, et RF-EMF-iga kokkupuute oli seotud DNA kahjustuste märkimisväärse suurenemisega isaste hiirte ajukoos, emaste hiirte vererakkudes ja isaste rottide hipokampus. On palju tegureid, mis mõjutavad seda, kas kahjustatud DNA põhjustab kasvaja. NTP kavatseb teha täiendavaid uuringuid, et saada rohkem teada, kuidas RF-EMF võib põhjustada DNA kahjustusi (Smith-Roe et al., 2019). NTP uuringutes täheldati ka muid kahjulikke mõjusid, sealhulgas vähenenud sünnikaal, DNA-ahelate purunemised ajurakkudes, mis toetab vähktõve leidusid (Yakymenko, 2015), proliferatiivsete kahjustuste (hüperplaasia) suurenenud esinemissagedus ning kokkupuutest tingitud kardiomüopaatia esinemissageduse suurenemine parema vatsakese korral isastel ja emastel rottidel (NTP, 2018).

Eespool nimetatud uuringutesse harva kaasatud MMW-del on spetsiifilised omadused. MMW-d neelduvad enamasti 1-2 millimeetri ulatuses inimese nahast ja sarvkesta pinnakihtides. Seega on nahk või kudede pinnalähedased tsoonid sellise kiirguse peamised sihtmärgid. Kuna nahas on kapillaare ja närvilõpmeid, võivad MMW bioefektid molekulaarsete mehhanismide kaudu naha või närvisüsteemi kaudu edasi kanduda. Terminiline (või soojendav) mõju ilmneb, kui lainete võimsustihedus on üle 5-10 mW/cm² (Foster, 1998).

Sellised suure intensiivsusega MMW-d mõjuvad inimese nahale ja sarvkestale annusest sõltuvalt - alustades kuumuse tundmisega, millele järgneb valu ja füüsiline kahjustus suurema kiirguse korral. Temperatuuri tõus mõjutab rakkude kasvu, morfoloogiat ja ainevahetust, kutsub esile vabade radikaalide tootmist ja kahjustab DNA-d. Vähesed uuringud on uurinud pikaajalist kokkupuudet madala intensiivsusega MMW-ga ja ükski uuring ei ole keskendunud kokkupuutele MMW-ga koos muu RF-kiirgusega. Mõned uuringud teatasid, et kiirgus pärsib rakutsükli progresseerumist, ja mõned uuringud teatasid, et bioloogiline mõju puudub (Le Drean et al., 2013).

(Ramundo-Orlando, 2010) märkis, et: "*Paljud rakuuuringud on näidanud, et MMW võib muuta membraanide struktuurilisi ja funktsionaalseid omadusi.* Kokkupuute MMW-dega võib mõjutada plasmamembraani kas

ioonikanalite aktiivsuse või fosfolipiidkihi muutmise kaudu. Tundub, et ka veemolekulid mängivad neis mõjudes rolli. Naha närvilõpud on tõenäoline MMWde sihtmärk ja võimalik lähtepunkt.

punkt paljude bioloogiliste mõjude kohta. MMWd võivad aktiveerida immuunsüsteemi perifeerse närvisüsteemi stimuleerimise kaudu (Ramundo-Orlando, 2010).

1998. aastal avaldasid Ameerika Ühendriikide sõjaväe uurimisinstituutide teadlased põhjaneva ülevaate MMWde kohta tehtud uuringutest. Nad teatasid: "*Üksikute isendite suurenenud tundlikkus ja isegi ülitundlikkus MMW suhtes võib olla reaalne. Sõltuvalt ekspositsiooni omadustest, eriti lainepikkusest, tajusid 8-30% tervetest uuritavatest madala intensiivsusega MMW kiirgust (Lebedeva, 1993, 1995). Mõned kliinilised uuringud teatasid MMW ülitundlikkusest, mis oli või ei olnud piiratud teatud lainepikkusega (Golovacheva, 1995). Samuti tuleb mõista, et kogu keha või suure kehaosa pikaajalise või kroonilise MMW-kiirguse bioloogilist mõju ei ole kunagi uuritud. Sellist tüüpi kokkupuute ohutuspiirid põhinevad üksnes energia ladestumise ja MMW-kuumenemise prognoosidel, kuid hiljutisi uuringuid silmas pidades ei pruugi see lähenemisviis olla piisav*" (Pakhomov et al., 1998).

1977. aastal avaldas Zalyubovskaja uuringu, milles uuriti hiirte millimeetrikiirguse (37-60 GHz; 1 millivatt ruutsentimeetri kohta) mõju 15 minutit päevas 60 päeva jooksul. Loomade tulemusi võrreldi millimeetrigeneraatoritega töötavate inimeste valimiga. Töö kokkuvõttes teatatakse: "*Inimestel ja loomadel tehtud morfoloogilised, funktsionaalsed ja biokeemilised uuringud näitasid, et millimeetrilained põhjustasid kehas muutusi, mis avaldusid naha ja siseorganite struktuurimuutustena, kvalitatiivsete ja kvantitatiivsete muutustena vere ja luuüdi koostises ning konditsioneeritud refleksiivse aktiivsuse, kudede hingamise, kudede hingamisprotsessides osalevate ensüümide aktiivsuse ja nukleiinide ainevahetuse muutustena. Millimeetriliste lainete ebasoodsa mõju ulatus sõltub kiirguse kestusest ja organismi individuaalsetest omadustest*" (Zalyubovskaya, 1977).

Ka mikroobid on mõjutatud MMW-kiirgusest. 2014. aastal avaldati ülevaade MMW-de mõjust bakteritele. Autorid võtsid oma järeldused kokku järgmiselt: "*(...) bakterid ja teised rakud võivad omavahel suhelda elektromagnetilise välja abil, mis on sub-extreemselt kõrgsageduslikus vahemikus. Need MMW mõjutavad Escherichia coli ja paljusid teisi baktereid, vähendades peamiselt nende kasvu ning muutes nende omadusi ja aktiivsust. Need mõjud olid mittetermilised ja sõltusid erinevatest teguritest. MMW ja bakterite koostoime tagajärjeks on muutused nende tundlikkuses erinevate bioloogiliselt aktiivsete kemikaalide, sealhulgas antibiootikumide suhtes. Need mõjud on olulised muutunud ainevahetusradade mõistmiseks ja bakterite rolli eristamiseks keskkonnas; need võivad viia bakterite antibiootikumiresistentsuse tekkimiseni.*" (Adebayo et al., 2014) *Need mõjud on olulised muutunud ainevahetusradade mõistmiseks ja bakterite rolli eristamiseks keskkonnas; need võivad viia bakterite antibiootikumiresistentsuse tekkimiseni*" (Adebayo et al., 2014).

"*Bakterite antibiootikumitundlikkuse muutmine MMW-kiirguse abil võib olla oluline antibiootikumiresistentsuse mõistmiseks keskkonnas. Sellega seoses on huvitav, et telekommunikatsioonil põhinevate jaamade läheduses säilinud bakterid [nagu Bacillus ja Clostridium spp. on osutunud multiresistentseteks*" (Soghomonyan et al., 2016).

Hiljuti avaldatud artiklis leiti, et: "*Kokkuvõttes võib MW-kiiritatud vee [pulseeritud 3,5 GHz suure võimsusega] mikrolaine kiiritamine muuta rakkude füsioloogiat märgatavalt, samas kui kiiritatud keskkond ja puhverdatud soolalahused põhjustavad ebaolulisi või ebaolulisi muutusi, mis ei mõjuta rakkude tervist*" (Bhartiya et al., 2021).

Ometi teame, et atermilised biovastused on olemas. Tõepoolest, mõningaid sagedusi kasutatakse juba praegu mitmetes meditsiinivaldkondades terapeutilistel eesmärkidel. Nende hulka kuuluvad muu hulgas närvid regenerereerimine, haavade paranemine, transplantaatide käitumine, diabeet ning müokardi ja aju isheemia (südameinfarkt ja insult). Mõned uuringud viitavad isegi võimalikule kasule pahaloomuliste haiguste kontrollimisel. Raviks kasutatakse madala intensiivsusega, kesksageduslikke vahelduvasageduslikke elektrivälju (kasvatatavad ravivad väljad), mis on suunatud glioblastoma multiforme'i (pahaloomuline ajukasvaja) jagunevatele rakkudele, kahjustamata samas üldiselt normaalseid rakke (Guo et al., 2011; Zimmerman et al., 2013; Alphanđéry, 2018).

Kuna iga ravim võib põhjustada ka mõningaid kõrvaltoimeid, tuleks riskihindamisel arvesse võtta ka RF-EMF-i mittetermilisi kõrvaltoimeid. Kokkuvõttes näitavad eksperdi hinnanguga uuringud, et lühiajaline kokkupuude MMW-kiirgusega ei mõjuta mitte ainult inimrakke, vaid võib põhjustada ka inimestele

kahjulike bakterite ja mitmesuguste bioloogiliselt aktiivsete kemikaalide, sealhulgas antibiootikumide tundlikkuse muutusi.

Kuna MMW-ga pikaajalise kokkupuute mõju tervisele on vähe uuritud, kujutab 5G infrastruktuuri laialdane kasutuselevõtt endast ulatuslikku eksperimenti, millel võib olla kahjulik mõju rahvatervisele. Kahjuks on vähesed uuringud uurinud pikaajalist (pikaajalist) kokkupuudet madala intensiivsusega MMW-ga ning ükski meile teadaolev uuring ei ole keskendunud kokkupuutele MMW-ga koos muu RF-kiirgusega.

1.5 5G-ga seotud sotsiaalne konflikt

Teine aspekt 5G arutelus on sotsiaalne polariseerumine. Praegu väidavad nii "Stop 5G" liikumise aktivistid kui ka 5G propageerijad, et on olemas tuhandeid uuringuid traadita sides kasutatavate raadiosageduste ja nendega seotud elektromagnetväljade mõju kohta tervisele. Aktivistid väidavad, et uuringud näitavad palju erinevaid kahjulikke tervisemõjusid, 5G propageerijad väidavad, et uuringud ei näita mingeid kahjulikke tervisemõjusid. Mõlemad pooled viitavad EMF-portaalile, mis on Saksamaal asuv spetsiaalne andmebaas: *"RWTH Aacheni ülikooli internetipõhine teabeplatvorm EMF-Portal võtab süstemaatiliselt kokku teaduslikud uurimisandmed elektromagnetväljade (EMF) mõju kohta. Kogu teave on kättesaadav nii inglise kui ka saksa keeles. EMF-portaali keskmes on ulatuslik andmebaas, mis sisaldab 32 119 väljaannet ja 6805 kokkuvõtet üksikutest teaduslikest uuringutest elektromagnetväljade mõju kohta"* (EMF-portaali koduleheküljel). 32 119 väljaannet (20. oktoober 2020) sisaldab uuringuid igat liiki bioloogiliste ja tehniliste lõpp-punktide kohta, mis käsitlevad kõiki raadiosagedusallikatest pärinevaid elektromagnetvälja mõjusid. 5G MMW-sagedustega seotud uuringute kogumik on aga napp (umbes 100) ja käsitleb enamasti tehnilisi/dosimeetrilisi uuringuid. Sellest tulenevalt põhinevad mõlemad väited 5G MMW ohutuse kohta - kas kahju olemasolu või selle puudumine - oletustel, mitte teaduslikel tõenditel.

Sotsiaalse konflikti küsimust on hästi käsitlenud Leszczynski (2020). On ilmne, et stsenaarium, mille kohaselt tuleks 5G-d ära kasutada, on ühelt poolt täis ebakindlust, teiselt poolt eitamist ja teiselt poolt liialdatud alarmismi.

2. Uuringu eesmärgid ja meetodika

Käesoleva ülevaate eesmärk on hinnata praegust teadmiste taset mittetermiliste mõjude kohta seoses 5G poolt kasutatava RF-EMF-i kantserogeensete ja reproduktiivsete/arenguga seotud ohtudega, nagu need ilmnevad in vivo eksperimentaaluurinutest ja epidemioloogilistest uuringutest, võttes eraldi arvesse sagedusi 700-3600 MHz ja 26 000 MHz.

2.1 Põhjendus

Käesolev ülevaade praegu kättesaadavatest teaduslikest tõenditest keskendub nii 2-5G-võrke kasutatavate mobiiltelefonide telekommunikatsioonisüsteemide poolt tekitatud raadiosageduste kantserogeensele kui ka reproduktiivsele/arengulisele mõjule, mis põhineb nii in vivo loomkatsetel kui ka epidemioloogilistel uuringutel inimestel.

Hinnatud uuringud on jagatud 2 rühma:

1) Uuringud, milles hinnatakse raadiosageduste mõju tervisele madalamas sagedusalas (FR1: 450-6000 MHz), mis hõlmab ka lairiba mobiilsidevõrgu praegustes 2-4 põlvkondades kasutatavaid sagedusi. Praegused 1G-4G uuringutest saadud tõendid on parimad praegu kättesaadavad tõendid. Uuringuid hinnati narratiivsete meetodite abil.

2) Uuringud, milles hinnatakse kõrgema sagedusalaga (FR2: 24 kuni 100 GHz - MMW) raadiosageduste mõju tervisele. Kõrgemad sagedused on uued, varem mobiilside jaoks mitte kasutatud ja uue 5G tehnoloogia jaoks spetsiifilised, millel on erilised füüsikalised omadused ja vastastikmõju bioloogilise ainega (madalam läbitungivus, suurem energia jne): neid vaadeldi eraldi, kasutades ulatusliku läbivaatamise meetodit.

Scoping-ülevaadet on väga kasulikud teaduslike tõendite hindamisel ja neid kasutatakse sageli selleks, et liigitada või rühmitada olemasolevaid teaduslikke tõendeid konkreetses valdkonnas nende olemuse, kvaliteedi, muude omaduste ja mahu alusel. Käesolevas ülevaates lähtuti läbipaistvuse, korratavuse ja ranguse põhimõtetest. See saavutati, võttes käesoleva töö metodoloogilise raamistikuna kasutusele süsteemsete ülevaadete ja metaanalüüside eelistatud aruandluselemendid (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews, PRISMA-ScR). Vähemalt kaks ülevaatajat töötasid sõltumatult selle ülevaate igas etapis: ühtsus ja standardiseerimine otsuste tegemisel saavutati ülevaatajate vahelise arutelu ja konsensuse saavutamise kaudu. Eristatakse jutustavat ülevaadet (FR1) ja ülevaadet (FR2), kuid mõlema otsingu puhul ning vähktõve ja reproduktiivse/arengulise bioloogilise lõpp-punktiga seotud uuringute kaasamisel/väljajätmisel kasutati ülevaateks ettenähtud valiku- ja hindamiskriteeriume.

2.1.1 Vähk

Epidemioloogilised uuringud on potentsiaalselt vastuvõtlikud mitmetele erinevatele vigade allikatele. Uuringute kvaliteeti hinnati läbivaatamise käigus ja arvesse võeti kõik informatiivsed uuringud. Uuringu informatiivsus on selle võime näidata tõelist seost (kui see on olemas) aine ja vähktõve vahel ning seose puudumist (kui see puudub). Informatiivsuse peamised määraavad tegurid on järgmised: piisava suurusega uuringupopulatsioon, et saada täpseid hinnanguid mõju kohta; piisav aeg kokkupuutest kuni tulemuse mõõtmiseni, et mõju, kui see on olemas, oleks jälgitav; piisava kokkupuute kontrasti (intensiivsus, sagedus ja/või kestus) olemasolu; bioloogiliselt asjakohased kokkupuute määratlused; ning asjakohased ja hästi määratletud ajavahemikud kokkupuute ja tulemuse jaoks (IARC preambula, 2019).

Nagu IARCi preambulis selgitatakse, on enamik inimkantserogeene, mille kantserogeensus on katseloomadel piisavalt uuritud, andnud positiivseid tulemusi ühel või mitmel loomaliigil. Mõne aine kantserogeensus katseloomadel on tõestatud enne, kui epidemioloogilistes uuringutes tuvastati nende kantserogeensus inimestel. Kuigi sellise vaatlusega ei saa kindlaks teha, et kõik ained, mis põhjustavad vähki katseloomadel, põhjustavad vähki ka inimestel, on bioloogiliselt usutav, et ained, mille

kantserogeensuse kohta katseloomadel on piisavalt tõendeid, peaksid kujutama endast kantserogeenset ohtu inimesele (IARC preambula, 2019).

Ülevaates vaadeldi kõiki kättesaadavaid pikaajalisi uuringuid katseloomade vähktõve kohta RF-EMFiga pärast uuringu omaduste põhjalikku hindamist. Uuringud, mida me ei pidanud hindamise seisukohast asjakohaseks või mis olid ebapiisavad (nt liiga lühike kestus, liiga vähe loomi, kehv elulemus; kokkupuute hindamine jne), jäeti välja. Pikaajaliste kantserogeensuse katsete läbiviimise suunised on avaldatud (nt OECD, 2018a) ja nende kriteeriume võeti aluseks uuringute piisavuse hindamisel.

Mis puutub raadiosagedusliku kiirgusega seotud epidemioloogilistesse ja eksperimentaalsetesse uuringutesse, siis on viimastel aastakümnetel juba tehtud põhjalikke kirjanduse ülevaateid; eriti viitame IARCI monograafiale 102, mis käsitles raadiosagedusalasid 30 kHz-300 Ghz. Mais 2011 kohtusid Prantsusmaal Lyonis IARCI juures 30 teadlast 14 riigist, et hinnata RF-EMFi kantserogeensust. Need hinnangud avaldati IARCI monograafiate 102. köitena. Töörühma järelduste kokkuvõte ja hindamise põhjendused koos järeldusi toetavate uuringutega avaldati 2011. aasta mais (Baan et al., 2011), täielik monograafia avaldati 2013. aasta aprillis (IARC, 2013).

IARCI raadiosagedusi käsitleva monograafia koostamine oli kavandatud nii, et see sisaldaks mobiiltelefonide kasutamist käsitleva suure rahvusvahelise juhtumi-kontrolliuuringu INTERPHONE tulemusi (tehtud 2003-2004; avaldatud 2010. aastal). Seega otsustasime võtta IARCI väljaande Monograafia 102 (IARC, 2013) "peamise võrdlusalusena", mille alusel ajakohastada 2011. aasta andmeid 2020. aastani ja seega koostada käesolev aruanne. Pärast IARCI 2011. aasta analüüsiga seotud originaaltööde kogumist ja uurimist, mis avaldati 2013. aastal ja millele viidatakse läbivalt kui (IARC, 2013), võttes arvesse nende hindamiskriteeriume, et hilisemates hindamistes nendega vastavusse minna, kogusime kõik asjakohased tööd, mis pärinevad alates 2011. aastast, järgides samu kriteeriume.

Pärast seda, kui me olime vastavalt allpool kirjeldatud kriteeriumidele ja kooskõlas piiritletud ülevaatega valinud ja uurinud kättesaadavat kirjandust, ajakohastasime IARC (2013) tabelleid 2020. aastani. Väljavalitud uuringud on abstraktselt esitatud tekstis ja tabelid peatükis "Üksikute uuringute hindamine", jaotatuna uuritud lõpp-punktide ja uuringu omaduste kaupa. Iga uuring on nummerdatud samas järjekorras nii abstraktis kui ka vastavas tabelis. Kokkuvõtvates tabelites on uuringud klassifitseeritud ilma konkreetsete kommentaarideta, vaid ainult piisava/ebapiisava valimi suuruse, uuringu ülesehituse, kokkupuute hindamise ja, kui need on piisavad, positiivsete/negatiivsete/ebatäpsete tulemuste osas:

- *Piisav*: puuduvad olulised kvalitatiivsed või kvantitatiivsed piirangud.
- *Ebapiisav*: olulised kvalitatiivsed või kvantitatiivsed piirangud mõjutavad uuringut, mis ei kehti konkreetse kahjuliku mõju esinemise või puudumise tõendamiseks.

Kui see on piisav:

- *Positiivne*: konkreetse patoloogia statistiliselt oluline suurenemine seoses RF-EMF-ga.
- *Võrdne*: kahjulik mõju on demonstreeritud, näidates konkreetse patoloogia, mis võib olla seotud RF-EMF-iga, marginaalset suurenemist (mitte statistiliselt olulist suurenemist).
- *Negatiivne*: RF-EMF-iga seotud konkreetsete patoloogiate suurenemine puudub.

2.1.2 Reproduktsoon/areng

Kuna seni ei ole reproduktiooni/arengu mõju käsitlevate uuringute kohta piisavat ja põhjalikku ülevaadet, siis viidi läbi selline ülevaade kõigist ajavahemikus 1945-2020 avaldatud uuringutest. Kui me olime kirjanduse vastavalt allpool kirjeldatud kriteeriumidele välja valinud ja läbi vaadanud, tegime kuni 2020. aastani kestnud andmetest kokkuvõtte konkreetsetes tabelites.

Seoses loomkatsetega, et valida ainult informatiivsed uuringud, põhines teine uuringute valik NTP modifitseeritud ühe põlvkonna uuringu ja OECD 443 suunistel, mida hinnati 2014. aastal (Foster et al., 2014), mis on kavandatud katseloomade (näriiliste) uurimiseks, et leida tõendeid arengupatoloogia, sisesekreetsioonisüsteemi kahjustajate, emaste paljunemise, isaste paljunemise, reproduktiivse süsteemi kohta.

suunisuuringu kavandamisel on ette nähtud vähemalt 10 looma/ sugu/grupp, et saada statistiliselt usaldusväärseid tulemusi.

Valitud uuringute kokkuvõtteid on esitatud tekstis ja tabelites peatükis "Üksikute uuringute hindamine", mis on jaotatud vastavalt uuritud lõpp-punktile ja uuringu omadustele. Iga uuring on nummerdatud ja esitatud vastavas tabelis samas järjekorras. Kokkuvõtvates tabelites on uuringud klassifitseeritud ilma konkreetsete kommentaarideta, vaid ainult piisava/ebapiisava valimi suuruse, uuringu ülesehituse, kokkupuute hindamise ja, kui need on piisavad, positiivsete/negatiivsete/ebatäpsete tulemuste järgi:

- *Piisav*: puuduvad olulised kvalitatiivsed või kvantitatiivsed piirangud.
- *Ebapiisav*: olulised kvalitatiivsed või kvantitatiivsed piirangud mõjutavad uuringut, mis ei kehti konkreetsete kahjulike mõjude olemasolu või puudumise näitamiseks.

Kui see on piisav:

- *Positiivne*: konkreetse patoloogia statistiliselt oluline suurenemine seoses RF-EMF-ga.
- *Võrdne*: kahjulik mõju on demonstreeritud, näidates konkreetse patoloogia, mis võib olla seotud RF-EMF-iga, marginaalset suurenemist (mitte statistiliselt olulist suurenemist).
- *Negatiivne*: RF-EMF-iga seotud konkreetsete patoloogiate suurenemine puudub.

2.2 Otsingustrateegia

Kõigepealt valiti välja kõige sobivamad märksõnad:

Kokkupuude: EMF; RF; 5G; raadiosageduskiirgus; raadiosagedus; elektromagnetväli; elektromagnetiline kiirgus.

Populatsioon (loom): in vivo; katseloom; loom; näriline(d); rott(id); hiir; hiired.

Populatsioon (inimene): epidemioloogiline; vaatlus; läbilõige; juhtumikontroll; töötaja(d); sõjavägi; elanikkond.

Tulemus (kantserogeenne mõju): vähk; kasvaja.

Tulemus (reproduktiivsed mõjud): reproduktiivsus; areng; viljakus; spermatoosidid; munasarjad; rasedus; ano-genitaal; östrus.

Võtmesõnade põhjal koostati järgmised otsinguliinid, et koguda kõik huvipakkuvad uuringud PubMedist, mis on suur andmebaas, mis sisaldab rohkem kui 30 miljonit tsitaati biomeditsiinilise kirjanduse kohta MEDLINE'ist, bioteaduste ajakirjadest ja veebiraamatutest. Tsitaadid võivad sisaldada linke PubMed Central'i ja kirjastajate veebisaitide täisteksti sisule.

Uuringud inimestel, kantserogeensed mõjud

((epidemioloogiline* VÕI vaatlus* VÕI "läbilõige" VÕI "juhtumikontroll" VÕI töötaja VÕI sõjavägi VÕI elanikkond VÕI laps VÕI töövõtja*)) AND (EMF OR RF OR 5G OR "raadiosageduskiirgus" OR "raadiosagedus" OR "elektromagnetiline väli" OR "elektromagnetiline kiirgus") AND (vähk OR kasvaja) NOT (ravi OR ablatsioon).

In vivo uuringud (närilised), kantserogeensed mõjud

("in vivo" OR eksperimentaalne OR loom OR näriline OR rott OR hiir OR hiir OR hiir OR hamster* OR küülik*) AND (EMF OR RF OR 5G OR "raadiosageduskiirgus" OR raadiosagedus OR "elektromagnetiline väli" OR "elektromagnetiline kiirgus") AND (vähk OR kasvaja) NOT (ravi OR ablatsioon)

Uuringud inimestel, reproduktiiv- ja arengumõju

((epidemioloogiline* VÕI vaatlus* VÕI "läbilõige" VÕI "juhtumikontroll" VÕI töötaja VÕI sõjavägi VÕI elanikkond VÕI laps VÕI töövõtja*)) AND (EMF OR RF OR 5G OR "raadiosageduskiirus" OR raadiosagedus OR "elektromagnetiline väli" OR "elektromagnetiline kiirus") AND (reproduktiivne OR areng OR viljakus OR viljakus OR sperma OR munasarjad OR rasedus OR "ano genitaal" OR estrus)) NOT (ravi OR ablatsioon)

In vivo (närlised) ja reproduktiiv- ja arengumõju

("in vivo" OR eksperimentaalne OR loom OR närline OR rott OR hiir OR hiir OR hiir OR hamster* OR küülik*) AND (EMF OR RF OR 5G OR "raadiosageduskiirus" OR raadiosagedus OR "elektromagnetiline väli" OR "elektromagnetiline kiirus") AND (reproduktiivne OR areng OR viljakus OR viljakus OR spermad OR munasarjad OR rasedus OR "ano genitaal" OR estrus)) NOT (ravi OR ablatsioon).

Me otsisime süstemaatiliselt elektroonilisest akadeemilisest andmebaasist PubMed ja EMFi portaalist potentsiaalselt sobivaid kirjeid. PubMedis toimus otsing 24. veebruaril 2020 epidemioloogiliste ja eksperimentaalsete kantserogeensuse uuringute kohta ning 20. juulil 2020 epidemioloogiliste ja eksperimentaalsete uuringute kohta reproduktiivsete tulemuste kohta - kõiki otsinguid ajakohastati EMFi portaalis jaanuaris 2021. Google'ist ja Google Scholarist saadud 100 esimest tulemust hinnati, et kontrollida asjakohaseid, mitte dubleerivaid tulemusi. Samuti kontrollisime samal eesmärgil valitud uuringute bibliograafiaid. Lõpuks palusime valdkonna ekspertidel oma nimekirjad üle vaadata ja soovitada täiendavaid asjakohaseid uuringuid.

2.3 Asjakohase kirjanduse valik

"Populatsiooni, ekspositsiooni, võrdlusaluse ja tulemuse" kriteeriumid (PECO Statement, Morgan et al. 2018) võeti kasutusele, et selgelt määratleda käesoleva töö ulatus ja sellest tulenevalt ka kirjanduse valiku kriteeriumid vastavalt:

Rahvastik: In vivo uuringutest, eelkõige närliste eksperimentaalsetest bioloogilistest katsetest saadud RF-ga kokkupuutunud elanikkond, kuna need on inimeste tervise jaoks kõige prognoositavamad mudelid, ning töötajad ja epidemioloogilistesse uuringutesse kaasatud elanikkond;

Kokkupuude: kokkupuude 5G-võrkudes kasutatavate raadiosagedustega, eelkõige sagedustega, mis on kehtestatud Euroopa Liidu poolt standardina kasutamiseks: 450 MHz kuni 6 GHz ja 24 kuni 100 GHz.

Võrdlusalus: töötlemata populatsioon (kontrollid) närliste eksperimentaalsetest biotestidest ja, kui see oli kättesaadav, tervete või kokkupuuteta kontrollrühmad epidemioloogilistest uuringutest;

Tulemuse tüüp: eriti murettekitavad tervisemõjud, mida on seostatud kokkupuutega RF-ga, nimelt reproduktiivsed mõjud ja kantserogeensed mõjud (Vornoli et al., 2019).

Läbivaatamisel võtsime arvesse kõiki uuringukujunduse tüüpe; mitte-originaaluuringuid, kirju ja kommentaare ei võetud arvesse. Arvesse võeti inglise keeles avaldatud vastastikuste eksperdi hinnangutega artikleid, mis olid avaldatud alates 1945. aastast kuni 2021. aasta jaanuarini. Inglise keel on teaduslike publikatsioonide puhul kõige levinum keel ja muudes keeltes avaldatud töödest on tavaliselt saadaval ingliskeelne kokkuvõte.

2.4 Sõelumisprotsess

Sõelumine viidi läbi, kasutades veebipõhist süstemaatilise ülevaate rakendust Rayyan QCRI. Kirjanduse valiku tegid kaks retsensorit, kes vaatasid sõltumatult kõik viited läbi kahes etapis: esimeses otsustati väljajätmine/lisamine pealkirja ja kokkuvõtte põhjal; teises uuriti põhjalikult potentsiaalselt asjakohaste artiklite täistekste, et kontrollida vastavust eespool nimetatud PECO-kriteeriumidele. Teises valikuetapis arutasid ja lahendasid kaks retsensenti kõik sisse-/väljaarvamisosused ja kõik kahtlused ning leppisid neis

kokku. Valikuprotsessi tulemusi on järgnevates osades illustreeritud PRISMA vooluskeemide abil (Moher et al., 2009).

2.5 Teabe väljavõtmine asjakohasest kirjandusest

Valitud kirjandusest teabe väljavõtmiseks otsustati kasutada kahte erinevat andmete kaardistamise vormi, kuna epidemioloogilistel ja eksperimentaalsetel uuringutel on väga erinevad omadused ja eripärad, mida tuleb arvesse võtta. Vahendid valiti nii, et saavutada kogu uuringu läbiviimise, kokkupuute hindamise ja tervisemõjude hindamiseks vajaliku teabe täielik ja standardiseeritud kogumine. Epidemioloogiliste uuringute andmekkaart põhines sellel, mida kasutati *WHO/ILO ühise metoodika väljatöötamiseks, täiustamiseks ja testimiseks läbiviidud ülevaatesarja* puhul, mille eesmärk oli *hinnata tööga seotud haiguskoormust ja vigastusi* (Mandrioli et al, 2018; Sgargi et al., 2020). Eksperimentaalsete uuringute andmetabel põhines IARCI monograafiade kantserogeensuse hindamiseks kasutataval vormil.

Mõlemad vormid on valideeritud vahendid, mis on tõestatud põhjalike andmete esitajad asjakohase kirjanduse kohta. Kalibreerimine ja ühetaolisus saavutati mitmete sõltumatute pimedate uuringute väljavõtete, arutelude ja ülevaatajate vahelise konsensuse saavutamise kaudu.

Epidemioloogiliste uuringute puhul võeti välja lai hulk teavet, nimelt:

Ref ID; Uuringu tüüp; Andmete kogumise viis; Riik; Aasta; N; Sugu; Vanus; Amet; Kokkupuute allikas; Kokkupuute kestus; Kokkupuute sagedus; Kokkupuute intensiivsus; Mis tahes muu kaasnev kokkupuude/korrigeerimine; Kokkupuute hindamise meetod; Täheldatud mõju tervisele; Täheldatud mõju mõõtmine tervisele; Tulemused; Järeldused; Autorid; Seotused; Huvide konflikt; Rahastamine.

Eksperimentaalsete uuringute puhul olid kirjandusest ekstraheeritud elemendid järgmised:

Viide ID; uuringu tüüp; tüvi, liik (sugu); kokkupuute kestus; sagedus; intensiivsus; mis tahes muu kaasnev kokkupuude; kokkupuute aeg - loomade arv; suurenenud kasvajate esinemissagedus.

Teavet kogusid retsensendid sõltumatult ning seejärel kontrollisid seda kõik retsensendid ja vanemekspert kahekordselt.

2.6 Tõendite süntees

Läbivaatamise tulemuste lõplikul hindamisel nii epidemioloogiliste kui ka eksperimentaalsete uuringute ning vähi ja reproduktiivse/arengulise mõju osas võtsime arvesse (IARC Preamble, 2019) osutatud parameetreid, mis on kohandatud käesoleva aruande vajadustele ja kehtivad mõlema lõpp-punkti (st vähi ja reproduktiivse/arengulise mõju) puhul:

Piisavad tõendid: Põhjuslik seos RF-EMF-iga kokkupuute ja konkreetse kahjuliku mõju vahel on kindlaks tehtud. See tähendab, et positiivset seost on täheldatud ainega kokkupuute ja konkreetse kahjuliku mõju kohta tehtud uuringutes, milles juhused, kõrvalekalded ja segavad tegurid on piisava kindlusega välistatud.

Piiratud tõendid: RF-EMF-iga kokkupuute ja konkreetse kahjuliku mõju kohta saadud tõendusmaterjal on täheldatud positiivse seose põhjuslik tõlgendamine on usutav, kuid juhused, kõrvalekaldeid või segavaid tegureid ei saa piisava kindlusega välistada.

Tõendid puuduvad: Puuduvad andmed või tõendid, mis viitaksid kahjulike mõjude puudumisele (täpsustada).

2.7 Üldine hinnang käesoleva läbivaatamise kohta

Läbivaatamise tulemusi nii vähi kui ka reproduktiivsete/arenguliste tulemuste osas hinnati lõpuks vastavalt kriteeriumidele, mis on esitatud (IARC preambulis, 2019), mis on kohandatud käesoleva aruande vajadustele. Joonisel 8 on esitatud IARCI üldise klassifikatsiooni jõudmiseks kasutatud

tõendusmaterjali vood. .

IARCI hinnangu andmisel kasutatud põhjendused on kokkuvõtlikult esitatud, nii et pakutud hinnangu alus on läbipaistev. IARCI monograafia preambulis on koondatud peamised järeldused, mis on saadud inimestel ja katseloomadel vähktõve kohta tehtud uuringutest ning mehhanistlikest tõenditest (IARCI preambula, 2019).

IARC kriteeriumid käsitlevad vähktõbe, kuid kehtivad ka reproduktiivsetele mõjudele avaldatava mõju hindamisel.

/arenguparameetrid. Käesolevas ülevaates ei võetud arvesse mehhanistlikke tõendeid, seega integreerisime vähktõve ja reproduktiivse/arengulise mõju tulemused inimestel üksnes katseloomade vähktõve ja reproduktiivse/arengulise mõju tulemustega, kasutades joonisel 9 esitatud kriteeriume.

Joonis 7 - IARC kriteeriumid üldklassifitseerimiseks (rasvases kaldkirjas esitatud tõendid kujutavad endast üldise hindamise alust) (Allikas: IARC preambula, 2019).

Tõendid vähi esinemise kohta inimestel	Tõendite voog		Klassifitseerimine tõendusmaterjali tugevuse alusel
	Tõendid vähktõve kohta katseloomadel	Mehaanilised tõendid	
Piisav	Ei ole vajalik	Ei ole vajalik	Kantserogeenne inimesele (1. rühm)
Piiratud või ebapiisav	Piisav	Tugev b) (1) (kokkupuutuvad inimesed)	
Piiratud	Piisav	Tugev (b) (2-3), piiratud või ebapiisav	Tõenäoliselt inimesele kantserogeenne (rühm 2A)
Ebapiisav	Piisav	Tugev b) (2) (inimrakud või -koed)	
Piiratud	Vähem kui piisav	Tugev b) (1-3)	
Piiratud või ebapiisav	Ei ole vajalik	Tugev a) (mehaaniline klass)	
Piiratud	Vähem kui piisav	Piiratud või ebapiisav	Võimalik, et on inimesele kantserogeenne (rühm 2B).
Ebapiisav	Piisav	Tugev (b) (3), piiratud või ebapiisav	
Ebapiisav	Vähem kui piisav	Tugev b) (1-3)	
Piiratud	Piisav	Tugev c) (ei toimi inimestel) ^b	
Ebapiisav	Piisav	Tugev c) (ei toimi inimestel) ^b	Ei ole klassifitseeritav seoses kantserogeensusega inimesele (3. rühm).
Kõik muud eespool loetlemata olukorrad			

^a Inimese vähk(ed), millel on kõrgeim hinnang.

^b Tugevad tõendid selle kohta, et katseloomade kantserogeensuse mehhanism ei toimi inimestel, peavad olema konkreetselt katseloomade piisavate tõendite klassifitseerimist toetavate kasvajakohdade puhul.

Joonis 8 - Üldise hindamise kriteeriumid käesolevas ülevaates (FR1 ja FR2)

Tõendid inimestel	Tõendid katseloomade puhul	Hindamine tõendite põhjal
Piisav	Ei ole vajalik	Selge seos kokkupuute ja kahjuliku mõju vahel
Piiratud	Piisav	Tõenäoline seos kokkupuute ja kahjuliku mõju vahel
Piiratud	Vähem kui piisav	Võimalik seos kokkupuute ja kahjuliku mõju vahel
Ebapiisav	Ebapiisav või piiratud	Ei ole klassifitseeritav

3. Käesoleva läbivaatamise piirangud

3.1 Üksikute uuringute hindamine

Eksperimentaalsetes uuringutes kasutatakse standardiseeritud metoodikat, mis järgib konkreetseid suuniseid, mis teeb üksikute tulemuste hindamise ning uuringu ja tulemuste kvaliteedi hindamise palju lihtsamaks. Samuti hinnati ja esitati iga uuringu kohta pimedaid hinnanguid, valimi suuruse piisavust ja statistilise analüüsi asjakohasust, kui need olid kättesaadavad. Valisime ja analüüsisime loomkatsed, võttes arvesse nende vastavust asjakohastele suunistele.

Mis puutub epidemioloogilistesse uuringutesse, siis on mäletamisvead epidemioloogias süstemaatiline oht, mis mõjutab retrospektiivseid uuringuid, kui osalejaid küsitletakse või koostatakse küsimustikke minevikus toimunud kokkupuute kohta. Tavaliselt on probleemiks see, et inimeste mälestused võivad olla ebatäpsed või ebatäielikud; see muutub tõsiseks probleemiks juhtumikontrolliuuringutes, kus juhtumid, kelle tervist mõjutati, on tõenäoliselt teadlikumad ja selgemad mineviku kokkupuute kohta, samas kui kontrollisikud on sageli vähem teadlikud ja mäletavad vähem täpselt. See võib suurendada või vähendada täheldatud põhjus-tagajärg seost.

3.2 Kokkupuute hindamine

Mobiilside poolt tekitatud raadiosagedusliku kiirguse epidemioloogilistes uuringutes on kokkupuute hindamine kriitiline küsimus, kuna see võib olla väga nõudlik ja kui see ei vasta kõrgeimatele standarditele, võib see muuta tulemused ebainformatiivseks. Me jätsime välja uuringud, mis ei anna kasulikku teavet nende läbiviimise ja analüüsi puuduste tõttu.

Nagu eelmises punktis mainitud, võib tagasikutsumise kõrvalekalle olla oluline probleem kõikides juhtumi-kontrolli uuringutes, kus kokkupuutest on ise teatatud. Lisaks on sageli probleemiks oluline väärklassifitseerimine uuringutes, kus kokkupuute hindamine põhineb ainult ametinimetustel või ainult mobiiltelefoni liitumistel; sellistel juhtudel oli tegemist üksnes kokkupuute hinnanguga. Mõistliku tõlgenduse saamiseks püüdsime hinnata kõiki originaalaruandeid objektiivselt, põhjalikult ja järjekindlalt, järgides standardiseeritud meetodit, kuid eeldamata, et meie ülevaade võiks konkureerida mõne konkreetse töörühma süstemaatilise ülevaatega.

Eksperimentaalsete uuringute puhul võeti korrektse analüüsi saamiseks arvesse kokkupuute- ja kontrollrühmadega seotud menetluste võrreldavust, sealhulgas näilise kokkupuute, kokkupuutesüsteemi ja dosimeetria kvaliteeti, kudede kuumutamist tingitud soojuslike mõjude võimalikkust.

Nagu aruandes kirjeldatud, on sagedused (muu hulgas) seotud kudedesse tungimise sügavusega, kuid ka muud kokkupuute mõõtmed võivad mõjutada tervisemõjusid. Arvestades 5G teatavaid uusi omadusi (MIMO, kiirguse kujundamine) ning sellega seotud ja tunnustatud ebakindlust kokkupuute ja kokkupuute hindamise osas, on küsitav, kas 1G-4G uuringuid saab otseselt üldistada 5G-le (isegi kui kasutatakse samu sagedusi, siinkohal FR1). Need ebakindlused kokkupuute iseloomustamisel mõjutavad kokkupuute hindamist uutes uuringutes (eelkõige 5G epidemioloogilistes uuringutes, siin FR2) ning riskihindamise seisukohast võivad mõned RF-EMF-iga kokkupuute ja sellega seotud (oletatavate või kindlakstehtud) tervisekahjustuste näitajad olla erinevad. Need kaalutlused ei tohiks vähendada asjaolu, et praegused 1G-4G uuringutest saadud tõendid on parimad olemasolevad tõendid.

Eksperimentaalsed uuringud hõlmavad ka uuringuid, milles kasutati GSM-režiimis mobiiltelefoni aktiivse kõnega, mis asus looma kehast väikese vahemaa tagant. Aktiivse kõne režiimi hoitakse tavaliselt kogu katse vältel; kontrollrühma (näilise kokkupuute rühm) puhul on mobiiltelefon välja lülitatud. Ekspositsioon sõltub ühenduse kvaliteedist tugijaamaga ja ekspositsiooni mõõdetakse kogu uuringu vältel; me pidasime seda tüüpi uuringuid ekspositsiooni hindamise seisukohalt piisavaks, kuna need simuleerivad inimese vastavat olukorda.

3.3 5G sageduste süstemaatilise läbivaatamise piirid

STOA palus autoril koguda olemasolevat teavet 5G-sageduste mõju kohta tervisele. Esialgne eesmärk oli järgida süstemaatilise ülevaate kriteeriume, kuid peagi saime aru, et millimeetriliste lainete kohta puuduvad asjakohaste lõpp-punktide jaoks piisavad uuringud. Seega leppisime kokku, et teeme narratiivse ülevaate madalaimatest sagedustest (FR1), mida autoriteetsed töörühmad on juba hinnanud vähemalt kantserogeensete mõjude osas kuni 2011. aastani, ning ülevaate millimeetriliste lainete kohta (FR2), mis ootuspäraselt ei andnud adekvaatseid tulemusi. Läbivaatamise metoodika (piiritlev ülevaade) jäi siiski samaks nii FR1 kui ka FR2 tulemuste puhul.

3.4 Üldine hinnang

Ulatuslik läbivaatamine eeldab tugevat erialast asjatundlikkust mitmes valdkonnas. Üksikute uuringute hindamine kujutas endast suurt väljakutset ülevaatesse kaasatud teadlastele. Süstemaatiline hindamine nõuaks alusuuringute täielikku ja põhjalikku läbivaatamist. See ei mahu käesoleva dokumendi reguleerimisalasse, mis on koostatud Euroopa Parlamendi liikmetele ja töötajatele ja adresseeritud neile taustamaterjalina, et aidata neid nende parlamenditöös.

IARC poolt vastu võetud hindamiskriteeriumid, mida on kirjeldatud IARCI preambulis (IARC Preamble, 2019), olid kohandatud ja neid kasutati nii vähi kui ka reproduktiivse/arengulise mõju puhul. Me kasutasime neid konsolideeritud kriteeriume, et töötada täiesti läbipaistvalt ja võimaldada ülevaatajatel meie tööd kontrollida.

Selle aruande on kirjutanud dr Fiorella Belpoggi, kes on RF-EMF-i, eksperimentaalse kantserogeensuse ja reproduktiiv- ja arenguhäirete eksperimentaalsete uuringute ekspert. Autorit toetasid eksperdid, kes on pädevad süstemaatilise/ülevaate metoodika (DM), biostatistika (DS), vähiuuringute (AV), kokkupuute hindamise (FaB) ning inimese reproduktsiooni ja arengu alal (CF, AG). Üheskoos omab töörühm tugevaid teadmisi enamikus käesoleva ülevaate koostamiseks vajalikes valdkondades, ehkki vähiepidemioloogia valdkonnas on veel arenguruumi.

4. Üksikute uuringute hindamine

4.1 Kantserogeensus sagedusvahemiku järgi

4.1.1 Vähk epidemioloogilistes uuringutes: Uuringud, milles hinnatakse raadiosageduste mõju tervisele madalamas sagedusalas (FR1: 450-6000 MHz), mis hõlmab ka eelmiste põlvkondade lairiba mobiilsidevõrkudes (1G-4G) kasutatud sagedusi.

Andmebaasist ja muudest allikatest leitud artikleid oli 950. Pärast duplikaatide eemaldamist (20) ja jättes välja pealkirja ja kokkuvõtete põhjal mitteolulised artiklid (685), jäi 245 artiklit. Täistekstide sõelumise põhjal jäeti 90 artiklit välja, nii et käesolevasse kvalitatiivsesse sünteesi kaasamiseks sobiva sagedusega artikleid oli 155.

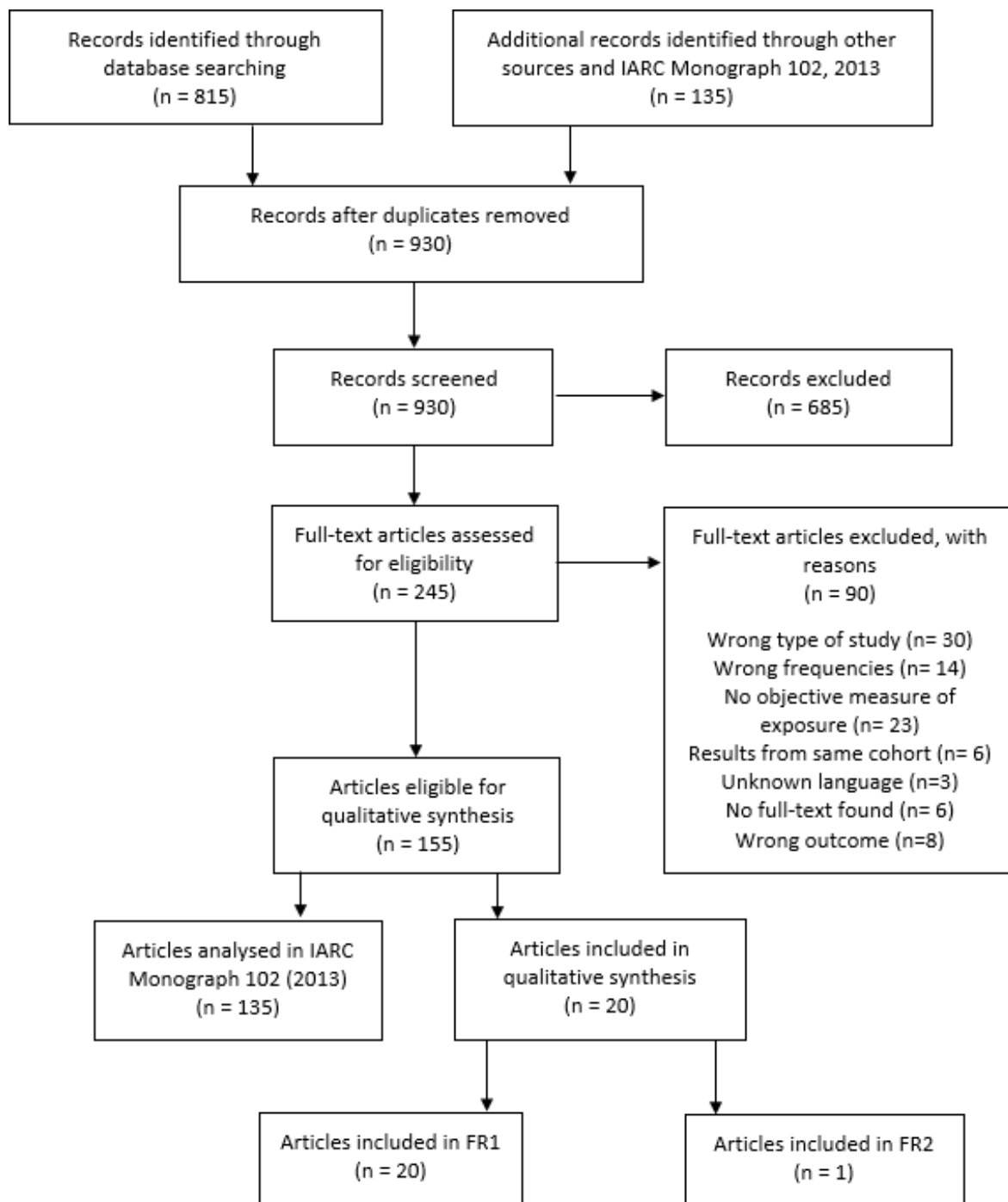
Nagu meetodika peatükis täpsemalt selgitatakse, pidasime IARCI (2013) põhiviitena kõiki kuni 2011. aastani avaldatud uuringuid: kõiki IARCI monograafiasse kantud originaalartikleid (135) analüüsi ja neile viidati ka käesolevas aruandes; loomulikult võtsime käesolevas aruandes arvesse ainult IARCI lõplikku klassifikatsiooni. Ülejäänud 20 artiklit, mis on avaldatud pärast 2011. aastat, kaasati käesolevasse ülevaatesse.

Selles etapis tehti ka eraldamine sagedusala alusel: 20-st kaasatud dokumendist kõik 20 teatasid kokkupuutest, mis kuulusid FR1-s käsitletavasse sagedusalasse, ja üks teatas ka FR2-s käsitletud kokkupuutest, eelkõige radariga kokkupuutest tulenevast MMW-st.

Iga artikli kohta on esitatud kokkuvõte koos tabeliga, mis võtab kokku kõige olulisema teabe; lisaks hindas vanemekspert nende asjakohasust kantserogeensete mõjude hindamiseks (piisav/ebapiisav) ja esitas tulemuste üldise kokkuvõtte (positiivne/negatiivne/ebatäpne) vastavalt meetodika osas kirjeldatud kriteeriumidele.

Joonisel 9 on esitatud diagramm, mis käsitleb vähiepidemioloogilisi uuringuid käsitlevate dokumentide valimist FR1 jaoks.

Joonis 9 - Vooluskeem. Vähi epidemioloogilised uuringud (FR1)



PÕHIVIIDE: IARC 2013

IARCI monograafia 102 (IARC, 2013) on käesoleva hinnangu peamine viide. 2011. aasta mais, pärast 1 aasta pikkust ettevalmistustööd ja eelnõude läbivaatamist, kohtusid 30 teadlast 14 riigist Rahvusvahelises Vähiuuringute Agentuuris (IARC) Lyonis Prantsusmaal, et hinnata raadiosageduslike elektromagnetväljade (RF-EMF) kantserogeensust. See hinnang avaldati IARCI monograafiate 102. köitena (IARC, 2013). Epidemioloogilised tõendid RF-EMF-i ja vähi vahelise seose kohta pärinevad kohort-, juhtumikontrolli- ja ajajärgu uuringutest. Nendes uuringutes osalenud populatsioonid puutusid kokku RF-EMFiga töökeskkonnas, üldisest keskkonnast pärit allikatest ja traadita (mobiil- ja juhtmeta) telefonide kasutamisest, mis on kõige ulatuslikumalt uuritud kokkupuuteallikas.

Töörühm leidis, et üks kohortuuring (Schüz et al., 2006) ja viis juhtumi-kontrolluuringut (Muscat et al., 2000; Inskip et al., 2001; Auvinen et al., 2002; INTERPHONE Study Group, 2010; Hardell et al., 2011) pakuvad potentsiaalselt kasulikku teavet traadita telefonide kasutamise ja glioomi vahelise seose kohta.

Kuigi nii INTERPHONE'i uuring kui ka Rootsi koondanalüüs on vastuvõtlikud erapoolikule, mis tuleneb mäletamisveast ja osalemise valikust, jõudis töörühm järeldusele, et tulemusi ei saa kõrvale jätta, kuna need kajastavad üksnes erapoolikust, ning et põhjuslik tõlgendus mobiiltelefonide RF-EMF-ga kokkupuute ja glioomi vahel on võimalik. Sarnane järeldus tehti ka akustilise neuroomi puhul, kuigi juhtude arv oli oluliselt väiksem kui glioomi puhul. Lisaks sellele leiti Jaapanist pärit uuringus (Sato et al., 2011) mõningaid tõendeid akustilise neuroomi suurenenud riski kohta seoses ipsilateraalse mobiiltelefoni kasutamisega.

Meningioomi, parotiid-näärmekasvajate, leukeemia, lümfoomi ja muude kasvajatüüpide puhul leidis töörühm, et olemasolevad tõendid ei ole piisavad, et teha järeldusi võimaliku seose kohta mobiiltelefoni kasutamisega. Epidemioloogilistes uuringutes, mis on läbi viidud potentsiaalse tööalase kokkupuute RF-EMFiga, on uuritud ajukasvajaid, leukeemiat, lümfoomi ja muid pahaloomulike kasvajate liike, sealhulgas silmamelanoomi ning munandi-, rinna-, kopsu- ja nahavähki. Töörühm märkis, et uuringutel olid meetodilised piirangud ja tulemused olid vastuolulised. Uurimusi, mis käsitlesid võimalikku seost keskkonna kokkupuute RF-EMFiga ja vähi vahel, vaadates leidis töörühm, et olemasolevad tõendid on ebapiisavad järelduste tegemiseks. Töörühm jõudis järeldusele, et RF-EMFi kantserogeensuse kohta on *inimestel "piiratud tõendeid"*, mis põhinevad positiivsetel seostel glioomi ja akustilise neuroomi ning traadita telefonide RF-EMFiga kokkupuute vahel.

Sel ajal pidasid mõned töörühma liikmed praeguseid tõendeid inimeste kohta "ebapiisavaks". Nende arvates oli kahe juhtumi-kontrolluuringu vahel ebajärjekindlus ja INTERPHONE uuringu tulemustes puudus kokkupuute ja vastuse seos; Taani kohordiuuringus ei täheldatud glioomi või akustilise neuroomi esinemissageduse suurenemist (Shuz et al., 2006) ja kuni selle ajani ei olnud teatatud glioomi esinemissageduse ajalised suundumused näidanud paralleele mobiiltelefoni kasutamise ajaliste suundumustega (Baan et al., 2011).

ÜLEVADE EPIDEMIOLOOGILISTEST UURINGUTEST 2011-2020

Alates 2011. aastast hinnatakse käesolevas ülevaates epidemioloogilisi uuringuid uuringu liigi ja avaldamisaasta (2011-2020) järgi, mis on samuti kokkuvõtlikult esitatud tabelites 1-4. Autor lisab lühikeste kokkuvõtete juurde oma lühikesi kommentaare erinevate uuringute tulemuste kohta.

ÜKSIKLUSLIKUD TEGEVUSUURINGUD (tabelid 1, a-m)

1. Aydin et al., 2011.

Taani, Rootsi, Norra ja Šveits. 2004-2008.CEFALO mitmekeskuseline juhtumi-kontrolli uuring.

Uuritakse mobiiltelefoni kasutamise seost ajukasvaja riskiga laste ja noorukite seas. CEFALO on Taanis, Rootsis, Norras ja Šveitsis läbi viidud mitmekeskuseline juhtumi-kontrolliuuring, mis hõlmab kõiki 7-19-aastaseid lapsi ja noorukeid, kellel on ajavahemikul 2004-2008 diagnoositud ajukasvaja. Isiklik intervjuu 352 juhtumiga patsiendiga (osalusprotsent: 83%) ja 646 kontrollsubjektiga (osalusprotsent: 71%) ning nende vanematega. Kontrollisikud valiti juhuslikult rahvastikuregistritest ning sobitati vanuse, soo ja geograafilise piirkonna järgi. Küsisime mobiiltelefoni kasutamise kohta ja kaasasime mobiiltelefonioperaatorite andmed, kui need olid kättesaadavad. Ajukasvaja riski tõenäosussuhted (OR) ja 95% usaldusvahemikud (CI) arvutati tingimusliku logistilise regressioonimudeli abil. Regulaarsete mobiiltelefonide kasutajate puhul ei olnud ajukasvaja diagnoosimise tõenäosus statistiliselt oluliselt suurem kui mittekasutajate puhul (OR = 1,36; 95% CI = 0,92 kuni 2,02). Lastel, kes hakkasid mobiiltelefoni kasutama vähemalt 5 aastat tagasi, ei olnud suurem risk võrreldes nendega, kes ei olnud kunagi regulaarselt mobiiltelefoni kasutanud (OR = 1,26, 95% CI = 0,70 kuni 2,28). Uuringus osalejate alamhulgas, kelle kohta olid kättesaadavad operaatori registreeritud andmed, oli ajukasvaja risk seotud mobiiltelefoni kasutamise algusest möödunud ajaga, kuid mitte kasutamise hulgaga. Suurimat kokkupuudet saanud ajupiirkondade puhul ei täheldatud ajukasvaja riski suurenemist. Kokkupuute ja vastuse seose puudumine mobiiltelefoni kasutamise hulga või ajukasvaja paiknemise osas räägib põhjusliku seose vastu.

Kommentaar: Kokkupuute ulatust ei ole hinnatud. Uuring ei olnud statistiliselt võimeline tuvastama väikest riski suurenemist. Mitmed RR-d suurenesid kõrgeimas kokkupuute kategoorias, kuigi mitte statistiliselt olulisel määral.

2. Atzmon et al., 2012.

Iisrael, diagnoos ajavahemikul 1989-2007. Rahvastikupõhine juhtumi kontrolliuuring.

Uuring algatati, et uurida Põhja-Iisraelis asuva druuside Isifya küla elanike väiteid, et nende kõrge vähktõve esinemissagedus on seotud varasema kokkupuutega raadio- ja mobiiltelefoni saatjate kiirgusega. Selleks, et uurida seost varasema kokkupuute RF/MW saatjatega ja vähiriski vahel, võeti arvesse perekondlikku vähi anamneesi ja töökeskkonna kokkupuuteid ning eluviisi näitajaid; rahvastikupõhises juhtumi-kontrolli uuringus osales 307 elanikku, kellest 47-l diagnoositi aastatel 1989-2007 eri tüüpi vähk ja 260 kontrollisikut. Vähi diagnoosid saadi haiguslugudest. Üksikute majade kokkupuute staatus määrati kindlaks kaardilt, mis põhines iga maja ja RF/MW antennide vahelistel kaugustel, ning arvutati geograafiliste infosüsteemide (GIS) abil. Andmed täiendavate vähiriskifaktorite, nagu suitsetamine ja töökoht, kohta saadi individuaalsetest küsimustikest. Analüüsi korrigeeriti eluviisi ja töökeskkonnaga kokkupuute meetmete suhtes ning kasutati binaarset mitmelist logistilist regressiooni kõigi vähipaikmete ja üksikute vähitüüpide puhul nende vähivormide puhul, mille puhul oli vähemalt 5 dokumenteeritud juhtumit. Varasemad kokkupuuted kemikaalidega (nt pestitsiidid) ja elektroonikaga olid tugevalt seotud suurenenud vähiriskiga (kõik kohad: OR=2,79; CI=1,14- 6,82; P<0,05), kuid vähiriski üldine suundumus ei olnud seotud varasema RF/MW kiirgusega kokkupuute lähedusega (n=47 OR=1,00; CI=0,99-1,02; P>0,4). Kolorektaalvähi puhul ilmnes tühine kõrgendatud kohandatud risk, mis oli seotud kiirguse intensiivsusega (n=11 OR=1,03; CI=1,01-1,05; P<0,01). Oli tõendeid vähi suurenenud riski kohta, mis oli seotud kemikaalidega tootmises ja põllumajanduses ning elektroonikaga, kus võis esineda kokkupuute elektromagnetväljadega, kuid uuring ei kinnitanud enamiku vähitüüpide puhul selles külas kiirgusega seotud suurenenud vähiriski kahtlusi. Negatiivset tulemust võib seletada varasemate kokkupuudete vale klassifitseerimine.

Kommentaar: Ei esitatud asjakohaseid RF-kiirguse mõõtmisi. Tulemused ei ole veenvad.

3. Li et al., 2012.

Taiwan, 1998-2007. Rahvastikupõhine juhtumi-kontrolliuuring (lapsepõlve kasvajakasvaja).

See elanikkonnapõhine juhtumi-kontrolliuuring Taiwanis käsitles juhtumeid, mis olid kuni 15-aastased ja võeti vastu aastatel 2003-2007 kõigi kasvajakasvajate (ICD-9-CM: 140-239) puhul (n=2606), sealhulgas 939 leukeemia- ja 394 ajukasvaja juhtumit. Kontrollnäitajad valiti juhuslikult (juhtumi ja kontrolli suhe 1:30) ja

sobitati sünniaasta järgi kõigi mitte-neoplasmahaigete laste hulgast, kes olid kindlustatud samal aastal, kui indeksjuhtum oli.

lubatud. Iga-aastane summaarne võimsus (ASP, vatt aastas) arutati iga 71 185 ajavahemikul 1998-2007 kasutusel olnud mobiiltelefonide tugijaama (MPBS) kohta. Seejärel arutati iga linnakonna (n=367) aastane võimsustihedus (APD, vatt aastas/km²) kui kõigi linnakonnas asuvate mitmeotstarbeliste tugijaamade koguvõimsuse ja selle linnakonna pindala suhe. Iga uuritava kokkupuude raadiosagedusega (RF) oli näidatud keskmise APD-ga 5 aasta jooksul enne neoplaasia diagnoosimist (juhtumid) või selle aasta 1. juulil, mil indeksijuhtum võeti vastu (kontrollid) selles linnas, kus uuritav elas. Kasutati tingimusteta logistilist regressioonimudelit üldistatud hindamisvõrrandiga, et arvutada kovariaadiga korrigeeritud tõenäosussuhe [AOR] lapsee neoplaasia puhul seoses RF-ga kokkupuutega. Keskmisest kõrgem keskmine APD (ligikaudu 168 WYs/km²) oli märkimisväärselt seotud kõigi kasvajate suurenenud AORiga (1,13; 1,01-1,28), kuid mitte leukeemia (1,23; 0,99-1,52) või aju kasvajate (1,14; 0,83-1,55) puhul. Selles uuringus täheldati kõigi kasvajate oluliselt suuremat riski lastel, kellel oli keskmisest suurem RF-kiiritus MPBSiga. Mõnevõrra kõrgem risk oli täheldatud leukeemia ja aju kasvajate puhul, kuid see ei olnud statistiliselt oluline. Need tulemused võivad tuleneda mitmetest meetodilistest piirangutest.

Kommentaari autorid tunnustavad mitmeid meetodilisi piiranguid. Ebatõenäoline uuring.

4. Soderqvist et al., 2012.

Rootsi, 2000-2003. Juhtumi-kontrolli uuring.

Käesoleva juhtumi-kontrolliuuringu eesmärk oli hinnata, kas traadita telefonide kasutamine on seotud suurenenud riskiga haigestuda kasvaja tekkeks selles kohas. Uuringusse kaasati 69 patsienti, kellel oli süljenäärme kasvaja (63 patsienti süljenäärme kasvaja), ja 262 juhuslikult valitud kontrollisikut. Kasutati tingimusteta logistilist regressiooni, mida korrigeeriti vanuse, soo, diagnoosiaasta ja sotsiaalmajandusliku indeksi järgi, et saada tõenäosussuhted ja 95% usaldusvahemikud. Traadita telefonide kasutamine ei olnud seotud süljenäärme kasvaja üldise suurenenud riskiga (tõenäosussuhe 0,8, 95% usaldusvahemik 0,4-1,5). Samuti ei olnud suurenenud risk erinevate telefonitüüpide puhul, kui seda arutati eraldi, ega ka siis, kui kumulatiivne kasutamine jagati kolme rühma (1-1000, 1001-2000 ja >2000 tundi). Üldised tulemused olid sarnased ka parotidiidikasvajate riski osas. Kokkuvõtteks võib öelda, et meie andmed täiendavad tõendeid selle kohta, et traadita telefonide kerge kuni mõõduka ja alla 10-aastase kasutuse korral on suurenenud risk kõhunäärme kasvajate tekkeks, kuid pakuvad vähe teavet pikemaajalise ja/või intensiivse kasutuse riski kohta.

Kommentaari autorid tunnustavad mitmeid meetodilisi piiranguid. Igasugune seos parotidiidikasvajate ja mobiiltelefoni kerge kuni mõõduka kasutamise puhul.

5. Carlberg et al., 2013.

Rootsi, 2007-2009. Juhtumi-kontrolli uuring.

Uuritakse seost traadita telefonide kasutamise ja meningioomi vahel. Viiakse läbi juhtumi-kontrolliuuring mõlema soo 18-75-aastaste ajukasvaja juhtude kohta, mis diagnoositi aastatel 2007-2009. Iga juhtumi puhul kasutati ühte rahvastikupõhist kontrolli, mis sobitati soo ja vanuse alusel. Siinkohal teatame meningioomijuhtumitest koos kõigi olemasolevate kontrollidega. Kokkupuuteid hinnati küsimustiku abil. Viidi läbi tingimusteta logistiline regressioonanalüüs. Kokku vastas küsimustikule 709 meningioomijuhtu ja 1368 kontrollisikut. Mobiiltelefonide kasutamine kokku andis tõenäosussuhte (OR) = 1,0, 95% usaldusvahemik (CI) = 0,7-1,4 ja juhtmeta telefonide kasutamine andis OR = 1,1, 95% CI = 0,8-1,5. Risk suurenes statistiliselt oluliselt 100 tunni kumulatiivse kasutamise kohta ja suurim OR leiti kõigi uuritud telefonitüüpide puhul neljandas kvartiilis (>2 376 tundi) kumulatiivse kasutamise kohta. Ipsilateraalse mobiiltelefoni või juhtmevaba telefoni kasutamise, ajukelmuse meningioomi statistiliselt olulist riski suurenemist ei täheldatud, samuti ei täheldatud riski suurenemist latentsuse aasta kohta. Kasvaja maht ei olnud seotud latentsuse või juhtmeta telefonide kumulatiivse kasutamisega tundides. Mobiili- ja juhtmeta telefonide kasutamise ja meningioomi vahelise seose kohta ei leitud veenvaid tõendeid. Suurema kumulatiivse kasutuse grupis oli täheldatud riski suurenemist, kuid seda ei toetanud statistiliselt oluline riski suurenemine koos latentsusega. Tulemused juhtmeta telefonide kasutamise veelgi pikema latensiperioodi puhul kui käesolevas uuringus, on soovitatavad.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Meningioomi ja mobiiltelefoni kasutamise kohta ei leitud kindlat seost.

6. Hardell et al., 2013a.

Rootsi, 2007-2009. Juhtumi-kontrolli uuring.

Varasemad uuringud on näidanud järjepidevat seost mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide pikaajalise kasutamise ning glioomi ja akustilise neuroomi vahel, kuid mitte meningioomi puhul. Käesoleva uuringu eesmärk oli täiendavalt uurida seost eriti pikaajalise (>10 aastat) traadita telefonide kasutamise ja pahaloomuliste ajukasvajate tekke vahel. Viidi läbi uus juhtumi-kontrolliuuring, mis hõlmas mõlemast soost ajukasvajajuhtumeid vanuses 18-75 aastat ja mille diagnoositi aastatel 2007-2009. Iga juhtumi puhul kasutati ühte soo ja vanuse poolest (5 aasta jooksul) sobitatud rahvastikupõhist kontrolli. Teatatud on pahaloomulised juhtumid koos kõigi olemasolevate kontrollidega. Kokkupuudet, nt mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide kasutamise, hinnati ise koostatud küsimustiku abil. Tehti tingimusteta logistiline regressioonanalüüs, kohandades vanuse, soo, diagnoosiaasta ja sotsiaalmajandusliku indeksi suhtes, kasutades kogu kontrollivalimit. Pahaloomulise ajukasvaja juhtudest osales küsimustikule 87% (n=593) ja kogu uuringus osalenud kontrollidest 85% (n=1368). Analoogtüüpi mobiiltelefoni kasutamise tõenäosussuhe (OR) oli 1,8, 95% usaldusvahemik (CI)=1,04-3,3, kasvades >25 aasta latentsuse (aeg alates esimesest kokkupuutest) korral OR=3,3, 95% CI=1,6-6,9. Digitaalse 2G mobiiltelefoni kasutamine andis OR=1,6, 95% CI=0,996-2,7, mis suureneb koos latensiooniga >15-20 aastat kuni OR=2,1, 95% CI=1,2-3,6. Juhtmeta telefonide kasutamise tulemused olid OR=1,7, 95% CI=1,1-2,9, ja 15-20-aastase latentsuse korral OR=2,1, 95% CI=1,2-3,8. Vähesed osalejad olid kasutanud juhtmeta telefoni >20-25 aastat. Digitaalne traadita telefonide tüüp (2G ja 3G mobiiltelefonid, juhtmeta telefonid) andis suurenenud riski latentsuse korral >1-5 aastat, seejärel madalam risk järgmistes latentsusgruppides, kuid taas suurenev risk latentsuse korral >15-20 aastat. Ipsilateraalne kasutamine põhjustas suurema riski kui kontralateraalne mobiiltelefoni ja juhtmeta telefoni kasutamine. Kõrgemad OR-d arvutati ajukelmel ja kattuvast lobis olevate kasvajate puhul. Sama uuringu meningioomijuhtude kasutamine võrdlusüksusena andis mõnevõrra kõrgemad OR-id, mis näitab, et tulemused ei ole tõenäoliselt seletatavad mäletamise või vaatluse kõrvalekalde tõttu. Need tulemused toetavad hüpoteesi, et RF-EMF mängib rolli nii kantserogeneesi algus- kui ka soodustusetapis.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. See uuring kinnitab varasemaid tulemusi seose kohta mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide intensiivse kasutamise ja pahaloomuliste ajukasvajate vahel.

7. Hardell et al., 2013b, Hardell ja Carlberg, 2015. Rootsi,

1997-2003 ja 2007-2009. Juhtumi-kontrolli uuring.

Autorid viisid varem läbi akustilise neuroomi juhtumi-kontrolli uuringu. Uuringusse kaasati 20-80-aastased mõlemast soost subjektid, kellel diagnoositi aastatel 1997-2003 Rootsi osades, ning tulemused avaldati. Täiendav uuring ajavahemikul 2007-2009, mis hõlmas nii 18- kuni 75-aastaseid mehi kui ka naisi, kes olid valitud kogu riigist. Mõlema uuringuperioodi puhul kasutati sarnaseid meetodeid. Mõlemas uuringus tuvastati Rootsi rahvastikuregistrist üks rahvastikupõhine kontroll, mis sobis soo ja vanuse poolest (viie aasta jooksul). Ekspositsiooni hinnati iseküsimustiku abil, mida täiendas telefoniintervjuu. Kuna uues uuringus oli akustilise neuroomi juhtude arv väike, esitati mõlema uuringuperioodi koondtulemused, mis põhinesid 316 osalenud juhtumil ja 3530 kontrollil. Tehti tingimusteta logistiline regressioonanalüüs, kohandades vanuse, soo, diagnoosiaasta ja sotsiaal-majandusliku indeksi (SEI) suhtes. Analoogtüüpi mobiiltelefonide kasutamine andis tõenäosussuhte (OR) = 2,9, 95% usaldusvahemik (CI) = 2,0-4,3, mis suureneb >20-aastase latensiaaga (aeg alates esimesest kokkupuutest) kuni OR = 7,7, 95% CI = 2,8-21. Digitaalse 2G mobiiltelefoni kasutamine andis OR = 1,5, 95% CI = 1,1-2,1, mis suureneb latensiooniga >15 aastat kuni OR = 1,8, 95% CI = 0,8-4,2. Juhtmeta telefoni kasutamise tulemused olid OR = 1,5, 95% CI = 1,1-2,1, ja latentsuse korral >20 aastat OR = 6,5, 95% CI = 1,7-26. Digitaalse tüüpi traadita telefonid (2G ja 3G mobiiltelefonid ja juhtmeta telefonid) andsid OR = 1,5, 95% CI = 1,1-2,0 kasvades OR = 8,1, 95% CI = 2,0-32, kui latentsus on >20 aastat. Kogu traadita telefoni kasutamise puhul arvutati kõrgeim risk pikima latentsusajaga >20 aastat: OR = 4,4, 95% CI = 2,2-9,0. Mitmed arvutused pika

latentsuskategooria põhinesid kokkupuutejuhtude väikesel arvul. Ipsilateraalne kasutamine põhjustas suurema riski kui kontralateraalne nii mobiiltelefonide kui ka juhtmeta telefonide puhul. OR suurenes 100 tunni kumulatiivse kasutamise ja latensi aasta kohta mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide puhul, kuigi juhtmeta telefonide puhul ei olnud see tõus statistiliselt oluline. Kasvaja protsentuaalne maht suurenes latentsuse aasta ja 100 h kumulatiivse kasutamise kohta, statistiliselt oluliselt analoogtelefonide puhul. See uuring kinnitas varasemaid tulemusi, mis näitavad seost mobiiltelefoni ja juhtmeta telefoni kasutamise ja akustilise neuroomi vahel.

Tehti kahe juhtumi-kontrolliuuringu koondanalüüs pahaloomuliste ajukasvajate kohta, mille patsiendid diagnoositi aastatel 1997-2003 ja 2007-2009. Nad olid diagnoosimise ajal vastavalt 20-80-aastased ja 18-75-aastased. Uuringusse kaasati ainult need juhud, mille puhul oli histopatoloogiliselt tõestatud kasvaja. Kasutati vanuse ja soo poolest sobivaid rahvastikupõhiseid kontrolle. Ekspositsiooni hinnati küsimustiku abil. kogu võrdlusrühma kasutati tingimusteta regressioonianalüüsis, mida kohandati soo, vanuse, diagnoosiaasta ja sotsiaal-majandusliku indeksi järgi. Kokku osales 1498 (89%) juhtumit ja 3530 (87%) kontrollisikut. Mobiiltelefonide kasutamine suurendas glioomi riski, OR = 1,3, 95%CI = 1,1-1,6 üldiselt, kasvades OR = 3,0, 95% CI = 1,7-5,2-ni >25-aastase latensiooni rühmas. Juhtmeta telefonide kasutamine suurendas riski OR = 1,4, 95% CI = 1,1-1,7, kusjuures suurim risk oli >15-20 aasta latentsuse rühmas, mis andis OR = 1,7, 95% CI = 1,1-2,5. OR suurenes statistiliselt olulisel määral nii 100 tunni kumulatiivse kasutamise kui ka aastase latentsuse kohta mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide kasutamise puhul. Suurimad OR-d olid üldiselt ipsilateraalse mobiiltelefoni või juhtmeta telefoni kasutamise puhul, OR = 1,8, 95% CI = 1,4-2,2 ja OR = 1,7, 95% CI = 1,3-2,1, vastavalt. Kõige suurem risk oli glioomi puhul temporaalses ajukelmes. Mobiili või juhtmeta telefoni esmakordsel kasutamisel enne 20. eluaastat oli glioomi OR kõrgem kui hilisemates vanuserühmades.

Kommentaar: Need uuringud kinnitavad varasemaid tulemusi, mis näitavad seost mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide intensiivse kasutamise ning akustilise neuroomi ja glioomi vahel.

8. Coureau et al., 2014.

Prantsusmaa. 2004-2006. CERENAT. Juhtumi-kontrolliuuring.

Eesmärk oli analüüsida mobiiltelefoniga kokkupuute ja primaarsete kesknärvisüsteemi kasvajate (glioomid ja meningioomid) vahelist seost täiskasvanutel. CERENAT on mitmekeskuseline juhtumi-kontrolliuuring, mis viidi läbi neljas Prantsusmaa piirkonnas aastatel 2004-2006. Andmeid mobiiltelefonide kasutamise kohta koguti üksikasjaliku küsimustiku abil, mis esitati isiklikult. Kohandatud OR ja 95% CI-de hindamiseks kasutati tingimuslikku logistilist regressiooni sobitatud kogumite puhul. Kokku analüüsiti 253 glioomi, 194 meningioomit ja 892 sobitatud kontrolli, mis valiti kohalikest valimisnimekirjadest. Regulaarsete mobiiltelefonide kasutajate ja mittekasutajate võrdlemisel ei täheldatud seost ajukasvajatega (OR=1,24; 95% CI 0,86-1,77 glioomide puhul, OR=0,90; 95% CI 0,61-1,34 meningioomide puhul). Positiivne seos oli siiski statistiliselt oluline kõige tugevamate kasutajate puhul, kui arvestada eluaegset kumulatiivset kestust (≥ 896 h, OR=2,89; 95% CI 1,41 kuni 5,93 glioomide puhul; OR=2,57; 95% CI 1,02 kuni 6,44 meningioomide puhul) ja kõnede arvu glioomide puhul (≥ 18 360 kõnet, OR=2,10, 95% CI 1,03 kuni 4,31). Riskid olid suuremad glioomide, temporaalsete kasvajate, ametialase ja linnas toimuva mobiiltelefoni kasutamise puhul. Need täiendavad andmed toetavad varasemaid tulemusi, mis käsitlevad võimalikku seost suure mobiiltelefonikasutuse ja ajukasvajate vahel.

Kommentaar: See uuring kinnitab varasemaid tulemusi võimaliku seose kohta mobiiltelefoni intensiivse kasutamise ja pahaloomuliste ajukasvajate vahel.

9. Pettersson et al., 2014.

Rootsi, 2002-2007. Rahvastikupõhine juhtumi-kontrolli uuring.

Rootsis viidi läbi rahvastikupõhine, üleriigiline akustilise neuroomi juhtumi-kontrolli uuring. Uuringusse võetavad juhtumid olid 20-69-aastased isikud, kellel diagnoositi neuroneuroom aastatel 2002-2007. Kontrollrühmad valiti juhuslikult rahvastikuregistrist, mis sobitati vanuse, soo ja elukoha järgi. Posti teel saadetud küsimustikud täitsid 451 haigusjuhtu (83%) ja 710 kontrollisikut (65%). Mobiiltelefonide

regulaarne kasutamine (määratletud kui iganädalane kasutamine vähemalt 6 kuu jooksul) oli seotud tõenäosussuhtega (OR)

1,18 (95% usaldusvahemik = 0,88-1,59). Seos oli nõrgem pikima induksiooniaja (≥ 10 aastat) (1,11 [0,76 kuni 1,61]) ja regulaarse kasutamise korral kasvava poolel (0,98 [0,68 kuni 1,43]). Kumulatiivse kõnedeageade kõrgeima kvartiili (≥ 680 tundi) OR oli 1,46 (0,98 kuni 2,17). Kui analüüsid piirdusid histoloogiliselt kinnitatud juhtumitega, vähenesid kõik ORid; OR ≥ 680 tunni puhul oli 1,14 (0,63 kuni 2,07). Sarnane muster ilmnes ka juhtmeta lauatelefonide puhul, kuigi OR oli veidi kõrgem. Mobiiltelefonide täielike külgetõmmete analüüsid näitasid märkimisväärseid kõrvalekaldeid külgetõmmete analüüsides. Tulemused ei toeta hüpoteesi, et pikaajaline mobiiltelefoni kasutamine suurendab akustilise neuroomi riski. Uuring viitab sellele, et telefoni kasutamine võib suurendada tõenäosust, et akustilise neuroomi juhtum avastatakse, ja et varasemates uuringutes tehtud lateraalsuse analüüsides võib esineda kõrvalekaldeid

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Nõrgad tõendid seose kohta mobiiltelefoni intensiivse kasutamise ja akustilise neuroomi vahel.

10. Yoon et al., 2015.

Korea; 2002- 2007; juhtumi-kontrolluuring.

Uurimismeetodid põhinesid rahvusvahelisel Interphone'i uuringul, mille eesmärk oli hinnata mobiiltelefonide kasutamise võimalikku kahjulikku mõju. Uuring hõlmas 285 histoloogiliselt kinnitatud 15-69-aastaselt Korea patsienti, kellel oli aastatel 2002-2007 9 haiglas diagnoositud glioom. 285 individuaalselt sobitatud kontrollrühma moodustasid terved isikud, kes läbisid arstliku kontrolli samades haiglates. Mobiiltelefonide kasutamise kohandatud tõenäosussuhete (aOR) ja 95% usaldusvahemike (CI) arvutamiseks kasutati tingimusteta logistilist regressiooni. Kogu rühma puhul ei uuritud olulist seost glioomide ja mobiiltelefonide regulaarse kasutamise, mobiiltelefonide tüüpide, eluaegsete kasutusaastate, igakuise teenustasu ja muude kokkupuuteindeksite vahel. Analüüsid, mis piirdusid ainult enesevastajatega, näitasid samasuguseid tulemusi. Ipsilateraalsete kasutajate puhul, kelle kehapoolne tavaline mobiiltelefoni kasutamine vastas glioomi asukohale, olid eluaegsete kasutusaastate ja kumulatiivsete kasutustundide aOR (95% CI) vastavalt 1,25 (0,55 kuni 2,88) ja 1,77 (0,32 kuni 1,84). Kontralateraalsetel kasutajatel oli siiski veidi väiksem risk kui ipsilateraalsetel kasutajatel. Tulemused ei toeta hüpoteesi, et mobiiltelefoni kasutamine suurendab glioomi riski; siiski leidsime ipsilateraalsete kasutajate seas mitteolulise riski suurenemise. Need tulemused viitavad glioomi riski täiendavale hindamisele mobiiltelefoni pikaajaliste kasutajate seas.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Mobiiltelefonide kasutamise ja ajukasvaja vahelise seose kohta on nõrgad tõendid ipsilateraalsete kasutajate seas.

11. Al-Qahtani, 2016.

Saudi Araabia; 1996-2013; retrospektiivne juhtumi-kontrolli uuring.

Haiglapõhise retrospektiivse juhtumi-kontrolliuuringu käigus võeti kokku 26 patsienti, kellel oli diagnoositud parotidiidi näärme kasvaja, ja 61 tervet kontrollisikut. Patsiendid suunati ja võeti vastu tertsiaarsesse haiglasse ajavahemikul 1996. aasta jaanuarist kuni 2013. aasta märtsini. Kokkupuute tõenäosus oli patsientide seas 3,47 korda suurem võrreldes nende kontrollidega. 95% CI viitas sellele, et tegelik Odds Ratio (OR) populatsiooni tasandil võib olla kuskil 1,3 ja 9,23 vahel ja seega oli täheldatud OR statistiliselt oluline 5% olulisuse tasemel. Kokkuvõttes täheldati seost mobiiltelefoni kasutamisega kokkupuute üle 1 tunni päevas ja parotiidikasvaja vahel. Seda seost tuleb suhteliselt väikese valimi suuruse tõttu tõlgendada ettevaatlikult.

Kommentaari: Väike valim; kehv metoodika. Ebatõenäoline uuring.

12. Satta et al., 2018.

Itaalia; 1998-2004; Euroopa mitmekeskuselise uuringu EPILYMPH raames läbi viidud rahvastikupõhine juhtumi-kontrolliuuring.

Juhtumikontrolliuuring, mis hõlmas 322 patsienti ja 444 isikut, kes olid kontrollis Sardiinias, Itaalias

aastatel 1998-2004. Küsimustiku andmed hõlmasid eneseraporteeritud kolme kõige pikemalt peetud kaugust

elukoha aadressid püsivatest raadiotelevisiooni saatjatest ja mobiiltelefonide tugijaamadest. Iga aadressi puhul, mis asub 500 meetri raadiuses mobiiltelefoni tugijaamast, hinnati RF-EMF intensiivsust, kasutades ruumiliste mudelite prognoose, ja teostati RF-EMF mõõtmised uksele 250 meetri raadiuses asuvate pikimate aadresside alamhulgas. Lümfoomi ja selle peamiste alatüüpide risk, mis on seotud RF-EMF-kiirguse mõõtmisega tingimusteta logistilise regressiooniga, kohandades vanuse, soo ja haridusaastate järgi. Risk, mis oli seotud elukohaga püsivate raadiotelevisioonisatjate läheduses (50 meetri ulatuses), oli samuti kõrgendatud lümfoomi puhul üldiselt [koefitsient = 2,7, 95% usaldusvahemik = 1,5- 4,6] ja lümfoomi peamiste alatüüpide puhul. Mobiiltelefonide tugijaamade puhul ei täheldanud autorid seost ei eneseraporteeritud ega geokodeeritud kaugusega mobiiltelefonide tugijaamadest. RF-EMF mõõtmised ei erinenud juhtumi-kontrolli staatuse järgi. Võrreldes enesearuandeid geokodeeritud andmetega, kaldusid juhtumid alahindama mobiiltelefonide tugijaamade kaugust erinevalt kontrollidest ($P = 0,073$). Tulemuste tõlgendamist ohustab uuringu piiratud maht, eriti üksikute lümfoomi alatüüpide analüüsimisel, ja raadiotelefoni saatjate ruumiliste koordinaatide kättesaamatus. Sellegipoolest ei toeta meie tulemused hüpoteesi seose kohta mobiiltelefonide tugijaamade RF-EMF-iga kokkupuute ja lümfoomi alatüüpide riski vahel.

Kommentaari Piiratud uuringusuurus, kokkupuute hindamine ebaselge (kaugväljad, radiojaamad). Uuring ei toeta hüpoteesi seose kohta mobiiltelefonide tugijaamade RF-EMF-iga kokkupuute ja lümfoomi alatüüpide riski vahel.

13. Balekouzou et al., 2017.

Kesk-Aafrika. Juhtumikontrolluuring.

Rinnavähki peetakse arengumaades oluliseks rahvatervise probleemiks; siiski on väga vähe tõendeid rinnanäärmevähi riskiga seotud käitumuslike tegureid. Käesolev uuring viidi läbi, et selgitada välja eluviisid kui rinnavähi riskitegurid Kesk-Aafrika naiste seas. Viidi läbi juhtumi-kontrolluuring, milles osales 174 riikliku laboratooriumi patoloogiaüksuse poolt histoloogiliselt kinnitatud juhtumit ja 348 eakohast kontrolli. Andmekogumisvahendid hõlmasid küsimustikku koos intervjuudega ja patsientide haiguslugusid. Andmeid analüüsiti SPSS tarkvara versioon 20 abil. Odd ratio (OR) ja 95% usaldusvahemik (95% CI) saadi tingimusteta logistilise regressiooni abil. Kokku uuriti 522 naist, kelle keskmine vanus oli 45,8 (SD = 13,4) aastat. Tingimusteta logistilise regressioonimudeli järgi oli rinnavähki haigestunud naistel suurem tõenäosus, et nad olid kirjaoskamatu ja algharidusega [11,23 (95% CI, 4,65±27,14) ja 2,40 (95% CI, 1,15±4,99)], abielus [2,09 (95% CI, 1,18±3,71)], positiivne perekonnaanamnees [2,31 (95% CI, 1,36±3,91)], kiirgusega kokkupuude [8,21 (95% CI, 5,04±13,38)], tarbimisest lihaste [10,82 (95% CI, 5,04±13,38)], tarbimisest söögikartulid [10,82 (95% CI, 2,39±48,90)], värske kala tarbimine [4,26 (95% CI, 1,56±11,65)], maapähkli tarbimine [6,46 (95% CI, 2,57± 16,27)], soja tarbimine [16,74 (95% CI, 8,03±39,84)], alkohol [2,53 (95% CI, 1,39± 4,60)], harjumus raha hoidmine rannahoidjates [3,57 (95% CI, 2,24±5,69)], ülekaalulisus [5,36 (95% CI, 4,46±24,57)] ja rasvumine [3,11(95% CI, 2,39±20,42)]. Vähenenud rinnavähirisk oli aga seotud tööga [0,32 (95% CI, 0,19±0,56)], linnas elamisega [0,16 (95% CI, 0,07±0,37)], maapähkliõli tarbimisega [0,05 (95% CI, 0,02±0,14)], veini tarbimisega [0,16 (95% CI, 0,09±0,26)], mobiiltelefoni mittepidamise harjumusega rannahoidjas [0,56 (95% CI, 0,35±0,89)] ja füüsilise aktiivsusega [0,71(95% CI, 0,14±0,84)]. Uuring näitas, et vähene või puuduv haridus, abiellumine, positiivne perekonna anamneesis esinev vähk, kiirgusega kokkupuude, söögikarbonaad, värske kala, maapähklid, soja, alkohol, harjumus hoida raha rannahoidjas, ülekaalulisus ja rasvumine olid seotud rinnavähiriskiga Banguis elavate Kesk-Aafrika naiste seas. Banguis elavad naised peaksid olema ettevaatlikumad rinnavähiga seotud käitumisriski suhtes.

Kommentaari Piirangud andmete esitamisel. Palju segavaid tegureid. Mingi veenev järeldus seose kohta mobiiltelefoni hoidmise rannahoidjates ja rinnavähi vahel.

14. Vila et al., 2018.

Austraalia, Kanada, Prantsusmaa, Saksamaa, Iisrael, Uus-Meremaa ja Ühendkuningriik; 2000-2004; INTEROCC-uuring: rahvusvaheline juhtumi-kontrolliuuring mobiiltelefonide kasutamise ja ajuvähi riski kohta seitsmes riigis.

Käesolevas uuringus uuritakse töökeskkonnas esinevate elektromagnetväljade ja keskmiste sageduste (IF) kokkupuute ja ajukasvaja (glioomi ja meningioomi) riski suhet INTEROCCi rahvusvahelises rahvastikupõhises juhtumi-kontrolli uuringus (ligi 4000 juhtumit ja üle 5000 kontrolli), kasutades uutset kokkupuute hindamise meetodit. Uuringus osalejatele määrati individuaalsed indeksid kumulatiivse kokkupuute kohta RF- ja IF-EMF-iga (üldiselt ja konkreetsetes kokkupuute aegadel), kasutades allikate ja kokkupuute maatriksit ning üksikasjalikke intervjuude andmeid töö kohta elektromagnetvälja allikatega või nende läheduses. Glioomi ja meningioomi riski seoste uurimiseks kasutati tingimuslikku logistilist regressiooni. Kokku puutus umbes 10% uuringus osalejatest kokku RF-kiirgusega, samas kui ainult 1% puutus kokku IF-EMF-iga. Ei olnud selgeid tõendeid positiivse seose kohta RF või IF-EMF ja uuritud ajukasvajate vahel, kusjuures enamus tulemusi näitas kas seose puudumist või koefitsientide suhtarvu (OR), mis olid alla kahe kuu.

1.0. Suurimad korrigeeritud OR-d saadi kumulatiivse kokkupuute puhul RF-magnetväljadega (A/m-aastasena) kõige kõrgema kokkupuute kategooria (≥ 90 . protsentiil) kõige hiljutisemas kokkupuuteaja aknas (1-4 aastat enne diagnoosi või võrdluskäitumise) nii glioomi (OR = 1,62 (95% usaldusintervall (CI): 0,86, 3,01) kui ka meningioomi (OR = 1,52, 95% CI: 0,65, 3,55) puhul. Vaatamata käesolevas uuringus kasutatud paremale kokkupuute hindamise lähenemisviisile ei tuvastatud selgeid seoseid. Siiski viitavad hiljutise kokkupuute kohta RF elektri- ja magnetväljadega saadud tulemused võimalikule rollile ajukasvaja edendamisel/progresseerumisel ning neid tuleks täiendavalt uurida.

Kommentaari: Uuring, mis viitab võimalikule rollile ajukasvaja edendamisel/progresseerumisel.

15. Luo et al., 2019.

USA. 2010-2011. Rahvastikupõhine juhtumi-kontrolli uuring.

Käesoleva uuringu eesmärk on uurida seost mobiiltelefoni kasutamise ja kilpnäärmevähi vahel. Aastatel 2010-2011 viidi Connecticutis läbi populatsioonipõhine juhtumi-kontrolliuuring, mis hõlmas 462 histoloogiliselt kinnitatud kilpnäärmevähi juhtumit ja 498 rahvastikupõhist kontrolli. Mitmemõõtmelist tingimusteta logistilist regressiooni kasutati mobiiltelefoni kasutamise ja kilpnäärmevähi vahelise seose tõenäosussuhete (OR) ja 95% usaldusvahemike (95% CI) hindamiseks. Mobiiltelefonide kasutamine ei olnud seotud kilpnäärmevähiga (OR: 1,05, 95% CI: 0,74-1,48). Pikaajaliste ja sagedasemate kasutajate puhul täheldati kilpnäärme mikrokartsinoomi (kasvaja suurus ≤ 10 mm) riski märgatavat suurenemist. Võrreldes mobiiltelefoni mittekasutajatega oli mitmel rühmal mitte-statistiliselt oluliselt suurenenud kilpnäärme mikrokartsinoomi risk: isikud, kes olid kasutanud mobiiltelefoni >15 aastat (OR: 1,29, 95% CI: 0,83-2,00), kes olid kasutanud mobiiltelefoni >2 tundi päevas (OR: 1,40, 95% CI: 0,83-2,00), kes olid kasutanud mobiiltelefoni >2 tundi päevas (OR: 1,40, 95% CI: 0,83-2,00).83-2,35), kellel oli kõige rohkem kumulatiivseid kasutustunde (OR: 1,58, 95% CI: 0,98-2,54) ja kellel oli kõige rohkem kumulatiivseid kõnesid (OR: 1,20, 95% CI: 0,78-1,84) Kumulatiivne mobiiltelefoni kasutamine hinnati mobiiltelefoni kasutamise tundide või kõnedega päevas korrutamisel kasutamise kestusega. Iga muutuja liigitati tertiilidesse selle jaotuse alusel kontrollide seas... Selles uuringus ei leitud olulist seost mobiiltelefoni kasutamise ja kilpnäärmevähi vahel. Pikaajalise ja sagedasema kasutamisega seotud kilpnäärme mikrokartsinoomi suurenenud risk väärneb edasist uurimist.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuute. Märkimisväärset seost ei leitud, kuid pikaajaliste ja sagedasemate kasutajate puhul võib oletada kilpnäärme mikrokartsinoomi suurenenud riski.

EKOLOOGILISED UURINGUD (tabel 2, a)

16. Gonzalez Rubio et al., 2017.

Hispaania. 2012-2015. Juhtumikontrolliga ökoloogiline uuring.

Käesolevas dokumendis esitatakse epidemioloogia, statistika ja geograafilise informatsiooni süsteemi (GIS) ühendava epidemioloogilise eeluuringu tulemused, milles on esitatud seos Albacete linna (166 000 elanikku, Hispaania kaguosa) RF-EMF-iga kokkupuute ja mitmete vähivormide esinemise vahel, mille puhul ei ole spetsiifiline vähktõbi.

põhjuseid (lümfoomid ja ajukasvajad) analüüsitakse. Kasutati statistilisi vahendeid ruumiliste punktmustrite analüüsimiseks ja andmete koondamiseks, et uurida ruumilist juhuslikkust ja määrata 95 uuritud kasvajast (65 lümfoomi, 12 glioomi ja 18 meningioomi) kõige suurema esinemissagedusega tsoonid. Korrelatsiooniuring (Spearman) linna halduspiirkondades EME Spy 140 (Satimo) eksponeerimismõõturiga registreeritud isikliku kokkupuute RF-EMFiga 14 sagedusalas ja ajavahemikul 2012. aasta jaanuarist kuni 2015. aasta maini registreeritud kasvajate esinemissageduse vahel. Uuritud vähijuhtumid on linna sees juhuslikult ruumiliselt jaotunud. Teisest küljest ja ökoloogilise uuringu abil näitab Albacete linnas registreeritud kokkupuute RF-EMF-iga väikest korrelatsiooni uuritud kasvajate (glioomid ($\rho=0,15$), meningioomid ($\rho=0,19$) ja lümfoomid ($\rho=-0,03$)) esinemissagedusega. Kavandatav meetodika avab selles valdkonnas seni uurimata analüüsiraja.

Kommentaari Väike seos keskkonna kokkupuute RF-EMF-iga ja glioomi, meningioomi ja lümfoomi vahel. Kokkupuute hindamine ei ole selge.

KOORTERUURINGUD (tabelid 3, a-d)

17. Frei et al., 2011.

Taani. Mobiiltelefonide tellijad ja mitte-tellijad enne 1995. aastat.

Kõik taanlased vanuses ≥ 30 aastat ja sündinud Taanis pärast 1925. aastat, jaotatuna mobiiltelefonide tellijateks ja mitte-tellijateks enne 1995. aastat. Peamised tulemusnäitajad Kesknärvisüsteemi kasvajate risk, mis on tuvastatud Taani vähiregistri kogumiku põhjal. Sugupõhised haigestumuskindrad, mis on hinnatud logaritmilise lineaarse Poissoni regressioonimudeliga, mida on kohandatud vanuse, kalendriaaja, hariduse ja kasutatava sisetuleku suhtes. Tulemused 358 403 abonendiomanikku kogusid 3,8 miljonit eluaastat. Jälgimisperioodil 1990-2007 esines 10 729 kesknärvisüsteemi kasvajat. Selliste kasvajate risk oli nii meestel kui ka naistel peaaegu üks. Kui piirduda kõige kauem mobiiltelefoni kasutanud isikutega, st ≥ 13 aastat kestnud liitumisega, oli haigestumuskindra suhe meestel 1,03 (95% usaldusvahemik 0,83-1,27) ja naistel 0,91 (0,41-2,04). Nende hulgas, kelle liitumisperiood oli ≥ 10 aastat, oli glioomi puhul suhtarv 1,04 (0,85-1,26) meestel ja 1,04 (0,56-1,95) naistel ning meningioomi puhul 0,90 (0,57-1,42) meestel ja 0,93 (0,46-1,87) naistel. Ei olnud mingeid viiteid annuse-vastuse seosele ei aastatega alates mobiiltelefoni esmakordsest tellimisest ega kasvaja anatoomilise asukoha järgi - st aju piirkondades, mis on kõige lähemal sellele, kus mobiiltelefoni tavaliselt pea külge hoitakse. Järeldused Selles mobiiltelefonide kasutamist käsitleva ulatusliku üleriigilise kohortuuringu ajakohastatud versioonis ei täheldatud kesknärvisüsteemi kasvajate suurenenud riski, mis annab vähe tõendeid põhjusliku seose kohta.

Kommentaari Piirnormid kokkupuute hindamisel. Kesknärvisüsteemi kasvajate suurenenud risk puudub.

18. Benson et al., 2013.

ÜHENDKUNINGRIIK. Miljoni naise uuring. 1999-2005 ja 2005-2009. Prospektiivne kohortuuring.

Mobiiltelefonide kasutamise ja koljusiseste kesknärvisüsteemi (KNS) kasvajate ja muude vähivormide esinemissageduse vahelist seost uuriti 791 710 keskealise naise puhul Ühendkuningriigi prospektiivses kohordis (Million Women Study). Kohandatud suhteliste riskide (RR) ja 95% usaldusvahemike (CI) hindamiseks kasutati Coxi regressioonimudeleid. Naised teatasid mobiiltelefoni kasutamisest aastatel 1999-2005 ja uuesti 2009. aastal. Tulemused 7-aastase jälgimisperioodi jooksul esines 51 680 invasiivset vähktõbe ja 1 261 intrakraniaalset KNS-kasvaja. Mobiiltelefoni kunagi või mitte kunagi kasutanud inimeste risk ei olnud suurenenud ei kõigi koljusiseste KNS-i kasvajate (RR=1,01, 95% CI=0,90-1,14, P=0,82), konkreetsete KNS-i kasvajatüüpide ega 18 muu konkreetse paikme vähi puhul. Pikaajaliste kasutajate ja mitte kunagi kasutanute puhul ei olnud märgatavat seost glioomi (10+ aastat: RR=1,07, 95% CI=0,55-1,10, P=0,16) või meningioomi (10+ aastat: RR=1,10, 95% CI=0,66-1,84, P=0,71) puhul. Akustilise neuroomi puhul suurenes risk pikaajalise kasutamise korral võrreldes sellega, et seda ei ole kunagi kasutatud (10+ aastat: RR=2,46, 95% CI=1,07- 5,64, P=0,03), kusjuures risk suurenes koos kasutamise kestusega (trend kasutajate seas, P=0,03). Järeldused Selles suures prospektiivses uuringus ei seostatud

mobiiltelefoni kasutamist glioomi, meningioomi või muude kui tsn-süsteemi vähkkasvajate suurenenu
esinemissagedusega.

Kommentaar: Enda teatatud kokkupuude. Akustilise neuroomi puhul oli risk suurem, kui ravimit kasutati pikka aega või ei kasutatud kunagi; risk suurenes koos kasutamise kestusega.

19. Poulsen et al., 2013.

Taani, 1982-1995, jälgimine kuni 2007. aastani. Kohortuuring: CANULI uuring sotsiaalse ebavõrdsuse ning vähihaigestumise ja ellujäämise kohta.

Üleriigilise kohordiuuringu käigus jälgiti 355 701 Taani eraisikust mobiiltelefoni abonentide aastatel 1987-1995 kuni 2007. aastani. Me arvutasime melanoomi, basaalarakk-kartsinoomi ja platinakartsinoomi esinemissageduse suhtarvud (IRR), kasutades Poissoni regressioonimudeleid, mida on kohandatud vanuse, kalendriaaja, haridustaseme ja sissetuleku järgi. Võimalike segavate tegurite täiendavaks käsitlemiseks võrreldi eraldi IRR-suhteid pea/kaela kasvajate ja torso/jalgade kasvajate puhul (IRR-suhted). Me ei täheldanud üldist suurenenud riski basaalarakk-kartsinoomi, platinakartsinoomi või pea ja kaela melanoomi puhul. Pärast vähemalt 13-aastast jälgimisperioodi jäid basaalarakk-kartsinoomi ja lamerakk-kartsinoomi IRR-ardud lähedale ühele. Meeste puhul oli pea ja kaela melanoomi IRR pärast vähemalt 13-aastast jälgimisperioodi 1,20 (95% usaldusvahemik: 0,65, 2,22), samas kui vastav IRR torso ja jalgade puhul oli 1,16 (95% usaldusvahemik: 0,91, 1,47), mis andis IRR-suhteks 1,04 (95% usaldusvahemik: 0,54, 2,00). Sarnane riskimudel ilmnes ka naiste puhul, kuigi see põhines väiksematel arvudel. Selles suures, rahvastikupõhises kohortuuringus täheldati mobiiltelefonide kasutajate seas vähe tõendeid suurenenud nahavähi riski kohta.

Kommentaar: Kokkupuute ulatust ei ole hinnatud. Mobiiltelefonide kasutajate seas täheldati vähe tõendeid nahavähi riski suurenemise kohta.

20. Hauri et al., 2014.

Šveits. 2000-2008. Rahvaloendusel põhinev kohortuuring (kaugvälja, raadiojaamad).

Uuriti seost raadiosaatjatest pärinevate raadiosageduslike elektromagnetväljade (RF-EMF) kokkupuute ja laste vähktõve vahel. Viidi läbi ajavahemiku analüüs, mis hõlmas Šveitsis 5. detsembril 2000 elavaid alla 16-aastaseid lapsi. Jälgimine kestis kuni 31. detsembrini 2008. Kõik lapsed, kes elasid Šveitsis ajavahemikul 1985-2008, kaasati haigestumustiheduse kohorti. Ringhäälingusaatjatest tulenev RF-EMF-kiirgus modelleeriti. 997 vähijuhtumi põhjal olid korrigeeritud ohu suhtarvud ajavahemiku analüüsis kõrgeima kokkupuutekategorია (>0,2 V/m) puhul võrreldes võrdluskategooriaga (<0,05 V/m) 1,03 (95% usaldusvahemik (CI): 0,74, 1,43).

kõigi vähivormide puhul, 0,55 (95% CI: 0,26, 1,19) lapsea leukeemia puhul ja 1,68 (95% CI: 0,98, 2,91) lapsea kesknärvisüsteemi (KNS) kasvajate puhul. 4 246 vähijuhtum põhineva esinemissageduse analüüsi tulemused olid sarnased kõigi vähitüüpide ja leukeemia puhul, kuid ei osutanud kesknärvisüsteemi kasvajate riskile (esinemissageduse suhe = 1,03, 95% CI: 0,73, 1,46). See suur rahvaloendusel põhinev kohortuuring ei viita seosele raadioringhäälingust tuleneva prognoositava RF-EMF-kiirituse ja lapsea leukeemia vahel. Tulemused kesknärvisüsteemi kasvajate kohta olid vähem järjepidevad, kuid kõige põhjalikum analüüs ei viidanud seosele.

Kommentaar: Piirid elamute kokkupuute hindamisel. RF-EMF ja laste vähktõve vahel ei ole seost.

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)		Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaari d			
1. Aydin et al. 2011. Taani, Rootsi, Norra ja Šveits; 2004-2008; CEFALO-. Mitmekesuselise juhtumi kontrolliuuring.	352 juhtumit; 646 rahvastikupõhist sobitatud kontrolli (M ja F). Vanus 7-19 aastat. Andmed pediaatria-, onkoloogia- ja neurokirurgiaosakondade aruannetest ning riiklikest rahvastikupõhistest registritest.	mobiiltelefonide kasutamine, mida hinnati isikliku intervjuu käigus uuritavate ja nende vanematega.	Mobiiltelefonide kasutamine.	Intrakraniaalsed kesknärvisüsteemi kasvaja.	Odds ratio (OR) ja 95% usaldusvahemik (95% CI) tingimusliku logistilise regressiooni põhjal. Kahepoolse Wald-testORi (95% CI) trendi aju jaoks. kasvaja	p-väärtus trendi jaoks	Haridus, perekonna anamneesis esinev vähk, varasem meditsiiniline kiirgusekspositsioon peas, ema suitsetamine raseduse ajal, varasemad peavigastused, beebimonitoride kasutamine pea lähedal, juhtmeta telefonide kasutamine, kokkupuude loomadega, asukoht, kus laps elas enne vanust, õdede-vendade olemasolu, sünnikaal, enneaegselt sündinud, kunagi arsti poolt diagnoositud astma, kunagi arsti poolt diagnoositud atoopiline ekseem ja kunagi arsti poolt diagnoositud heinapalavik.	Adekvatne/ e/ ebaselge (ajukasvaja) Lapsed ja noorukid			
			Regulaarne kasutamine (vähemalt kord nädalas, > 6 kuud)								
				Ei					1.0 (ref.)		
				Jah					1.36 (0.92 -2.02)		
			Aeg alates esmakordselt kasutamisest (aastat)								
			Mitte kunagi regulaarne kasutaja	1.0 (ref.)					0.37		
			≤3.3	1,35 (0,89 kuni 2,04)							
			3.3-5.0	1,47 (0,87 kuni 2,49)							
			>5.0	1,26 (0,70 kuni 2,28)							
			Kõnede kumulatiivne kestus (tundi)								
			Mitte kunagi regulaarne kasutaja	1.0 (ref.)					0.42		
			≤35	1,33 (0,89 kuni 2,01)							
			36-144	1,44 (0,85 kuni 2,44)							
>144	1,55 (0,86 kuni 2,82)										

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (jätkub b)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamise meetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)					Mis tahes muud kaasnevad kokkupuuted/kohandused	Kommentaarid										
					OR (95% CI), Kolorektaalne	OR (95% CI), Lümfoom	OR (95% CI), Emakas	OR (95% CI), Eesnäärme	OR (95% CI), Brain												
2. Atzmon et al 2012. Iisrael, diagnoosimine ajavahemikul 1989 ja 2007. Populatsioonipõhine juhtumi-kontrolliuuring/ Käesolev analüüs on retrospektiivne jälgimisuuring diagnoosimise ajal.	307 teemat, millest kellel puhul 47 juhtu (mehed ja naised), mediaanvanus 48 aastat. Juhtumid meditsiinilistest dokumentidest kinnitatud vähidiagnoosiga. Näostnäku intervjuud osaleja kodus.	kokkupuude enne 2000. aastat külas asunud raadio- ja mobiiltelefoni saatjatega. Individuaalne kokkupuude (E) hinnati järgmise valemiga: $E=1/D2$, kus D on maja ja lähima saatja vaheline kaugus (meetrites).	Individuaalne kokkupuude ja eluaastad.	Vähk: kolorektaalne vähk (11), rinnavähk (10), lümfoom (6), leukeemia (3), kopsud (2), emakas (2), maks (2), kõht (2), munasarjad (2), kõhunäärme (2), eesnäärme (2), emakakael (1), aju (1) ja põis (1). Binaarse logistilise regressioonimudeli koefitsiendid ja usaldusvahemikud (OR, 95% CI).						Samas majas elamise kestus; alkoholtarbimine; toitumisharjumused; kehalise koormuse sagedus; mobiiltelefonide kasutamine; kokkupuude traadita seadmetega majas; suukaudsete rasestumisvastaste vahendite või hormoonasendusra vi kasutamine ja sissetulek.	Ebapiisav										
															<i>Kiirguse intensiivsus</i>	1.03 (1.01-1.05)	0.95 (0.86-1.06)	0.99 (0.91-1.07)	1.67 (0.04-61.04)	12.45 (0.34-453.54)	RF-kiirgusega kokkupuute asjakohane mõõtmine puudub
																	<i>Aastaid kestnud kokkupuude kiirgusega</i>	0.97 (0.877-1.082)	0.95 (0.82-1.11)	1.12 (0.88-1.42)	0.97 (0.86-1.10)

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (jätkub c)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)			Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid				
3. Li et al. 2012. Taiwan; 2003-2007; Populatsioonipõhine juhtumi-kontrolliuuring.	2606 lapsea neoplasmahaigust (M ja F), 78180 sobitatud haigusjuhtu. kontroll (939-28170) leukeemia; 394-11820 aju kasvajate puhul). Vanus < 15 aastat. Kliinilised andmed riiklikust ravikindlustuse uuringute andmebaasist (NHIRD).	RF-kiiritusmõõdikut hinnati keskmise aastase võimsustiheduse alusel viie aasta jooksul enne neoplaasia diagnoosimist linnas, kus uuritav elas neoplaasia diagnoosimise ajal. Teave MPBSi kohta pärineb Taiwani riiklikust kommunikatsiooninõukogust (NCC).	kokkupuude mobiiltelefonide tugijaamadega (MPBS): 800-900 MHz; 1800-2200 MHz. Hinnanguline APD	Kõik kasvajad; Leukeemia; Aju kasvajad. Odds ratio (OR) ja 95% usaldusvahemik (95% CI) mitmest tingimusteta logistilisest regressioonimudelitest.	OR (95% CI) seoses kõik neoplasmid	OR (95% CI) seoses leukeemia	OR (95% CI) seoses aju neoplasmad	vanus, sugu, neoplaasia diagnoosimise kalendriaasta, linnaosa linnastumise tase ja linnaosa kõrgepinge (69/161/345 kV) ülekandeliini (HVTL) tihedus.	Ebapiisav				
4. Soderqvist et al. 2012. Rootsi, 2000-2003. Juhtumikontrolli uuring.	78 juhtumit; 312 kontrollisikut (mehed ja naised), vanus 22-80, mediaan 69. Patsiendid värvati Uppsala/Orebro ja Linköpingu piirkondliku onkoloogiakeskuse teatel, sealhulgas üheksas Rootsi maakonnas 21-st. Kontrollid valiti juhuslikult rahvastikuregistrist.	Traadita telefonide kasutamine, st nii mobiiltelefonid kui ka juhtmeta telefonid. Postiküsimustiku alusel esitatud eneseraporteeritud kokkupuude.	Kumulatiivne kasutustundide arv arvatati, kasutades aastate arvu ja keskmist kasutusaega päevas. Samuti jagati kumulatiivne kasutustundide arv kolme rühma: 1-1000, 1001-2000 ja üle 2000 tunni. 1 aasta jooksul enne diagnoosimist kasutatud traadita telefonide kasutamist käsitleti mittekasutamisena.	Süljenäärme kasvaja. Odds ratios ja 95% usaldusvahemikud tingimusteta logistilisest regressioonist.	OR (95% CI) seoses Mobiiltelefonid	OR (95% CI) seoses juhtmeta telefonid	OR (95% CI) seoses traadita telefonid, kokku	Teave puudub	Ebapiisav				

Tabel 1 - Vähh epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (jätkub d)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)				Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid				
5. Carlberg et al. 2013. Rootsi, 2007-2009; juhtumikontrolli uuring.	709 juhtumit; 1368 rahvastikupõhised sobitatud kontrollid (M ja F). Vanus 18-75 aastat. Andmed vähiregistrist.	traadita telefonide (mobiiltelefonid ja juhtmeta telefonid) kasutamine, mida hinnatakse iseküsimustiku abil.	Mobiiltelefonide kasutamine (UMTS, 4G); juhtmeta telefonide kasutamine (1900 MHz).	Meningioom. Odds ratio (OR) ja 95% usaldusvahemik (95% CI) tingimusteta logistilisest regressioonist.	OR (95% CI) seoses meningioom, digitaalne (2G)	OR (95% CI) meningioom, digitaalne (UMTS, 3G)	OR (95% CI) meningioomi puhul, juhtmeta telefon	OR (95% CI) meningioom, digitaalne tüüp	Sugu, vanus, diagnoosiaasta, sotsiaalmajanduslik indeks (SEI).	Adekvaatne/ Positiivne (meningioom)				
			<i>Juhtmeta telefonide kumulatiivne kasutamine (h)</i>											
			<39-405	1.0 (0.7-1.4)							0.7 (0.3-1.3)	1.0 (0.7-1.4)	1.1 (0.8-1.6)	
			406-1091	1.0(0.7-1.5)							0.4 (0.1-1.2)	0.9 (0.6-1.3)	0.9 (0.6-1.3)	
			1092-2376	0.9 (0.6-1.4)							0.6 (0.2-1.8)	1.2 (0.8-1.8)	0.9 (0.6-1.3)	
			>2376	1.5 (0.9-2.3)							7.3 (1.2-46)	1.8 (1.2-2.8)	1.4 (0.96-2.6)	
			<i>P nagu trend</i>	0.06							0.04	0.0003	0.002	
6. Hardell et al. 2013a. Rootsi, 2007-2009. Juhtumikontrolli uuring.	593 juhtumit, 1368 kontrollisikut (mehed ja naised), vanus 18-75 aastat. Äsja diagnoositud ajukasvaja juhtumid Rootsi piirkondlikest ja riiklikest vähiregistritest. Kontrollide tuvastamiseks kasutati Rootsi rahvastikuregistrist.	traadita telefonide, st nii mobiiltelefonide kui ka juhtmeta telefonide kasutamine. Eneseraporteeritud kokkupuute ise täidetud küsimustiku alusel, mida täiendati telefoniintervjuudega.	Kasutamise sagedus; kokkupuute kestus.	Pahaloomulised ajukasvavad. Odds ratio (OR) ja 95% usaldusvahemik (CI) tingimusteta logistilise regressiooni analüüsist.	OR (95% CI) seoses Mobiiltelefonide kasutamine (analoog, 2G, 3G)	OR (95% CI) digitaaltelefonide kasutamiseks (2G, 3G, juhtmeta)	OR (95% CI) kõigi traadita võrkude puhul telefonid	Töölane haiguslugu, kokkupuute erinevate ainetega, suitsetamisharjumused, haiguslugu, sealhulgas pärilikud riskitegurid, ja kokkupuute ioniseeriva kiirgusega.	Piisav/ Positiivne (Pahaloomulised ajukasvavad)					
			<i>Kasutamise sagedus</i>											
			Mittekasutajad (<1 aasta)	1 (viide)						1 (viide)	1 (viide)			
			Kasutajad (>1 aasta)	1.6 (0.99 - 2.7)						1.7 (1.04 - 2.8)	1.7 (1.04 - 2.8)			
			<i>Kasutamise kestus (aastad)</i>											
			1-5	1.8 (1.002 - 3.4)						2.6 (1.4 - 4.9)	2.6 (1.4 - 5.0)			
			5-10	1.7 (0.98 - 2.8)						1.6 (0.9 - 2.7)	1.6 (0.98 - 2.8)			
			10-15	1.3 (0.8 - 2.2)						1.4 (0.8 - 2.3)	1.3 (0.8 - 2.2)			
			15-20	1.5 (0.8 - 2.6)						2.2 (1.3 - 3.6)	1.7 (1.02 - 3.0)			
			20-25	1.9 (1.1 - 3.5)						1.5 (0.5 - 4.6)	1.9 (1.04 - 3.4)			
>25	2.9 (1.4 - 5.8)	-	3.0 (1.5 - 6.0)											

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (jätkub e)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)			Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid	
7. Hardell et al. 2013b ja Hardell ja Carlberg 2015. Rootsi, 1997-2003 ja 2007-2009. Kombineeritud juhtumikontrolli uuring.	316 akustilise neuroomi juhtu, 3530 kontrollisikut (mehed ja naised), vanuses 20-80 aastat (1997-2003). ja 18-75 aastat (2007-2009) diagnoosimise ajal. Juhtumid vähiregistrite andmed.	traadita telefonide, st nii mobiiltelefonide kui ka juhtmeta telefonide kasutamine. Eneseraporteeritud kokkupuude ise koostatud küsimustiku alusel, mida täiendab telefoniintervjuu.		Akustiline neurom. Odds ratio (OR) ja 95% usaldusvahemik (CI) tingimusteta logistilise regressioonanalüüsi põhjal.	OR (95% CI) seoses Mobiiltelefonide kasutamise (analoog, 2G, 3G)	OR (95% CI) digitaaltel efoni kasutamise (2G, 3G, juhtmeta)	OR (95% CI) kõigi traadita telefonide puhul	Töölane anamnees, kokkupuude erinevad ained, suitsetamisharjumused, haiguslugu, sealhulgas pärilikud riskifaktorid, ja kokkupuude ioniseeriva kiirgusega.	Adekvaatne/Positiivne (akustiline neuroom ja glioom)	
			Kasutamise sagedus							
			Mittekasutajad (<1 aasta)		1 (viide)	1 (viide)	1 (viide)			
			Kasutajad (>1 aasta)		1.6 (1.2 - 2.2)	1.5 (1.1 - 2.0)	1.5 (1.1 - 2.0)			
			Kasutamise kestus (aastat)						Positiivne seos raskekasutajate puhul	
			1-5		1.3 (0.9 - 1.8)	1.4 (1.01 - 1.9)	1.2 (0.8 - 1.6)			
			5-10		2.3 (1.6 - 3.3)	1.6 (1.1 - 2.3)	1.9 (1.3 - 2.7)			
			10-15		2.1 (1.3 - 3.5)	1.6 (0.97 - 2.8)	2.0 (1.3 - 3.2)			
			15-20		2.1 (1.02 - 4.2)	1.1 (0.5 - 2.5)	1.7 (0.9 - 3.3)			
	>20		4.5 (2.1 - 9.5)	8.1 (2.0 - 32)	4.4 (2.2 - 9.0)					
	1380 glioomi juhtumit, 3530 kontrolli (M ja F), vanuses 20-80 aastat (1997-2003) ja 18-75 aastat (2007-2009) sel ajal. Juhtumid teatatud vähktõvest registrid.	Traadita side kasutamine telefonid, st nii mobiiltelefonid ja juhtmeta telefonid. Enda teatatud kokkupuude iseenda poolt manustatud posti teel küsimustik.	Glioom. Tõenäosuste suhe (OR) ja 95% usaldusvahemikud (CI) tingimusteta logistilistest regressioonanalüüsis.			OR (95% CI) seoses Mobiiltelefonide kasutamise (analoog, 2G, 3G)	OR (95% CI) digitaaltel efoni kasutamise (2G, 3G, juhtmeta)	OR (95% CI) kõigi traadita telefonide puhul	Töölane anamnees, kokkupuude erinevad ained, suitsetamisharjumused, haiguslugu, sealhulgas pärilikud riskitegurid ja kokkupuude ioniseeriva kiirgusega.)
				Kasutamise sagedus						
				Mittekasutajad (<1 aasta)		1 (viide)	1 (viide)	1 (viide)		
				Kasutajad (>1 aasta)		1.6 (1.2 - 2.0)	1.3 (1.1 - 1.6)	1.3 (1.1 - 1.6)		
				Kasutamise kestus (aastad)						
				1-5		1.1 (0.7 - 1.7)	1.2 (0.9 - 1.4)	1.1 (0.9 - 1.4)		
				5-10		1.1 (0.8 - 1.6)	1.6 (1.3 - 2.0)	1.5 (1.2 - 1.9)		
				10-15		2.2 (1.5 - 3.7)	1.4 (1.1 - 1.9)	1.4 (1.1 - 1.8)		
				15-20		2.4 (1.5 - 3.7)	2.0 (1.5 - 2.8)	1.7 (1.2 - 2.3)		

			20- 25	3.2 (1.9- 5.5)	1.6 (0.6- 4.4)	1.9 (1.3- 2.9)		
			> 25	4.8 (2.5- 9.1)	-	3.0 (1.7- 5.2)		

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (jätkub f)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)		Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid			
8. Coureau et al. 2014. Prantsusmaa. 2004-2006. CERENAT. Case-kontrolluuring.	596 juhtumit ja 1192 kontrolli (M ja F) üle 16 aasta vanused. Juhtumid tuvastatud rahvastikupõhiste vähiregistrid. Kaks kontrolli kellel ei ole varem esinenud kesknärvisüsteemi kasvaja valiti juhuslikult välja kohalikud valimisnimekirjad, mis vastavad vanus (± 2 aastat), sugu ja elukohajärgne osakond.	Kokkupuude mobiiltelefoni kaudu telefoni kasutamine. Enda teatel kokkupuude standardiseeritud küsimustikud, mis edastatakse näost-näku, mittepimedad struktureeritud intervjuud koolitatud intervjuerijad.	Aeg alates esimesest kasutamisest (aastatel), Kumulatiivne kestus kõned (tundi)	Glioomid, meningioomid. Tingimuslik logistiline regressioon sobitatud komplektid olid mida kasutatakse VÕde hindamiseks ja 95%C on	OR (95 % CI) seoses glioom	OR (95 % CI) seoses meningioom	Haridustase, suitsetamine, alkoholi tarbimine. Potentsiaalne kutsealane tuvastati segavaid tegureid üksikasjalikest töökalendritest, ja konkreetsetest küsimustest pestitsiididega kokkupuute kohta, äärmiselt madala sagedusega elektromagnetilised väljad (ELF-EMF), RF-EMF ja ioniseerivate kiiritus	Adekvaatne/ Positiivne (glioom, meningioom)			
					Regulaarne mobiiltelefoni kasutamine						
					Ei ole regulaarne kasutaja	1 (viide)			1 (viide)	Positiivne seos raskete kasutajad	
					Tavakasutaja	1.24 (0.86 - 1.77)			0.90 (0.61 - 1.34)		
					Aeg alates esmakordsest kasutamisest (aastat)						
					1-4	0.88 (0.56 - 1.39)			0.79 (0.49 - 1.27)		
					5-10	1.34 (0.87 - 2.06)			0.97 (0.58 - 1.61)		
					>10	1.61 (0.85 - 3.09)			1.57 (0.64 - 3.86)		
					Kõnede kumulatiivne kestus (tundi)						
					<43	0.83 (0.48 - 1.44)			1.12 (0.61 - 2.04)		
					43-112	0.77 (0.42 - 1.41)			0.85 (0.45 - 1.61)		
					113-338	1.07 (0.60 - 1.90)			0.52 (0.25 - 1.07)		
					339-895	1.78 (0.98 - 3.24)			0.52 (0.18 - 1.45)		
>896	2.89 (1.41 - 5.93)	2.57 (1.02 - 6.44)									

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (jätkub g)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)		Mis tahes muu kaasnev kokkupuude/kohandused	Kommentaariid	
					OR (95% CI) mobiiltelefoni kasutajate puhul	OR (95% CI) seoses juhtmeta telefoni kasutajad			
9. Pettersson et al. 2014. Rootsi, 2002-2007. Rahvastikupõhine juhtumi-kontrolli uuring.	422 akustilise neuromaga juhtumit, 643 kontrolljuhtumit mobiiltelefonide kasutamise analüüsimiseks. 417 akustilise neuromaga juhtumit, 635 kontrolli juhtmeta telefonide kasutamise analüüside jaoks (M ja F), vanus 20-69 aastat. Kliinikutes, Rootsi piirkondlikes vähiregistris ja kohalikes akustilise neuroomi registris tuvastatud juhtumid. Rootsi rahvastikuregistris juhuslikult valitud kaks sobivat kontrolli iga juhtumi kohta.	Mobiiltelefoni ja juhtmeta telefoni kasutamine. Iseseisvalt teatatud kokkupuute postiküsimustiku alusel.	Kasutamise sagedus; kokkupuute kestus; kumulatiivne kasutusaeg	Akustiline neurom. Odds Ratios (OR) koos 95% CI-dega tingimusliku logistilise regressiooni põhjal.			Suitsetamine, haridus, perekonnaseis ja vanus; juhtmeta telefonide analüüside puhul: käed-vabad kasutamine. Piirnormid kokkupuute hindamisel. Positiivne seos raskekasutajate puhul.	Adekvaatne/ Ekvivalent selt (akustiline neurom)	
					<i>Kasutamise sagedus</i>				
					Mitte kunagi või harva	1 (viide)			1 (viide)
					Regulaarne kasutamine	1.18 (0.88 - 1.59)			1.41 (1.07 - 1.86)
					<i>Kasutamise kestus (aastat)</i>				
					<5	1.06 (0.73 - 1.54)			1.35 (0.97 - 1.89)
					5 kuni 9	1.39 (0.97 - 1.97)			1.74 (1.22 - 2.46)
					=>10	1.09 (0.75 - 1.59)			1.10 (0.73 - 1.64)
					<i>Kumulatiivne kasutamine (tundi)</i>				
					<38	1.09 (0.73 - 1.62)			1.22 (0.82 - 1.82)
					39-189	1.12 (0.74 - 1.69)			1.27 (0.85 - 1.89)
					190-679	1.13 (0.75 - 1.70)			1.42 (0.96 - 2.09)
					=>680	1.46 (0.98 - 2.17)			1.67 (1.13 - 2.49)

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (jätkub h)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamiseetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)	Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaarid		
10 Yoon et al. 2015. Korea; 2002- 2007; juhtum-kontrolluuring.	285 juhtumit, 285 kontrolli (M ja F), keskmine vanus 42,3 (\pm 14,1) juhtumit; 42,5 (\pm 14,0) kontrolli. Patsiendid võeti tööle viiest piirkonnast, sealhulgas Soulist, ja neid kontrolliti üheksa haigla neurokirurgia osakonnas. Kontrollgrupi isikud, kes said tervisekontrolli samas haiglas.	kokkupuude mobiiltelefoni kasutamisega. Enda teatatud kokkupuude küsimustike alusel.	Kumulatiivsed kasutustunnid ja eluaastad; keskmine päevane vastuvõttev kõne ja keskmine päevane saatev kõne; keskmine kõnede kestuse aeg	Glioom; korrigeeritud koefitsientide suhtarvud (aOR) ja 95% CI d arutati logistilise regressiooni abil.	OR (95 % CI) seoses glioom	korrigeeritud soo, vanuse, vastaja tüübi, viie elukoha piirkonna, haridustaseme, värvainete kasutamise, alkoholi tarvitamise, arvuti kasutamise ja elektriteksti kasutamise suhtes.	Adekvaatne/ Ekvivalentne (Glioom)		
								<i>Mobiiltelefoni kasutamine</i>	
								Mittekasutajad	1 (viide)
								Kasutajad	1.17 (0.63 - 2.14)
								<i>Eluaegne kasutusaeg (kuud)</i>	
								< 48	1.28 (0.62 - 2.64)
								48-84	1.27 (0.63 - 2.56)
								>48	1.04 (0.52 - 2.09)
								<i>Kumulatiivsed kasutustunnid (h)</i>	
								< 300	1.25 (0.64 - 2.45)
								300-900	1.59 (0.72 - 3.21)
								>900	0.64 (0.30 - 1.34)
								<i>Keskmine kestus (min)</i>	
								<2	1.18 (0.62 - 2.24)
3-4	1.31 (0.65 - 2.63)								
>5	1.00 (0.45 - 2.24)								
11. Al-Qahtani 2016. Saudi Araabia; 1996-2013; Retrospektiivne juhtumi-kontrolli uuring.	26 juhtumit, 61 kontrolljuhtu (M ja F). <30 aastat: 28; 30-39 aastat: 23; 40-49 aastat: 15; >50 aastat: 21. Haiglaandmed.	kokkupuude mobiiltelefoni kasutamisega. Eneseraporteeritud kokkupuude telefoni ja isikliku intervjuu põhjal, kasutades standardiseeritud küsimustikku.	Igapäevane kasutamine: \leq 1 h/ööpäevas: ei ole kokkupuute all; >1 h/ööpäevas: kokkupuute all. Latentsus: <10 aastat kasutamist; \geq 10 aastat kasutamist.	Kõrvalnäärme kasvaja. OR ja 95% usaldusvahemik	OR (95 % CI) seoses parotiidi näärme kasvaja	Suitsetamine Muid segavaid tegureid ei ole arvesse võetud. Väike näide.	Ebapiisav		
								<i>Igapäevane kasutamine</i>	
								Mittekaitstav	1 (viide)
								Eksponeeritud	3.47 (1.30 - 9.23)
			<i>Kokkupuute kestus</i>						

				< 10 aastat		3.6 (0.97 - 13.36)		
				10 aastat või rohkem		3.46 (0.77 - 15.56)		

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (jätkub i)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamise meetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)				Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaarid				
12. Satta et al. 2018. Sardiinia, Itaalia; 1998-2004; Rahvastikupõhine juhtumi-kontrolliuuring Euroopa mitmekesuselise uuringu EPILYMPH raames.	322 lümfoom juhtumid; 444 sobitatud kontrolli (M ja F). Juhtumid vanuses 25-74 aastat. Isiklik intervjuu standardiseeritud küsimustiku abil.	Kokkupuute raadiotelevisiooni saatjast või mobiiltelefoni tugijaamast kolme kõige pikema elukoha aadressi läheduses igal eluaegadel. Kaugus, mida kasutatakse kokkupuute intensiivsuse asendajana; RF-EMF mõõtmised kõige pikema elukoha aadressi ukstel, mis on kättesaadav 250 m kaugusel lähimast saatja tugijaamast asuvate uuritavate alamhulkade puhul, kasutades Microrade'i lairiba detektorit.	Raadiosagedusvä lja hinnangud (V/m):	Lümfoomi alatüübid: B-rakuline; T-rakuline; Hodgkin; muul viisil määratlemata NHL; OR ja 95% usaldusvahemik logistilisest regressioonist.	VÕI kõigi lümfoomide puhul	või B-rakkude lümfoomi puhul	Või kroonilise lümfootsütaarse leukeemia		Vanus, sugu, haridustasemed (kategoriseeritud 8 aastat, 9-13 aastat, 14 aastat), haridustase ja sõidukiliikluse kvartiilid uuritavate elukoha aadresside läheduses.	Ebapiisav				
			<i>RF-välja hinnangud (V/m):</i>											
			<0.01	1.00 (ref.)							1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	Ebakindel kokkupuute hindamine	
			0.01- 1.23	0.7 (0.4 - 1.5)							0.8 (0.4 - 2.0)	1.5 (0.5 - 4.4)		
			1.24- 1.50	0.7 (0.3 - 1.5)							0.9 (0.4 - 2.1)	-		
			1.51- 1.7401	1.0 (0.5 - 2.1)							1.1 (0.5 - 2.7)	0.6 (0.1 - 3.1)		
>1.7401	1.2 (0.6 - 2.6)	1.4 (0.6 - 3.4)	0.9 (0.2 - 4.6)											
13. Balekouzou et al. 2017. Kesk-Aafrika Vabariik; 2003-2015; Juhtumikontrolliuuring.	174 juhtumit; 348 eakohast kontrolli (F). Vanus >15 aastat. Andmed vähiregistrilt.	Mobiiltelefonide kasutamine, kiirgusega kokkupuude. Koolitatud küsitlajad viisid läbi standardiseeritud intervjuu isiklikult.	Kiirguskiirgus; harjumus hoida mobiiltelefoni rinnahoidjas.	Rinnavähk. Odds ratio (OR) ja 95% usaldusvahemik (95% CI) tingimusteta logistilisest regressioonist.	OR (95% CI) seoses Rinnavähk, univariaatne analüüs	p-väärtus	OR (95% CI) seoses Rinnavähk, mitmemõõtmeline analüüs	p-väärtus	Vanus, amet, majanduslik staatus, haridus, elukoht, rahvus ja perekonnaseis, perekonna anamnees, kiirgusega kokkupuude, toidu tarbimine, keheline aktiivsus, alkohol, tubakas, rinnahoidja kasutamine, harjumus hoida raha või mobiiltelefoni rinnahoidjas, pikkus, kaal ja kehamassiindeks.	Ebapiisav				
			<i>Igapäevane kasutamine (h/päevas)</i>											
			Ei	1.00 (ref.)								1.00 (ref.)		
			Jah	8.02 (5.16-12.47)							0.000	8.21 (5.04 - 13.38)	0.000	

			<i>Harjumus hoida mobiiltelefoni rinnahoidjas</i>							
			Jah		1.00 (ref.)		1.00 (ref.)			
			Ei		0.45 (0.31-0.65)	0.000	0.56 (0.35-0.89)	0.01		

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (jätkub j)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)		Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid						
14. Vila et al. 2018. Austraalia, Kanada, Prantsusmaa, Saksamaa, Iisrael, Uus-Meremaa ja Ühendkuningriik; 2000-2004; INTEROCC uuring; rahvusvaheline juhtumi-kontrolliuuring mobiiltelefonide kasutamise ja ajuvähi riski kohta seitsmes riigis.	2054 glioomi juhtumit; 1924 meningioomi juhtumid; 5601 kontroll (M ja F). Juhtumid vanuses 30-59 aastat; Saksamaal kuni 69 aastat; Iisraelis 18 aastat ja vanemad; Ühendkuningriigis 18-69 aastat. Isiklik arvutipõhine isiklik intervjuu.	Enda teatatud tööalane kokkupuute või lähedus radaritele, telekommunikatsiooni antennidele, saatjatele, pooljuhtide tootmise, meditsiinilise diagnoosimise ja ravi, tööstusliku kütte või toidu kuumutamise seadmetele. Iga teatatud RF- ja IF-allika keskmise kokkupuute taseme määramiseks kasutati allikate kokkupuute maatriksit (SEM). Iga elektromagnetvälja allika väljatugevused kaaluti, kasutades Rahvusvahelise Mitteiliseeriva Kiirguse Kaitse Komisjoni (ICNIRP) sagedusest sõltuvaid viitetasemeid (RL) töökeskkonna kokkupuute jaoks. Sagedus ekspositsioon: 10 MHz - 300 GHz.	E-väli (V/m, keskmised aritmeetilised ekspositsioonitasemed SEMist. RF-allikaid korraldatud E-välja kokkupuute taseme järgi)	Glioomi ja meningioomi risk; kohandatud OR ja 95% usaldusvahemikud.			Teave puudub Uuring, mis viitab võimalikule rollile ajukasvaja edendamisel/progresseerumisel.	Adekvaatne/negatiivne (Glioom ja meningioom)						

Tabel 1 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (jätkub I)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)			Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid	
					OR (95 % CI) seoses Kilpnäärmevähk, Üldine	OR (95 % CI) seoses Kilpnäärmevähk, MM	OR (95 % CI) seoses Kilpnäärmevähk, FF			
15. Luo et al. 2019. Connecticut, USA, 2010-2011; rahvastikupõhine juhtumi-kontrolli uuring.	462 juhtumit ja 498 rahvastikupõhine kontroll (M ja F), 21-84 aastased.	Mobiiltelefonide kasutamine, kiirgus kokkupuute. Koolitatud küsitajad manustati standardiseeritud ja struktureeritud küsimustik.	Mobiiltelefonide kasutamine; Kokkupuute kestus.	Kilpnäärmevähk (papillaarne, follikulaarne, medullaarne, anaplastiline). Mitmemõõtmeline tingimusteta logistiline regressioon, et hinnata koefitsientide suhtarvu (OR) ja 95%-seid usaldusvahemikud (95% CI).				vanus, sugu, haridus, kilpnäärme haigestumine perekonnas vähk, alkohol tarbimine, kehamass indeks, varasemad healoomulised kilpnäärmehaigused, tööalane kiirgus kokkupuute ja kiiritusravi.	Adekvaatne/ Ebaselge (Kilpnäärmevähk)	
					Mobiiltelefoni kasutamine					
					Mittekasutajad (< 6 kuud) kasutamine)	1 (viide)	1 (viide)			1 (viide)
					Kasutajad (< 6 kuud kasutamist)	1.05 (0.74, 1.48)	1.27 (0.62, 2.61)			0.99 (0.66, 1.47)
					Igapäevane kasutamine (h/päevas)					
					≤1	1.10 (0.72, 1.66)	1.76 (0.72, 4.32)			0.97 (0.60, 1.56)
					1-2	1.51 (0.90, 2.53)	1.66 (0.57, 4.82)			1.45 (0.79, 2.65)
					>2	1.40 (0.83, 2.35)	1.05 (0.35, 3.14)			1.52 (0.83, 2.80)
					Vanus esmasel kasutamisel (aastates)					
					≤20	1.08 (0.53, 2.20)	1.49 (0.34, 6.01)			0.95 (0.42, 2.18)
					21-50	1.06 (0.72, 1.55)	1.44 (0.65, 3.17)			0.96 (0.62, 1.49)
					>50	1.03 (0.62, 1.70)	0.99 (0.36, 2.70)			1.05 (0.58, 1.90)
					Kasutamise kestus (aastat)					
≤12	0.99 (0.66, 1.49)	0.99 (0.39, 2.48)	0.97 (0.61, 1.53)							
12-15	0.94 (0.63, 1.42)	0.82 (0.34, 1.97)	0.97 (0.61, 1.55)							
>15	1.29 (0.83, 2.00)	2.11 (0.91, 4.89)	1.03 (0.62, 1.73)	Mõned tõendid pikkade termin kasutajad						

Tabel 2 - Vähk epidemioloogilistes ökoloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (450-6000 MHz) (a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)					Mis tahes muud kaas-ekspositsioonid/korrigeerimised	Kommentaariid
16. Gonzalez Rubio et al. 2017. Hispaania. 2012-2015. Case-ökoloogiline kontrolluuring.	95 juhtumit: 65 lümfoomi, 12 glioomid, 18 meningioomi (30 ajukasvaja); 390 anonüümset kontrolli (M ja F). Hispaania riikliku statistikaameti (INE) 110 halduspiirkonna elanike andmed. Albacete Ülikooli Kliinikumi onkoloogia teenistuse kõigi glioomide, meningioomide ja lümfoomide vähijuhtude aadressid. 390 anonüümse aadressi representatiivne juhuslik valim Albacete linnavalitsuse statistikaametist.	Elamute kokkupuude mis tahes RF-ga. 14 sagedusala (FM, TV3, TETRA, TV4 ja 5, GSM Tx, GSM Rx, DCS Tx, DCS Rx, DECT, UMTS Tx, UMTS Rx, WiFi 2G, WiMAX ja WiFi 5G), vahemikus 88MHz kuni 6 GHz. Isikliiku kokkupuudet hinnati EME Spy 140 (Satimo)ekspositsiooni mõõtja abil, mis edastas ekspositsiooni mõõtja jalgrattal. 168266 kokku mõõtmist, 12019 mõõtmist sageduse kohta, 1540 keskmiist mõõtmisprotokolli halduspiirkonna kohta.	Keskmine kogu kokkupuude RF-EMFiga (V/m) halduspiirkonna kohta: Min 0,07, max 1,03	Glioomid, meningioomid ja lümfoomid; Spearmani korrelatsioonites t kokkupuute ja kasvajate esinemissageduse vahel. Mõju hinnang ei ole asjakohane	ρ of Spearman for Meningioma, (p-väärtus)	ρ of Spearman Glioma jaoks, (p-väärtus)	ρ Spearmani kõigi ajude puhul, (p-väärtus)	ρ Spearmani lümfooma, (p-väärtus)	ρ Spearmani kõigi kasvajate puhul, (p-väärtus)	Suitsetamine Muud analüüsimate asutajad, keda ei ole analüüsitud Kujundus ei ole selge, eriti arvestades, et tundub, et on olemas isikliiku kokkupuute hindamine	ebapiisav
	Disain ei ole selge, eriti arvestades, et tundub, et seal on isikliik kokkupuute hindamine	Ei ole selge kokkupuute hindamine				0,19 (0,04)	0,15 (0,13)	0,28 (0,003)	-0,03 (0,72)	0,13 (0,19)	

Tabel 3 - Vähk epidemioloogilistes kohortuuringutes (450-6000 MHz) (a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)			Mis tahes muu kaasnev kokkupuude/kohandused	Kommentaari d				
17. Frei et al. 2011. Taani; 1990-2007. Üleriigiline kohortuuring.	Kõik taanlased vanuses ≥ 30 aastat, kes on sündinud Taanis pärast 1925. aastat, jaotatuna mobiiltelefonide abonentideks ja mitteabonentideks enne 1995. aastat.	Mobiiltelefonide kasutamine mobiiltelefoni tellimuseks; andmed aastateks 1982-95 saadi Taani võrguoperaatoritelt.	Mobiiltelefoni kasutamine, tellimuse kestus.	Kesk närvisüsteemi kasvavad. Sugupõhised esinemissageduse suhtarvud (IRR) ja 95% usaldusvahemikud log-lineaarsete Poissoni regressioonimudelite põhjal.	IRR (95 % CI) järgmistel juhtudel Kesk närvisüsteemi kasvavad, MM	IRR (95 % CI) järgmistel juhtudel Kesk närvisüsteemi kasvavad, FF	IRR (95% CI) järgmistel juhtudel Kesk närvisüsteemi kasvavad, MM >12-aastase haridustasemega	Vanus, kalendriaeg, haridus ja kasutatav sissetulek.	Ebapiisav				
			<i>Mobiiltelefonide kasutamine</i>										
			Mitte-tellijad	1.0 (ref.)						1.0 (ref.)	1.0 (ref.)		
			Tellijad	1,02 (0,94 kuni 1,10)						1,02 (0,86-1,22)	1,00 (0,83 kuni 1,22)	Ekspositsiooni hindamine ainult tellimise alusel	
			<i>Tellimuse aastad</i>										
			Mitte-tellijad	1.0 (ref.)						1.0 (ref.)	1.0 (ref.)		
			1-4	1,07 (0,92 kuni 1,24)						0,97 (0,69 kuni 1,36)	1,29 (0,92 kuni 1,79)		
			5-9	0,95 (0,83 kuni 1,08)						1,05 (0,81-1,37)	0,95 (0,70 kuni 1,29)		
			10-12	1,08 (0,93 kuni 1,25)						1,05 (0,75 kuni 1,47)	0,82 (0,55 kuni 1,24)		
			≥13	1,03 (0,83 kuni 1,27)						0,91 (0,41 kuni 2,04)	0,94 (0,55 kuni 1,60)		

Tabel 3 - Vähk epidemioloogilistes kohordiuuringutes (450-6000 MHz) (jätkub b)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)					Mis tahes muud kaasnevad kokkupuuted/kohan dused	Kommentaari d	
					RR (95% CI) seoses kõik koljusisesed KNS-kasvajad	RR (95% CI) seoses glioom	RR (95% CI) seoses meningioom	RR (95% CI) seoses hüpofüüsi	RR (95% CI) seoses akustililise neurom			
18. Benson et al. 2013. Ühendkuningriik; prospektiivne kohortuuring, Million Women Study.	1,3 miljonit keskealist naist, kes osalesid rindade sõeluuringu programmis.	Mobiiltelefoni kasutamine. Postiküsitlus; mobiiltelefoni kasutamise kohta esitati küsimusi aastatel 1999-2005 ja uuesti 2009. aastal	Mobiiltelefoni kasutamine.	Intrakraniaalsed kesknärvisüsteemi kasvajad. Coxi regressioonimudelid kohandatud suhteliste riskide (RR) ja 95% usaldusvahemike (CI) hindamiseks.						Sotsiaalmajanduslik staatus, piirkond, vanus uuringu alguses, pikkus, kehamassiindeks, suitsetamine, alkoholtarbimine, kehaline aktiivsus, menopausihormoonide kasutamine.	Adekvaatne/ Positiivne (akustililise neurom, hüpofüüsi)	
			<i>Kas olete kunagi kasutanud mobiiltelefoni</i>								Mitme tulemuse osas ülekorrigeeritud.	
			Ei	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)				
			Jah	1.01 (0.90-1.14)	0.91 (0.76-1.08)	1.05 (0.81-1.38)	1.52 (0.99-2.33)	1.44 (0.91-2.28)				
			<i>Kasutamise sagedus</i>									
			Mitte kunagi kasutaja	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)				
			<Päevane kasutamine	1.02 (0.90-1.15)	0.92 (0.77-1.10)	1.05 (0.80-1.37)	1.53 (0.99-2.36)	1.45 (0.91-2.31)				
			Igapäevane kasutamine	1.00 (0.80-1.26)	0.80 (0.56-1.14)	1.11 (0.67-1.85)	1.45 (0.68-3.10)	1.37 (0.61-3.07)				
			<i>Kokkupuute kestus (aastad)</i>						<i>p-väärtus trendi kohta = 0,23</i>	<i>p-väärtus trendi kohta = 0,03</i>		
			Mitte kunagi kasutaja	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)				
			<5	1.00 (0.84-1.20)	0.93 (0.71-1.21)	0.88 (0.60-1.31)	2.31 (1.31-4.06)	1.00 (0.54-1.82)				
			5-9	1.02 (0.89-1.17)	0.92 (0.75-1.13)	1.21 (0.89-1.65)	1.08 (0.64-1.82)	1.80 (1.08-3.03)				
10+	1.02 (0.81-1.27)	0.78 (0.55-1.10)	1.10 (0.66-1.84)	1.61 (0.78-3.35)	2.46 (1.07-5.64)							

Tabel 3 - Vähk epidemioloogilistes kohortuuringutes (450-6000 MHz) (jätkub c)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)				Mis tahes muud kaasnevad ekspositsioonid/taotlused	Kommentaari
19. Poulsen et al. 2013. Taani, 1982-1995, järgnevad kuni 2007. aastani. Kohortuuring: CANULI uuring sotsiaalse ebavõrdsuse ning vähihaigestumuse ja ellujäämise kohta.	355701 (M ja F), 30 aastat esimese vähidiagnoosi, surma, väljarände kuupäevast.	Mobiiltelefonide kasutamine. Mobiiltelefonide kasutamine Taanis ajavahemikul 1982. aastast kuni 1995. aasta lõpuni. Isikute aeg esimesel aastal pärast liitumist määratleti kui kokkupuutumatu aeg.	Mobiiltelefonide kasutamine; kokkupuute kestus.	pea ja kaela basaalkartsinoom, plaahtinakartsinoom ning melanoom pea ja kaelal. Esinemissageduse suhtarvud (IRR) ja 95% usaldusvahemikud log-lineaarsete Poissoni regressioonimudelit põhjal.	IRR (95% CI) järgmistel juhtudel Basaalkartsinoom pea ja kael, FF	IRR (95% CI) järgmistel juhtudel Basaalkartsinoom pea ja kael, MM	IRR (95% CI) järgmistel juhtudel Päähe ja päähe tekkinud koldekartsinoom ja melanoom. kaela, FF	IRR (95% CI) järgmistel juhtudel Päähe ja päähe tekkinud koldekartsinoom ja melanoom. kaela, MM	Vanus, kalendriaasta, haridustase ja sissetulek. Ekspositsiooni hindamine ainult mobiiltelefonitellimise teel	Ebapiisav
			<i>Mobiiltelefoni kasutamine</i>							
			Mittekasutajad (< 1 aasta tellimus)		1 (viide)	1 (viide)	1 (viide)	1 (viide)		
			Kasutajad (>1 aasta tellimus)		0.93 (0.82 - 1.05)	0.98 (0.93 - 1.03)	1.01 (0.88 - 1.16)	1.05 (0.80 - 1.37)		
			<i>Kasutamise kestus (aastat)</i>							
			1-4		1.02 (0.80 - 1.30)	1.01 (0.91 - 1.13)	0.86 (0.61 - 1.21)	1.16 (0.69 - 1.94)		
			5-9		0.78 (0.64 - 0.95)	0.96 (0.89 - 1.04)	1.01 (0.81 - 1.26)	1.01 (0.65 - 1.57)		
			10-12		1.02 (0.83 - 1.26)	0.96 (0.87 - 1.05)	1.17 (0.93 - 1.48)	0.92 (0.55 - 1.54)		
	>=13		1.20 (0.79 - 1.82)	1.02 (0.90 - 1.15)	0.91 (0.66 - 1.27)	1.20 (0.65 - 2.22)				

Tabel 3 - Vähk epidemioloogilistes kohortuuringutes (450-6000 MHz) (jätkub d)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)			Mis tahes muu kaasnev kokkupuude/kohandused	Kommentaariid	
20. Hauri et al. 2014. Šveits. 2000-2008. Rahvaloendusel põhinev kohortuuring.	997 vähijuhtu Šveitsi rahvuslikust kohordist: 283 leukeemia, 258 CNS kasvavad, 456 muud vähk; 117 juhtumit Šveitsi lastevähiregistris, mis ei ole seotud SNCga: 27 leukeemia, 26 CNS kasvavad, 64 muud vähkkasvaja (M ja F); ≤15 aastat.	Elanike kokkupuude keskmist lainepikkust (0,5-1,6 MHz), lühilaine (6-22 MHz), väga kõrgsagedus (VHF; 174-230 MHz) ja ülikõrgsageduslikud (UHF; 470-862 MHz) elektromagnetväljad. RF-EMF VHF- ja UHF-saatjate ... tasemed modelleeriti föderaalsete sideameti poolt iga saatja ümber 10 km raadiuses asuva piirkonna jaoks aastateks 1990 ja 2000.	A priori valitud piirväärtused, et eristada madalat, keskmist ja kõrget kokkupuudet. V/m	Leukeemia, äge lümfoblastleukeemia ja kesknärvisüsteemi kasvavad, sealhulgas healoomulised kasvavad. Riskisuhte ajasündmuse analüüsist (Coxi regressioon), 2000-2008. Intsidendite suhtarv Poissoni regressioonanalüüsi põhjal, 1985-2008.	HR (95% CI), IRR (95% CI), Kõik vähivormid	HR (95% CI), IRR (95% CI), kõik leukeemiad	HR (95% CI), IRR (95% CI), Kesknärvisüsteemi kasvavad	sugu, benseen, looduslik taust ioniseeriv γ-kiirgus, kaugus lähimast kõrgepingeliinist ja linnastumise tase.	Adekvaatne/ Negatiivne (lapsevähid)	
					<i>Elamute kokkupuude</i>					
					Madal	1 (viide)	1 (viide)			1 (viide)
					Keskmine	1.14 (0.94 - 1.38) 1.09 (1.00 - 1.20)	0.70 (0.46 - 1.07) 0.92 (0.77 - 1.10)			1.35 (0.94 - 1.95) 1.16 (0.95 - 1.42)
					Kõrge	1.03 (0.74 - 1.43) 0.90 (0.76 - 1.06)	0.55 (0.26 - 1.19) 0.76 (0.55 - 1.05)			1.68 (0.98 - 2.91) 1.03 (0.73 - 1.46)

Tabel 4 (kokkuvõte 1-3) - Kogutud andmed vähi kohta epidemioloogilistes uuringutes (450-6000 MHz).

Uuringud kokku FR1*	20			
Adekvaatsed uuringud	11			
Täheldatud kasvaja	Kokku adekvaat sed uuringu d	Positiiv sed tulemu sed	Ebaselged tulemu sed	Negatiivsed tulemused
Glioom	8	3	2	3
Akustiline neurom	3	2	1	
Meningioom	4	2		2
Lümfoom	1			1
Kilpnääre	1		1	
Hüpfüüsi	1	1		

* Mõned uuringud hõlmavad rohkem kui ühte kasvajakohta.

1.EPIDEMIOLOOGILISTE TULEMUSTE KOKKUVÕTE (FR1: 450-6000 MHz) (tabel 4)

Epidemioloogilised tõendid RF-EMF-iga kokkupuute võimaliku seose kohta vähktõvega pärinevad erinevatest uuringutest, milles hinnati erinevaid kokkupuuteallikaid: populatsioonid hõlmasid inimesi, kes puutusid kokku töökeskkonnas, inimesi, kes puutusid kokku üldise keskkonna allikate, nt raadiojaamade kaudu, ja inimesi, kes puutusid kokku traadita (mobiil- ja juhtmeta) telefonide kasutamise kaudu.

Peatükis 4 (Piirangud) käsitletakse üksikute uuringute hindamisega seotud üldisi meetodilisi probleeme. Pärast IARC 2011. aasta hindamist (IARC, 2013) ja kuni 2020. aastani avaldatud epidemioloogiliste uuringute koguarv, mis on valitud käesoleva FR1 läbivaatamise jaoks, oli 20.

Pärast 20 originaalartikli täiendavat süvaanalüüsi osutusid 11 uuringut piisavaks kokkupuute hindamise, valimi suuruse ja segavate tegurite analüüsi asjakohasuse alusel.

Glioomide, akustiliste neuromide, meningioomide, lümfoomide, kilpnäärme ja ajuripatsi kasvajate puhul analüüsiti 11 asjakohases uuringus võimalikku seost kokkupuutega RF-EMF-iga, mis on seotud mobiiltelefoni kasutamisega, või keskkonna/töölase kokkupuutega raadiojaamadest lähtuva kiirgusega. Järgnevalt on esitatud erinevate kasvajate seos RF-EMF-ga kokkupuutega. Sulgudes on esitatud erinevatele uuringutele määratud numbrid.

Glioom: 7 piisavatest uuringutest selle tulemuse kohta näitasid 3 positiivset seost RF-EMF-ga (viited: 6, 7, 8), 2 olid ebaselged (1,10) ja 3 negatiivsed (viited: 14,18, 20).

Akustiline neurom: 3 adekvaatsest uuringust selle tulemuse kohta näitasid 2 positiivset seost RF-EMF-iga (viited: 7, 18), 1 oli ebaselge (viide: 9).

Meningioom: 4 adekvaatsest uuringust selle tulemuse kohta näitasid 2 positiivset seost RF-EMF-ga (viited: 5,8) ja 2 olid negatiivsed (viited: 14, 18).

Lümfoom/leukeemia: ainus adekvaatne uuring (lapsepõlves) selle tulemuse kohta oli negatiivne (viide: 20).

Kilpnäärmekasvaja: ainus adekvaatne uuring selle tulemuse kohta näitas ebaselgeid tulemusi (viide: 15).

Hüpopüüsi kasvaja: ainus adekvaatne uuring selle tulemuse kohta oli positiivne (viide: 18).

Erinevate uuringute tulemused sama tulemuse kohta on erinevad (tulemused on vastuolulised), nagu on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 4. Kindlamate tõenditega kasvajad on glioom ja akustiline neuroom. Glioomi ja akustilise neuroomi seos on tugevam mobiiltelefoni pikaajaliste raskekasutajate seas, mis on ka kõige ulatuslikumalt uuritud kokkupuuteallikas, ning mõnel juhul oli kasvajate teke seotud sellega, millisel pool seadet käideldi.

IARCI hinnang, mille kohaselt on FR1 puhul *piiratud tõendid* RF-EMF-i vähktõve tekitamise kohta epidemioloogilistes uuringutes, on kinnitatud.

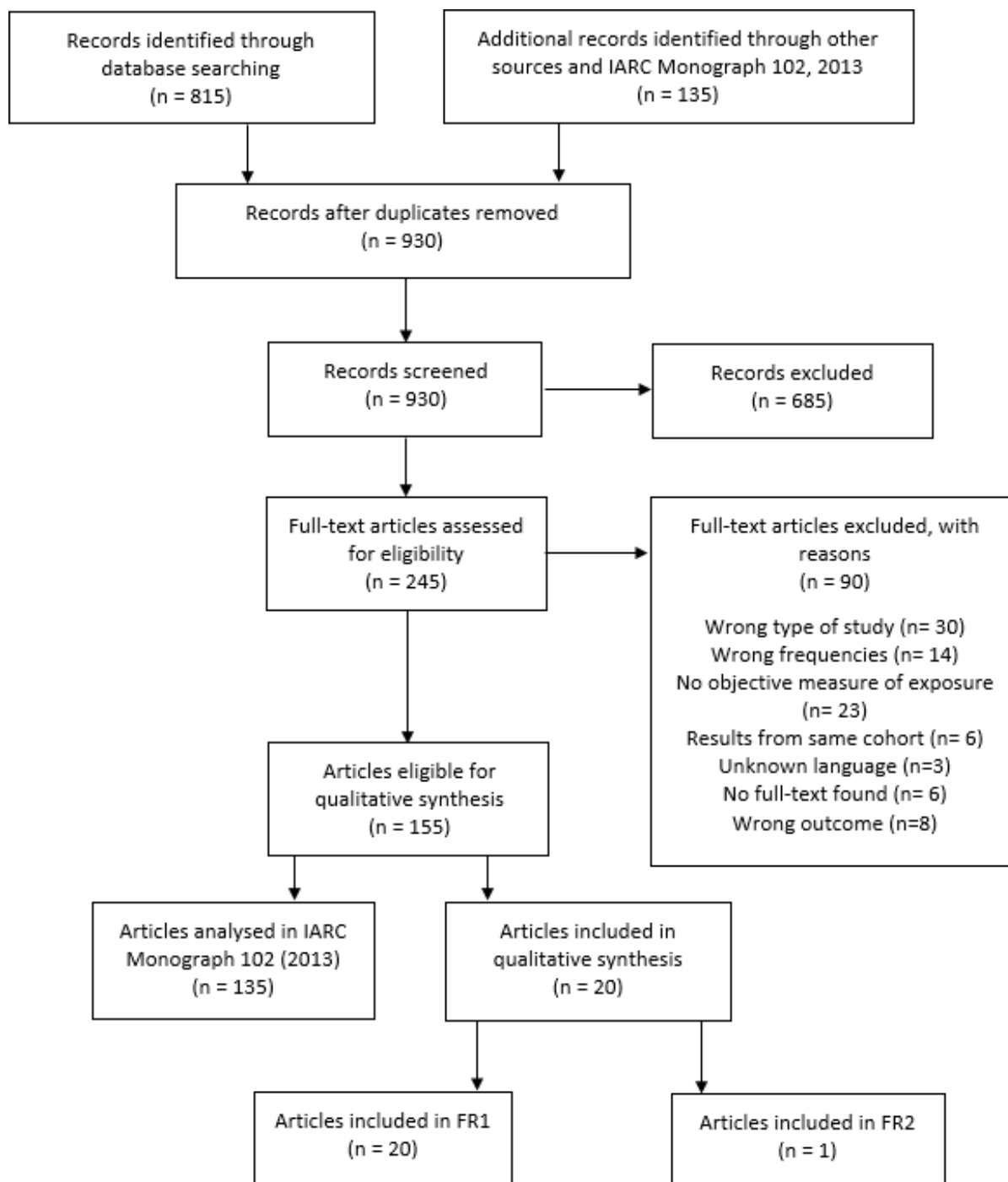
4.1.2 Vähk epidemioloogilistes uuringutes: Uuringud, milles hinnatakse kõrgema sagedusalaga (FR2: 24 kuni 100 GHz, MMW) raadiosageduste mõju tervisele.

Asjakohase kirjanduse valikuvoog on sama, mis FR1 puhul, nagu on rõhutatud PRISMA vooskeemil, 930 artiklit sõeluti pealkirja ja kokkuvõtte alusel ja 685 jäeti selles etapis välja; 245 artiklit sõeluti täistekstide alusel ja 90 jäeti selles etapis välja ning pärast põhjalikumat hindamist oli ainult üks avaldatud artikkel kõlblik kaasamiseks suurima sageduse vahemiku ülevaatusse (see artikkel teatas nii FR1 kui ka FR2 kutsealase kokkupuute kohta, seega ei lisandu see kaasatud uuringute üldarvule) (joonis 10).

Kahes artiklis, mis sisaldasid IARCI monograafias 102 (IARC, 2013) (ja mida seetõttu siin ei kirjeldata), esitati FR2 vahemikuga seotud ekspositsioonid: otsustati esitada kõige olulisem teave kokkuvõtvates tabelites, kuna need uudsed sagedused on käesoleva ülevaate tegelik fookus.

Iga artikli kohta on esitatud kokkuvõte koos tabeliga, milles on esitatud kokkuvõte kõige olulisemast teabest; lisaks sellele hindas vanemekspert nende asjakohasust kantserogeensete mõjude hindamiseks (piisav/ebapiisav) ja tulemuste üldist kokkuvõtet (positiivne/negatiivne/ebatäpne), järgides metoodika osas kirjeldatud asjakohasuse hindamise kriteeriume.

Joonis 10 - Vooluskeem. Vähi epidemioloogilised uuringud FR2 puhul



Kokkuvõtteks, otsing PubMed e EMFPortal andmebaasides epidemioloogiliste uuringute kohta, mis käsitlesid kokkupuudet 24 GHz kuni 100 GHz (FR2), sisaldas 3 uuringut. Kaks olid juba kirjeldatud IARCI monograafias 102 (Stang et al., 2001 (1); Baumgardt-Elms et al., 2002 (2)) , üks oli avaldatud pärast 2011. aastat (Vila et al, 2018 (3)); viimast uuriti ka ülevaates sisalduvas madalamate sageduste analüüsis. 3 uuringut käsitlevad radarioperaatorite või radarijaamade läheduses töötavate töötajate tööalast kokkupuudet. Radarite telekommunikatsioonis kasutatavate sageduste vahemik on esitatud tabelis 5 (IEEE 521-2002). Töötajate kokkupuudet ei ole hästi hinnatud, kuna RF-EMF-kiiritus on ise teatatud, tavaliselt kvantifitseeritakse see radarist kauguse või lihtsalt ametinimetuse alusel:

Tabel 5 - Radarite kasutatav sagedusvahemik.

Vahemiku nimi	Sagedus
L1 - 2 GHz	
	S2 - 4 GHz
	C4 - 8 GHz
[3]	8 - 12 GHz
Ku12 - 18 GHz	
K18 - 27 GHz	
Ka27 - 40 GHz	
V40 - 75 GHz	
W75 - 110 GHz	

Tabelites 6a,b on esitatud analüüsitud uuringute kokkuvõtted nende sageduste kohta. Epidemioloogiline uuring, mida IARCI tööühma 2011. aasta hinnangusse ei kaasatud, on järgmine:

3. Vila et al., 2018.

Austraalia, Kanada, Prantsusmaa, Saksamaa, Iisrael, Uus-Meremaa ja Ühendkuningriik; 2000-2004; INTEROCC-uuring: rahvusvaheline juhtumi-kontrolliuuring mobiiltelefonide kasutamise ja ajuvähi riski kohta seitsmes riigis.

2011. aastal klassifitseeris Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur raadiosageduslikud elektromagnetväljad (RF-EMF) inimestele tõenäoliselt kantserogeenseks (rühm 2B), kuigi epidemioloogilised tõendid töoga seotud kokkupuute ja vähktõve vahelise seose kohta hinnati ebapiisavaks, osaliselt kokkupuute hindamise piirangute tõttu. Käesolevas uuringus uuritakse töökeskkonnas esinevate RF- ja keskmiste sageduste (IF) elektromagnetväljadega kokkupuute ja ajukasvaja (glioomi ja meningioomi) riski suhet INTEROCC rahvusvahelises rahvastikupõhises juhtumi-kontrolli uuringus (ligi 4000 juhtumit ja üle 5000 kontrolljuhtumit), kasutades uudet kokkupuute hindamise meetodit. Meetodid: Uuringus osalejatele määrati individuaalsed indeksid kumulatiivse kokkupuute kohta RF- ja IF-EMF-iga (üldiselt ja konkreetses kokkupuute aegadel), kasutades allikate ja kokkupuute maatriksit ning üksikasjalikke intervjuude andmeid töö kohta elektromagnetvälja allikatega või nende läheduses. Glioomi ja meningioomi riski seoste uurimiseks kasutati tingimuslikku logistilist regressiooni. Üldiselt puutus umbes 10% uuringus osalejatest kokku RF-kiirgusega, samas kui ainult 1% puutus kokku IF-EMF-iga. Ei olnud selgeid tõendeid positiivse seose kohta RF või IF-EMF ja uuritud ajukasvajate vahel, kusjuures enamus tulemusi näitas kas seose puudumist või koefitsientide suhtarvu (OR) alla 1,0. Suurimad korrigeeritud OR-d saadi kumulatiivse kokkupuute korral RF-magnetväljadega (A/m-aaasta) kõrgeima kokkupuute kategooria (≥ 90 . protsentiil) kõige hiljutisemas kokkupuuteaja aknas (1-4 aastat enne diagnoosi või võrdluskupäeva) nii glioomi (OR=1,62 (95% usaldusvahemik (CI): 0,86, 3,01) kui ka meningioomi (OR=1,52, 95% CI: 0,65, 3,55) puhul. Vaatamata käesolevas uuringus kasutatud paremale kokkupuute hindamise lähenemisviisile ei tuvastatud selgeid seoseid. Siiski viitavad hiljutise kokkupuute kohta RF elektri- ja magnetväljadega saadud tulemused võimalikule rollile ajukasvaja edendamisel/progresseerumisel ning neid tuleks täiendavalt uurida.

Kommentaari: Parem kokkupuute hindamine. Selget seost ei tuvastatud glioomi ja meningioomi puhul, võimalik roll ajukasvaja edendamisel/progresseerumisel.

Tabel 6 - Vähk epidemioloogilistes juhtumi-kontrolli uuringutes (24 kuni 100 GHz, MMW) (a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamise meetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)	Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid
1. Stang et al. 2001. Saksamaa. 1994-1997. Haiglapõhine ja rahvastikupõhine juhtumi-kontrolliuuring.	118 juhtumit, 475 kontrolljuhtumit (M ja F). 35-74 aastat. Haiglapõhine juhtumi-kontrolliuuring Esseni Ülikooli silmaarstiteaduse osakonnas; rahvastikupõhise uuringu kontrollid valiti juhuslikult elukohajärgsetest kohustuslikest nimekirjadest.	Elektromagnetilise kiirguse töölased allikad. Iseseisvalt teatatud kokkupuude isikliku intervjuu põhjal.	Eluagne kokkupuude: kokkupuute allikas, kestus, kokkupuute algus.	Uveaalne melanoom. Odds ratios (OR) ja 95% CI tingimuslikest logistilistest regressioonimudelitest.	OR (95% CI), Uveaalne melanoom	Haiguslugu, fenotüübilised omadused, elustiili tegurid, Vähesed osalejad teatasid kokkupuutest radariga	Adekvaatne/negatiivne (Uveaal melanoom)
			EMF allikas				
			Radarseadmed				
2. Baumgardt-Elms et al. 2002. Saksamaa. 1995-1997. Rahvastikupõhine juhtumi kontrolliuuring.	269 juhtumit, 797 kontrolli (M). 15-69 aastat. Haigusjuhud tuvastati uuringupiirkondade kliiniliste ja patoloogiaosakondade aktiivse aruandlussüsteemi kaudu. Kontrollid valiti juhuslikult elanike kohustuslikest registritest.	Töölane kokkupuude elektromagnetväljadega. Iseseisvalt teatatud kokkupuude isikliku intervjuu käigus.	Vähemalt 6 kuu pikkune kokkupuude. Ekspositsioonid, mis on rühmitatud vastavalt elektromagnetilisele spektrile ja eeldustele konkreetsel töökohtadel mõõdetud elektri- ja magnetväljade tugevuse kohta.	Munandivähk; tõenäosussuhe ja 95% usaldusvahemik (OR, 95% CI) tingliku logistilise regressiooni alusel.	OR (95% CI), munandi vähk	Vastavustegurid vanus (kümme 5-aastast vanuserühma, kuna kõrgeimas vanuserühmas ei olnud ühtegi juhtumit) ja elukohajärgne piirkond (viis kihistust) kihistamise kaudu; sini- ja valgekraede alarühmade analüüs.	Adekvaatne/negatiivne (munandite kasvaja)
			EMF allikas				
			Töötamine radarseadmete läheduses				

Tabel 6 - Vähk epidemioloogilistes juhtumiuuringutes (24 kuni 100 GHz, MMW) (jätkub b)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)		Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid									
<p>3. Vila et al. 2018. Austraalia, Kanada, Prantsusmaa, Saksamaa, Iisrael, Uus-Meremaa ja Ühendkuningriik; 2000-2004; INTEROCC-uuring; rahvusvaheline juhtumikontrolliuuring mobiiltelefonide kasutamise ja ajuvähi kohta seitsmes riigis.</p>	<p>2054 glioomi juhtumit; 1924 meningioomi juhtumit; 5601 kontroll (M ja F). Juhtumid vanuses 30-59 aastat; Saksamaal kuni 69 aastat; Iisraelis 18 aastat ja vanemad; Ühendkuningriigis 18-69 aastat. Isiklik arvutipõhine isiklik intervjuu.</p>	<p>Enda teatatud tööalane kokkupuute või lähedus radaritele, telekommunikatsiooni antennidele, saatjatele, pooljuhtide tootmise, meditsiinilise diagnoosimise ja ravi, tööstusliku kütte või toidu kuumutamise seadmetele. Iga teatatud RF- ja IF-allika keskmiste kokkupuutetasemete määramiseks kasutati allikate kokkupuute maatriksit (SEM). Iga elektromagnetvälja allika väljatugevused kaaluti, kasutades Rahvusvahelise Mitteiliseeriva Kiirguse Kaitse Komisjoni (ICNIRP) sagedusest sõltuvaid viitetasemeid (RL) töökeskkonna kokkupuute jaoks. Kokkupuutesagedus: 10 MHz-300 GHz.</p>	<p>E-väli (V/m, keskmised aritmeetilised ekspositsioonitasemed SEMist. RF-allikaid korraldatud E-välja kokkupuute taseme järgi)</p>	<p>Glioomi ja meningioomi risk; kohandatud OR ja 95% usaldusvahemikud.</p>	<p>OR (95 % CI) seoses Glioomid</p>	<p>Meningioomide OP</p>	<p>Teave puudub</p> <p>Parem kokkupuute hindamine. Selget seost ei tuvastatud glioomi ja meningioomi puhul, võimalik roll ajukasvaja edendamisel/progressseerumisel.</p>	<p>Adekvatne/negatiivne (glioom ja meningioom)</p>									
												<i>Kokkupuute kestus: 1-4 aastat</i>					
												Mittekaitstav		1.00 (ref.)	1.00 (ref.)		
												<0.42		0.69 (0.49-0.98)	0.60 (0.38-0.96)		
												0.42-4.47		0.85 (0.54-1.35)	1.13 (0.60-2.14)		
												4.48-18.8		0.77 (0.44-1.37)	0.86 (0.35-2.13)		
												≥18.9		1.38 (0.75-2.54)	1.30 (0.58-2.91)		
												<i>Kokkupuute kestus: 5-9 aastat</i>					
												Mittekaitstav		1.00 (ref.)	1.00 (ref.)		
												<0.42		0.84 (0.61-1.17)	0.60 (0.38-0.97)		
												0.42-4.47		0.93 (0.60-1.44)	1.48 (0.84-2.61)		
												4.48-18.8		0.82 (0.46-1.47)	1.08 (0.66-2.39)		
												≥18.9		0.90 (0.44-1.83)	1.03 (0.45-2.63)		

Tabel 7 (kokkuvõtte 6 a, b) - Vähi epidemioloogiliste uuringute kokkuvõttev tabel, FR2: 24-100 GHz

Uuringud kokku*	3			
Adekvaatsed uuringud	3			
Täheldatud kasvaja	Kokku adekvaatsed uuringud	Positiivsed tulemused	Ebaselged tulemused	Negatiivsed tulemused
Glioom	1			1
Meningioom	1			1
Uvea melanoom	1			1
Munandivähk	1			1

* üks uuringutest hõlmab rohkem kui ühte kasvajakohta.

➤ **TULEMUSTE KOKKUVÕTE EPIDEMIOLOOGILISTEST UURINGUTEST RAKKUSEL (FR2: 24 kuni 100 GHz, MMW) (tabel 6a, b)**

Kõik 3 piisavat uuringut, mida vaadati läbi, ei näidanud selget seost kõrgema sagedusega (FR2) kokkupuute ja valitud vähi vahel (tabel 7).

IARC tööühm jõudis kokkuvõttes tööga kokkupuute kohta esitatud andmete kohta, mis käsitlevad ka FR2, järeltulele:

"Aju kasvaja: "...ekspositsiooni väärklassifitseerimine ja ebapiisav tähelepanu võimalikele segavatele teguritele piiravad tulemuste tõlgendamist. Seega ei ole selgeid viiteid sellele, et töölane kokkupuute RF-kiirgusega oleks seotud ajuvähi riskiga."

"Leukeemia/lümfoom: Kokkuvõtteks võib öelda, et kuigi leukeemia või lümfoomi riski võimaliku suurenemise kohta seoses töölase kokkupuutega RF-kiirgusega oli nõrk viide, on neid tulemusi piiratud kokkupuute hinnangu ja võimaliku segiajamise tõttu raske tõlgendada".

Muude kasvajatüüpide puhul ilmnas, et need on potentsiaalselt seotud kokkupuutega kõrge sagedusega (uveaalmelanoom, munandivähk, rinnavähk, kopsuvähk ja nahavähk), kuid paljudes uuringutes esinesid meetodilised piirangud ja tulemused olid vastuolulised (IARC 2013). Seejärel viidi läbi mõni teine adekvaatne uuring seoses nende kasvajatüüpide seosega kokkupuutega RF-EMFigaga (FR2).

Käesolev ülevaade kinnitab neid märkusi, seega peame kinnitama, et kõrgeima 5G sageduse (FR2) puhul ei ole ainult 3 uuritud epidemioloogilist uuringut FR2 kokkupuute kohta piisav, et hinnata mõju tervisele.

4.1.3 Vähk katseloomadel: Uuringud, milles hinnatakse raadiosageduste mõju tervisele madalamas sagedusalas (FR1: 450-6000 MHz), mis hõlmab ka eelmiste põlvkondade lairibavõrkudes (1G, 2G, 3G ja 4G) kasutatud sagedusi.

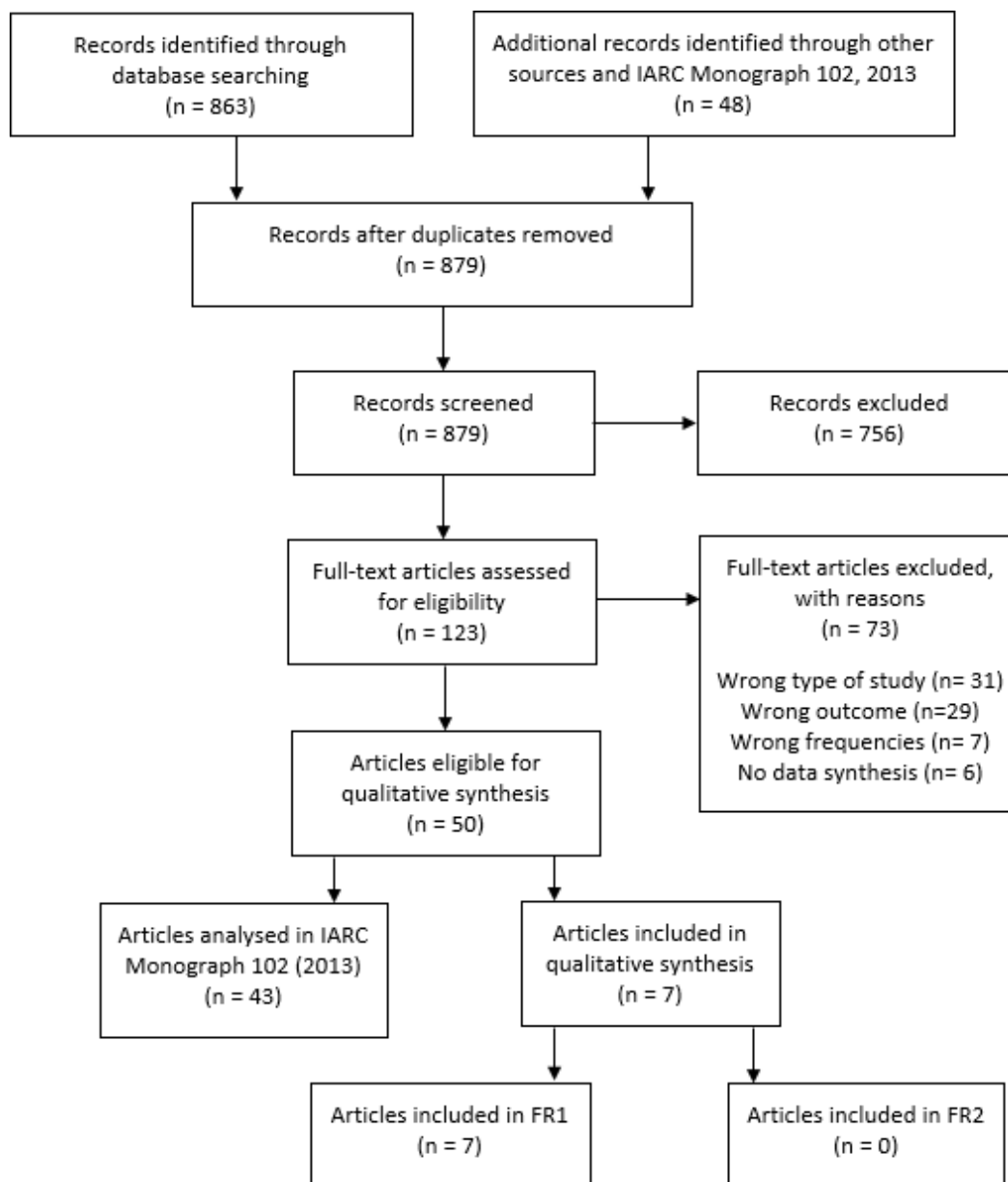
Andmebaasist ja muudest allikatest leitud artiklid olid 911. Pärast duplikaatide eemaldamist (32) ja jättes pealkirja ja kokkuvõtete põhjal välja mitteolulised artiklid (756), jäi 123 artiklit. Täistekstide sõelumise põhjal jäeti välja 73 artiklit, nii et käesolevasse kvalitatiivsesse sünteesi kaasamiseks sobiva sagedusega artikleid oli 50.

Nagu meetodika peatükis täpsemalt selgitatakse, pidasime IARCI monograafiat 102 (IARC, 2013) meie peamiseks võrdluseks kõigi kuni 2011. aastani avaldatud katseloomadel vähktõbe käsitlevate uuringute kohta: kõiki IARCI monograafiasse kantud originaalartikleid (43) analüüsi ja neile viidati ka käesolevas aruandes; loomulikult võtsime käesolevas aruandes arvesse ainult IARCI lõplikku klassifikatsiooni. Seitse adekvaatset uuringut avaldati pärast 2011. aastat.

Selles etapis tehti ka eraldamine sagedusvahemiku alusel: 7-st kaasatud dokumendist teatasid kõik FR1-s käsitletud sagedusala kohta käivatest ekspositsioonidest, kuid ükski ei teatanud FR2-s käsitletud ekspositsioonidest (joonis 11).

Iga valitud artikli kohta on esitatud kokkuvõtte koos tabelitega, mis võtavad kokku kõige olulisema teabe; lisaks hindas vanemekspert nende asjakohasust kantserogeensete mõjude hindamiseks (piisav/ebapiisav) ja esitas tulemuste üldise kokkuvõtte (positiivne/negatiivne/ebatäpne), järgides meetodika peatükis kirjeldatud kriteeriume.

Joonis 11 - Vooluskeem. Vähk loomkatsetes FR1

**KEY REFERENCE: IARC 2013 (43 uuringut)**

IARCI monograafia 102 on käesoleva ülevaate peamine viide. Järgnevalt on esitatud sel ajal kättesaadavate piisavate uuringute hinnang (IARC, 2013).

Mais 2011 kohtusid 30 teadlast 14 riigist Prantsusmaal Lyonis asuvas Rahvusvahelises Vähiuuringute Agentuuris (IARC), et hinnata raadiosageduslike elektromagnetväljade (RF-EMF) kantserogeensust. Need hinnangud avaldati IARCI monograafiate 102. köitena (IARC, 2013).

Töörühm vaatas läbi ja hindas nelja klassi vähi bioteste loomadel. Need uuringud hõlmasid erinevaid loomamudeleid, kokkupuute mõõtmeid, kokkupuute kestust ja muid kriteeriume, millel kantserogeensuse hindamine põhines.

Töörühm hindas:

- 7 kaheaastast raadiosagedusliku kiirgusega seotud vähi biotesti, kaks hiirtel ja viis rottidel; kuus uuringut viidi läbi mobiiltelefonide raadiosagedusliku meetrikaga kokkupuute mõju uurimiseks ja üks uuring hõlmas kokkupuudet impulsiivse raadiosagedusliku kiirgusega. Võrreldes šamekontrolliga ei tuvastatud üheski uuringus mobiiltelefoni RF-kiirgusega kokkupuutunud loomadel healoomuliste või pahaloormuliste kasvajate esinemissageduse statistiliselt olulist suurenemist üheski elundis. Impulsiivse RF-kiirgusega kokkupuute uuringus täheldati rottidel pahaloormuliste kasvajate (kõik kohad kokku) esinemissageduse suurenemist; töörühm leidis siiski, et see tulemus on bioloogiliselt vähe oluline, kuna see tulenes mitmete paikmete kasvajate esinemissageduse mitteoluliste muutuste koondamisest. Kokkupuude RF-kiirgusega ei suurendanud kasvajate kogu esinemissagedust üheski ülejäänud kuuest hinnatud uuringust. Töörühm jõudis järeldusele, et kaheaastaste vähi biokatsete tulemused ei anna tõendeid selle kohta, et pikaajaline kokkupuude RF-kiirgusega suurendab healoomuliste või pahaloormuliste kasvajate esinemissagedust standardkultuuriga hiirtel või rottidel.

- 12 uuringut, milles kasutati nelja erinevat kasvajate esinemise mudelit; kaks neist uuringutest näitasid, et RF-kiirgusega kokkupuutuvatel loomadel on suurenenud kasvajate esinemissagedus. Esimene uuring, mille tulemused olid positiivsed, näitas lümfoomide suurenenud esinemissagedust *Eμ-Pim1-transgeensetel* hiirtel, kes puutusid kokku GSM-mobiili raadiosagedusega 900 MHz; kaks järgmist uuringut, mida teised uurijad tegid sama mudelisüsteemi kasutades, ei suutnud seda tulemust siiski kinnitada. Teises positiivsete tulemustega uuringus täheldati rinnanäärme kasvajate suurenenud esinemissagedust C3H/HeA hiirtel, kes said 2450 MHz raadiosagedusega kiirgust; kuigi kaks hilisemat uuringut, milles kasutati sama ekspositsioonimeetodit, seda tulemust ei kinnitanud, tehti need järgnevad uuringud madalama ekspositsioonitasemega. Töörühm jõudis järeldusele, et kolme kasvajate tekkele vastuvõtliku loomamudeli (lümfoomi *Eμ-Pim1* hiire mudel, lümfoomi *AKR* hiire mudel ja ajuvähi *Patched1-1* hiire mudel) uuringute tulemused ei toeta hüpoteesi, et aju või lümfikoe kasvajate esinemissagedus suureneks RF-kiirgusega kokkupuute tagajärjel.

- 16 uuringu algatamise ja edendamise kohta, mis viidi läbi naha, rinnanäärme, aju ja lümfikoe kasvajate tekkimise loomamudelitega. Ükski viiest nahavähi mudelitega tehtud uuringust ja ükski kuuest ajuvähi mudelitega tehtud uuringust ei näidanud seost kokkupuutega RF-kiirgusega. Üks neljast uuringust, milles kasutati rinnanäärme kasvaja mudelit Sprague-Dawley rottidel, andis positiivseid tulemusi; ülejäänud kolm uuringut - üks peaaegu identse protokolliga - ei näidanud seost, kuigi neis kasutati sama katsemudelit ja samu tingimusi RF-kiirgusega kokkupuutumiseks. Samuti oli lümfoomi mudeliga tehtud uuring negatiivne. Töörühm jõudis järeldusele, et nende uuringute tõendid algatamise ja soodustamise kohta ei näidanud, et kantserogeneesi tugevdamine RF-kiirguse toimel oleks üheski uuritud koes järjepidevalt suurenenud.

- 6 kaasnevat kantserogeenset uuringut, mis hõlmasid viit erinevat loomamudelit. Teatati neljast positiivsest vastusest. Kaks positiivseid tulemusi andnud uuringut, üks Wistari rottidel, kes puutusid pidevalt kokku joogiveega, mis sisaldas MXi - vee desinfitseerimise kõrvalsaadus - ja teine uuring tiinetel B6C3F1 hiirtel, kellele manustati ühekordne annus etüülnitrosokarbamiidi, hõlmasid kokkupuudet mobiiltelefonide RF-kiirgusega sagedustel 900 MHz ja 1966 MHz. Teised kaks positiivseid tulemusi andnud uuringut hõlmasid BALB/c-hiirte samaaegset kokkupuudet RF-kiirguse ja benso[a]püreeniga sagedusel 2450 MHz. Kuigi kahe nimetatud uuringu väärtust nõrgestas nende teadmata tähtsus inimeste vähktõve suhtes, jõudis töörühm järeldusele, et need annavad mõningaid täiendavaid tõendeid, mis toetavad raadiosagedusliku kiirguse kantserogeensust katseloomadel.

Loomkatsete hindamise järeldus oli järgmine: "*Raadiosagedusliku kiirguse kantserogeensuse kohta on katseloomadel piiratud tõendeid*" (IARC, 2013).

- LOOMKATSETE ÜLEVAADE 2011-2020

Alates 2011. aastast hinnatakse käesolevas ülevaates uuringutüüpide ja avaldamisaastate (2011-2020) kaupa loomkatsed, mis on samuti kokkuvõtlikult esitatud tabelis 3 (a, b, c, d). Autor lisab lühikeste kokkuvõtete juurde oma lühikesi kommentaare erinevate uuringute tulemuste kohta.

KAHEKSIKÜLBLIKAD RAKKUSBIOANALÜÜSIMUSED HIIREDEL (tabel 8a)

1. NTP TR 596, 2018.

GSM-moduleeritud RFR, B6C3F1/N hiired (M, F), 24 kuud, kantserogeensuse uuring.

105 isase ja 105 emase hiire rühmad paigutati helikambrisse ja neid eksponeeriti kogu keha GSM-moduleeritud mobiiltelefoni RFR-ga võimsusega 0 (näiline kontroll), 2,5, 5 või 10 W/kg, 9 tundi ja 10 minutit päevas, 7 päeva nädalas 106 (isased) või 108 (emased) nädala jooksul, kusjuures iga päev 18 tunni ja 20 minuti jooksul oli pidev tsükkel 10 minutit sisse ja 10 minutit välja lülitatud. Pildikontrolli loomad olid paigutatud samasugustes helikambrites nagu eksponeeritud rühmade puhul, kuid ei eksponeeritud RFRiga; mõlema RFR-modulatsiooni puhul toimusid mõlemast soost eksponeerimata hiirte jagatud rühmad peldikukontrollidena. Põhirühmast valiti pärast 10-nädalast uuringut juhuslikult välja 15 hiirt rühma kohta; neist 15 hiirest rühmast 10 kasutati vahehindamiseks 14 nädala jooksul ja viis hiirt rühma kohta kasutati geneetilise toksilisuse testimiseks 14 nädala jooksul. Ülejäänud 90 looma rühma kohta eksponeeriti kuni 2 aasta jooksul. 2-aastases uuringus oli 5 W/kg isaste puhul ellujäämise protsent oluliselt suurem kui näilise kontrolli rühmas. Teiste eksponeeritud isaste ja emaste rühmade elulemus oli üldiselt sarnane šaamikontrolli rühmade omaga. Eksponeeritud isaste ja emaste rühmade keskmine kehakaal oli kogu uuringu jooksul sarnane šaamikontrollide omaga. Naha fibrosarkoomi, sarkoomi või pahaloolumulise fibroosse histiotsütoomi kombineeritud esinemissagedus suurenes 5 ja 10 W/kg meestel, kuigi mitte märkimisväärselt või SAR-ga seotud viisil; siiski ületasid esinemissagedused pahaloolumulise fibroosse histiotsütoomi üldisi ajaloolisi kontrollvahemikke. Kopsudes esines meestel oluline positiivne suundumus alveolaarse/ bronhiolise adenoomi või kartsinoomi (kombineeritud) esinemissageduse osas. Võrreldes šaamikontrollidega oli kõigis kokkupuuterühmades naistel suurenenud pahaloolumulise lümfoomi esinemissagedus ning 2,5 ja 5 W/kg rühmades oli esinemissagedus märkimisväärselt suurenenud. Pahaloolumulise lümfoomi esinemissagedus oli šaamikontrolli rühmas madal võrreldes varasemate kontrollide puhul täheldatud vahemikuga. Ei esinenud mitte-neoplastilisi kahjustusi, mis oleksid olnud seotud kokkupuutega GSM-moduleeritud mobiiltelefoni RFR-iga.

2. NTP TR 596, 2018.

CDMA-moduleeritud RFR, B6C3F1/N hiired (M, F), 24 kuud, kantserogeensuse uuring.

105 isase ja 105 emase hiire rühmad paigutati helikambrisse ja neid eksponeeriti kogu keha CDMA-moduleeritud mobiiltelefoni RFR-ga, mille võimsus oli 0 (näiline kontroll), 2,5, 5 või 10 W/kg, 9 tundi ja 10 minutit päevas, 7 päeva nädalas 106 (isased) või 108 (emased) nädala jooksul, kusjuures iga päev 18 tunni ja 20 minuti jooksul oli pidev tsükkel 10 minutit sisse ja 10 minutit välja lülitatud. Pildikontrolli loomad olid paigutatud samasugustes helikambrites nagu eksponeeritud rühmade puhul, kuid ei eksponeeritud RFRiga; mõlema RFR-modulatsiooni puhul toimusid mõlemast soost eksponeerimata hiirte jagatud rühmad peldikukontrollidena. Põhirühmast valiti pärast 10-nädalast uuringut juhuslikult välja 15 hiirt rühma kohta; neist 15 hiirest rühmast 10 kasutati vahehindamiseks 14 nädala jooksul ja viis hiirt rühma kohta kasutati geneetilise toksilisuse testimiseks 14 nädala jooksul. Ülejäänud 90 looma rühma kohta eksponeeriti kuni 2 aasta jooksul. Protsentuaalne ellujäämine oli 2,5 W/kg isastel oluliselt suurem kui 2-aastases uuringus šaamikontrollidel. Isaste ja emaste loomade elulemus kõigis teistes eksponeeritud rühmades oli üldiselt sarnane šaamikontrollide omaga. Eksponeeritud isaste ja emaste rühmade keskmine kehakaal oli kogu uuringu jooksul sarnane šaamikontrollide omaga. Hepatoblastoomi esinemissagedus oli märkimisväärselt suurenenud 5 W/kg isasloomadel. Pahaloolumulise lümfoomi esinemissagedus suurenes võrreldes šaamikontrollidega kõikides kokkupuutegruppides naistel, kusjuures suurenemine oli märkimisväärne 2,5 W/kg rühmas. Nagu GSM-uuringu puhul täheldatud, oli

jagatud šaamikontrolli rühmas vähene pahaloomulise lümfoomi esinemissagedus.

lümfoomi, võrreldes varasemate kontrollide puhul täheldatud vahemikuga. Ei olnud mitte-neoplastilisi kahjustusi, mida oleks peetud CDMA-moduleeritud mobiiltelefonide RFR-ga kokkupuutega seotud olevateks.

Üldine kokkuvõte: Nende kaheaastaste uuringute tingimustes oli GSM-moduleeritud mobiiltelefonide raadiosageduste (1 900 MHz) kantserogeenset mõju isastel B6C3F1/N hiirtel kaheldav, mis põhineb fibrosarkoomi, sarkoomi või pahaloomulise fibroosse histiotsütoomi kombineeritud esinemissagedusel nahas ning alveolaarse/bronhiliaalse adenoomi või kartsinoomi (kombineeritud) esinemissagedusel kopsus. GSM-moduleeritud mobiiltelefoni raadiosagedusalas 1900 MHz toimuva RFR-i kantserogeensuse kohta oli emastel B6C3F1/N-hiirtel kaheldavaid tõendeid pahaloomulise lümfoomi esinemissageduse (kõik elundid) põhjal. CDMA-moduleeritud mobiiltelefoni raadiosagedusalas 1 900 MHz toimuva kantserogeensuse kohta isastel B6C3F1/N-hiirtel oli maksas esinevate hepatoblastoomide esinemissageduse põhjal kaheldav tõendusmaterjal. CDMA-moduleeritud mobiiltelefonide raadiosagedus (RFR) 1900 MHz juures oli emastel B6C3F1/N hiirtel pahaloomulise lümfoomi esinemissageduse (kõik elundid) põhjal kaheldav kantserogeenne toime.

Põhjalik kommentaar: GSM- ja CDMA-moduleeritud RFR-i kantserogeensuse kohta hiirtel.

KAHEKSAJALINE RAKKUSBIOASÜSTEEM RATSIDEL (tabel 9 a)

3. NTP TR 595, 2018.

GSM-moduleeritud RFR, Harlan SD rottidel (M, F), sünnieelne kokkupuude 24 kuu jooksul, kantserogeensuse uuring.

Alates 5. GD-st paigutati 56 ajalisel sobitatud F0 emaste rottide rühma spetsiaalselt selleks ettenähtud reverberatsioonikambrisse ja neile manustati 7 päeva nädalas kogu keha GSM-moduleeritud mobiiltelefoni RFR-i võimsusega 0 (näiline kontroll), 1,5, 3 või 6 W/kg, mis kestis kogu tiinuse ja imetamise ajal. Ekspositsioon kestis kuni 18 tundi ja 20 minutit päevas, kusjuures ekspositsiooniperioodide jooksul oli pidev 10 minutit sisse ja 10 minutit välja lülitatud. Iga soo kohta oli seitse ekspositsioonigruppi, sealhulgas ühine näilikontroll ja kolm ekspositsioonigruppi iga modulatsiooni jaoks. Võõrutamisel valiti juhuslikult 35 pesakonnast iga kokkupuuterühma kohta kolm isast ja kolm emast, kes jätkasid ekspositsiooniga. Võõrutamine toimus päeval, mil viimane pesakond saavutas PND 21, mis tähistab kaheaastase uuringu algust. 105 isase ja 105 emase F1 järglase rühmad jätkasid kogu keha eksponeerimist GSM-moduleeritud mobiiltelefoni RFR-ga samal võimsustasemel ja sama ekspositsiooniparadigma alusel 7 päeva nädalas kuni 1 aasta jooksul.

104 nädalat. Pärast 14 nädalat kestnud ekspositsiooni valiti juhuslikult 10 roti igast rühmast vahepealseks histopatoloogiliseks hindamiseks ja viis roti määrati geneetilise toksilisuse hindamiseks. Südames täheldati 2-aastaste uuringute lõpus pahaloomulist schwannoomi (sünonüümne neurinoom) kõigis eksponeeritud isasrühmades ja 3 W/kg emasrühmas, kuid shamekontrollides ei esinenud ühtegi. Endokardi Schwanni rakkude hüperplaasiat esines ka ühel 1,5 W/kg isasel ja kahel 6 W/kg isasel. Samuti esines 3 ja 6 W/kg meestel ja naistel märkimisväärselt rohkem parema vatsakese kardiomüopaatia esinemissagedust. Isasloomade ajus esines kõikides eksponeeritud rühmades suurenenud pahaloomi ja glioomi hüperplaasia esinemissagedus, kuid mitte ühtegi juhtumit shamekontrollide puhul. Samuti esines kõikides eksponeeritud rühmades suurenenud healoomuliste või pahaloomuliste granulaarsete rakkude kasvajate esinemissagedus. Meestel, kes olid eksponeeritud 1,5 või 3 W/kg, esines oluliselt rohkem healoomulisi feokromotsütoome ja healoomulisi, pahaloomulisi või kompleksseid neerupeatiliste medulla (kombineeritud) kasvajate esinemissagedusi. 6 W/kg eksponeeritud naistel esines neerupeatiliste medulla hüperplaasia märkimisväärselt suurem esinemissagedus. Isaste rottide eesnäärmes esines 3 W/kg isastel suurenenud adenoomi või adenoomi või kartsinoomi (kombineeritud) esinemissagedus ja epiteeli hüperplaasia kõigis kokkupuutealustes isasrühmades. Hüpopüüsis (pars distalis) esines kõigis kokkupuutealustes isasrühmades suurenenud adenoomi esinemissagedus. Ka kõhunäärme saarekete adenoomi või kartsinoomi (kombineeritud) esinemissagedus suurenes kõikides kokkupuutealuste isasrottide rühmades, kuid ainult 1,5 W/kg rühma esinemissagedus oli märkimisväärne. Emastel rottidel

esines kõigis kokkupuuterühmades oluliselt rohkem kilpnäärme C-rakkude hüperplaasiat ning 3 ja 6 W/kg rühmades oluliselt rohkem neerupealise koore hüperplaasia esinemissagedust.

GSM-moduleeritud RFR: Selle 2-aastase kogu keha kokkupuute uuringu tingimustes oli selged tõendid GSM-moduleeritud mobiiltelefoni RFR-i kantserogeensuse toimest sagedusel 900 MHz isastel Hsd:Sprague Dawley SD rottidel, mis põhineb südame pahaloomulise schwannoomi esinemissagedusel. Aju pahaloomulise glioomi ja healoomulise, pahaloomulise või kompleksse neerupealise medulla feokromotsütoomi (kombineeritud) esinemissagedus oli samuti seotud RFR-kiirguse kokkupuutega. Aju healoomuliste või pahaloomuliste granulaarsete rakkude kasvajate, eesnäärme adenoomi või kartsinoomi (kombineeritud), hüpofüüsi pars distalis adenoomi ja pankrease saareliblede adenoomi või kartsinoomi (kombineeritud) esinemissagedus võis olla seotud kokkupuutega RFRiga. GSM-moduleeritud mobiiltelefonide 900 MHz raadiosagedusega RFR-i kantserogeensuse kohta emastel Hsd:Sprague Dawley SD rottidel oli südames esinevate schwannoomide esinemissageduse põhjal kaheldav tõend. GSM-moduleeritud raadiosagedusega 900 MHz raadiosagedusega RFR-iga kokkupuutel esines isastel rottidel südame, aju ja eesnäärme ning emastel rottidel südame, kilpnäärme ja neerupealiste mitteneoplastiliste kahjustuste suurenemine.

Kommentaari: *Positiivsed tõendid südame pahaloomulise Schwannoomi (neurinoomi) kantserogeensuse kohta, mis on seotud RF-EMF kokkupuutega lähiväljas (GSM-moduleeritud RFR); RFR-ga oli seotud ka aju pahaloomulise glioomi ja neerupealise medulla healoomulise, pahaloomulise või kompleksse feokromotsütoomi (kombineeritud) esinemissagedus. Märkus: epidemioloogilistes uuringutes on suurenenud ka ajukasvajate ja neurinoomide arv.*

4. Falcioni et al., 2018.

SD rotid (M, F), sünnieelne kokkupuude kuni spontaanse surmani, kantserogeensuse uuring.

Isased ja emased Sprague-Dawley rottid eksponeeriti sünnieelsest ajast kuni loomuliku surmani 1,8 GHz GSM kaugele väljale 0, 5, 25, 50 V/m kogu keha ekspositsiooniga 19 h/päevas. Suurima annuse (50 V/m) puhul täheldati ravitud isastel rottidel statistiliselt olulist südame Schwannoomide esinemissageduse suurenemist. Lisaks täheldati südame Schwanni rakkude hüperplaasia esinemissageduse suurenemist ravitud isastel ja emastel rottidel kõrgeima annuse (50 V/m) korral, kuigi see ei olnud statistiliselt oluline. Suurima annuse (50 V/m) korral täheldati ravitud emasrottidel pahaloomuliste glia-tuumorite esinemissageduse suurenemist, kuigi see ei olnud statistiliselt oluline. RI tulemused kaugvälja kokkupuute kohta RFRiga on kooskõlas NTP uuringu tulemustega lähivälja kokkupuute kohta ja kinnitavad neid, sest mõlemas uuringus teatati aju- ja südamekasvajate esinemissageduse suurenemisest RFRiga kokkupuutunud Sprague-Dawley rottidel. Need kasvajad on sama histotüübiga, mida täheldati mõnes mobiiltelefonide kasutajate epidemioloogilises uuringus. Need eksperimentaalsed uuringud annavad piisavalt tõendeid, et nõuda IARCI järelduste ümberhindamist seoses raadiosageduslike raadiosageduste kantserogeensusega inimestel.

Kommentaari : *Positiivsed tõendid RF-EMF kaugvälja (keskkonna) kokkupuute seose kohta südame Schwannoomi (neurinoomi sünonüüm) suurenemisega [kogu uuringu publitseerimine on käimas]. Märkus: epidemioloogilistes uuringutes on suurenenud ka ajukasvajate ja neurinoomide arv.*

TUMOR-PRONE MICE (tabel 10 a)

5. Lee et al., 2011

AKR/J hiired (M, F), 42 nädalat (~10 kuud), lümfoomile kalduvad.

Uuriti kombineeritud signaali RF-EMFide kantserogeensuse mõju AKR/J-hiirele, keda kasutati lümfoomi loomamudelina. Kuue nädala vanused AKR/J-hiired puutusid samaaegselt kokku kahte tüüpi RF-signaalidega: ühekordse koodijagamisega mitmekordne juurdepääs (CDMA) ja lairiba-koodijagamisega mitmekordne juurdepääs (WCDMA). AKR/J-hiired puutusid kokku kombineeritud RF-EMFidega 45 minutit päevas, 5 päeva nädalas, kokku 42 nädala jooksul. CDMA- ja WCDMA-väljade kogu keha keskmine spetsiifiline neeldumiskiirus (SAR) oli 2,0 W/kg kumbki, kokku 4,0 W/kg. Lõplikku elulemust, lümfoomi esinemissagedust ja splenomegalia esinemissagedust uurides ei leitud erinevusi šamaani ja RF-ga

eksponeeritud hiirte vahel. Kuid metastaaside infiltratsiooni esinemine ajus lümfoomi kandvatel hiirtel oli oluliselt erinev RF-ga eksponeeritud

hiirtel, kui neid võrreldi šamaani eksponeeritud hiirtega, kuigi isaste ja emaste hiirte vahel ei täheldatud ühtlast korrelatsiooni (suurenemist või vähenemist). Infiltratsiooni esinemine maksas, kopsudes ja põrnas ei erinenud siiski rühmade vahel. Tulemustest järeldasime, et samaaegne kokkupuude CDMA ja WCDMA RF-EMFidega ei mõjutanud lümfoomi arengut AKR/J hiirtel.

Kommentaar: Lühiajaline kokkupuude. Kokkupuude ei mõjutanud lümfoomi arengut AKR/J hiirtel.

PROMOTIIVIKATSIOONID HIIREDEL (tabel 11a)

6. Lerchl et al., 2015, B6C3F1 hiired (F), 24 kuud, edendamisuuring.

(Tillmann et al., 2010) viitasid RF-EMF-i kasvajat soodustavale mõjule. Tehti kordusuuring, milles kasutati suuremat arvu loomi rühma kohta ja lisati kaks täiendavat kokkupuutetaset (0 (šamaani), 0,04, 0,4 ja 2 W/kg SAR). Kopsu- ja maksakasvajate arv oli eksponeeritud loomadel oluliselt suurem kui šamaani eksponeeritud kontrollis. Lisaks sellele leiti, et kokkupuute korral oli ka lümfoomide arv märkimisväärselt suurenenud. Selge doosivastuse mõju puudus. Me oletame, et need kasvajaid soodustavad mõjud võivad olla põhjustatud kokkupuutest tulenevatest metaboolsetest muutustest. Kuna meie uuringus ilmnesid paljud kasvajaid soodustavad mõjud madalatel ja mõõdukatel kokkupuutetasemetel (0,04 ja 0,4 W/kg SAR), mis on seega tunduvalt madalamad kui mobiiltelefonide kasutajate kokkupuute piirmäärad, on vaja teha täiendavaid uuringuid, et uurida nende aluseks olevaid mehhanisme. Meie tulemused võivad aidata mõista korduvalt teatatud ajukasvajate suurenenud esinemissagedust mobiiltelefonide tavakasutajate seas.

Kommentaar: Uuring ei korda täpselt Tillmanni jt (2010) uuringut. See näitab positiivseid tõendeid kopsu-, maksakasvajate ja lümfoomide seose kohta kokkupuutega RF-EMFiga.

Tabel 8 - Vähk katseloomadel: kaks aastat kestnud vähi biotestid hiirtel (450-6000 MHz) (a)

Viide, tüvi, liik (sugu), kestus, uuringu tüüp	RF-kiirituse tase Sagedused, intensiivsused; mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Kasvaja suurenenud esinemissagedus (olulisus)	Kommenta arid
1. NTP TR 596 , B6C3F1/N hiired (M, F), sünnieelne kokkupuude 24 kuu jooksul, kantserogeensuse uuring, 2018	GSM, (1900 MHz), 2,5, 5, ja 10 W/Kg	9 tundi päevas, 7 päeva nädalas, 105/ sugu/grupp	Fibrosarkoomi, sarkoomi või pahaloomalise fibroosse histiotsütoomi kombineeritud esinemissagedus nahas ja alveolaarse/ bronhiolise adenoomi või kartsinoomi (kombineeritud) esinemissagedus kopsus. Naistel on suurenenud pahaloomalise lümfoomi esinemissagedus (kõik elundid).	Adekvaatne, ebaselge
2. NTP TR 596 , B6C3F1/N hiired (M, F), sünnieelne kokkupuude 24 kuu jooksul, kantserogeensuse uuring, 2018	CDMA (1900 MHz), 2,5, 5, ja 10 W/Kg	9 tundi päevas, 7 päeva nädalas, 105/ sugu/grupp	Maksakahjustus. naistel suurenenud pahaloomalise lümfoomi esinemissagedus (kõik elundid).	Adekvaatne, ebaselge

Tabel 9 - Vähk katseloomadel: kaheaastased vähi biotestid rottidel (450-6000 MHz) (a)

Viide, tüvi, liik (sugu), kestus, uuringu tüüp	RF-kiirituse tase Sagedused, intensiivsused; mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Kasvaja suurenenud esinemissagedus (olulisus)	Kommenta arid
3. NTP TR 595 , SD rotid (M, F), sünnieelne kokkupuude 24 kuu jooksul, kantserogeensuse uuring, 2018	GSM, CDMA (900 MHz), 1,5, 3, 5 W/kg	9 tundi päevas, 7 päeva nädalas, 105/ sugu/grupp	Meeste ajuglioom, südame Schwannoom ja kombineeritud neerupealise feokromotsütoom (p < 0.05)	Adekvaatne, positiivne südame Schwannoomide ja ajukasvajate suhtes; positiivne neerupealise kasvaja suhtes
4. NTP TR 595 , SD rotid (M, F), sünnieelne kokkupuude 24 kuu jooksul, kantserogeensuse uuring, 2018	GSM, CDMA (900 MHz), 1,5, 3, 5 W/kg	9 tundi päevas, 7 päeva nädalas, 105/ sugu/rühm	Meeste ajuglioom, südame Schwannoom ja kombineeritud neerupealise feokromotsütoom (p < 0.05)	Adekvaatne, positiivne südame Schwannoomide ja ajukasvajate suhtes; positiivne neerupealise kasvaja suhtes
5. Falcioni et al., 2018 , SD rotid (M, F), sünnieelne kokkupuude kuni spontaanse surmani, kantserogeensuse uuring.	GSM (1800 MHz), 0,1, 0,03, 0,001 W/Kg	19 tundi päevas, 7 päeva nädalas, 200,400 /sugu/rühm	Meeste südame Schwannoom (p < 0,05) ja naiste aju glioom (p < 0,05)	Adekvaatne, positiivne südame Schwannoomide puhul; ajukasvajate puhul piiripealne.

Tabel 10a - Vähtkõbi katseloomadel: kasvajaohalikud hiired (450-6000 MHz) (a)

Viide, tüvi, liik (sugu), kestus, uuringu tüüp	RF-kiirituse tase Sagedused, intensiivsused; mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Kasvaja suurenenud esinemissagedus (olulisus)	Kommenta arid
6. Lee et al., 2011, AKR/J hiired (M, F), 42 nädalat (~10 kuud), lümfoomile kalduv haigestumus.	CDMA (849 MHz) ja WCDMA (1950 MHz), 4 W/kg (kombineeritud)	45 min/päevas, 5 päeva/nädalas, 40/seks/grupp	Kasvaja esinemissageduse statistiliselt oluline suurenemine puudub.	Ebapiisav (lühike igapäevane kokkupuude)

Tabel 10b - Vähk katseloomadel: edendusuuringud hiirtel (450-6000 MHz) (a)

Viide, tüvi, liik (sugu), kestus, uuringu tüüp	RF-kiirituse tase Sagedused, intensiivsused; mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Kasvaja suurenenud esinemissagedus (olulisus)	Kommenta arid
7. Lerchl et al., 2015, B6C3F1 hiired (F), 24 kuud, edendamisuuring.	UMTS-väljad, 0,04, 0,4 ja 2,0 W/kg; sünnieelne ENU 40mg/kg kehakaalu kohta.	23,5 tundi päevas, 7 päeva nädalas, 96/rühm	Naiste lümfoom, kopsu adenoom ja kartsinoom, maksakartsinoom (kasvaja edendamine) (p < 0,05)	Adekvaatne, positiivne

Tabel 11 (kokkuvõtlikud tabelid 8-10) - Kogutud andmed vähi eksperimentaalseteks uuringuteks (FR1: 450-6000 MHz).

Uuringud kokku FR1*	7							
Adekvaaitsed uuringud	7							
	Rot t				Hiir			
Täheldatud kasvaja	Kokku piisav uuringuda	Positiivsed tulemused	Ebaselged tulemused	Negatiivsed tulemused	Kokku piisav uuringud ^b	Positiivsed tulemused	Ebaselged tulemused	Negatiivsed tulemused
Glioom	3	2	1					
Südame Schwannoom	3	3						
Alveolaar-bronkiolaarne adenoom, kartsinoom					3	1	2	
Maksakasvajad	2		1		3	1	2	
Neerupealise feokromotsütoom	2	2						
Pankrease saarekesed adenoom+kartsinoom	2		2					
Eesnäärme adenoom+kartsinoom	2		2					
Hüpfüüsi adenoom	2		2					
Lümfoom					4	1	2	1
Fibrosarkoom, naha fibro- histiotsoomi sarkoom					3		2	

* Mõned uuringud hõlmavad rohkem kui ühte kasvaja kohta. ^a 1 uuring avaldas ainult osalised tulemused aju ja südame kohta. ^b1 uuring lümfoomile kalduvatel hiirtel.

KOKKUVÕTTELISTE LOOMADE KANTSEERIMISE TULEMUSTE KOKKUVÕTE (FR1: 450-6000). MHZ) (tabel 11)

Täiestekstide sõelumise põhjal oli 50 artiklit, mille sagedus sobis käesolevasse kvalitatiivsesse sünteesi kaasamiseks. Nagu metoodika osas täpsemalt selgitatud, pidasime IARCI monograafiat 102 (IARC, 2013) meie peamiseks võrdluseks kõigi kuni 2011. aastani avaldatud katseloomadel vähktõbe käsitlevate uuringute kohta: kõiki IARCI monograafiasse kantud originaalartikleid (43) analüüsi ja neile viidati ka käesolevas aruandes; loomulikult võtsime käesolevas aruandes arvesse ainult IARCI lõplikku klassifikatsiooni. Seitse adekvaatset uuringut avaldati pärast 2011. aastat. Käesolevast ülevaatest valiti välja 7 uuringut kantserogeensuse kohta katseloomadel. 4 uuringut viidi läbi hiirtel, 3 uuringut rottidel. Tulemuste kokkuvõtted on esitatud tabelis 27.

7 adekvaatse uuringu tulemused olid järgmised:

-Kartsinogeensus hiirtel:

Kaks piisavat kantserogeensuse uuringut viidi läbi, et uurida võimalikku mittetermist kahjulikku mõju kantserogeensusele, mis on seotud RF-EMF-ga kokkupuutega hiirtel. Uuringud viidi läbi NTP laboratooriumis USAs .

Viide: 1: GSM-moduleeritud mobiiltelefoni RFR sagedusel 1900 MHz isastel B6C3F1/N hiirtel näitas: *positiivne* seos RF-EMF kokkupuute ja fibrosarkoomi, sarkoomi või pahaloomulise fibroosse histiotsütoomi kombineeritud esinemissageduse vahel nahas ning alveolaarse/bronkiolaarse adenoomi või kartsinoomi (kombineeritud) esinemissageduse vahel kopsus. Pahaloomuliste lümfoomide esinemissageduse (kõik elundid) põhjal oli emasloomade B6C3F1/N hiirtel kantserogeenset toimet *kaheldav*.

Viide: 2: CDMA-moduleeritud mobiiltelefonide 1900 MHz raadiosagedusega RFR kantserogeensuse kohta isastel B6C3F1/N hiirtel oli *kahtlusi*, mis põhinesid maksa hepatoblastoomi esinemissagedusel. CDMA-moduleeritud mobiiltelefonide raadiosagedusalade (RFR) kantserogeensuse kohta 1900 MHz sagedusel oli emastel B6C3F1/N hiirtel kaheldav tõendusmaterjal, mis põhineb pahaloomulise lümfoomi esinemissagedusel (kõik organid).

Hiirtel viidi läbi ka kaks erineva loomamudeli ja ülesehitusega uuringut:

Viide: 6: üks uuring lümfoomile kaldumatel hiirtel ei näidanud lümfoomide arvu suurenemist (*puuduvad* tõendid).

Viide: 7: üks kaheaastane müügiedendusuring näitas statistiliselt olulist kopsu- ja maksakasvajate arvu suurenemist kokkupuutunud loomadel. Lisaks sellele leiti ka lümfoomide märkimisväärne suurenemine (*positiivne* association).

-Kartsinogeensus rottidel

Kolm adekvaatset kantserogeensuse uuringut viidi läbi, et uurida rottidel RF-EMF-ga kokkupuute võimalikku mittesoojuslikku kahjulikku mõju kantserogeensusele. Kaks uuringut tegi NTP laboratoorium USAs (viide: 3,4) , ühe uuringu (osaliselt avaldatud) tegi Ramazzini Instituut Itaalias (viide: 5).

Kõige veenvamad tõendid kolme uuringu kohta on ajukasvajate statistiliselt oluline suurenemine (positiivne seos) (viited 3, 4), mida toetab sama kasvaja *ebaselge* seos kolmandas uuringus (viide 5) ja väga harvaesineva südamekasvaja, pahaloomulise Schwannoomi statistiliselt oluline suurenemine kõigis kolmes uuringus (*positiivne* seos). Neerupealise feokromotsütoomi suurenemine oli statistiliselt oluline (positiivne seos) ning pankrease saarekese adenoom+kartsinoom, eesnäärme adenoom+kartsinoom, hüpfüüsi adenoom suurenesid samuti ravitud rühmades (viited: 3, 4) (*ebaselge* seos).

FR1: Meie ülevaade rottidel ja hiirtel tehtud eksperimentaalsetest uuringutest näitab, et madalamatel sagedustel (FR1) on piisavalt tõendeid RF-EMF-i kantserogeensuse kohta. Eriti oluline on närvisüsteemi (kesk- ja perifeersete) kasvaja täheldamine isastel rottidel, sest see toetab epidemioloogiliste uuringute tulemusi.

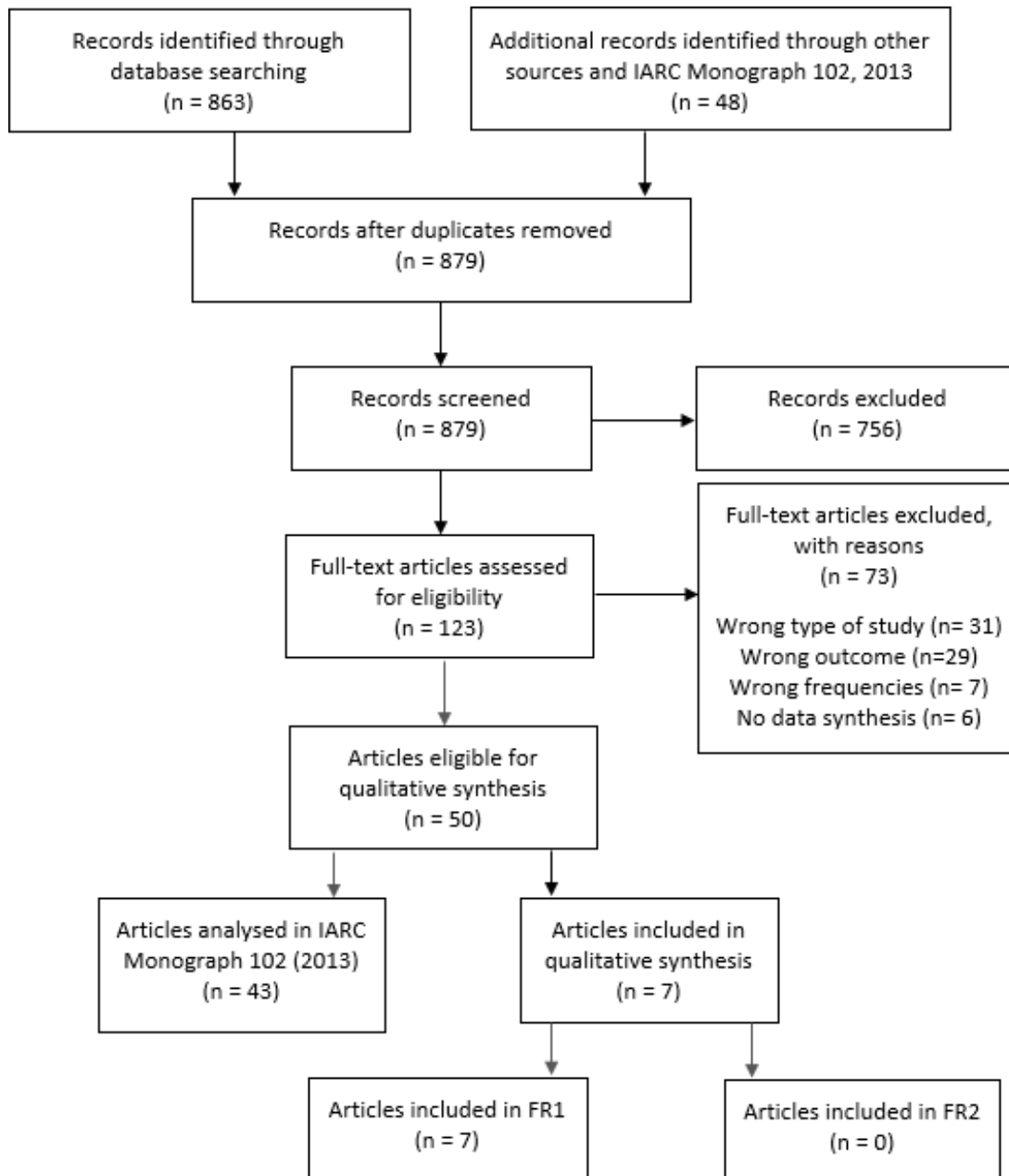
4.1.4 Vähk katseloomadel: Uuringud, milles hinnatakse kõrgema sagedusalaga (FR2: 24 kuni 100 GHz, MMW) raadiosageduste mõju tervisele.

Andmebaasist ja muudest allikatest leitud artiklid olid 911. Pärast duplikaatide eemaldamist (32) ja välja jättes pealkirja ja kokkuvõtete põhjal mitteolulised artiklid (756), jäi 123 artiklit. Täistekstide sõelumise põhjal jäeti välja 73 artiklit, nii et käesolevasse kvalitatiivsesse sünteesi kaasamiseks sobiva sagedusega artikleid oli 50 (joonis 12).

Nagu metoodika peatükis täpsemalt selgitatakse, pidasime IARCI monograafiat 102 (IARC, 2013) meie peamiseks võrdluseks kõigi kuni 2011. aastani avaldatud katseloomadel vähktõbe käsitlevate uuringute kohta: kõiki IARCI monograafiasse kantud originaalartikleid (43) analüüsiti ja neile viidati ka käesolevas aruandes; loomulikult võtsime käesolevas aruandes arvesse ainult IARCI lõplikku klassifikatsiooni. Seitse asjakohast uuringut avaldati pärast 2011.

Selles etapis tehti ka eraldamine sagedusvahemiku alusel: 7-st kaasatud dokumendist teatasid kõik FR1-s käsitletud sagedusala ekspositsioonidest ja ükski ei teatanud FR2-s käsitletud ekspositsioonidest. Kokkuvõtteks võib öelda, et puudub kirjandus, mis käsitleks raadiosagedusalas 24 kuni 100 GHz (MMW) esineva RF-kiirguse seost eksperimentaalsetes kantserogeensuse uuringutes.

Joonis 12 - Vooluskeem. Vähk loomkatsetes FR2



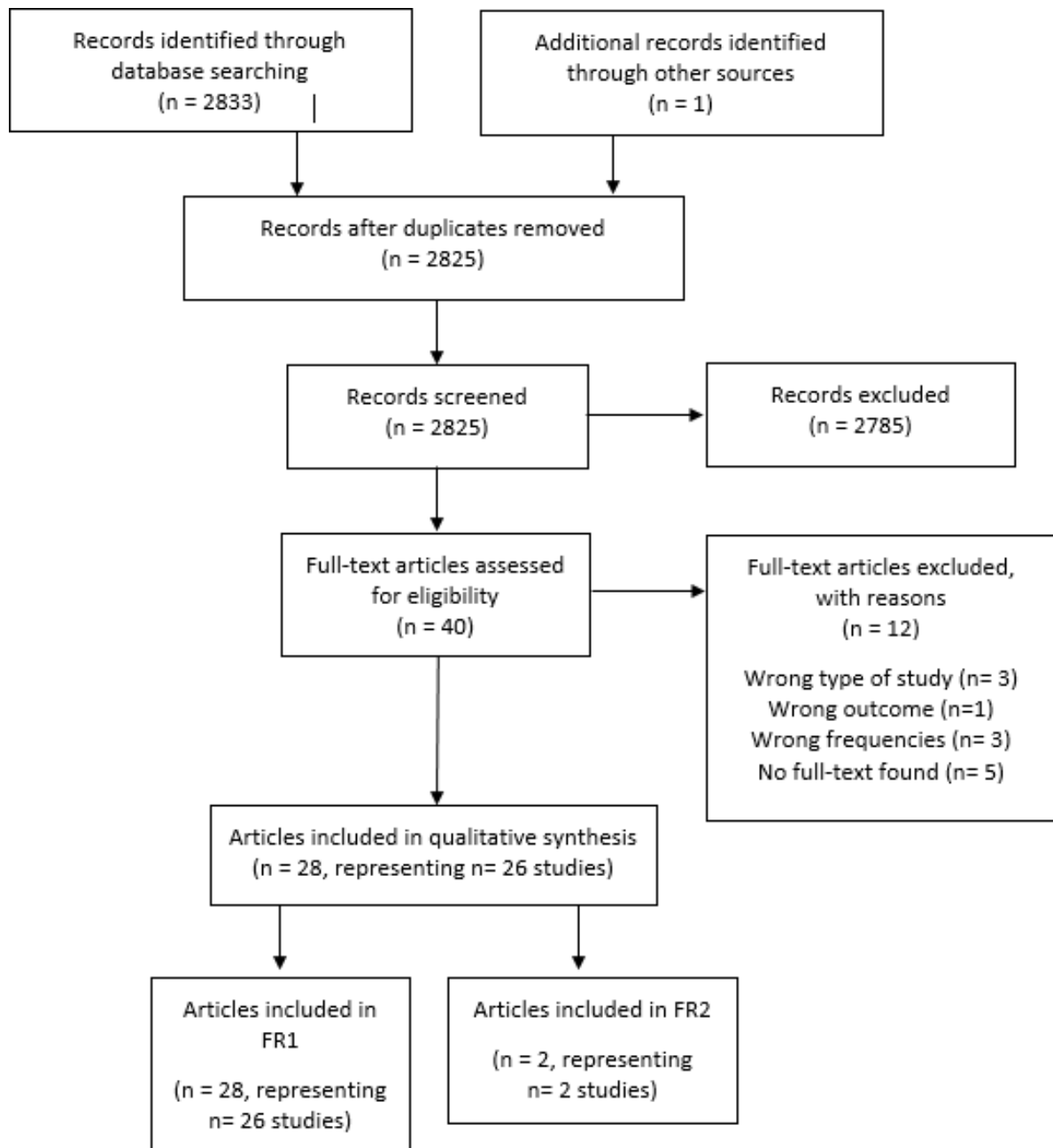
4.2 Reproduktiivsed/arengule kahjulikud mõjud sagedusalade kaupa

4.2.1 Reproduktiivsed/arengulised mõjud epidemioloogilistes uuringutes: Uuringud, milles hinnatakse raadiosageduste mõju tervisele madalamas sagedusvahemikus (FR1: 450-6000 MHz), mis hõlmab ka eelmiste põlvkondade lairibavõrkudes (1G, 2G, 3G ja 4G) kasutatud sagedusi.

Andmebaasist ja muudest allikatest leitud artikleid oli 2834. Pärast duplikaatide eemaldamist (9) ja jättes välja pealkirja ja kokkuvõtete põhjal mitteolulised artiklid (2785), jäi 40 artiklit. Täistekstide sõelumise põhjal jäeti veel 12 artiklit välja, nii et käesolevasse kvalitatiivsesse sünteesi kaasamiseks sobiva sagedusega avaldatud artikleid oli 28, mis vastab 26 uuringule (kahel juhul avaldati kaks artiklit, mis kajastasid teavet sama uuringu kohta) (joonis 13).

Selles etapis tehti ka valik sagedusvahemiku alusel: 28 paberit/26 uuringut käsitlesid FR1 vahemikku kuuluvaid ekspositsioone ja 2 ka FR2 vahemikku kuuluvaid ekspositsioone. Need 2 tööd kajastavad nii FR1 kui ka FR2 vahemikku sobivaid ekspositsioone, seega ei lisandu nad kaasatud uuringute koguarvule; sama uuringut analüüsitakse seega kaks korda, üks kord igas sagedusvahemikus.

Joonis 13 - Vooluskeem. Epidemioloogilised uuringud reproduktiivse/arengulise mõju kohta FR1



MEESLASTE VILJAKUS

Juhtumi-kontrolli uuringud (tabelid 12a)

1. Al-Quzwini et al., 2016.

Iraak. Juhtumi-kontrolli uuring.

Seemnevedeliku analüüs on meeste reproduktiivse potentsiaali kliiniline marker. Et teada saada, kas keskkonnaoht, näiteks mobiiltelefoni mast, mõjutab meeste reproduktiivset võimekust. Uuringusse kaasati kakssada paari, neist sada subfertiilset paari uurimisrühmana (n=100) ja sada fertiilset paari kontrollrühmana (n=100). Keskkonna kokkupuudet mobiiltelefoni mastide elektromagnetilise kiirgusega ja tööseisundit hinnati standardküsimustiku abil. Subfertiilsete meeste puhul tehti spermaanalüüs, sest fertiilsed mehed (kontrollrühm) keeldusid spermaproovide andmisest. Tööalane oht väljendas olulist erinevust subfertiilsete ja kontrollrühma vahel (38% versus 12%) ($p < 0,05$), tõenäosussuhtega (OR) = 4,5 ja 95% usaldusvahemikuga (CI): 2,175-9,288, ning ka keskkonnategur (mobiiltelefoni mast viiekümne meetri kaugusel nende majast) näitas olulist erinevust (29% versus 12%) ($p < 0,05$), OR= 3; 95% CI: 1,426-6,290. Subfertiilsete meeste SFA oli 40% ebanormaalne versus 60% normaalne spermaanalüüs. Need kõrvalekalded liigitati 35% oligozoospermiaks, 55% asthenospermiaks ja 10% teratozoospermiaks. Oligozoospermia oli seotud suurema kutsehäirega (OR= 1,8, 95% CI: 0,569-5,527). Teratozoospermia oli seotud suurema tööohuga (OR= 5,23, 95% CI: 0,524-52,204) ja kokkupuutega keskkonnaohuga (OR = 2,6, 95% CI: 0,342- 19,070) ning seotud suitsetamise ohuga (OR = 1,7, 95% CI: 0,225-12,353). Meeste viljakust, mida esindab sperma kvaliteet, võivad mõjutada kutse- ja keskkonnakoormus, seega tundub, et kutse- ja keskkonnariskifaktorite ennetamine võib viia subfertiilsete meeste sperma kvaliteedi paranemiseni.

Kommentaari: Ebapiisav / ebaselge.

Ristlõikeuuringud (tabelid 13, a-d)

2. Baste et al., 2008.

Norra. 2002-2004. Ristlõikeuuring, kutsealane kokkupuude.

Autorid viisid läbi ristlõikeuuringu Norra Kuninglikus mereväes töötavate sõjaväelaste seas, mis sisaldas teavet töö kohta raadiosageduslike elektromagnetvälju kiirgavate seadmete läheduses, üheaastase viljatuse, laste ja järglaste soo kohta. 10 497 vastanuist 22% oli töötanud kõrgsagedusantennide läheduses "suurel" või "väga suurel" määral. Viljatus suurenes märkimisväärselt koos eneseraporteeritud kokkupuute suurenemisega raadiosageduslikele elektromagnetväljadele. Logistilises regressioonis oli viljatuse tõenäosuse suhe (OR) nende seas, kes olid töötanud kõrgsagedusantennidele lähemal kui 10 m ja "väga lähedal", võrreldes nendega, kes teatasid, et ei töötanud kõrgsagedusantennide lähedal, 1,86 (95% usaldusvahemik: 1,46-2,37), korrigeerituna vanuse, suitsetamisharjumuste, alkoholitarbimise ja kokkupuute suhtes orgaaniliste lahustite, keevituse ja pliiga. Sarnane kohandatud OR "kõrge", "mõningase" ja "madala" kokkupuute korral oli 1,93 (95% CI: 1,55-2,40), 1,52 (95% CI: 1,25-1,84) ja 1,39 (95% CI: 1,15-1,68),

vastavalt. Kõigis vanuserühmades ilmnesid olulised lineaarsed suundumused, mille kohaselt oli tahtmatu lastetuse esinemissagedus suurem, mida suurem oli eneseraporteeritud kokkupuute raadiosagedusväljadega. Raadiosagedusliku kiirgusega kokkupuute ulatus ja laste arv ei olnud siiski omavahel seotud. Nii kõrgsagedusantennide kui ka sisedeadmete eneseraporteeritud kokkupuute puhul esinesid olulised lineaarsed suundumused, mille kohaselt oli poiste ja tüdrukute suhe sündides väiksem, kui isa teatas kõrgemast raadiosagedusliku elektromagnetkiirguse kokkupuute määrast.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuute tase. Suurem RF-EMF-ga kokkupuute tase on seotud viljatuse ja poiste ja tüdrukute väiksema suhtarvuga sünnihetkel.

3. Mollerlekken ja Moen, 2008.

Norra. 2002. Ristlõikeuring, tööalane kokkupuude.

Käesoleva uuringu eesmärk oli uurida elektromagnetväljadega kokkupuutuvate töötajate ja nende reproduktiivse tervise vahelist seost. Saime andmeid küsimustiku abil läbilõikeuringus mereväe sõjaväelaste seas, vastamismäär 63% (n¼1487). Vastajatelt küsiti kokkupuute, elustiili, reproduktiivtervise, varasemate haiguste, töö ja hariduse kohta. Eksperdirühm liigitas elektromagnetväljaga kokkupuutega seotud töökategooriad. Elektromagnetväljadega kokkupuuteks kategoriseerisime töökategooriad "telekommunikatsioon/kommunikatsioon", "elektroonika" ja "radar/sonar". Logistiline regressioon, mida on kohandatud vanuse, kunagi suitsetamise, sõjaväelise hariduse ja füüsilise koormuse suhtes tööol, näitas suurenenud viljatuse riski tele/kommunikatsiooni koefitsient ($OR \leq 1,72$, 95% usaldusvahemik 1,04- 2,85) ja radari/sonari koefitsient ($OR \leq 2,28$, 95% usaldusvahemik 1,27-4,09). Elektroonikarühmas ei olnud suurenenud riski. See uuring näitab võimalikku seost raadiosageduslike väljadega kokkupuute vahel raadiosageduslike seadmete ja radariga töötamise ajal ning vähenenud viljakuse vahel. Siiski tuleb tulemusi tõlgendada ettevaatlikult.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Võimalik suurenenud viljatuse risk telekommunikatsiooni ja radari/sonari operaatorite seas.

4. Fejez et al., 2005.

Ungari. Ristlõikeuring.

Meie ülikooli kliinikumis täiendati meeste anamneesi võtmist küsimustega mobiiltelefoni kasutamise harjumuste kohta, sealhulgas mobiiltelefoni omamise, igapäevase ooterežiimi ja igapäevase edastamise aja kohta. Spermaanalüüsid viidi läbi tavapäraste meetoditega. Statistika arvutati SPSS statistikatarkvaraga. Kokku kaasati uuringusse 371 meest. Valdamise kestus ja igapäevane ülekandeaeg korreleerusid negatiivselt kiirelt progresseeruvate liikuvate spermatoosoidide osakaaluga (vastavalt $r = 0,12$ ja $r = 0,19$) ning positiivselt aeglaselt progresseeruvate liikuvate spermatoosoidide osakaaluga (vastavalt $r = 0,12$ ja $r = 0,28$). Madala ja kõrge saatja sisaldusega rühmad erinesid ka kiirelt progresseeruvate liikuvate spermatoosoidide osakaalu poolest (48,7% vs. 40,6%). Mobiiltelefonide pikaajalisel kasutamisel võib olla negatiivne mõju sperma liikuvusomadustele.

Kommentaari: Kokkupuude ise teatatud. Segavaid tegureid ei analüüsitud.

5. Jurewicz et al., 2014, Radwan et al., 2016 (nad avaldasid sama uuringu).

Poola. Ristlõikeuring.

Uuringu eesmärk oli uurida seost muudetavate elustiilifaktorite ja peamiste sperma parameetrid, sperma morfoloogia ja sperma kromatiini struktuur. Uuringupopulatsiooni kuulus 344 meest, kes käisid viljatusdiagnostika eesmärgil viljatusravikliinikus, kelle sperma kontsentratsioon oli 20-300 M/ml või kerge oligozoospermia (sperma üldkontsentratsioon 15-20 M/ml) [WHO 1999]. Osalejaid küsitleti ja neile esitati spermaproovid. Intervjuu hõlmas küsimusi demograafiliste andmete, sotsiaalmajandusliku staatuse, haigusloo, elustiili tegurite (alkoholi, tubaka, kohvi tarbimine, mobiiltelefoni ja sauna kasutamine) ja füüsilise aktiivsuse kohta. Uuringu tulemused viitavad sellele, et elustiilifaktorid võivad mõjutada sperma kvaliteeti. Leiti negatiivne seos suurenenud kehamassiindeksi (BMI) ja sperma mahu vahel ($p \leq 0,03$). Vaba aja aktiivsus oli positiivselt seotud sperma kontsentratsiooniga ($p \leq 0,04$) ja kohvijoomine liikuvate seemnerakkude osakaaluga ning sperma pea ja kaela kõrvalekallete osakaaluga (vastavalt $p \leq 0,01$, $p \leq 0,05$ ja $p \leq 0,03$). Punase veini joomine 1-3 korda nädalas oli negatiivselt seotud sperma kaela kõrvalekalletega ($p \leq 0,01$). Lisaks vähendas mobiiltelefoni kasutamine üle 10 aasta liikuvate spermatoosoidide osakaalu ($p \leq 0,02$). Meestel, kes kandsid boksersortse, oli väiksem sperma kaela kõrvalekallete protsent ($p \leq 0,002$) ja DNA-kahjustusega spermatoosoidide protsent ($p \leq 0,02$). Need leiud võivad mõjutada oluliselt sperma kvaliteeti ja elustiili.

Kommentaar: Enda teatatud kokkupuude. Erinevad segajad võivad mõjutada tulemusi.

6. Yildirim et al., 2015. Türgi.

Ristlõikeuuring.

Meie viljatusosakonda tulnud meespatsientide sperma analüüsimiseks ja palusime neil täita ka anonüümne küsimustik. Me küsisime nende mobiiltelefoni ja traadita interneti kasutamise sagedust, et määrata nende raadiosageduslik-elektromagnetilise kiirgusega kokkupuudet. Kokku täitsid küsimustiku 1082 patsienti, kuid 51 neist jäeti uuringust välja asoospermia tõttu. Mobiiltelefonide kasutusperioodist tingitud spermatoosoidide arvu ja spermatoosoidide morfoloogia, välja arvatud spermatoosoidide liikuvus, ei olnud märkimisväärset erinevust (vastavalt $p = 0,074$, $p = 0,909$ ja $p = 0,05$). Kogu liikuvate spermatoosoidide arv ja progressiivne liikuvate spermatoosoidide arv vähenesid Interneti kasutamise suurenemise tõttu ($p = 0,032$ ja $p = 0,033$). Kooskõlas liikuvate spermatoosoidide koguarvuga vähenes ka progressiivne liikuvate spermatoosoidide arv traadita interneti kasutamise korral võrreldes traadiga internetiühenduse kasutamisega (vastavalt $p = 0,009$ ja $p = 0,018$). Traadita Interneti kasutamise kestuse ja sperma koguarvu vahel oli negatiivne korrelatsioon ($r = -0,089$, $p = 0,039$). Uurisime ka traadita interneti kasutamise negatiivset mõju sperma liikuvusele vastavalt meie esialgsetele tulemustele.

Kommentaar: Kokkupuude ise teatatud. Segavaid tegureid ei analüüsitud. Mis tahes erinevus spermaparameetrite ja mobiiltelefoni ja traadita interneti kasutamise vahel on autorite järeldused.

7. Zilberlicht et al., 2015.

Iisrael. Ristlõikeuuring.

Meeste viljatus moodustab 30-40% kõigist viljatusjuhtumitest. Mõned uuringud on näidanud sperma kvaliteedi pidevat langust alates 20. sajandi algusest. Üheks arvatavaks teguriks on mobiiltelefonidest lähtuv raadiosageduslik elektromagnetiline kiirgus. Käesolevas uuringus uuritakse seost mobiiltelefoni kasutamise omaduste ja sperma kvaliteedi vahel. Küsimustikud, mis sisaldasid demograafilisi andmeid ja mobiiltelefoni kasutamise omadusi, täideti 106 mehega, kes saadeti spermaanalüüsi. Tulemusi analüüsiti vastavalt WHO 2010. aasta kriteeriumidele. Rääkimine ≥ 1 h/päevas ja seadme laadimise ajal oli seotud suurema ebanormaalse spermakontsentratsiooni määraga (vastavalt 60,9% versus 35,7%, $P < 0,04$ ja 66,7% versus 35,6%, $P < 0,02$). Meeste seas, kes teatasid, et nad hoiavad oma telefoni ≤ 50 cm kaugusel kubemest, leiti mitteamoluliselt kõrgem ebanormaalse spermakontsentratsiooni määr (47,1% versus 11,1%). Mitmemõõtmeline analüüs näitas, et seadme laadimise ajal rääkimine ja suitsetamine olid ebanormaalse spermakontsentratsiooni riskitegurid (OR = 4,13 [95% CI 1,28-13,3], $P < 0,018$ ja OR = 3,04 [95% CI 1,14-8,13], $P < 0,027$, vastavalt). Meie tulemused viitavad sellele, et mobiiltelefoni kasutamise teatud aspektid võivad avaldada kahjulikku mõju sperma kontsentratsioonile. Seega on vaja uurida suuremahulisi uuringuid kasutades.

Kommentaar: Enda teatatud kokkupuude. Leiti mõningane seos.

8. Al-Bayyari, 2017.

Jordaania. Ristlõike vaatlusuuring.

Eesmärk oli uurida mobiiltelefoni kasutamise mõju sperma kvaliteedile ja meeste viljakusele. Jordaania Põhja-, Kesk- ja Lõuna-Kubernaadi viljatusekliinikutes käinud ja viljatuse hindamisel osalenud 159 mehe ristlõike vaatlusuuring, mis jagati kahte rühma vastavalt nende aktiivsele mobiiltelefonikasutusele: rühm A: ≤ 1 h/päevas ja rühm B: > 1 h/päevas. Patsientidele ei antud mingeid sekkumisi ja spermaproovid koguti masturbeerimise teel steriilsesse konteinerisse pärast 5 päeva pikkust abstinentsiperioodi. Peamised tulemusnäitajad olid sperma maht, vedeldamise aeg, pH, viskoossus, arv, liikuvus ja morfoloogia.

Mobiiltelefoniga rääkimise aeg registreeriti ja uuritavad jagati 2 rühma: rühm A ≤ 1 h/päevas ($n = 104$); rühm B > 1 h/päevas ($n = 52$) ja osalejad, kes ei kasutanud mobiiltelefoni ($n = 3$), jäeti statistilisest analüüsist välja, et uurida helistamisele või kõnede vastuvõtmisele kulunud aja mõju. Mõlema rühma vahel ei olnud statistiliselt olulisi erinevusi ($p > 0,05$) spermakvaliteedi parameetrite osas vastavalt mobiiltelefoni kasutamisele, kuid statistilised erinevused esinesid sperma kontsentratsiooni, mahu, viskoossuse, vedeldamise aja ja immotiilsete spermatoosidide ning ebanormaalse morfoloogia sageduste osas. Lisaks oli televiisori vaatamisele ja mobiiltelefonide kasutamisele kuluv aeg märkimisväärselt ($p \leq 0,05$) seotud normaalse morfoloogia keskmise protsendi vähenemisega. Kaugus telekommunikatsioonimastist oli märkimisväärselt ($p \leq 0,05$) seotud spermatoosidide mahu vähenemisega. Samal ajal oli sõnumite saatmisele või vastuvõtmisele kuluv aeg märkimisväärselt ($p \leq 0,05$) seotud spermatoosidide arvu vähenemisega ning mobiiltelefoni kandmine püksitaskus oli märkimisväärselt seotud immotiilsete spermatoosidide keskmise osakaalu suurenemisega. Mobiiltelefoni kasutamine võib avaldada negatiivset mõju sperma kvaliteetiparameetritele ja edasised uuringud on vajalikud.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Mobiiltelefonide kasutamine võib avaldada negatiivset mõju sperma kvaliteetiparameetritele.

9. Shi et al., 2018.

Ristlõikeuuring.

Värvati kolmsada kaksikümme kaheksa isikut, kes läbisid spermaanalüüsi. Rutiinne SA, analüüsiti sperma elujõulisust, akroosomireaktsiooni (AR) analüüsi ja sperma DNA fragmentatsiooni indeksi (DFI). Koguti demograafilisi ja elustiilandmeid, sealhulgas (1) kehamassiindeks, (2) praegune suitsetamise ja alkoholi tarvitamise sagedus, (3) uneharjumused, (4) igapäevane vedeliku tarbimine, (5) iganädalane liha tarbimine, (6) sportimise sagedus, (7) püksikõndi kasutamine, (8) vanus ja (9) abstinentsiaeg. Võimaliku mittelineaarse seose analüüsimiseks kasutati üldistatud aditiivseid mudeleid. Tulemused näitasid, et sperma üldarv (TSC) oli märkimisväärselt seotud vanusega ($P = 0,001$), abstinentsiajaga ($P = 0,001$) ja igapäevase kohvi tarbimisega ($P = 0,044$). Sperma maht oli märkimisväärselt seotud vanusega ($P < 0,001$) ja igapäevase kohvi tarbimisega ($P < 0,001$). Sperma kontsentratsioon oli märkimisväärselt seotud abstinentsiajaga ($P = 0,011$) ja keskmise une kestusega ($P = 0,010$). Sperma liikuvus oli märkimisväärselt seotud vanusega ($P = 0,002$) ja igapäevase mahla tarbimisega ($P = 0,001$). Kogu liikuvate spermatoosidide arv oli oluliselt seotud vanusega ($P = 0,003$) ja abstinentsiajaga ($P = 0,009$). DFI oli märkimisväärselt seotud vanusega ($P = 0,002$), ebaregulaarse magamisharjumusega ($P = 0,008$) ja abstinentsiajaga ($P = 0,032$). AR-sperma osakaal oli oluliselt seotud igapäevase mahla tarbimisega ($P = 0,013$). Kokkuvõtteks võib öelda, et DFI ja TSC olid kõige tundlikumad spermaparameetrid demograafiliste ja elustiili tunnuste suhtes, samas kui vanus mõjutas spermaparameetreid rohkem kui teised demograafilised ja elustiili tunnused. Pükste mobiiltelefoni kasutamine ei olnud oluliselt seotud ühegi uuritud spermaparameetri muutusega.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Paljud segavad tegurid vanus ja elustiil. Igasugune seos sperma muutumisega.

10. Blay jt, 2020.

Ghana. Ristlõikeuuring.

Meeste viljatus on teadaolevalt seotud umbes poolega kõigist viljatusjuhtumitest. Ghanas on meeste viljatuse esinemissagedus suurem (15,8%) kui naistel (11,8%). Sperma kvaliteet on seotud raseduse tõenäosusega ja on teadaolevalt 90% ulatuses meeste viljatusprobleemide põhjuseks. Kokkupuude teatud keskkonnateguritega vähendab meeste sperma kvaliteeti. Uuringus uuriti keskkonnategurite ja elustiili mõju sperma kvaliteedile Ghana meestel. Materjalid ja meetodid. Tegemist oli ristlõikeuuringuga, milles osales 80 näiliselt tervet täiskasvanud meest reproduktiivses eas. Osalejad olid laboratooriumi (Korle-Bu Õppehaigla immunoloogiaüksus) saadetud mehed spermaanalüüsi testi ja/või kultuuri ja tundlikkuse jaoks. Osalejatel paluti täita küsimustik, mis hõlmas valitud keskkonnategureid (õnnetused või traumad, kokkupuude kemikaalidega, kiirgus ja soojus) ja elustiili harjumusi (sealhulgas

alkoholitarbimine, suitsetamine ja kas osalejad istusid rohkem või vähem kui 4 tundi päevas).

Seejärel koguti spermaproovid masturbeerimise teel steriilsesse anumasse ja analüüsiti vastavalt WHO juhiste järgi sperma analüüsimiseks 60 minuti jooksul pärast ejakulatsiooni ja kogumist. Tulemused. Umbes 69% osalejatest oli sperma pH normaalses vahemikus, võrreldes 15%ga, kelle pH oli madalam kui 7.2. Immotiilsete spermatooside arv oli märkimisväärselt kõrge (p -väärtus = 0,017) osalejatel, kes istusid üle 4 tunni, võrreldes nendega, kes istusid vähem kui 4 tundi päevas. Aktiivse sperma liikuvus ja elujõulisus näitasid olulist tõusu (p väärtus = 0,002 ja 0,009, vastavalt) osalejatel, kes hoidsid mobiiltelefoni küljetaskus. Suitsetamine põhjustas spermatooside arvu kahekordse vähenemise, kuna suitsetajatel oli oluliselt väiksem spermatooside arv ($12:28 \pm 10:95 \times 10^6/\text{ml}$) võrreldes suitsetajatega ($23:85 \pm 22:14 \times 10^6/\text{ml}$). Suguhaigustega kokkupuute puhul ei täheldatud uuringurühmade vahel märkimisväärsed erinevusi sperma kvaliteedi osas. Järeldus. Spermakvaliteet Ghana meestel on seotud elustiili harjumustega. Suitsetamine ja pikaajaline istumine mõjutasid vastavalt spermatooside liikuvust ja arvu. Teadmised tegurite kohta, mis mõjutavad sperma kvaliteeti selles geograafilises piirkonnas, võivad aidata kaasa teadlike otsuste tegemisele Ghana meeste viljatuse tõhusaks raviks.

Kommentaari: *Enda teatatud kokkupuude, ebakindel. Suurenenud aktiivsus ja elujõulisus seotud mobiiltelefoniga oma küljetaskus. Palju segavaid tegureid.*

Kohortuuringud (tabelid 14, a-c)

11. Zhang, 2016.

Hiina. 2013-2015. Kohortuuring.

Osalejate värbamine viljatusravikliinikutest, mitte üldpopulatsioonist, võib tekitada valikulise eelarvamuse võimalust. Uurida mobiiltelefoni kasutamise mõju sperma parameetritele üldpopulatsioonis. Me sõelusime ja dokumenteerisime 794 noore mehe mobiiltelefoni kasutamise andmed Chongqingi kolledži üliõpilaste reproduktiivtervise (MARHCS) kohordiuuringust 2013. aastal, millele järgnesid vastavalt 666 ja 568 2014. ja 2015. aastal. Ühepoolsete regressioonianalüüside käigus leidsime, et mobiiltelefoniga rääkimise igapäevane kestus oli 2013. aastal märkimisväärselt seotud vähenenud spermaparameetritega, sealhulgas sperma kontsentratsiooniga [β koefitsient = -6,32% mobiiltelefoniga rääkimise päevase kestuse (h) ühiku kohta; 95% usaldusvahemik (CI), -11,94, -0,34] ja sperma koguarvuga (-8,23; 95% CI, -14,38, -1,63); sperma maht (-8,37; 95% CI, -15,93, -0,13) ja sperma üldarv (-16,59; 95% CI, -29,91, -0,73) 2015. aastal]. Interneti kasutamine mobiilsidevõrkude kaudu oli samuti seotud vähenenud spermakontsentratsiooniga ja sperma üldarvuga 2013. aastal ning vähenenud sperma mahuga 2015. aastal. Mitmemõõtmelisi analüüse kasutati võimalike segavate tegurite mõju korrigeerimiseks ja märkimisväärsed negatiivsed seosed Interneti kasutamise ja sperma parameetrite vahel jäid alles. Mobiiltelefoniga rääkimise ja spermaparameetrite vahel püsisid püsivad, kuid mitteolulised negatiivsed seosed kogu kolme uuringuaasta jooksul ning negatiivne seos oli statistiliselt oluline segamudelil, mis võttis arvesse kõiki kolme aasta andmeid mobiiltelefoniga rääkimise ja sperma kvaliteedi kohta. Meie tulemused näitasid, et mobiiltelefoni kasutamise teatavad aspektid võivad negatiivselt mõjutada meeste sperma kvaliteeti, vähendades sperma mahtu, spermatooside kontsentratsiooni või spermatooside arvu, kahjustades seeläbi meeste viljakust.

Kommentaari: *Enda teatatud kokkupuude. Segavaid tegureid ei analüüsitud. Seos meeste viljakuse kahjustusega.*

12. Lewis et al., 2017.

USA. 2004-2015. Pikaajaline kohortuuring, osa EARTH-uuringust.

Tegemist on pikisuunalise kohortuuringuga, mille käigus värvati Massachusettsi üldhaigla (MGH) viljatusravikeskusest viljatusravi taotlejad paarid; rasestumisraskused võivad olla seotud meessoost teguriga, naissoost teguriga või nii meessoost kui ka naissoost tegurite kombinatsiooniga.

Mobiiltelefonide kasutamise harjumuste ja sperma kvaliteedi markerite vahelist seost uuriti 153 mehe pikisuunalises kohortuuringus, kes käisid Massachusettsis Bostoni akadeemilises viljakuskliinikus. Mehed vanuses 18-56 aastat

võisid osaleda. Andmed mobiiltelefoni kasutamise kestuse kohta (ei kasuta, <2 h/päevas, 2-4 h/päevas, >4 h/päevas), kõrvaklappide või kõrvaklappide kasutamise kohta (mitte kunagi, aeg-ajalt, mõned korrad, enamasti, kogu aeg) ja mobiiltelefoni kandmise koha kohta (püksitaskus, vööl, kotis, mujal) koguti õe poolt koostatud küsimustiku abil. Spermaproovid (n = 350) koguti ja analüüsi kohapeal. Et võtta arvesse mitu spermaproovi ühe mehe kohta, kasutati mobiiltelefoni kasutamise ja spermaparameetrite vahelise seose uurimiseks juhusliku intervalliga lineaarseid segamudeleid. Üldiselt ei leitud tõendeid mobiiltelefoni kasutamise ja sperma kvaliteedi vahelise seose kohta.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Puuduvad tõendid mobiiltelefoni kasutamise ja sperma kvaliteedi vahelise seose kohta.

ARENGU-UURINGUD

Juhtumi-kontrolli uuringud (tabelid 15 a-f)

13. Tan et al., 2014.

Singapur. Juhtumi-kontrolli uuring.

Ohustatud raseduse katkemine esineb 20% rasedustest. Viisime läbi juhtumi-kontrolliuuringu, et hinnata seost ema elustiili tegurite ja ähvardava raseduse katkemise riski vahel. Juhtumid olid 154 naist, kes esinesid 5.-10. rasedusnädalal ähvardava raseduse katkemisega; kontrollid olid 264 naist, kellel ei olnud ähvardavat raseduse katkemist ja kes käisid sünnituseelses kliinikus 5.-10. rasedusnädalal. Eluviisi muutujad olid: praegune ja varasem suitsetamine, praegune kokkupuude passiivse sigaretisuitsuga, arvuti ja mobiiltelefonide kasutamine, tajutud stress, varasem rasestumisvastaste vahendite kasutamine, varasem menstruatsiooni regulaarsus ning kalaõli, kofeiini ja alkoholi tarbimine. Viidi läbi logistiline regressioon. Mitmemõõtmelises analüüsis leidsime positiivse seose ähvardava raseduse katkemise ja passiivse suitsetamise (OR 2,93, 95% CI 1,32-6,48), arvuti kasutamise (>4 tundi päevas) (OR 6,03, 95% CI 2,82-12,88), mobiiltelefoni kasutamise (>1 tund/päevas) (OR 2,94 95% CI 1,32-6,53) ja kofeiini tarbimine (OR 2,95 95% CI 1,57- 5,57). Igasugune kalaõli tarbimine oli seotud ohustatud raseduse katkemise riski vähenemisega (OR 0,20, 95% CI 0,09-0,42). Pikaajaline mobiiltelefoni ja arvuti kasutamine ning kalaõli lisamine on potentsiaalsed uued korrelatsioonid ähvardava raseduse katkemisega, mis väärivad edasist uurimist.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Stressi kui segavat muutujat ei ole arvesse võetud. Täheldatud seos mobiiltelefoni ja arvuti kasutamise ning ähvardava raseduse katkemise vahel.

14. Mahmoudabadi et al., 2015.

Iraan. Juhtumi-kontrolli uuring.

Kokkupuude mobiiltelefonide elektromagnetväljadega toimub üha sagedamini, kuid võimalik mõju mobiiltelefonide

spontaanset aborti ei ole põhjalikult uuritud. Meetodid: Uuringud: Juhtumikontrolliga uuringus osales 292 naist, kellel oli seletamatu spontaanne abort < 14. rasedusnädalal, ja 308 rasedat.

> 14 rasedusnädalaga. Täideti kaks andmekogumisvormi; ühte kasutati andmete kogumiseks sotsiaalmajanduslike ja sünnituslike näitajate, meditsiinilise ja reproduktiivse anamneesi ning eluviiside kohta. Teist kasutati andmete kogumiseks mobiiltelefonide kasutamise kohta raseduse ajal. Mobiiltelefonide mõju hindamiseks mõõtsime keskmist helistamisaega päevas, mobiiltelefonide asukoha, kui neid ei kasutata, käed-vabaduse seadmete kasutamist, telefonide kasutamist muudeks rakendusteks, tootja poolt teatatud spetsiifilist neeldumiskiirust (SAR) ja keskmist efektiivset SARi (keskmine helistamisaeg päevas × SAR). Analüüsid viidi läbi statistikapaketi riigi tarkvara (SPSS)v.16 abil. Mobiiltelefonide kasutamise ja spontaansete abortide riski seost võimalike segavate tegurite suhtes toetasid tõendid, et vaatamata paljude teadaolevate või oletatavate riskitegurite korrigeerimisele logistilises regressioonianalüüsis ei muutunud hinnang oluliselt. Kõik mobiiltelefonidega seotud andmed

erinesid kahe rühma vahel, välja arvatud käed-vabad seadmete kasutamine ($p < 0,001$). Meie tulemus viitab sellele, et mobiiltelefonide kasutamine võib olla seotud varajaste spontaansete abortidega.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Mobiiltelefonide kasutamine võib olla seotud varajaste spontaansete abortidega.

Ristlõikeuuringud (tabelid 16, a,b)

15. Col-Araz, 2013.

Türgi. 2009. Ristlõikeuuring.

Uuring viidi läbi Türgis Gazintepi ülikooli arstiteaduskonna ambulatoorse kliiniku pediaatriaosakonnas. Uuring hõlmas 500 patsienti, kes ilmusid kliinikusse ajavahemikul 2009. aasta maist detsembrini. Kõigile osalejatele anti küsimustik nende raseduse anamneesi kohta. Statistiliseks analüüsiks kasutati SPSS 13. Uuringus oli 90 (19%) patsiendil enneaegne sünnitus, ja 64 (12,9%) patsiendil oli madal sünnikaal. Sünnikaal oli positiivses korrelatsioonis ema vanuse ja ema algkaaluga (vastavalt $r = 0,115$, $p = 0,010$; $r = 0,168$, $p = 0,000$). Enneaegne sünnitus ja alla 2500 g sünnikaal olid sagedamini emadel, kellel oli raseduse ajal haigusi (vastavalt $p = 0,046$ ja $p = 0,008$). Emade harjumus vaadata televiisorit ning kasutada mobiiltelefoni ja arvutit ei näidanud mingit seost sünnikaaluga. Emadel, kes kasutasid raseduse ajal mobiiltelefoni või arvutit, oli rohkem sünnitusi enne 37. nädalat (vastavalt $p = 0,018$ ja $p = 0,034$). Samuti oli raseduse kestus lühem emadel, kes kasutasid raseduse ajal mobiiltelefoni või arvutit (vastavalt $p = 0,005$, $p = 0,048$). Mobiiltelefonid ja arvutid võivad mõjutada enneaegset sünnitust.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Mobiiltelefonid ja arvutid võivad mõjutada enneaegset sünnitust.

16. Zarei S. et al., 2015.

Iraan. 2014. Ristlõikeuuring.

Käesoleva uuringu eesmärk oli uurida, kas emade kokkupuude erinevate elektromagnetväljade allikatega mõjutab järglaste kõneprobleemide määra ja raskusastet. Selles uuringus küsitleti 35 terve 3-5-aastase lapse (kontrollrühm) ja 77 kõneprobleemidega diagnoositud lapse emasid, kes olid suunatud Iraani Shirazis asuvasse kõnehoolduskeskusesse. Nendelt emadelt küsiti, kas nad puutuvad kokku erinevate elektromagnetväljade allikatega, nagu mobiiltelefonid, mobiilside tugijaamad, Wi-Fi, juhtmeta telefonid, sülearvutid ja elektriliinid. Leiti oluline seos kas helistamisaja ($P = 0,002$) või mobiiltelefoni kasutamise ajaloo (kasutatud kuud) ja järglaste kõneprobleemide vahel ($P = 0,003$). Muud kokkupuuted ei mõjutanud aga kõneprobleemide esinemist. Teadaolevalt on see esimene uuring, milles uuritakse võimalikku seost ema elektromagnetväljadega kokkupuute ja järglaste kõneprobleemide vahel. Kuigi meie uuringu peamine piirang on suhteliselt väike valim, näitab see uuring, et ema kokkupuude tavaliste elektromagnetväljade allikatega, nagu mobiiltelefonid, võib mõjutada kõneprobleemide esinemist järglastel.

Kommentaari: Väike valim, piirangud kokkupuute hindamisel. Seos ema mobiiltelefoni kasutamise ja järglaste kõneprobleemide vahel.

17. Abad et al., 2016.

Iraan. Ristlõikeuuring.

Elektromagnetväljaga kokkupuute ja raseduse katkemise seoste uurimine Teherani naiste seas. Selles pikisuunalises uuringus osales 462 rasedat, kelle rasedusvanus oli < 12 nädalat, seitsmest Teherani linna peamistest piirkondadest Iraanis, kus oli sarnane sotsiaalne ja kultuuriline staatus. Naiste keskmine vanus oli $28,22 \pm 4,53$ aastat. Spontaanse raseduse katkemise sagedus oli 56 juhtumit. Abordi esinemissagedus oli 12,3%. Andmete kogumiseks intervjueriti naisi näost näkku. Reproduktiivne teave

koguti, kasutades meditsiinilist toimikut, mis oli registreeritud nendes haiglates, kus subjektid olid sünnitanud. Mõõteriistaga mõõdeti elektromagnetilisi laineid, Narda ohutustesti lahendusi kehtiva kalibreerimispäevaga nende majade sissepääsu ukstel. Märkimisväärne tõenäosus raseduse katkemisele naistel, kes puutusid kokku märkimisväärse elektromagnetilise laine tasemega. Seda seost ei kinnitanud siiski Waldi test. See uuring ei pruugi anda tugevaid või järjekindlaid tõendeid, et elektromagnetväljaga kokkupuude on seotud või põhjustab raseduse katkemist. See küsimus võib olla tingitud selle uuringu väikesest valimi suurusest.

Kommentaar : Enda teatatud kokkupuude. Väike valim. Ebakindel seos raseduse katkemise ja mobiiltelefoni kasutamise vahel.

18. Lu et al., 2017.

Jaapan. 2012-2014. Kohordiandmete põhjal tehtud läbilõikeuuring.

Uuringu eesmärk oli kindlaks teha mobiiltelefoni liigse kasutamise seosed vastsündinu sünnikaaluga ja imiku tervisliku seisundiga. Uuringus osales 461 ema ja lapse paarist koosnev valim, mis hõlmas emade ja imikute omadusi ning teavet ema mobiiltelefoni kasutamise kohta raseduse ajal. Tulemused näitasid, et rasedad naised kasutavad Jaapanis mobiiltelefoni ülemäära palju. Imiku keskmine sünnikaal oli ülemäärase kasutamise rühmas madalam kui tavalise kasutamise rühmas ning imiku erakorralise transpordi sagedus oli ülemäärase kasutamise rühmas märkimisväärselt suurem kui tavalise kasutamise rühmas. Liigne mobiiltelefoni kasutamine raseduse ajal võib olla madalama sünnikaaluga ja imiku erakorralise transpordi kõrge sagedusega seotud riskitegur.

Kommentaar: Enda teatatud kokkupuude. Valimi suurus on piiratud. Emade kokkupuute piiratud hindamine. Ebatõenäoline.

Kohortuuringud (tabelid 17, a-f)

19. Mjøen et al., 2006.

Norra. 1976-1995. Ebasoodsate rasedustulemuste kohortuuring, kutsealane kokkupuude.

Eesmärgiks oli hinnata seoseid isade tööalase kokkupuute RF-EMF-iga ja kahjulike rasedustulemuste, sealhulgas sünnidefektide vahel, kasutades Norra rahvastikupõhiseid andmeid. Norra meditsiinilisest sünniregistrist saadud andmed reproduktiivsete tulemuste kohta ühendati üldisest rahvaloendusest saadud andmetega isa elukutse kohta. Kolmeks eraldi rühmaks valiti merendustöötajad, telefoniparandajad ja -paigaldajad ning keevitajad. Eksperdirühm liigitas ametid vastavalt kokkupuutele. Hinnati kolme kutsealase kokkupuute taset, mis kajastasid kokkupuute tõenäosust RFR-ga; üks rühm oli "tõenäoliselt ei ole kokkupuutes" (376 837 sünnitust), üks rühm "tõenäoliselt kokkupuutes" (139 871 sünnitust) ja üks rühm "tõenäoliselt kokkupuutes" (24 885 sünnitust). Logistilise regressiooni abil analüüsiti 24 sünnidefektide kategooriat ja muid kahjulikke tulemusi. Kõige tõenäolisemalt eksponeeritud isade järglastel täheldati suurenenud riski enneaegse sünni tekkeks (OR: 1,08, 95% usaldusvahemik (CI): 1,03, 1,15). Selles rühmas täheldati ka vähenenud riski huulehammaste tekkeks (OR: 0,63, 95% CI: 0,41, 0,97). Keskmise ekspositsiooniga rühmas täheldasime suurenenud riski "muude defektide" kategoorias (OR: 2,40, 95% CI: 1,22, 4,70) ja vähenenud riski "muude sündroomide" kategoorias (OR: 0,75, 95% CI: 0,56, 0,99) ja seedetrakti ülemiste defektide puhul (OR: 0,61, 95% CI: 0,40, 0,93). Uuring on osaliselt rahustav tööga kokkupuutuvate isade jaoks.

Kommentaar: Kokkupuute tase ebakindel. Puuduvad tõendid seose kohta tööalase kokkupuute RF-EMF-iga ja kahjuliku raseduse tulemuse vahel.

20. Divan et al., 2008; Divan et al., 2011.

Taani. Aastatel 1997-1999 sündinud lapsed, seejärel ajakohastatud kuni 2002. aastani. Kohortuuring.

Uuriti seost sünnieelse ja -järgse mobiiltelefoniga kokkupuute ja väikelaste käitumisprobleemide vahel. Emad värvati Taani riiklikku sünnikohordisse raseduse varases staadiumis. Kui nende rasedate lapsed said 2005. ja 2006. aastal 7-aastaseks, paluti emadel täita küsimustik laste praeguse tervise- ja käitumusliku seisundi ning varasemate mobiiltelefonide kasutamise kohta. Emad hindasid lapse käitumisprobleeme, kasutades tugevuste ja raskuste küsimustikku. 13 159 lapse emad täitsid järelküsimustiku, milles teatasid oma mobiiltelefonide kasutamisest raseduse ajal ning lapse praegusest mobiiltelefonide kasutamisest. Suuremaid käitumisprobleemide koefitsiente täheldati laste puhul, kellel oli võimalik sünnieelne või -järgne kokkupuude mobiiltelefoni kasutamisega. Pärast võimalike segavate tegurite kohandamist oli nii sünnieelse kui ka sünnijärgse mobiiltelefoniga kokkupuute korral lastel käitumisprobleemide kõrgema üldskoori tõenäosussuhe 1,80 (95% usaldusvahemik 1,45-2,23). Sünnieelne - ja vähemal määral ka sünnijärgne - kokkupuude mobiiltelefonidega oli seotud käitumiskäitumisprobleemidega, nagu emotsionaalsed ja hüperaktiivsusprobleemid umbes koolieas.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude ja muud võimalikud segavad tegurid. Kokkupuude mobiiltelefoniga sünnieelselt - ja vähemal määral ka sünnijärgselt - oli seotud käitumiskäitumisprobleemidega, nagu emotsionaalsed ja hüperaktiivsusprobleemid koolieas.

Taani. Aastatel 1996-2002 sündinud lapsed. Kohortuuring.

Teise uuringu eesmärk oli uurida, kas mobiiltelefonide sünnieelne kasutamine rasedate emade poolt on seotud järeltulijate arenguliste verstaapostide hiline misega kuni 18 kuu vanuseni.

Meetodid Meie töö põhineb Taani riiklikul sünnikohordil (Danish National Birth Cohort, DNBC), mille raames koguti rasedad emad aastatel 1996-2002 ja mille eesmärk oli koguda mitmesugust üksikasjalikku teavet emakasisese kokkupuute ja erinevate tervisenäitajate kohta. 2008. aasta lõpuks jälgiti üle 41 000 üheainsa elussünnituse puhul Age-7 küsimustikku, millega koguti emade kokkupuudet mobiiltelefonide kasutamisega raseduse ajal. Arengu verstaapostide käsitlevad tulemused saadi telefoniküsitlustest, mille emad täitsid 6 ja 18 kuu vanuselt pärast sünnitust. Tulemused Logistilise regressioonimudeli abil hinnati arenguliste verstaapostide hiline misega tõenäosussuhteid (OR), mida kohandati võimalike segavate tegurite suhtes. Vähem kui 5%-l lastest oli 6 ja 18 kuu vanuselt kognitiivse/keelelise või motoorse arengu mahajäämus. 6 kuu vanuselt oli kohandatud OR 0,8 [95% usaldusvahemik (95% CI) 0,7-1,0] kognitiivse/keelelise viivituse puhul ja 0,9 (95% CI) 0,7-1,0.

CI 0,8-1,1) motoorse arengu hiline misega puhul. 18 kuu vanuselt oli korrigeeritud OR vastavalt 1,1 (95% CI 0,9-1,3) ja 0,9 (95% CI 0,8-1,0) kognitiivse/keele ja motoorse arengu hiline misega puhul. Järeldused 6 ja 18 kuu vanustel imikutel ei täheldatud seost sünnieelse mobiiltelefoni kasutamise ja motoorse või kognitiivse/keele arengu hiline misega vahel. Isegi kui võtta arvesse mobiiltelefoni kasutamise doosi ja vastuse seoseid, olid seosed nullilähedased.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Puuduvad tõendid seose kohta mobiiltelefoni sünnieelse kasutamise ja motoorse või kognitiivse/keelelise arengu hiline misega vahel.

21. Guxens et al., 2013.

Madalmaad. 2003-2004 registreerimine; 2008-2009 käitumisprobleemide hindamine; 2010-2011 retrospektiivne kokkupuute hindamine.

Uuring oli integreeritud rahvastikupõhisesse prospektiivsesse sünnikohortuuringusse. Juhtmeta telefonid on koos mobiiltelefonidega peamine raadiosageduslike elektromagnetväljade kokkupuuteallikas peas. Seetõttu hindasime seost emade mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide kasutamise vahel raseduse ajal ning õpetajate ja emade teatatud laste käitumisprobleemide vahel 5-aastaselt. Uuring oli integreeritud Amsterdami sündinud laste ja nende arengu uuringusse, mis on Madalmaade Amsterdami (2003-2004) läbiviidud rahvastikupõhine sünnikohortuuring. Õpetajad ja emad teatasid lapse käitumisprobleemidest, kasutades tugevuste ja raskuste küsimustikku 5-aastaselt. Emade mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide kasutamise kohta raseduse ajal küsiti, kui lapsed olid 7-aastased. Kokku 2618 last

kaasati. Võrreldes mittekasutajatega ilmnes sünnieelse mobiiltelefoni kasutamisega kokkupuutuvate laste puhul suurenenud, kuid mitteoluline seos õpetajate teatatud üldiste käitumisprobleemide esinemise vahel, kuigi ilma annuse-vastuse seoseta. kõnede arvuga (OR=2,12 (95% CI 0,95 kuni 4,74) <1 kõne/päevas, OR=1,58 (95% CI 0,69 kuni 3,60) 1-4 kõne/päevas ja OR=2,04 (95% CI 0,86 kuni 4,80) ≥5 kõne/päevas). Õpetajate poolt teatatud üldiste käitumisprobleemide esinemise OR-id juhtmeta telefonide kasutamise kategooriates olid alla 1 või lähedased ühele. Ema mobiiltelefoni ja juhtmeta telefoni kasutamise seosed ema teatatud üldiste käitumisprobleemidega jäid mitteolulisteks. Konkreetsete käitumisprobleemide alaskaalade puhul leiti mitteolulised seosed. Meie tulemused ei viita sellele, et emade mobiiltelefoni või juhtmeta telefoni kasutamine raseduse ajal suurendaks nende laste käitumisprobleemide tõenäosust.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude ja muud võimalikud segavad tegurid. Mobiiltelefoni kasutamine raseduse ajal suurendab spetsiifilisi käitumisprobleeme, mitteoluline.

22. Choi et al., 2017.

Lõuna-Korea. 2006-2016. Mitmekeskuseline prospektiivne kohortuuring (Mothers and Children's Environmental Health (MOCEH) study).

Uuringud, milles uuritakse sünnieelset kokkupuudet mobiiltelefonide kasutamisega ja selle mõju lapse neuroloogilisele arengule, näitavad erinevaid tulemusi vastavalt lapse arengustaadiumile. Et uurida kuni 36 kuu vanuste laste neuroarengut pärast sünnieelset mobiiltelefoni kasutamist ja raadiosageduskiirguse (RF-EMF) kokkupuudet seoses sünnieelse plii kokkupuutega, analüüsisime 1198 ema-laps paaride prospektiivse kohordiuuringu (Mothers and Children's Environmental Health Study) tulemusi. Rasedatele naistele esitati küsimustikud ≤20 rasedusnädalal, et hinnata mobiiltelefonikõnede sagedust ja kestust. Isikliku kokkupuute mõõtja (PEM) abil mõõdeti 210 rasedal naisel 24 tunni jooksul RF-EMF-ga kokkupuudet. Raseduse ajal mõõdeti ema vere pliisisaldust (BLL). Lapse neuroloogilist arengut hinnati Bayley skaala Bayley Scales of Infant Development- Revised (Bayley skaala laste arengu koreakeelse versiooni) abil 6, 12, 24 ja 36 kuu vanuselt. Logistilist regressioonianalüüsi kohaldati rühmade suhtes, mis olid klassifitseeritud trajektoorianalüüsi abil, mis näitas neuroarengu mustreid aja jooksul. Pühhomotoorse arengu indeks (PDI) ja vaimse arengu indeks (MDI) 6, 12, 24 ja 36 kuu vanuselt ei olnud oluliselt seotud ema mobiiltelefoni kasutamisega raseduse ajal. Siiski oli emade emakas kõrge BLL-ga kokkupuutuvate laste seas 36 kuu vanuseni märkimisväärselt suurenenud risk madala PDI saavutamiseks seoses keskmise helistamisaja suurenemisega (p-trend=0,008). Samuti esines risk, et kuni 36 kuu vanuseni on MDI vähenemas, kui keskmine helistamisaja või -sagedus raseduse ajal suurenes (p-trend=0,05 ja 0,007 vastavalt aja ja sageduse puhul). Lapse neuroloogilise arengu ja sünnieelse RF-EMF-kiirituse vahel, mida mõõdeti PEMi abil, ei olnud olulist seost kõigi uuritavate puhul ega ka rühmades, mis olid stratifitseeritud ema BLL-i järgi raseduse ajal. Sünnieelse kokkupuute RF-EMF-iga ja lapse neuroarengu vahel kolme esimese eluaasta jooksul ei leitud seost; siiski viitas sünnieelse plii ja mobiiltelefoni kasutamise võimalikule kombineeritud mõjule.

Kommentaari: Emade vere pliisisaldus kui peamine segav tegur. Viidatakse võimalikule kombineeritud mõjule.

23. Papadopoulou et al., 2017.

Norra. 1999-2008. Prospektiivne rahvastikupõhine raseduskohortuuring MoBa, Norra Rahvatervise Instituut.

Uuriti seost ema mobiiltelefoni kasutamise vahel raseduse ajal ja lapse keele-, suhtlemis- ja motoorsete oskuste vahel 3 ja 5 aasta vanuselt. See prospektiivne uuring hõlmab 45 389 ema-lapse paari, MoBa-s osalejaid, kes võeti tööle raseduse keskel aastatel 1999-2008. Küsimustike abil hinnati emade mobiiltelefoni kasutamise sagedust raseduse alguses ning lapse keele-, suhtlemis- ja motoorseid oskusi 3 ja 5 aasta vanuselt. Seoste hindamiseks kasutati logistilist regressiooni. Tulemused: 9,8% naistest ei kasutanud raseduse alguses mobiiltelefoni, samas kui 39%, 46,9% ja 4,3% naistest liigitati kategooriatesse vähene, keskmine ja suur mobiiltelefoni kasutaja. Mobiiltelefoni kasutavate emade lastel oli 17% (OR =

0,83, 95% CI: 0,77, 0,89) väiksem korrigeeritud risk, et neil on madal lause keerukus ajal

3 aastat, võrreldes mittekasutajate lastega. Risk oli 13%, 22% ja 29% väiksem emade vähese, keskmise ja suure mobiiltelefoni kasutamise korral. Lisaks oli mobiiltelefoni kasutajate lastel 3-aastaselt madalam risk madalate mootorsete oskuste skoori saamiseks võrreldes mittekasutajate lastega, kuid seda seost ei leitud 5-aastaselt. Me ei leidnud seost emade mobiiltelefoni kasutamise ja madalate suhtlemisoskuste vahel. Me teatasime, et kolme aasta vanuselt on madalate keele- ja mootorsete oskuste risk seoses sünnieelse mobiiltelefoni kasutamisega vähenenud, mis võib olla seletatav emade ja laste suurema suhtlemisega mobiiltelefoni kasutajate seas. Sünnieelse mobiiltelefoni kasutamise kahjulike neuroloogiliste mõjude kohta tõendeid ei saadud.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Sünnieelse mobiiltelefoni kasutamise kahjulike neuroloogiliste mõjude kohta ei ole tõendeid.

24. Sudaan jt, 2018.

Taani DNBC, Hispaania INMA ja Korea MOCEH.

Uuritakse seost ema mobiiltelefoni kasutamise vahel raseduse ajal ja 5-aastaste laste kognitiivsete võimete vahel. See uuring hõlmas andmeid kolmest sünnikohordist: Taani riiklik sünnikohort (DNBC) (n=1209), Hispaania keskkonna ja lapsepõlve projekt (INMA) (n=1383) ja Korea emade ja laste keskkonna tervise uuring (MOCEH) (n=497). Kõik kohordid kogusid teavet emade mobiiltelefoni kasutamise kohta raseduse ajal ja laste kognitiivse võimekuse kohta 5-aastaselt. Lineaarne regressioon, et arvutada keskmised erinevused (MD) ja 95% usaldusvahemikud (CI) laste üldistes, verbaalsetes ja mitteverbaalsetes kognitiivsuspunktides, võrreldes emade mobiiltelefoni kasutamise sagedust sünnieelselt, kohandades seda arvukate võimalike segavate tegurite suhtes. Mudelid arvutati eraldi iga kohordi jaoks ja kasutades koondatud andmeid metaanalüüsis. Sünnieelse mobiiltelefoni kasutamise sageduse ja laste kognitiivsete võimete hindede vahel ei tuvastatud seoseid. Skoorid kaldusid olema madalamad kõrgeima kasutussageduse kategoorias; MD (95% CI) üldistes kognitiivsuskoorides oli 0,78 (-0,76, 2,33), kui ei olnud ühtegi, 0,11 (-0,81, 1,03), kui oli keskmine, ja -0,41 (-1,54, 0,73), kui oli kõrge, võrreldes madala kasutussagedusega. See muster ilmnis kõigis kognitiivsetes mõõtmetes, kuid tulemused olid üldiselt ebatäpsed. Täheledatai madalamaid keskmisi kognitiivseid hindede laste seas seoses emade suure sagedusega mobiiltelefoni kasutamise sagedusega sünnieelselt. Selle seose põhjuslik olemus ja mehhanism jäävad teadmata.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Täheledatai madalamaid keskmisi kognitiivseid tulemusi laste seas seoses emade sagedase sünnieelse mobiiltelefoni kasutamisega.

25. Tsarna et al., 2019.

Taani, Madalmaad, Hispaania, Lõuna-Korea. 1996-2011. Neli GERoNiMO projektis osalevat rahvastikupõhist sünnikohortuuringut - Taani rahvuslik sünnikohort (DNBC), Amsterdamis sündinud laste ja nende arengu uuring (ABCD), Hispaania keskkonna ja lapsepõlve projekt (INMA) ning Korea emade ja laste keskkonna tervise uuring (MOCEH).

Uuringute tulemused, milles hinnati mobiiltelefonide raadiosagedusliku elektromagnetvälja sünnieelse kokkupuute võimalikku mõju, on olnud vastuolulised. Kasutades andmeid 55 507 raseda naise ja nende laste kohta Taanist (1996-2002), Madalmaadest (2003-2004), Hispaaniast (2003-2008) ja Lõuna-Koreast (2006-2011), uurisime, kas emade mobiiltelefonide kasutamine on seotud raseduse kestuse ja loote kasvuga. Enda teatatud mobiiltelefonikõnede arvu alusel päevas liigitati kokkupuude olematuks, madalaks (referent), keskmiseks või kõrgeks. Uuriti raseduse kestust (rasedusvanus sünnituse ajal, enneaegne/järgmine sünnitus), loote kasvu (sünnikaalude suhe, väike/suurus rasedusvanuse kohta) ja sünnikaalumuujujaid (sünnikaal, madal/kõrge sünnikaal) ning meta-analüüsitud kohordispetsiifilisi hinnanguid. Keskmise ekspositsiooniga grupis oli suurem risk sünnitada väiksema rasedusvanusega (riskisuhe = 1,04, 95% usaldusvahemik: 1,01, 1,07) ning ekspositsiooniga seotud seosed leiti raseduse lühema kestuse (P < 0,001) ja enneaegse sünnituse (P = 0,003) puhul. Me ei täheldanud seost loote kasvu või sünnikaaluga. Emade mobiiltelefonide kasutamine raseduse ajal võib olla seotud raseduse lühema kestusega ja enneaegse sünnituse suurenenud riskiga, kuid neid tulemusi tuleb tõlgendada ettevaatlikult,

kuna

need võivad peegeldada pigem rasedusaegset stressi või muud jääkmõjusid kui mobiiltelefoniga kokkupuute otsest mõju.

Kommentaar: Stress kui segav tegur. Ebakindel seos.

26. Boileau et al, 2020.

Prantsusmaa. 2014-2017. Prospektiivne, pikisuunaline, mitmekeskuseline vaatluskohortuuring.

Käesoleva uuringu eesmärk oli hinnata seost rasedate mobiiltelefonide kasutamise ja loote arengu vahel raseduse ajal üldpopulatsioonis. Andmed pärinevad NéHaVi kohordist ("prospektiivne jälgimine Haute-Vienne'is sündinud laste emakasisesest arengust kuni 18-aastaseks saamiseni"), mis on prospektiivne, pikisuunaline, mitmekeskuseline (kolm Haute-Vienne'i sünnitusosakonda) vaatluskohort, mis keskendub 2014. aasta aprillist kuni 2017. aasta aprillini sündinud lastele. Peamine eesmärk oli uurida mobiiltelefoni kasutamise seost loote kasvuga. Koostati univariaatseid ja multivariaatseid mudeleid, mida korrigeeriti ema sotsiaal- ja ametikategooria muutujate ning muude muutujate suhtes, mis tõenäoliselt mõjutavad loote kasvu. Analüüsis võeti arvesse 1378 tervisekaarti, millest 1368 ema (99,3 %) kasutas raseduse ajal mobiiltelefoni. Keskmine telefoni kasutamise aeg oli 29,8 minutit (vahemik: 0,0-240,0 minutit) päevas. Pärast kohandamist oli vastsündinutel, kelle emad kasutasid mobiiltelefoni üle 30 min/päevas, oluliselt tõenäolisemalt AUDIPOGi skoor ≤ 10 . protsentiili kui neil, kelle emad kasutasid raseduse ajal mobiiltelefoni vähem kui 5 min/päevas (aOR = 1,54 [1,03; 2,31], p = 0,0374). Naiste puhul, kes kasutasid mobiiltelefoni 5-15 minutit ja 15-30 minutit, ei olnud olulist seost AUDIPOGi skooriga ≤ 10 ., vastavalt aOR = 0,98 [0,58; 1,65] ja aOR = 1,68 [0,99; 2,82]. Mobiiltelefoni kasutamine kõnedeks rohkem kui 30 minutit päevas raseduse ajal võib avaldada negatiivset mõju loote kasvule. Selle võimaliku seose edasiseks hindamiseks tuleks läbi viia prospektiivne uuring.

Kommentaar: Loote kasvupiirangut täheldati, kui ema kasutas mobiiltelefoni rohkem kui 30'/päevas.

Tabel 12 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: mehe viljakus, epidemioloogilised juhtumikontrolliuuringud (450-6000 MHz) (a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)			Mis tahes muud kaas-ekspositsioonid/korrigeerimised	Kommentaarisid	
					Oligozoospermia subfertiilsete isaste seas, VÕI (95% CI)	Asthenospermia subfertiilsete isaste seas, VÕI (95% CI)	Teratoospermia subfertiilsete meeste seas, OR (95% CI)			
1. Al-Quzwini et al., 2016. Iraak, 2014-2015. Case-kontrolluuring.	100 juhuslikult valitud subfertiilset paari, kes käisid Babüloni Õppehaigla viljatusravikliinikus . Al-Hilla linnas Iraagis asuvas sünnitus- ja lastehaiglas; 100 vabatahtlikku fertiilset paari samast haiglast pärit töötajate või sugulaste hulgast kui kontrollrühm.	Keskonna kokkupuudet mobiiltelefoni mastide elektromagnetilise kiirgusega ja töökoha seisundit hinnati standardküsimus tiku abil.	Elavad mobiiltelefoni tugijaama lähedal (<50m) ja võimsuse intensiivsusega 71,226 mW/m2, elektromagnetilise kiirgusega kokkupuute kestus kiirgus. Tööalane kokkupuude tööohuga (nt "autojuht", kes istub pikka aega, "töölised", maalrid ja ehitustöötajad ning "sõjaväelased").	Subfertiilsete meeste seemnevedeliku analüüs. Odds ratios ja 95% CI ning erinevuste Chi-square test.				Suitsetamine	Ebapiisav Spermialüüs viidi läbi subfertiilsete isaste puhul, sest fertiilised isased (kontrollrühm) keeldusid spermaproovid e andmisest.	
			<i>Ohu liik</i>							
			Tööalane		1.8 (0.57-5.53)	1.07 (0.87-1.32)	5.23 (0.52-52.20)			
			Keskond		1.03 (0.841-1.19)	1.19 (0.43-3.31)	2.6 (0.34-19.07)			

Tabel 13 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimesele: meeste viljakus, epidemioloogilised ristlõiked (450-6000 MHz) (töölane) (a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamine meetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervise tulemus ja mõõta	Riskihinnang (95% CI)						Mis tahes muu Co-kokkupuute/korrigeerimised	Kommentaari d			
					Kogu viljatus - <10 m kaugusel kõrgsagedusest õhustik, OR (95% CI)	Lineaarse suundumuse test (Mantel-Haenszel) chi-ruut)	Kogu viljatus - <3 m alates kommunikatsioonist seadmed, OR (95% CI)	Lineaarse suundumuse test (Mantel-Haenszel) chi-ruut)	Kogu viljatus - <5 m radarist, OR (95% CI)	Lineaarse suundumuse test (Mantel-Haenszel) chi-ruut)					
2. Baste et al., 2008. Norra. 2002-2004. Ristlõikeuuring	9925 Norra Kuningliku Mereväe praegust ja endist sõjaväelast, kes on määratletud sõjaväelaste nimekirja (M) alusel; keskmine vanus 49 aastat.	Kõrgsagedusantennid, sideseadmed, radarid. Enesehinnanguline tööalane kokkupuude ja vanusekategooria d, mida hinnati postiküsimustiku abil.	Kokkupuude raadiosageduslikele elektromagnetväljadele: töö kõrgsagedusantennidest lähemal kui 10 m, töö sideseadmetest lähemal kui 3 m ja töö radaritest lähemal kui 5 m.	Viljatus. Odds ratios ja 95% CI korreeritud logistilise regressiooni mudelitest; Mantel-Haenszeli test. lineaarne trend.							Viljatus. Odds ratios ja 95% CI korreeritud logistilise regressiooni mudelitest; Mantel-Haenszeli test lineaarse trendi jaoks.	Piisav/Positiivne			
			Vanus <29												
			Ei ole avatud												Enda teatud kokkupuute tase.
			Madal			1.00 (ref.)	0.013	1.00 (ref.)	0.077	1.00 (ref.)			0.001		
			Mõned			1.10 (0.30-4.07)		1.86 (0.54-6.40)		0.87 (0.25-2.99)					
			Kõrge			0.71 (0.15-3.34)		3.56 (1.05-12.08)		2.13 (0.64-7.06)					
			Väga kõrge			3.84 (1.09-13.52)		3.50 (0.83-14.78)		1.11 (0.20-6.00)					
			Vanus 30-39 aastat			2.70 (0.76-9.53)		2.49 (0.60-10.42)		5.09 (1.59-16.30)					
			Ei ole avatud												
			Madal			1.00 (ref.)	0.011	1.00 (ref.)	0.007	1.00 (ref.)			0.005		
			Mõned			1.24 (0.83-1.87)		1.53 (1.04-2.26)		1.46 (0.99-2.15)					
			Kõrge			1.36 (0.90-2.04)		1.88 (1.25-2.82)		1.32 (0.87-2.02)					
			Väga kõrge			1.51 (0.97-2.37)		1.76 (1.11-2.80)		1.79 (1.14-2.82)					
			Vanus 40-49 aastat			1.72 (1.08-2.74)		1.80 (1.10-2.96)		1.91 (1.19-3.07)					
			Ei ole avatud												
			Madal			1.00 (ref.)	<0.001	1.00 (ref.)	<0.001	1.00 (ref.)			0.002		
			Mõned			1.46 (1.03-2.07)		1.04 (0.75-1.45)		1.22 (0.87-1.71)					
			Kõrge			1.43 (0.99-2.07)		1.28 (0.91-1.81)		1.24 (0.87-1.79)					
			Väga kõrge			1.82 (1.21-2.75)		1.37 (0.91-2.08)		1.59 (1.05-2.41)					
			Vanus >50			1.90 (1.20-3.01)		1.86 (1.18-2.94)		1.50 (0.95-2.35)					
Ei ole avatud															
Madal		1.00 (ref.)	<0.001	1.00 (ref.)	<0.001	1.00 (ref.)	0.001								
Mõned		1.28 (0.96-1.69)		1.02 (0.78-1.34)		1.11 (0.84-1.46)									

		Kõrge	1.59 (1.20-2.11)	1.31 (0.99-1.73)	1.58 (1.20-2.09)		
		Väga kõrge	2.02 (1.45-2.81)	1.71 (1.23-2.37)	1.39 (0.98-1.97)		

Tabel 13 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimesel: inimese viljakus, epidemioloogilised ristlõikeuringud (450-6000 MHz) (töölane) (jätkub b)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)					Mis tahes muud kaas-ekspositsioonid/korrigeerimised	Kommentaariid
					Viljakus - % (p-väärtus alates Chi2 testid)	Võttes bioloogilise lapsed - % (p-väärtus alates Chi2 testid)	Anomaaliate või kromosoomi vigadega lapsed - % (p-Chi2 väärtus või Fisheri täpne testid)	Enneaegselt sündinud lapsed - % (p-väärtus) alates Chi2 või Fisheri Täpsed testid)	Surnultsündimused ja imikusurmad 1 aasta jooksul - % (p-väärtus alates Fisher Täpsed testid)		
3. Møllerløkken et al., 2008. Norra. 2002. Läbilõige uuring.	2265 (M) töötajat kes olid praegu teenivad mereväes, nii sõjaväe kui ka tsiviilisikud. Keskmine vanus 36-aastane, vahemik 20-62.	Töölane kokkupuude sõjaline side seadmed. Teave kutsealane anamnees posti teel saadetud küsimustiku alusel. Eksperdirühm määras kindlaks töö kategooriad, mis on seotud elektromagnetiline kokkupuude välitingimustes.	Töötajad radari/sonari-, tele/kommunikatsioon, elektroonika, muud töökohad (kokkupuuteta).	Viljakus, bioloogiline Lapsed, anomaaliad, Kromosoomivead, Enneaegsed ja surnultsünnid või imikute surmajuhtumid. Tulemuse esinemissagedus kokkupuuterühmade kaupa (%); Chi2 või Fisher Exact Testid rühmade vaheliste erinevuste olulisuse hindamiseks.						Vanus, kunagi suitsutatud, sõjaväe haridus ja füüsiline koormus tööl.	Adekvaatne /positiivne
			Teised töökohad (mittepuutuvad töökohad) rühm)		8.6	62.0	3.5	7.9	2.3		
			Tele/kommunikatsioon töötajad (kommunikatsioon) seadmed, raadio)		14.8 (0.01)	63.5 (0.70)	6.0 (0.18)	10.8 (0.18)	3.6 (0.22)		
			Elektroonika (elektroonikaseadmed relvad ja sidesüsteemid)		12.1 (0.15)	58.6 (0.40)	1.8 (0.19)	9.5 (0.44)	1.8 (0.47)		
			Radari/sonari töötajad (radar)		17.5 (<0.01)	70.4 (0.10)	7.1 (0.11)	9.1 (0.37)	2.0 (0.61)		

Tabel 13 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimesel: inimese viljakus, epidemioloogilised läbilõikeuuringud (450-6000 MHz) (jätkub c)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)					Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaari d
4. Fejz et al. 2005. Ungari. Ristlõikeuuring.	611 järjestikuse reproduktiivses eas kaukaasia meest, kes olid kliinikus viljatusprobleemide tõttu.	Ise teatatud	Olemasoleku kestus (kuudes), patsiendile lähemal kui 50 cm asetsemise kestus (tundides) ja kestus igapäevane edastamine (minutites).	Sperma kvaliteet. Kasutati parameetrilist t-testi ja Pearsoni korrelatsioonites ti.	Maht (ml), korrelatsioon, p- väärtus	Sperma kontsentratsioon (mln/ml)	Kogu liikuvus (%)	Kokku spermat arv (mln/ ejakulaat)	Liikuvate spermatooidide koguarv (mln/ejakulaat)	Töölane kokkupuute mõnede keemiliste pestitsiidide, nafta, lahustite, plii ja nitrosamiinidega, tubakatarbimine.	Ebapiisav
			<i>Omandiõiguse kestus (kuud)</i>		-0.02, 0.64	-0.01, 0.91	-0.08, 0.14	-0.01, 0.81	-0.03, 0.53	Paljud segavad tegurid, mida ei ole analüüsitud	
			<i>Igapäevase ooterežiimi kestus (h)</i>		0.05, 0.42	-0.01, 0.39	-0.03, 0.64	-0.05, 0.41	-0.07, 0.22		
			<i>Päevase edastamise kestus (min)</i>		-0.01, 0.84	0.04, 0.84	-0.07, 0.16	0.03, 0.58	0.00, 0.54		
5. Jurewicz et al. 2014 ja Radwan et al. 2016. Poola. Ristlõikeuuring.	344 meest, vanus <45 aastat, kes käisid aastatel 2008-2011 Lodzis (Poola) viljatusravikliinikutes diagnostilistel eesmärkidel.	Muudetavad elustiilifaktorid, sealhulgas mobiiltelefoni kasutamine, mida hinnati ise koostatud küsimustiku abil.	Mobiiltelefonide kasutamisest tingitud kokkupuute kestus, hinnatud aastates.	Sperma kvaliteet (WHO 1999) kontrollväärtused) ja DNA fragmenteerumine. Seoste hindamiseks kasutati mitmekordset lineaarset regressiooni.	Mobiiltelefonide kasutamise koefitsient, 0-5 aastat (p- väärtus)	Mobiiltelefonide kasutamise koefitsient, 6-10 aastat (p- väärtus)	Mobiiltelefonide kasutamise koefitsient, 11-25 aastat (p- väärtus)			Kasutades mobiiltelefoni rohkem kui 10 aastat vähenes liikuvate seemnerakkude osakaal	Adekvatne/positiivne
				Köide	1.16 (viide)	-0.06 (0.32)	-0.01 (0.84)				
				Kontsentratsioon	3.03 (viide)	0.29 (0.22)	0.42 (0.13)				
				Liikuvus	60,77 (ref.)	-4.13 (0.30)	-11.27 (0.01)				
				Ebatüüpiline	45,73 (ref.)	4.44 (0.42)	19.00 (0.01)				
				Sperma pea kõrvalekalded	32.42 (ref.)	2.28 (0.69)	17.58 (0.01)				
				Sperma kaela kõrvalekalded	12.04 (viide)	-0.25 (0.86)	0.12 (0.94)				
				Sperma saba kõrvalekalded	2.02 (ref.)	-0.01 (0.96)	-0.02 (0.93)				
				DNA fragmentatsiooniindeks	2.52 (ref.)	0.01 (0.97)	0.20 (0.22)				

Tabel 13 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimesel: inimese viljakus, epidemioloogilised läbilõikeuuringud (450-6000 MHz) (jätkub d)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang					Mis tahes muud kaasnevad ekspositsioonid/taotlused	Kommentaari d
6. Yildirim et al., 2015. Türgi, 2013-2014. Cross-sektsiooniuuring.	1031 tervet meest uroloogia osakonna androloogia allosakonnast (Turgut Ozali Ülikool).	Mobiilside (850-1800 MHz) kasutamine ja traadita internet (2400 MHz), mida hinnatakse anonüümse küsimustik.	mobiiltelefoni kasutamise kestus, mobiiltelefoni kandmise harjumused, traadita interneti kasutamine päevas Interneti kasutamise kestus ja tüüp.	Sperma parameetrid. Pearsoni korrelatsioon Koeffitsiendid, Student'i t-test (2-tahe) ja ühesuunaline dispersioonanalüüs. (ANOVA).	Kõide	Spermatoosidide koguarv (mln)	Kogu liikuv spermatoosidide arv (mln)	Progressiivne liikuv spermatoosidide arv (mln)	Morfoloogia	-	Ebapiisav
		Enda teatel	<i>Mobiiltelefoni kasutamise kestus (h)</i>	Ühepoolne dispersioonanalüüs, p-väärtus	0.194	0.074	0.05	0.083	0.909	Analüüsimaat segavaid tegureid ei ole analüüsitud	
			< 0.5		2.9 ± 1.41	42.3 ± 16.3	61.1 ± 60.6	47.5 ± 50.8	2.8 ± 1.9		
			0.5-2		2.9 ± 1.19	39.2 ± 16.3	54.6 ± 50.6	42.5 ± 42.1	2.57 ± 1.76		
			>2		3.01 ± 1.45	37.8 ± 16.1	53.8 ± 59	41.6 ± 51.2	2.74 ± 1.72		
			<i>Mobiiltelefoni kandmise harjumused</i>	Ühepoolne dispersioonanalüüs, p-väärtus	0.973	0.256	0.168	0.538	0.034		
			Pükste tasku		2.9 ± 1.37	39.1 ± 31.1	56.5 ± 60.1	43.8 ± 51	2.72 ± 1.81		
			Käekott		3.08 ± 1.4	45 ± 31.6	63 ± 48.6	49.6 ± 41.4	3.18 ± 2.47		
			Joipe tasku		3.02 ± 1.38	40.3 ± 27	53.6 ± 49.1	41.9 ± 41.1	2.43 ± 1.38		
			<i>Traadita Interneti kasutamise kestus (h)</i>	Ühepoolne dispersioonanalüüs, p-väärtus	0.43	0.093	0.032	0.033	0.305		
			< 0.5		2.99 ± 1.4	43 ± 33	61.7 ± 60.2	48.2 ± 53.7	2.73 ± 1.84		
			0.5-2		2.81 ± 1.32	41.8 ± 28.2	56.2 ± 57.5	43 ± 42.1	2.65 ± 1.75		
			>2		2.99 ± 1.36	37.4 ± 29.4	53.8 ± 57.5	41.8 ± 49.6	2.73 ± 1.85		
			<i>Interneti kasutamine</i>	Student t test, p-väärtus	0.064	0.054	0.009	0.018	0.182		
			Kaabel		2.92 ± 1.25	42 ± 32.3	62.7 ± 61.3	48.9 ± 50.3	2.82 ± 1.72		
	Traadita		2.98 ± 1.43	38.8 ± 29.6	53.6 ± 55.2	41.1 ± 47.7	2.67 ± 1.88				
7. Zilberlicht et al., 2015. Iisrael, 2011-2012. Ristlõikeuuring.	80 meespatsienti Carmeli meditsiinikeskuse viljatusravi ja IVF-osakonna viljatusuuringul.	Igapäevased mobiiltelefoni kasutamise harjumused, mida hinnati enesetäidetud küsimustiku alusel.	Mobiiltelefoni kasutamise igapäevased harjumused.	Sperma kvaliteeti hinnati nelja parameetri abil: maht, kontsentratsioon, liikuvus ja morfoloogia. Muutujad, mis olid statistiliselt olulised univariatiiivses analüüsis, kaasati mitmemõõtmelisse logistilisse regressioonanalüüsi. OR arvutati koos	P-väärtus seose kohta spermakontsentrati on, ebanormaalne vs normaalne	OR (95% CI) ebanormaalne sperma puhul kontsentratsioon	p-väärtus			Suitsetamine, vanus, elukoha piirkond, elukutse, laste arv, haridustase med.	Adekvatne / positiivne

			95% usaldusvahemik (CI).		n						
			Päevane koguaeg ($\leq 1h$ / $> 1h$)		0.040	Ei ole teatatud	n.s.				
			Rääkige seadme laadimise ajal (jah/ei)		0.020	4.13 (1.28-13.3)	0.018				

Tabel 13 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimesel: inimese viljakus, epidemioloogilised ristlõikeuringud (450-6000 MHz) (jätkub e)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang	Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid
8. Al-Bayyari, 2017. Jordaania, 2015-2016. ristlõike vaatlusuuring.	159 meest, kes käisid Jordaania Põhja-, Kesk- ja Lõuna-Kubermangude viljatusravikliinikutes.	Igapäevased mobiiltelefoni kasutamise harjumused, mida hinnati intervjuude põhjal struktureeritud küsimustiku abil.	Mobiiltelefoniga rääkimise aeg.	Sperma kvaliteet. Seoste hindamiseks kasutati Pearsoni Chi-square (v2) ja Fisheri täpset testi.	Igapäevane koguaeg (≤ 1 h/päevas vs. > 1 h/päevas), p-väärtus	-	Ebapiisav
				Spermatosoidide kontsentratsioon (cut-off 20 mln/ml)	0.494	Kõik alates viljatusravikliinikust	
				Maht (cut-off 3 ml)	0.457		
				Viskoossus (normaalne vs ebanormaalne)	0.556		
				Vedelemise aeg (katkestus 20 min)	0.534		
				Sperma liikuvus (%)	n.s.		
				Spermatosoidi morfoloogia (%)	n.s.		
9. Shi et al., 2018. Hiina, 2015-2016. Ristlõikeuuring.	328 meest vanuses <65 aastat, kes käisid kliinikutes spermialüüsi tegemiseks.	Mobiiltelefoni kasutamist hinnati enesearuandluse küsimustiku abil.	Harjumus kanda telefoni pükstes.	SA, sperma elujõulisus, akrosoomireaktsioon (AR) ja sperma DNA fragmentatsiooniindeks (DFI). Üldistatud aditiivseid mudeleid kasutati võimalike mittelineaarne seos.	Pükste taskusse pandud mobiiltelefoni kasutamise kestus (tundi/päevas)	Kehamassiindeks, suitsetamine ja alkoholi tarvitamine, uni, igapäevane vedeliku tarbimine, iganädalane liha tarbimine, sportimise sagedus, püksikõnd, vanus, abstinentsus aeg.	Ebapiisav
				Kõide	n.s.		
				Kontsentratsioon	n.s.	Kõik alates viljatusravikliinikust	
				TSC	n.s.		
				Liikuvus	n.s.		
				TMC	n.s.		
				Elujõulisus	n.s.		
				DFI	n.s.		
AR	n.s.						
10. Blay et al., 2020. Ghana. 2004-2015. Ristlõikeuuring.	80 meest vanuses 21-62 aastat, kes võeti tööle Accra, Ghana viljakuskliinikus.	Eluviisi harjumusi hinnatakse struktureeritud küsimustiku abil.	Mobiiltelefonide kasutamine ja ühise ladustamise koht kehal.	Spermakvaliteedi parameetrid. Muutujate vahelise seose kontrollimiseks kasutati sõltumatut Student'i t-testi ja Pearsoni chi-ruut testi.	Mobiiltelefoni hoidmise koht (küljetasku vs. muu koht), p-väärtus	Üldised omadused, haiguslugu, eelkõige immuunsüsteemi häired, suitsetamisharjumused.	Ebapiisav
				Kõide	0.884		

			pH	0.741	Suurenenud aktiivsus ja elujõulisus, mis on seotud mobiiltelefoniga küljetaskus	
			Aktiivne liikuvus (%)	0.002		
			Aeglane liikuvus (%)	0.269		

				Aeglane liikuvus (%)	0.486	Kõik viljatusravikliinikust	
				Elujõulisus (%)	0.009		
				Arv (x106/ml)	0.109		

Tabel 14 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: meeste viljakuse epidemioloogilised kohortuuringud (450-6000 MHz) (a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)				Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/täiendused	Kommentaariid	
11. Zhang et al., 2016. Hiina, 2013-2015. MARHCSI kohordiuuring	794 (2013), 666 (2014) ja 568 (2015) noored mehed, vanus < 18 aastat, üliõpilased, kes osalesid uuringus "Male Reproductive Health in Chongqing College Students (MARHCS)".	Mobiiltelefonide kasutamine, mida hinnatakse küsimustiku abil.	Olemasolevate mobiiltelefonide arv, 3G-funktsiooni olemasolu, mobiiltelefoni kasutamise kestus, mobiiltelefoni kandmise asend, mobiiltelefoni igapäevane sisselülitamise kestus (50 cm raadiuses keha lähedal), igapäevane internetiaeg või igakuine andmeside mobiilsidevõrgu kaudu ja mobiiltelefoniga rääkimise aeg päevas viimase kolme aasta jooksul. kuud.	Sperma parameetrid. Kõigi kolme aasta andmete globaalseks hindamiseks mobiiltelefoni kasutamise ja sperma parameetrite kohta kasutati segamõju lineaarset regressioonimudelit .	Maht (ml), koefitsient segamõjudest mudel (95% CI), p-väärtus	Sperma kontsentratsioon (mln/ml), koefitsient segamudelist (95% CI), p-väärtus	Spermatoosidide koguarv (mln), koefitsient segamudelist (95% CI), p-väärtus	Progressiivne liikuv spermatoosid (mln), koefitsient segamudelist (95% CI), p-väärtus	Vanus, abstinentsuse kestus, kehamassiindeks (BMI), suitsetamise ja joomise staatus ning koola, kohvi ja praetud toidu tarbimine.	Adekvaatne/positiivne	
						-2.19 (-4.39, 0.06), 0.056	-2.90 (-6.91, 1.27), 0.170	-4.87 (-9.27, -0.27), 0.038			-0.77 (-2.71, 1.22), 0.445
						0.42 (-0.71, 1.56), 0.472	-2.74 (-4.53, -0.91), 0.004	-2.75 (-4.76, -0.69), 0.009			0.51 (-0.29, 1.32), 0.213
						-1.47 (-2.74, -0.19), 0.025	-1.65 (-4.04, 0.80), 0.185	-3.22 (-5.85, -0.52), 0.020			0.19 (-1.08, 1.48), 0.770

Tabel 14 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: meeste viljakuse epidemioloogilised kohortuuringud (450-6000 MHz) (jätkub b)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)						Mis tahes muud kaasnevad ekspositsioonid/taotlused	Kommentaarid
12. Lewis jt, 2017. USA. 2004-2015. Pikisuunaline kohortuuring.	384 (M); 18-56 aastat; Mehed tööle võetud	Mobiiltelefonid radiofrekvenciates; Self-teatas kokkupuude mobiiltelefon.	Kasutamine, kestus (ei kasutamine, <2 h/päevas, 2-4 h/päevas, >4 h/päevas), peakomplekt või kõrvaklapp kasutada (H/E, N H/E), ja asukoht	Spermatooside liikuvus, kokku spermatooside arv, kokku liikuvate spermatooside arv, sperma morfoloogia. Krügeri range punktiarvestus kriteeriume kasutati selleks, et liigitada mehed millel on normaalne või alla normi morfoloogia pimedate spermaanalüütikute poolt. Lineaarsed segamõjud mudelid koos juhuslik teema mõju.	Absoluutsed erinevused [β (95% CI)], Sperma maht	Absoluutsed erinevused [β (95% CI)], Kokku liikuvus	Suhteline erinevused [exp(β) (95% CI)], Kokku spermatooside arv	Suhteline erinevused [exp(β) (95% CI)], sperma kontsentratsioon	Suhtelised erinevused [exp(β) (95% CI)], Kokku liikuv spermatoosid loe	Suhtelised erinevused [exp(β) (95% CI)], normaalne sperma morfoloogia	Üldine karakteristik, meditsiiniline ajalugu, eriti häired	Adekvatne/positiivne
	Boston, Massachusetts, registreerunud keskkond ja Reproduktiivne Tervise (EARTH) uuring.	mida mobiilne telefoni kanti (püksitaskus, vöö, kott, muu).	midas mobiilne telefoni kanti (püksitaskus, vöö, kott, muu).	immuunsüsteemi süsteem, suitsetamine harjumused. Kõik alates viljatusravi kliinikust								
			<i>Kasutuskategooria (h/päevas) ja peakomplekt või kõrvaklappide kasutamine.</i>									
			Ei kasutata		0 (ref.)	0 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)		
			<2 h/päevas, H/E		0.74 (0.08-1.41)	13.05 (1.57-24.53)	1.60 (1.04-2.46)	1.24 (0.81-1.89)	2.43 (1.17-5.07)	0.94 (0.68-1.31)		
			<2 h/päevas, N H/E		0.40 (-0.06-0.86)	4.47 (-3.53-12.46)	1.09 (0.80-1.47)	0.99 (0.74-1.33)	1.39 (0.83-2.31)	0.97 (0.77-1.22)		
		>2 h/päevas, H/E		0.29 (-0.43-1.01)	3.06 (-9.39-15.50)	1.14 (0.71-1.82)	1.03 (0.65-1.63)	1.44 (0.65-3.20)	0.84 (0.59-1.20)			
		>2 h/päevas, N H/E		-0.12 (-0.93-0.68)	4.10 (-9.72-17.93)	1.47 (0.87-2.47)	1.52 (0.91-2.53)	1.89 (0.78-4.58)	0.83 (0.56-1.23)			

Tabel 15 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: arengumõjud, epidemioloogilised juhtumikontrolliuringud (450-6000 MHz) (a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)	Mis tahes muu kaasnev kokkupuude/kohandused	Kommentaari					
13. Tan jt, 2014. Singapur. november 2010 ja veebruar 2011. Case-kontrolliuring	Ohustatud naised raseduse katkemine 5. kuni 10. rasedusnädalal täheldatud erakorralise meditsiini kliinikus Naised ja lapsed Haigla (KKH) Singapuris. (F). Juhtumite keskmine vanus ja kontrollide puhul olid vastavalt	Potentsiaalselt muudetav elustiili tegurid olid hinnatud näost näkku intervjuu juhtumite ja kontrollid, mis viiakse läbi töölevõtmise ajal. Mobiilne telefoni ja arvuti kasutamine kvantifitseeriti ise teatatud tundide arvuna kasutuskord päevas, mis viimane nädal.	Kokkupuute raadiosagedusega raku elektromagnetilised väljad telefon ja televisioon. Suurem mobiiltelefoni kasutamise kestus arvuti kasutamine oli seotud kõrgema ohuga ohustatud raseduse katkemine, annuse ja vastuse suhe	Assotsiatsioon võimaliku elustiili vahel riskifaktorid (mobiiltelefoni ja televiisori ja ähvardav raseduse katkemine: kohandatud logistiline regressioonanalüüs. Mitmemõõtmeline analüüs, mis kohandab segavaid tegureid ja rasedusvanust.	Korrigeeritud suhe (95%) Usaldus Intervall):	Ema vanus, isa vanus, rasedusvanus vanus, rahvus, pikkus, kaal, korrapärasus menstruatsioonitsükli kestus, haridustase, varasem meditsiiniline/ rasedus/ günekoloogilised/ psühhiaatrilised ajalugu, praegune ja endine sigaret suitsetamine, kokkupuude passiivse sigaretisuitsetamine kodus, praegune ja varasem alkoholitarbimine, praegune ja mineviku kofeiini tarbimine, tajutav stressitase, DHA tarbimine ja kõige hiljutisem rasestumisvastaste vahendite	Adekvaatne/positiivne					
								Mobiiltelefonide kasutamine				
								0 kuni <1 tund	1	Stressi ei peeta segiaineks		
								≥ 1 kuni <2 tundi	2.94 (1.32-6.53)			
								≥ 2 tundi	6.32 (2.71-14.75)			
								Arvuti kasutamine				
								0 kuni <1 tund	1			
								≥1 kuni <4 tundi	2.66 (1.16-6.09)			
	≥ 4 tundi	6.03 (2.82-12.88)										
14. Mahmoudabad i et al., 2015. Iraan. Enne 2015. Juhtumikontroll uuring	Uuringusse kaasati 292 naist, kellel oli seletamatu spontaanne abort < 14. rasedusnädalal, ja 308 sama rasedat, kellel oli rasedus > 14. rasedusnädalal. Uuritavad värvati 10 Teherani haiglast.	Andmekogumisvorm täideti, et koguda andmeid mobiiltelefoni kasutamise kohta raseduse ajal.	Keskmine helistamisaja päevas, mobiiltelefonide asukoht, kui neid ei kasutata, käed-vabaduse kasutamine, telefonide kasutamine muudeks rakendusteks, tootja poolt teatatud spetsiifiline neeldumiskiirus (SAR) ja tegeliku SARi keskmine (keskmine helistamisaja kestus	Spontaansed abordid. OR ja 95% CI arvutamiseks kasutati logistilist regressioonimudelit; *T üliõpilaste test, ** Chi square test või Fisheri täpne test kasutati seose hindamiseks.	OR (95% CI)	P(2-tailed)	Efektiivne SAR, ema vanus, isa vanus, aborti ajalugu ja perekondlikud suhted. Eluviisi segavaid tegureid ei analüüsitud	Adekvaatne/positiivne				
									Spontaansete abortide seos efektiivse SAR-iga (spetsiifiline imendumise kiirus)	1.11 (1.07-1.16)		
									Helistamise aeg päevas* (minutit) Keskmine ± SD		<0.001	
									Vabade käte kasutamine** n (%)		0.09	
									telefonide asukoht, kui neid ei kasutata** n (%)		<0.001	
									telefoni kasutamine muudeks rakendusteks **n (%)		<0.001	
									Efektiivne SAR* Keskmine ± SD		<0.001	

Tabel 16 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: arengumõjud, epidemioloogilised ristlõikeuringud (450-6000 MHz) (a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)			Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaari d				
15. Col Araz jt, 2013. Türgi, 2009. Läbilõige uuring.	500 emad alates Ambulatoorne kliinik, osakond Pediaatria, Gaziantep Ülikool.	Televisiooni, arvuti ja mobiiltelefonid ajal rasedus hinnatud, kasutades eneseanalüüsi antav küsimustik	Mobiiltelefonide kasutamine, arvuti kasutamine (kasutaja vs. mittekasutajad).	Sünnikaal ja enneaegsus sündi. Chi-ruut test, sõltumatu proovide t-test ja OR ja 95% CI logistilisest regressioonianalüüs oli kasutatud.	Kohaletoiemetamine enne 37 nädalat, χ^2 (p-väärtus)	Kohaletoiemata mine nädal, keskmine \pmSD	Kohaletoiemata mine nädal, p-väärtus	Sotsiaal-demograafilised andmed, emade kaal, pikkus, kaal saadud, tubaka tarbimine ja alkohol raseduse ajal, haiguslugu, jälgimine religioosne paastumine raseduse ajal, tee, piima ja jogurt, sünnitusnädal ja sünnitus teiste laste kaal, kui see on olemas.	Adekvaatne /positiivne				
										Mobiiltelefonide kasutamine	5.584 (<0.018)		< 0.005
										Kasutaja		38.7 \pm 1.9	
										Mittekasutajad		39.2 \pm 1.6	
										Mobiiltelefoni kasutamise kestus			< 0.001
										\leq 1h/päevas		37.6 \pm 2.2	
										>1h/päevas		38.8 \pm 1.8	
										Arvuti kasutamine	4.510 (<0.034)		< 0.048
										Kasutaja		38.5 \pm 1.8	
										Mittekasutajad		38.9 \pm 1.8	
										Mobiiltelefoni kasutamise kestus			n.s.
										\leq 1h/päevas		Ei ole teatatud	
>1h/päevas		Ei ole teatatud											
16. Zarei S. jt, 2015. Iraan, 2014. Läbilõige uuring.	35 terve lapse emad lapsed (kontrollrühm) ja 77 last vanuses 3-5aastat aasta ja diagnoositud kõneprobleemid (F).	Erinevad allikad elektromagnetilised väljad (nii RF-EMF ja ELF), nagu näiteks mobiiltelefonid, telefonid, mobiilside tugijaamad, Wi-Fi, juhtmeta telefonid, sülearvutid ja elektriliinid. Enesehinnanguline kokkupuute erinevate elektromagnetväljade allikatega.	Keskmine päevane (mobiilne telefon) kõne aeg oli umbes 20 min. Helistamise aeg, ajalugu mobiiltelefoni kasutamine (kasutatud kuud), keskmine igapäevase kõneaja kestus, juhtmeta telefoni kasutamine ja CRT kasutamine raseduse ajal.	Kõneprobleemid järeltulijad. P-väärtus vähem kui 0,05 oli peetakse oluliseks.	Kõneprobleemid, assotsiatsioonid P- väärtus meede			Vanus, osakaal sugulussugulased abielu, suitsetamine, hambaravi radiograafiline anamnees, keskmine raseduste arv	Ebapiisav				
										helistamise aeg	0.002		

			mobiiltelefoni ajalugu kasutada		0.003				
			keskmine päevane kestus kõneaeg raseduse ajal		N.S.				
			juhtmeta telefoni kasutamine		0.528				
			CRT kasutamine		0.990				

Tabel 16 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimesele: arengumõjud, epidemioloogilised ristlõikeuuringud (450-6000 MHz) (jätkub b)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)			Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid	
17. Abad et al., 2016. Iraan, 2009. Ristlõikeuuring.	413 rasedat naist (18-35 aastat) Teherani piirkonnast. Reproduktiivset teavet koguti meditsiinilise toimiku abil, mis registreeriti nendes haiglates, kus uuritavad olid sünnitanud.	Keskonna kokkupuudet elektromagnetväljadega (vahemik 27 MHz-3 GHz) hinnati NARDA abil kolm korda raseduse ajal (1. poolaasta, 2, 3). Muu teave, mida hinnati näost näkku näost intervjuu.	Keskonna kokkupuude elektromagnetväljadega.	raseduse katkemine (spontaanne abort, enneaegne sünnitus, enneaegne sünnitus, ja emakasisene loote surm). Sõltumatute proovide t-test.					Ebapiisav	
			Digitaalsed raadio- ja televisiooniringhäälinguteenused kesksagedusel 650 MHz		0.85					
			Mobiilsideteenused 1,5 GHz		0.67					
			Wi-Fi juurdepääs ja MISC kesksagedusel 2,45 GHz		0.42					
18 Lu et al. 2017. Jaapan. 2012-2014. Ristlõikeuuring kohordiandmete põhjal.	461 ema ja lapse paari (M ja F). Andmed Jaapani keskkonna- ja lasteuuringust (JECs) ja JECsi lisauuringust Kumamotos.	Mobiiltelefonide raadiosagedused; enesehinnanguline kokkupuute emade mobiiltelefonide kasutamise kohta raseduse ajal koostatud küsimustike alusel. Käesolevas uuringus kasutati lühiversiooni Self-Perception of Text-Message Dependency Scale (STDS), et hinnata tekstisõnumite sõltuvus.	mobiiltelefoni igapäevane kasutusaeg, telefoni asukoht päeval ja öösel ning mobiiltelefoni toiteseisund (sisse/välja lülitatud) une ajal). Liigse mobiiltelefoni kasutamise määramiseks kasutati STDSi ülemäärase kasutamise punktiarvu 15 punkti.	sünnikaal ja imiku tervislik seisund (sünni pikkus, sünni pea ümbermõõt, sünni rinnaümbermõõt, sünnituse viis, rasedusnädalad, platsenta kaal, madal sünnikaal), imiku erakorraline transport ja enneaegne sünd; kasutati lineaarset regressioonanalüüsi.				Ema vanus, sünnipikkus, ema kehamassiindeks enne rasedust, ema vanus, sünnipärane pea ümbermõõt, primitiivsus, ema suitsetamine.	Ebapiisav	
			<i>Igapäevane mobiiltelefoni kasutamine</i>							
			Tavalised kasutajad		0 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)			
			Liigsed mobiilkasutajad		-66.46 (-114.46- -18.46)	7.93 (1.40-44.85)	0.67 (0.09-4.97)			

Tabel 17 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: arengumõjud, epidemioloogilised kohortuuringud (450-6000 MHz) (a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamise meetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)						Mis tahes muu kaas-ekspositsioon/reklaam Justments	Kommentaarid
					Enneaegne	Madal sündimus	Varajane surnultsündroo	Hilinenud surnultsündine	Meeste sugu - OR (95% CI)	Mis tahes sündi defekt - VÕI (95% CI)		
19. Mjølset, 2006. Norra. 1976-1995. Kohortuuring.	541593 sündi (M ja F). Andmed kõigi registreeritud sündide arv 1976. aasta vahel ja 1995. aastal Norra alates Meditsiiniline sündi Registreerimine Norra; The Norra üldine elanikkond loendused sisaldavad andmed ametid kodeeritud vastavalt	Isa elukutse kategoriseeritud kui "ilmselt mitte paljastatud", "võimalik, et avatud" ja "tõenäoliselt paljastatud", peegeldavad tõenäosus kokkupuude RFR-ga. Ekspertirühm hinnatud kokkupuude raadiosagedus	Kokkupuute tase määratud ekspertidelt.	Sünnidefektid, sünnitusdefektid Kesknärvisüsteemi koguarv ja luu- ja lihaskonna jäsemete defektid ja kõik kategooriad kombineeritud, enneaegne sünnitus, madal sündmus kaal, sooline suhe ja perinataalne suremus. Suhteline riskid igaihele kokkupuute kategooria arvutati ligikaudne koefitsient suhtarvud (OR) koos 95%-ga	Enneaegne	Madal sündimus	Varajane surnultsündroo	Hilinenud surnultsündine			Kalender aasta, koht sündist ja tase haridus.	Adekvatne/negatiivne
					tarne (<37 nädalat) - VÕI (95% CI)	kaal (<2,500 g) - OR (95%CI)	meeste sugu (vahemikus 16 ja 28 nädalat) - OR (95% CI)	naine (pärast 28 nädalat) - VÕI (95% CI)	Meeste sugu - OR (95% CI)	Mis tahes sündi defekt - VÕI (95% CI)		
					Tõenäoliselt ei puutu kokku	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)		
					Võimalik, et avatud	0.99 (0.96-1.02)	1.03 (0.98-1.07)	1.01 (0.91-1.12)	1.01 (0.92-1.11)	1.01 (1.00-1.03)	0.98 (0.94-1.02)	
		Tõenäoliselt avatud		1.08 (1.03-1.15)	1.03 (0.94-1.13)	0.98 (0.79-1.22)	1.09 (0.89-1.29)	0.99 (0.97-1.02)	0.94 (0.86-1.01)			

Tabel 17 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: arengumõjud, epidemioloogilised kohortuuringud (450-6000 MHz) (jätkub b)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)					Mis tahes muud kaasnevad kokkupuuted/kohanused	Kommentaari d	
20. Divan et al., 2008 ja Divan et al. 2011. Taani. Sündinud lapsed ajavahemikul 1997 kuni 2002. Kohortuuring.	41541 last (F ja M). Emad ja elusalt sündinud lapsed	Mobiiltelefon ja juhtmeta telefon kasutamine, hinnatud läbi nelja telefon intervjuid.	Mobiiltelefonide kasutamine lapsed, emade hulgas raseduse ajal (ema poolt raku kasutamine telefoni ajal rasedus, käte kasutamistasuta seadmed ajal rasedus (osakaal aeg) ja asukoht telefon, kui see ei ole kasutamine (käekott või riided) taskusse) ja lastele, praegune raku kasutamine ja muud traadita telefonid.	Kognitiivsed/keeleoskused areng viivitused, mootor arendusviivitused ja käitumuslik hinnatud probleemid kasutades "Tugevused ja raskused Küsimustik". Töenäoste suhtarvud ja 95% CI alates kohandatud logistika regressioonimudelid.	Kognitiivse/keele arengu hiline mine 6-aastaselt	Motorilise arengu hiline mine 6-aastaselt	Kognitiivse/keele ise arengu hiline mine 18-aastaselt	Motorilise arengu hiline mine 18-aastaselt	Üldised käitumisprobleemid Punktisumma 7	Sooliselt kohandatud lapse, kombineeritud sotsiaal-ametialane staatus, ema vanus sünnihetkel, rasedusaegne vanus ja lapse sünnikaal, laps hooldus väljaspool kodu 18 kuu vanuselt.	Adekvaatne/ Negatiivne Kokkupuude mobiiltelefonid prenataalselt - ja, et vähem kraad, sünnitusjärgsel t - oli seotud koos käitumine raskused selline u emotsionaalsed ja hüperaktiivsuse probleemid ümber kooli vanus kanne.	
			<i>Ainult sünnieelne kokkupuude</i>			1.12 (0.97-1.30)		1.21 (1.05-1.40)	1.58 (1.29-1.93)			
			<i>Ainult sünnijärgne kokkupuude</i>			1.06 (0.92-1.23)		1.02 (0.89-1.18)	1.18 (0.96-1.45)			
			<i>Nii sünnieelne kui ka Sünnijärgne kokkupuude</i>				1.25 (1.07-1.47)		1.49 (1.28-1.74)	1.80 (1.45-2.23)		
			<i>Sünnieelne: räägitud ajad päevas</i>									
				0-1		1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)		
				2-3		1.0 (0.7-1.4)	0.8 (0.5-1.0)	0.9 (0.6-1.3)	0.7 (0.5-1.0)	1.33 (0.99-1.79)		
			4+		0.8 (0.4-1.3)	0.6 (0.3-1.0)	0.9 (0.5-1.6)	1.2 (0.8-1.8)	1.51 (1.02-2.22)			

			<i>Sünnieelne: protsentuaalne osakaal aeg sisseülitatud</i>							
			0		1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	
			<50		1.1 (0.6-1.9)	1.3 (0.8-2.7)	1.2(0.7-2.3)	1.1 (0.7-1.8)	0.62 (0.35-1.11)	
			50-99		0.9 (0.5-1.6)	1.1 (0.6-1.8)	1.2 (0.5-2.2)	1.2 (0.8-2.0)	0.93 (0.58-1.48)	
			100		1.0 (0.5-2.0)	1.1 (0.6-2.0)	1.5 (0.7-3.0)	1.3 (0.8-2.3)	1.09 (0.70-1.70)	

			<1/päev		0.89 (0.57 - 1.39)	1.19 (0.74 - 1.92)	0.27 (0.15 - 0.50)	0.35 (0.18 - 0.67)		
			1-4/päevas		0.76 (0.48 - 1.22)	1.07 (0.65 - 1.76)	0.55 (0.32 - 0.96)	0.73 (0.41 - 1.33)		
			≥5/päevas		0.50 (0.23 - 1.09)	0.61 (0.27 - 1.35)	0.40 (0.15 - 1.07)	0.43 (0.15 - 1.21)		

Tabel 17 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: arengumõjud, epidemioloogilised kohortuuringud (450-6000 MHz) (jätkub d)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)				Mis tahes muu kaasnev kokkupuude/kohandused	Kommentaarid
22. Choi et al., 2017. Lõuna-Korea. 2006-2016. Mitmekeskne tulevane kohort uuring (Mothers ja laste keskkonnatervis (MOCEH) uuring).	1198 ema-laps paarid (M ja F). Osalejad olid registreeriti ≤20 nädala jooksul rasedus.	RFR-ga kokkupuuteallikad, sealhulgas mobiiltelefon, televiisor, raadio, mis töötab internet ja mobiiltelefonid telefoni tugijaamad. Enesehinnanguline kokkupuute küsimustikust seoses keskmise helistamissagedus (≤2, 3-5 ja ≥6 korda päevas) ja keskmine helistamisaeg (< 3, 3-10, 10-30 ja ≥30 min/päevas) ajal rasedus.	Raske kasutaja määratletud kui kutsudes sagedus >6 korda päevas või helistamisaeg >30 min päevas. Kategooriad keskmise helistamise järgi aeg (min/päev)	MDI: vaimne arenguindeks, PDI: psühhomotoorne arenguindeks.	MDI vähenemise OR (95% CI) (6-36 kuud)				Töölane kokkupuude mõnele keemilisele ainele pestitsiidid, nafta, lahustid, plii ja nitrosamiinid, tubakas tarbimine.	Ebapiisav
			<i>Keskmine helistamisaeg (min/päevas)</i>		Kõik	Madal ema vere plii ajal rasedus (< 75%)	Kõrge emade vere plii ajal rasedus (<75%)	p-interaktsioon	Emade vere pliiisaldus kui peamine segav tegur	
			<3		0.50 (0.30-0.83)	0.71 (0.42-1.21)	0 (0-Inf)	0.02		
			3-10		1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)			
			10-30		0.85 (0.60-1.19)	0.86 (0.57-1.28)	2.11 (0.67-6.68)			
			>30		0.63 (0.37-1.08)	0.76 (0.43-1.34)	0 (0-Inf)			
			P nagu trend		0.86	0.48	0.05			
					OR (95% CI) madala PDI puhul (6-36 kuud)					
			<i>Keskmine helistamisaeg (min/päevas)</i>		Kõik	Madal emade vere plii ajal rasedus (< 75%)	Kõrge emade vere plii ajal rasedus (<75%)	p-interaktsioon		
			<3		0.47 (0.24-0.94)	0.41 (0.19-0.92)	0.45 (0.23-0.89)	0.44		
			3-10		1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)			
			10-30		0.77 (0.49-1.23)	0.81 (0.49-1.35)	1.10 (0.69-1.76)			
			>30		0.64 (0.32-1.29)	0.73 (0.36-1.48)	1.56 (0.74-3.26)			
			P nagu trend		0.54	0.26	0.008			

Tabel 17 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: arengumõjud, epidemioloogilised kohortuuringud (450-6000 MHz) (jätkub e)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)			Mis tahes muu kaasnev kokkupuude/kohandused	Kommentaar s
23. Papadopoulou et al., 2017. Norra, 1999-2008. Norra ema ja lapse kohortuuring (MoBa).	45389 ema-lapse paari (M ja F), MoBa osalejad, kes võeti tööle raseduse keskel. Teavet hinnati küsimustike abil.	Ema mobiiltelefoni kasutamise sagedus raseduse alguses, mida hinnati 17. ja 30. rasedusnädalal antavast küsimustikust. th	Mobiiltelefoniga rääkimise sagedus: "harva/ei kunagi" (ei kasuta), "paar korda nädalas" (vähe), "iga päev" (keskmiselt) ja "üle tunni päevas" (palju).	Lapse keelelised, suhtlemis- ja motoorsed oskused 3-aastaselt (45389) ema-lapse paarid ja 5 aastat (17310 ema-lapse paari). Korrigeeritud OR ja 95% C.I. logistilisest regressioonist seoste hindamiseks.	Väiksema lause keerukuse risk 3 aasta jooksul - kohandatud OR (95% C.I.)			Pariteet, ema vanus, haridus ja sünnituse aasta.	Adekvaatne /negatiivne
			<i>Emade mobiiltelefoni kasutamine raseduse alguses</i>						
			Ei kasutata		1 (ref)				
			Mis tahes kasutusviis		0.83 (0.77, 0.89)				
			Madal		0.87 (0.81, 0.94)				
			Keskmine		0.78 (0.72, 0.84)				
			Kõrge		0.71 (0.62, 0.81)				
P nagu trend		<0.001							
24. Sudaan jt, 2018. Taani 1996-2002, Hispaania 2003-2008, Lõuna Korea 2006-2011. Andmed 3 sünnikohordist, mis on osa Uute meetodite abil läbiviidud üldistest EMF-uuringutest (GERoNiMO).	3089 ema-lapse paari, kes osalesid Taani riiklikus sünnikohordis (DNBC) (n=1209), Hispaania keskkonna ja lapsepõlve projektis (INMA) (n=1383) ja Korea emade ja laste keskkonna tervise uuringus (MOCEH) (n=497).	Emade mobiiltelefoni kasutamine raseduse ajal, mida hinnati raseduse ajal (ES ja KO) või 7 aastat pärast sündi (DK).	Mobiiltelefoniga rääkimise sagedus: "harva/ei kunagi" (ei kasuta), "paar korda nädalas" (vähe), "iga päev" (keskmiselt) ja "üle tunni päevas" (palju). DNBC-, ABCD- ja INMA-kohortides vastas kokkupuute puudumine mobiiltelefoni kasutamise puudumisele, madal kokkupuude ≤1 kõne/päevas, keskmine kokkupuude 2-3 kõnet/päevas ja kõrge kokkupuude ≥4 kõnet/päevas. MOCEH kohordis ei olnud kokkupuudet mobiiltelefonide kasutamata jätmisega, madal kokkupuude ≤2 kõnede/päevas, keskmine kokkupuude 3-5 kõnede/päevas ja kõrge kokkupuude 3-5 kõnede/päevas. ≥6 kõnet päevas.	Laste kognitiivne jõudlus 5-aastaselt. Lineaarne regressioon, et arvutada keskmised erinevused (MD) ja 95% usaldusvahemikud (CI).	Üldine tunnetus, Korrigeeritud OR (95% C.I.)	Verbaalne tunnetus, Korrigeeritud OR (95% C.I.)	Mitteverbaalne tunnetus, korrigeeritud VÕI (95% C.I.)	Lapse sugu, lapse vanus, ema IQ, ema vanus, rasedusvanus, emade psühholoogiline distress, ema haridus, isa haridus, sünnieelne suitsetamine, sünnieelne alkoholi tarvitamine ja ema raseduseelne kehamassiindeks.	Adekvaatne /equivocal
			<i>Emade mobiiltelefoni kasutamine raseduse alguses</i>						
			Ei kasutata		0.78 (-0.76, 2.33)	1.42 (-1.12, 3.96)	0.72 (-0.85, 2.28)		
			Madal		1 (ref)	1 (ref)	1 (ref)		
			Keskmine		0.11 (-0.81, 1.03)	-0.23 (-1.29, 0.83)	-0.12 (-1.60, 1.35)		

			Kõrge		-0.41 (-1.54, 0.73)	-0.42 (-1.73, 0.89)	-0.85 (-2.23, 0.53)		
--	--	--	-------	--	---------------------	---------------------	---------------------	--	--

Tabel 17 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimesele: arengumõjud, epidemioloogilised kohortuuringud (450-6000 MHz) (jätkub f)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)				Mis tahes muud kaasnevad kokkupuuted/kohandused	Kommentaari d		
					Enneaegne sünnitus - kohandatud OR (95% C.I.)	Pärast tähtjalist sünnitust - Korregeeritud OR (95% C.I.)	SGA sünni - kohandatud OR (95% C.I.)	LGA sünni - kohandatud OR (95% C.I.)				
25. Tsarna et al., 2019. Taani 1996-2002, Hispaania 2003-2008, Lõuna Korea 2006-2011. Andmed 3 sünnikohordist, mis on osa Uute meetodite abil läbiviidud üldistest EMF-uuringutest (GERoNiMO).	55507 ema-lapse paari (M ja F), kes osalesid Taani riiklikus sünnikohordis (DNBC), Hispaania keskkonna ja lapsepõlve projektis (INMA) ja Korea emade ja laste keskkonna tervise uuringus (MOCEH).	Mobiiltelefoni kasutamine raseduse ajal. Retrospektiivne kokkupuute hindamine (DNBC ja ABCD) või prospektiivne kokkupuute hindamine (INMA ja MOCEH). kasutati.	Kokkupuute liigitati 4 kategooriasse (ei ole, madal, keskmine ja kõrge), mis põhinesid mobiiltelefonikõnede igapäevasel sagedusel raseduse ajal.	Enneaegne/järgmine sünnitus, loote kasv (väike või suur suurus rasedusaja kohta). Modifitseeritud Waldi, χ^2 ja Fischeri täpsed testid. Arvutatud kohandatud kohortispetsiifilisi hinnanguid meta-analüüsi, kasutades juhuliku mõju mudeleid.	0.96 (0.86-1.07)	0.98 (0.89-1.07)	0.94 (0.86-1.03)	0.98 (0.92-1.04)	Ema vanus lapse sünnihetkel (naturaalne spliinterm 3 vabadusastmega), rasedusarv, aktiivne ja passiivne suitsetamine raseduse ajal, alkoholitarbimine raseduse ajal, raseduseelne kehamassiindeks.	Adekvaatne/ebaselge		
					Puudub							
					Madal	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	1.00 (ref.)	Stressi ei peeta segavad		
					Vahepealne	1.12 (0.97-1.28)	0.85 (0.75-0.97)	1.03 (0.88-1.21)	0.97 (0.89-1.05)			
					Kõrge	1.28 (0.87-1.88)	0.98 (0.83-1.16)	0.94 (0.78-1.13)	0.93 (0.83-1.04)			
			P nagu trend	0.003	0.863	0.872	0.488					
26. Boileau et al., 2020. Prantsusmaa, aastatel 2014-2017 sündinud lapsed. Prospektiivne, pikisuunaline, mitmekeseline vaatluskohortuuring (NéHaVi kohort).	1378 ema-lapse paari (M ja F). Küsimustikud, mis täideti sünnitusejärgsel perioodil sünnitusosakonnas viibimise ajal isikliku vestluse käigus, ning lapse ja vanemate haiguslood.	Mobiiltelefoni kasutamine raseduse ajal. Retrospektiivne kokkupuute hindamine (DNBC ja ABCD) või prospektiivne kokkupuute hindamine (INMA ja MOCEH). kasutati.	Telefoniaeg, mis on salvestatud minutites päevas.	Loote kasv, mida hinnatakse isikupärastatud AUDIPOG-skoori abil (kasvupiirangud sünnihetkel, mis on määratletud AUDIPOG-skooriga ≤ 10 . protsentiil sünnihetkel).					Ema sotsiaal-erialase kategooria muutujad, mis tõenäoliselt mõjutavad telefoniaega, suitsetamist, alkoholitarbimist, varasemat diabeeti või kõrget vererõhku, rasedusdiabeeti, rasedusaegset hüpertensiooni ja võimalikke segavaid tegureid.	Adekvaatne/positiivne		
			Telefoniaeg (min/päev)									
			0-5		1.00 (ref.)							
			5-15		0.98 (0.58-1.65)	0.9423						

			15-30		1.68 (0.99-2.82)	0.0508				
			≥30		1.54 (1.03-2.31)	0.0374				

Tabel 18 (kokkuvõtlikud tabelid 12-17) - kogutud andmed epidemioloogiliste uuringute jaoks reproduktiivse/arengulise mõju kohta (FR1: 450-6000 MHz).

Uuringud kokku		26			
Adekvaatsed uuringud		16			
Uuringu tüüp	Täheldatud mõju	Kokku* piisav uuringud	Positiivsed uuringud	Ebaselged uuringud	Negatiivsed uuringud
Reproduktiivne-mehe viljakus	Spermakvaliteedi halvenemine	6	6		
	Abielulangevus	2	2		
Arengu-ema-järglaste mõju	Enneaegne/järgmine sünnitus, loote kasv; kromosoomianomaaliad	8	2	2	4
	Keel/kommunikatsioon/käitumuslikud/kognitiivsed probleemid	4		2	2

* Mõned uuringud hõlmavad rohkem kui ühte tulemust.

**KOKKUVÖTE OF ... KOKKUVÖTE ANDMED KOHTA
EPIDEMIOLOOGILINE UURINGUD
REPRODUKTIIVSE/DEVOLUTSIOONILISE ETTEVÖTTE KOHTA (FR1: 450-6000 MHz)**

(tabel 18)

Epidemioloogilised tõendid RF-EMF-iga kokkupuute võimaliku seose kohta reproduktiivse arenguefektiga pärinevad erinevatest uuringutest, milles on hinnatud erinevaid kokkupuuteallikaid: populatsioonid hõlmasid inimesi, kes puutusid kokku töökeskkonnas, inimesi, kes puutusid kokku üldise keskkonna allikate, nt radiojaamade kaudu, ja inimesi, kes puutusid kokku traadita (mobiiltelefonide ja juhtmeta) telefonide kasutamise kaudu.

Käesoleva dokumendi 4. peatükis (Piirangud) käsitletakse üldisi meetoodilisi probleeme, mis on seotud üksikute uuringute hindamisega. Käesolevasse läbivaatamisse valitud epidemioloogiliste uuringute koguarv oli FR1 puhul 26. Pärast 26 originaaluuringu põhjalikumalt analüüsi osutusid kokkupuute hindamise, valimi suuruse ja segavate tegurite analüüsi asjakohasuse põhjal piisavaks 16 uuringut.

16 asjakohases uuringus analüüsiti sperma kvaliteedi halvenemist, raseduse katkemise riski, enneaegset/järgset sünnitust, loote kasvu, keele/kommunikatsiooni/käitumise/kognitiivseid probleeme, et leida võimalikku seost kokkupuutega RF-EMF-iga, mis on seotud mobiiltelefoni kasutamisega või keskkonna/töölase kokkupuutega radiojaamadest lähtuva kiirgusega. Viidates uuringutele vastavates kokkuvõtetes ja tabelites antud numbritele, on erinevate kahjulike mõjude seos RF-EMF-iga kokkupuutega järgmine:

Spermakvaliteedi halvenemine: 6 asjakohasest uuringust selle tulemuse kohta näitasid kõik positiivset seost RF-EMF-iga (viited: 2, 3, 5, 7, 11, 12).

Abielu katkemine: mõlemad 2 adekvaatset uuringut selle tulemuse kohta näitasid positiivset seost RF-EMF-ga (viited: 13, 14).

Enneaegne/järgmine sünnitus, loote kasv: 8 piisavatest uuringutest nende tulemuste osas näitasid 2 positiivset seost RF-EMF-iga (viide: 15, 26), 2 ebaselget seost /viide: 24,25), samas kui 4 olid negatiivsed (viited: 19, 20, 21, 23).

Keele/kommunikatsiooni/käitumise/kognitiivsed probleemid: 4 adekvaatsest uuringust 2 näitasid ebaselgeid tõendeid seose kohta RF-EMF-iga (viited: 20, 24) ja 2 olid negatiivsed (viited: 21, 23).

Me võime järeldada järgmist:

FR1: 450 kuni 6000 MHZ:

On piisavalt tõendeid selle kohta, et see kahjustab inimese viljakust.

Naiste puhul on piiratud tõendid kahjuliku mõju kohta viljakusele.

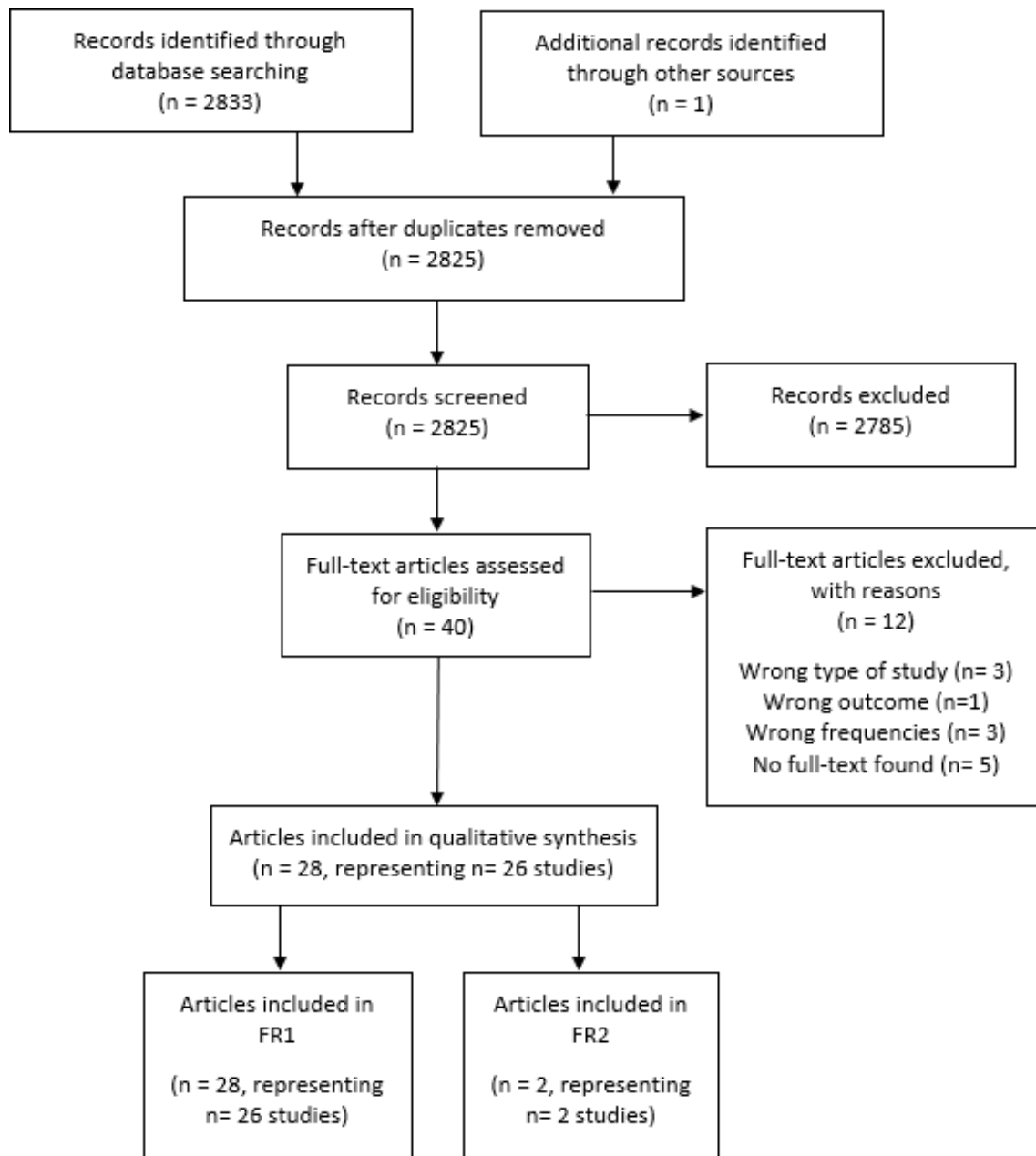
Kõigi uuritud arengupunktide puhul on piiratud tõendid kahjulike mõjude kohta rasedatele naistele ja nende järglastele.

4.2.2 Reproduktiivsed/arengulised mõjud epidemioloogilistes uuringutes: Uuringud, milles hinnatakse kõrgema sagedusalaga (FR2: 24 kuni 100 GHz, MMW) raadiosageduste mõju tervisele.

Andmebaasist ja muudest allikatest leitud artikleid oli 2834. Pärast duplikaatide eemaldamist (9) ja jättes välja pealkirja ja kokkuvõtete põhjal mitteolulised artiklid (2785), jäi 40 artiklit. Täistekstide sõelumise põhjal jäeti veel 12 artiklit välja, nii et käesolevasse kvalitatiivsesse sünteesi sobiva sagedusega avaldatud artikleid oli 28, mis vastab 26 uuringule. Avaldati kaks artiklit, mis kajastasid teavet sama uuringu kohta (joonis 14).

Selles etapis tehti valik ka sagedusvahemiku alusel: 28 paberit/26 uuringut käsitlesid FR1 vahemikku kuuluvaid ekspositsioone ja 2 ka FR2 vahemikku kuuluvaid ekspositsioone. Need tööd teatasid ekspositsioonidest, mis sobivad nii FR1 kui ka FR2, seega ei lisandu nad kaasatud uuringute üldarvule; need on esitatud kaks korda, üks kord kummaski sagedusvahemikus koos seotud tulemustega.

Joonis 14 - Vooluskeem. Reproductiivset/arengulist mõju käsitlevad epidemioloogilised uuringud FR2



MEESLASTE VILJAKUS

Ristlõikeuuringud (tabel 19 a,b)

1. Baste et al., 2008.

Norra. 2002-2004. Juhtumikontrolliuuring, tööalane kokkupuude.

Autorid viisid läbi ristlõikeuuringu Norra Kuninglikus mereväes töötavate sõjaväelaste seas, mis sisaldas teavet töö kohta raadiosageduslike elektromagnetvälju kiirgavate seadmete läheduses, üheaastase viljatuse, laste ja järglaste soo kohta. 10 497 vastanuist 22% oli töötanud kõrgsagedusantennide läheduses "suurel" või "väga suurel" määral. Viljatus suurenes märkimisväärselt koos eneseraporteeritud kokkupuute suurenemisega raadiosageduslikele elektromagnetväljadele. Logistilises regressioonis oli viljatuse tõenäosuse suhe (OR) nende seas, kes olid töötanud kõrgsagedusantennidele lähemal kui 10 m ja "väga lähedal", võrreldes nendega, kes teatasid, et ei töötanud kõrgsagedusantennide lähedal, 1,86 (95% usaldusvahemik: 1,46-2,37), korrigeerituna vanuse, suitsetamisharjumuste, alkoholitarbimise ja kokkupuute suhtes orgaaniliste lahustite, keevituse ja pliiga. Sarnane kohandatud OR "kõrge", "mõningase" ja "madala" kokkupuute korral oli 1,93 (95% CI: 1,55-2,40), 1,52 (95% CI: 1,25-1,84) ja 1,39 (95% CI: 1,15-1,68),

vastavalt. Kõigis vanuserühmades ilmnesid olulised lineaarsed suundumused, mille kohaselt oli tahtmatu lastetuse esinemissagedus suurem, mida suurem oli eneseraporteeritud kokkupuute raadiosagedusväljadega. Raadiosagedusliku kiirgusega kokkupuute ulatus ja laste arv ei olnud siiski omavahel seotud. Nii kõrgsagedusantennide kui ka sideseadmete eneseraporteeritud kokkupuute puhul esinesid olulised lineaarsed suundumused, mille kohaselt oli poiste ja tüdrukute suhe sündides väiksem, kui isa teatas kõrgemast raadiosagedusliku elektromagnetkiirguse kokkupuute määrast.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuute tase. Suurem RF-EMF-ga kokkupuute tase on seotud viljatuse ja poiste ja tüdrukute väiksema suhtarvuga sünnihetkel.

2. Mollerlekken ja Moen, 2008.

Norra. 2002. Juhtumikontrolliuuring, tööalane kokkupuude.

Käesoleva uuringu eesmärk oli uurida elektromagnetväljadega kokkupuutuvate töötajate ja nende reproduktiivse tervise vahelist seost. Saime andmeid küsimustiku abil läbilõikeuuringus mereväe sõjaväelaste seas, vastamismäär 63% (n/41487). Vastajatelt küsiti kokkupuute, elustiili, reproduktiivtervise, varasemate haiguste, töö ja hariduse kohta. Eksperdirühm liigitas elektromagnetväljaga kokkupuutega seotud töökategoriad. Elektromagnetväljadega kokkupuuteks kategoriseerisime töökategoriad "telekommunikatsioon/kommunikatsioon", "elektroonika" ja "radar/sonar". Logistiline regressioon, mida on kohandatud vanuse, kunagi suitsetamise, sõjaväelise hariduse ja füüsilise koormuse suhtes tööol, näitas suurenenud viljatuse riski tele/kommunikatsiooni koefitsient (OR \leq 1,72, 95% usaldusvahemik 1,04- 2,85) ja radari/sonari koefitsient (OR \leq 2,28, 95% usaldusvahemik 1,27-4,09). Elektroonikarühmas ei olnud suurenenud riski. See uuring näitab võimalikku seost raadiosageduslike väljadega kokkupuute vahel raadiosageduslike seadmete ja radariga töötamise ajal ning vähenenud viljakuse vahel. Siiski tuleb tulemusi tõlgendada ettevaatlikult.

Kommentaari: Enda teatatud kokkupuude. Võimalik suurenenud viljatuse risk telekommunikatsiooni ja radari/sonari operaatorite seas.

Tabel 19 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel: mehe viljakus, epidemioloogilised juhtumi-kontrolli uuringud (24-100 GHz)(a)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamismeetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)		Mis tahes muu kaasnev kokkupuute/kohandused	Kommentaariid		
					Kogu viljatus - <5 m kaugusel radarist, OR (95% CI)	Lineaarse trendi test (Mantel-Haenszel chi-ruut)				
1. Baste jt, 2008. Norra. 2002-2004. Juhtumi-kontrolli uuring	9925 praegune ja endine sõjaväelased Norra Kuninglikus mereväes, määratletud sõjaväelaste nimekirja (M) alusel; keskmine vanus 49 aastat.	Kõrgsagedusantennid, side seadmed, radar. Enda poolt hinnatud tööalane kokkupuute ja vanus kategooriad, mida hindab posti teel saadetud küsimustik.	Kokkupuute raadiosagedusega elektromagnetilised väljad: töö kõrgsagedusantennidest lähemal kui 10 m, töötada lähemal kui 3 m sidevõrgustikust. seadmed ja töö lähemal kui 5 m kaugusel radarist.	Viljatus. Tõenäosused ja 95% CI korrigeeritud logistilised regressioonimudelid; Mantel-Haenszeli test lineaarse trendi jaoks.	Kogu viljatus - <5 m kaugusel radarist, OR (95% CI)	Lineaarse trendi test (Mantel-Haenszel chi-ruut)	Viljatus. Tõenäosused ja 95% CI korrigeeritud logistilised regressioonimudelid; Mantel-Haenszeli test lineaarse trendi jaoks.	Adekvaatne/ Positiivne mehe viljatuse puhul		
			Vanus <29							
			Ei ole avatud							
			Madal						1.00 (ref.)	0.001
			Mõned						0.87 (0.25-2.99)	
			Kõrge						2.13 (0.64-7.06)	
			Väga kõrge						1.11 (0.20-6.00)	
			Vanus 30-39 aastat						5.09 (1.59-16.30)	
			Ei ole avatud							
			Madal						1.00 (ref.)	0.005
			Mõned						1.46 (0.99-2.15)	
			Kõrge						1.32 (0.87-2.02)	
			Väga kõrge						1.79 (1.14-2.82)	
			Vanus 40-49 aastat						1.91 (1.19-3.07)	
			Ei ole avatud							
			Madal						1.00 (ref.)	0.002
			Mõned						1.22 (0.87-1.71)	
			Kõrge						1.24 (0.87-1.79)	
			Väga kõrge						1.59 (1.05-2.41)	
			Vanus >50						1.50 (0.95-2.35)	
Ei ole avatud										
Madal	1.00 (ref.)	0.001								
Mõned	1.11 (0.84-1.46)									
Kõrge	1.58 (1.20-2.09)									
Väga kõrge	1.39 (0.98-1.97)									

Tabel 19 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimesel: inimese viljakus, epidemioloogilised juhtumi-kontrolli uuringud (24-100 GHz) (jätkub b)

Uuringu teave	Rahvastik	Kokkupuute tüüp ja hindamine meetod	Kokkupuute kategooria või tase	Tervishoiu tulemus ja meede	Riskihinnang (95% CI)					Mis tahes muu kaasnev kokkupuude/kohandused	Kommentaariid
					Viljatus - % (p-väärtus Chi2-testide põhjal)	Bioloogiliste laste olemasolu - % (p-väärtus alates Chi2 testid)	Anomaaliate või kromosoomivigadega lapsed - % (p- väärtus Chi2-st). või Fisheri täpsed testid)	Enneaegselt sündinud lapsed - % (p- väärtus Chi2 või Fisheri täpse meetodi alusel) testid)	Surnultsündmused ja imikusurmad 1 aasta jooksul - % (Fisheri täpsete testide p- väärtus)		
2. Møllerløkken et al., 2008. Norra. 2002. Juhtumi-kontrolliuuring.	2265 (M) praegu mereväes teenivad töötajad, nii sõjaväelased kui ka tsiviilisikud. Keskmine vanus 36 aastat, vanusevahemik 20-62 aastat.	Töölane kokkupuude sõjaväe sideseadmetega. Teave ametialase mineviku kohta postiküsimustiku st. Eksperdirühm määras kindlaks töö elektromagnetiliste kategooriatega seotud kategooriad kokkupuude välitingimustes.	Töötajad radar/sonar-, tele/kommunikatsioon, elektroonika, muud töökohad (kokkupuutumata).	Viljatus, bioloogilised lapsed, anomaaliad, kromosoomivead, enneaegsed ja surnultsünnid või imikusurmad. Tulemuste esinemissagedus kokkupuuterühmade kaupa (%); Chi2 või Fisheri täpsed testid rühmade vaheliste erinevuste olulisuse hindamiseks.						Vanus, kunagi suitsetatud, sõjaväeline haridus ja füüsiline koormus tööl.	Adekvatne/ Positiivne meeste puhul viljatus ja järglaste arenguparameetrid
			Teised töökohad (mittepuutuvad töökohad rühm)		8.6	62.0	3.5	7.9	2.3		
			Radari/sonari töötajad (radar)		17.5 (<0.01)	70.4 (0.10)	7.1 (0.11)	9.1 (0.37)	2.0 (0.61)		

Tabel 20 (kokkuvõtlikud tabelid 19 a,b) - kogutud andmed epidemioloogiliste uuringute kohta, mis käsitlevad reproduktiivset/arengulist mõju (FR2: 24-100 GHz).

Uuringud kokku*		2			
Adekvaaitsed uuringud		2			
Uuringu tüüp	Täheldatud mõju	Kokku piisav uuringud	Positiivne tulemused	Negatiivne tulemused	Ebaselge tulemused
Reproduktsoon - mees viljakus	Spermatoosidide vähenemine kvaliteet	2	2		
Arenguparameetrid	Lapsed: enneaegne sünnitus; kromosoomiavastus. anomaaliad	1	1		

Epidemioloogilised tõendid RF-EMF-iga kokkupuute võimaliku seose kohta reproduktiivse/arengulise mõjuga pärinevad erinevatest uuringutest, milles on hinnatud erinevaid kokkupuuteallikaid. FR2 puhul uuritud populatsioonid hõlmavad inimesi, kes puutuvad kokku töökeskkonnas, eelkõige sõjaväelasi.

Käesoleva dokumendi 4. peatükis (Piirangud) käsitletakse üldisi meetodilisi probleeme, mis on seotud üksikute uuringute hindamisega. Käesoleva läbivaatamise jaoks valitud epidemioloogiliste uuringute koguarv kuni 2020. aastani FR2 jaoks oli 2, mida mõlemad peeti piisavaks.

EPIDEMIOLOOGILISTE UURINGUTE KOHTA KOGUDUDUD ANDMETE KOKKUVÕTE REPRODUKTSIOONILISE/DEVOLUTSIOONILISE ETTEVÕTTE KOHTA (FR2: 24-100 GHz) (tabel 20).

FR2 (24-100 GHz)

Kahes analüüsitud uuringus FR2 kohta on kokkupuute hindamisel piirangud, nii et tegelik RF/EMF-ga kokkupuute tase on ebakindel. Mõlemad uuringud näitavad siiski *piisavaid* tõendeid kahjuliku mõju kohta meeste viljakusele (viited: 1, 2).

Ühes uuringus (viide: 2) on esitatud *piiratud tõendeid* kokkupuutuvate sõjaväelaste järeltulijate arengumõjude kohta.

Siiski ei saa nende tulemuste põhjal kinnitada ega eitada seost FR2-ga kokkupuute ja reproduktiivse arengu tulemuse vahel (*ei ole klassifitseeritav*), kuna kättesaadavate piisavate uuringute arv on väike ja kokkupuute hindamine on ebakindel.

4.2.3 Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: Uuringud, milles hinnatakse raadiosageduste mõju tervisele madalamas sagedusvahemikus (FR1: 450-6000 MHz), mis hõlmab ka eelmiste põlvkondade lairibavõrkudes (1G, 2G, 3G ja 4G) kasutatud sagedusi.

Andmebaasist ja muudest allikatest leitud artikleid oli 5052. Pärast duplikaatide eemaldamist (77) ja jättes pealkirja ja kokkuvõtete põhjal välja mitteolulised artiklid (4886), jäi 89 artiklit. Täistekstide sõelumise põhjal jäeti välja 43 artiklit, nii et käesolevasse kvalitatiivsesse sünteesi kaasamiseks sobiva sagedusega avaldatud artikleid oli 46, mis vastab 39 uuringule. Kolmel juhul avaldati rohkem kui üks artikkel, milles esitati teavet sama uuringu kohta erinevate reproduktiivsete/arenguliste lõpp-punktide kohta (joonis 15).

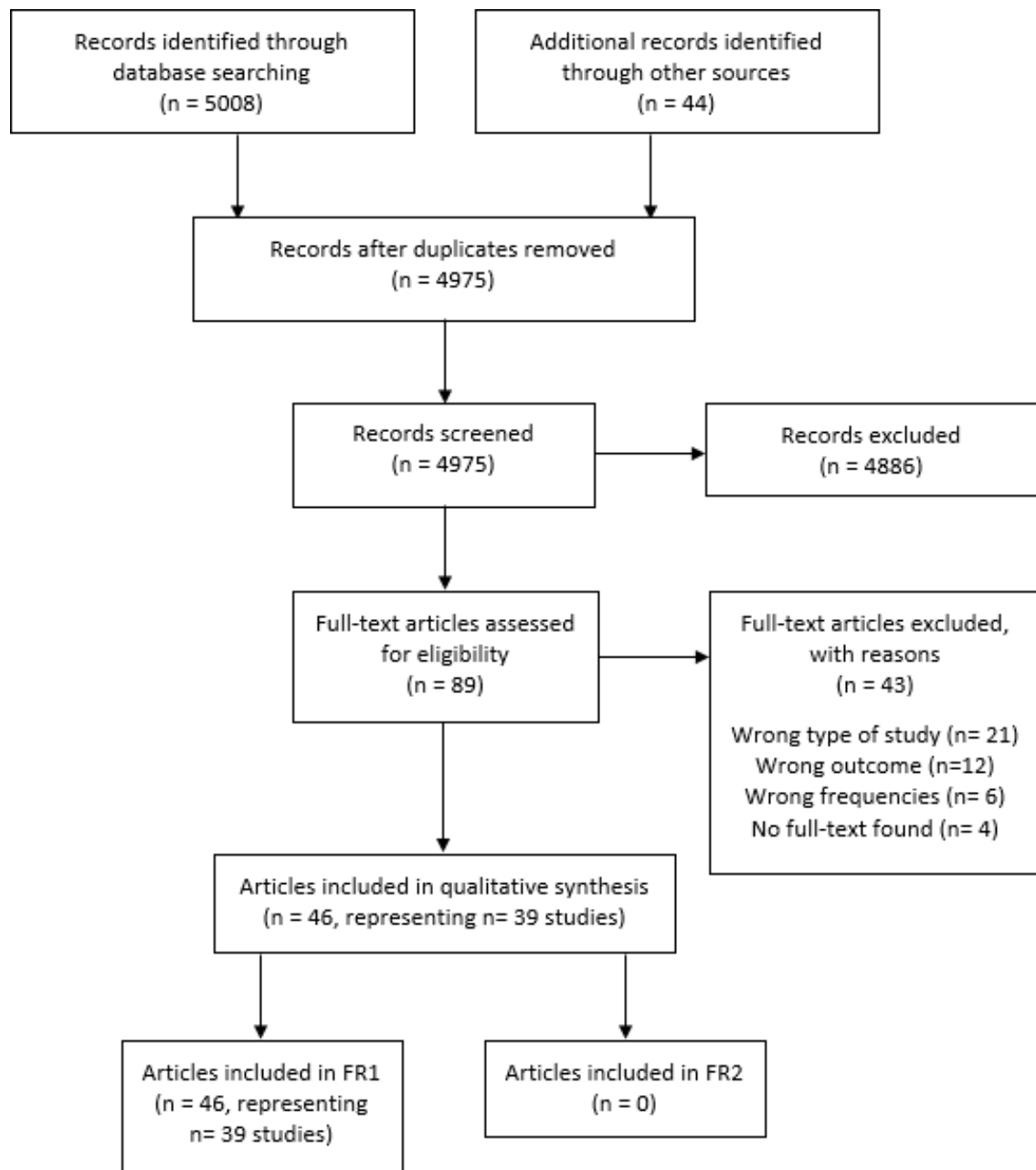
Selles etapis tehti valik ka sagedusvahemiku alusel: 46-st dokumendist/39 uuringust teatasid kõik FR1-ga seotud ekspositsioonidest ja mitte ükski FR2-ga seotud ekspositsioonidest.

Teine valik põhines NTP modifitseeritud ühe põlvkonna uuringu ja OECD 443 suunistel 2014. aastast (Foster et al., 2014), mis on ülemaailmselt tunnustatud kuldstandardiks loomadel (närilistel) tehtavate katseliste biotestide kavandamisel, läbiviimisel ja jälgimisel, mille eesmärk on leida mõju arengupatoloogiale, sisesekretsioonisüsteemi kahjustajatele, emaste ja isaste paljunemisele ning mõju reproduktiivsele süsteemile.

Suunistega ette nähtud uuringukava näeb ette vähemalt 10 looma/ sugu/rühm, et saada statistiliselt usaldusväärseid tulemusi. Seda eeldust järgides jaotati tööd uuringu tüübi järgi, st isaste paljunemine, emaste paljunemine, arengupatoloogia.

Iga uuringu kohta on esitatud kokkuvõte koos tabelitega, milles on esitatud kokkuvõte olulisemast teabest; vanemekspert hindas nende sobivust reproduktiivse ja arengumõju hindamiseks (piisav/ebasobiv) ning esitas tulemuste üldise kokkuvõtte (positiivne/negatiivne/ebasobiv), järgides metoodika osas kirjeldatud kriteeriume.

Joonis 15 - Vooluskeem. Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel FR1



REPRODUKTIIVTOKSILISUS

Isased hiired (tabelid 21, a, b)

1. Mugunthan et al., 2012.

India. Hiired. Reproduktsoonitoksilisus.

Hiired (n=18) said 30 kuni 180 päeva jooksul 48 minutit päevas 2G ülikõrgsagedusliku kiirgusega. Elektromagnetvälja (EMF) kiirituse hulk arvutati kiirgussageduse mõõtja abil. Kaheksateistkümnele hiirele manustati 2G mobiiltelefoni 900-1900 MHz sagedusega kiirgust ja kaheksateistkümnele hiirele tehti näilikontroll. Šamekontrollihiired (n=18) olid eksponeeritud sarnastes tingimustes ilma 2G-kiirgusega kokkupuuteta. Iga looma kaal registreeriti enne ohverdamist. Kolm looma ohverdati 30, 60, 90, 120, 150 ja 180 päeva pärast 30, 60, 120, 150 ja 180 päeva kestnud kokkupuudet katserühmas pärast 24 tunni möödumist viimasest kokkupuutest. Sama arv kontrollloomi ohverdati samasuguse ajavahemiku jooksul. Plasma testosterooni mõõtmiseks koguti vereproovid. Mõõtsime ja analüüsisime munandite suurust, kaalu ja mahtu. Munandite lõiked analüüsiti valgusmikroskoobi all struktuurimuutuste tuvastamiseks. Tulemused: 2G-ga kokkupuutunud rühmas oli loomade kaal esimesel, teisel ja neljandal kuul väiksem (p-väärtus $\leq 0,05$). 2G-ga eksponeeritud hiirte keskmine munandite kaal vähenes oluliselt kõigil kuudel, välja arvatud neljandal kuul (p-väärtus $< 0,05$), ning keskmine munandite maht vähenes oluliselt esimesel kolmel kuul (p-väärtus $0,02$). Keskmine seemnepõiekestes tihedus pindalaühiku kohta oli 2G-ga eksponeeritud munandites oluliselt väiksem (p väärtus $< 0,001$). Keskmine seemnikutuubulite läbimõõt oli 2G-ga kokkupuutunud munandites märkimisväärselt vähenenud (p-väärtus on väga oluline $< 0,001$), välja arvatud teisel kuul. Sertoli rakkude ja Leydigi rakkude keskmine arv vähenes 2G kiirgusega kokkupuutunud hiirtel märkimisväärselt (p väärtus on väga oluline $< 0,001$). Võrreldes kontrollrühmaga oli 2G-ga kokkupuutunud hiirte keskmine testosterooni tase seerumis oluliselt madalam (p-väärtus $0,004$). 2G mobiiltelefoni kiirgusega kokkupuutunud hiirte munandites leiti järgmised mikroskoopilised muutused. 1. Interstitium ilmnes laiana 2. Sertoli rakud ja spermatogooniumid olid basaallaminaalsetest rakkudest eraldunud. 3. Seminiferentse epiteeli vaakoolne degeneratsioon ja deskamatsioon. Enamikul perifeersetest tubulitest ilmnes spermatogeneesi küpsemise peatumine. Seminifereerivate tubulite skoor jäi 8 ja 9 vahele, kasutades Johnsoni munandibiopsia skooriarvestust. Krooniline kokkupuude 2G mobiiltelefonist lähtuva ülikõrgsagedusliku kiirgusega võib põhjustada mikroskoopilisi muutusi seemnerakkudes, Sertoli ja Leydigi rakkude arvu vähenemist ja seerumi testosterooni taseme langust. Mobiiltelefonide pikaajaline kasutamine võib põhjustada meeste viljatust.

Kommentaar: Piisav/positiivne.

2. Shahin et al., 2014.

India. Šveitsi hiired (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Kaheteistkümne nädala vanused hiired eksponeeriti mittedioosliku 2,45 GHz MW kiirgusega (CW 2 korda päevas 30 päeva jooksul, võimsustihedus = $0,029812 \text{ mW/cm}^2$ ja SAR = $0,018 \text{ W/Kg}$). Erinevate stressiparameetrite uurimiseks tehti spermatoosidide arvu ja spermatoosidide elujõulisuse test ning töödeldi elutähtsaid organeid. Plasmal kasutati testosterooni ja munandit 3b HSD analüüsiks. Samuti teostati munandites 3b HSD ja lämmastikoksiidi süntaasi (i-NOS) immunohistokeemia. Me täheldasime, et MW-kiiritus põhjustas spermatoosidide arvu ja spermatoosidide elujõulisuse märkimisväärselt vähenemist koos seemnikutuubulite läbimõõdu vähenemise ja seemnikutuubulite degeneratsiooniga. Samuti täheldati hiirte kiiritusrühmas munandite 3b HSD aktiivsuse ja plasma testosteroonitaseme vähenemist. MW-kiiritatud hiirte rühmas täheldati munandite i-NOS-i suurenenud ekspressiooni. Lisaks viitavad need kahjulikud reproduktiivsed mõjud sellele, et krooniline kokkupuude mitteioniseeriva MW-kiirgusega võib vabade radikaalide vahendusel põhjustada viljatust.

Kommentaar: Piisav/positiivne.

3. Zhu et al., 2015.

USA. ICR-hiired (M, SPF). Reproduktsoonitoksilisus.

Täiskasvanud isased ICR-hiired eksponeeriti pidevaine 900 MHz raadiosagedusväljadega (RF). Pärast 7-päevast karantiiniperioodi kaaluti loomad (20 ± 2 g) ja randomiseeriti kolmeks eraldi rühmaks, millest igaühes oli 10 hiirt erinevateks ekspositsioonideks. a. Pideva laine 900 MHz RF 1,6 mW/cm² võimsuse intensiivsusega, 4 tundi päevas 15 päeva jooksul. b. Näiline ekspositsioon ilma RF-kiirituseta (kontrollhiired). c. Äge 2 Gy γ -kiirguse annus (GR, positiivsed kontrollid). Kokkupuute lõppedes pandi iga hiir paaritamiseks puuris 3 täiskasvanud emasloomaga. Pärast 7 päeva möödumist viidi iga isane hiir uude puuris ja pairitati teise 3 emase hiirega. Seda protsessi korrati kokku 4 järjestikusel nädalal. Samamoodi käideldi isaseid hiiri, kes olid eksponeeritud näiliselt, ja neid, kes said ägedat 2 Gy kiirgust (GR), ning neid kasutati vastavalt eksponeerimata ja positiivsete kontrollidena. Kõik emased ohverdati 18. päeval tiinuse ja eeldatava paaritumise ajal ning uuriti emaka sisu. 4 nädala jooksul tehtud üldised vaatlused näitasid, et RF-ga eksponeeritud isaste hiirtega pairitatud emasloomade puhul ei esinenud olulisi erinevusi tiinuste, koguimplantaatide, elusate implantaatide ja surnud implantaatide protsentides, kui neid võrreldi nendega, kes olid pairitatud näiliselt eksponeeritud hiirtega. Seevastu GR-ga eksponeeritud isasloomadega pairitatud emaste hiirte puhul ilmnesid eespool nimetatud näitajate olulised erinevused järjepidevalt kõigil 4 paaritusnädalatel. Seega näitasid andmed, et isaste hiirte sugurakkudes puudub RF-kiirituse mutageenne potentsiaal.

Kommentaar: Negatiivne.

4. Pandey et al., 2017.

India. Šveitsi hiired (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Šveitsi albiinohiired puutusid 35 päeva jooksul 4 ja 8 tundi päevas kokku RFR-ga (900 MHz). Üks loomarühm lõpetati pärast kokkupuuteperioodi, samas kui teisi hoiti veel 35 päeva pärast kokkupuudet. RFR-ga kokkupuute põhjustas mitokondriliste membraanide depolarisatsiooni, mille tulemuseks oli raku redokshomeostaasi destabiliseerimine. RFR-ga eksponeeritud loomadel täheldati statistiliselt olulist kahjustusindeksi suurenemist sugurakkudes ja spermatoosoidide pea defekte. Voolutsütomeetiline hinnang sugurakkude alatüüpide kohta hiirte munandites näitas spermatogoonide populatsioonide 2,5-kordset suurenemist koos spermatiidide olulise vähenemisega. Leiti spermatogoonide ja spermatoosoidide vahetuse (1C:2C) peaaegu neljakordne vähenemine ja primaarsete spermatotsüütide ja spermatoosoidide vahetuse (1C:4C) kolmekordne vähenemine, mis viitab spermatogeneesi premeiootilise staadiumi peatumisele, mille tulemuseks on munandite histoloogiast ilmnenu postmeiootiliste sugurakkude kadu ja madal spermatoosoidide arv RFR-ga kokkupuutunud loomadel. Samuti täheldati histoloogilisi muutusi, nagu ebaküpsete sugurakkude irdumine seemnerakkude luumenisse, epiteeli kahanemine ja küpsemise peatumine. Kõik need muutused taastusid siiski erineval määral pärast kokkupuutejärgset perioodi, mis näitab, et RFR kahjulik mõju hiirte sugurakkudele on kahjulik, kuid pöörduv. Kokkuvõtteks võib öelda, et RFR-ga kokkupuutest põhjustatud oksüdatiivne stress põhjustab DNA kahjustusi sugurakkudes, mis muudab rakutsükli kulgu ja põhjustab hiirte vähese spermatoosoidide arvu.

Kommentaar: piisav/positiivne.

5. Pandey et al., 2018.

India. Šveitsi hiired (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Käesolevas uuringus uuriti RFR Global System for Mobile communication (GSM) tüüpi, 900 MHz ja melatoniini lisamise mõju sugurakkude arengule spermatogeneesi ajal. Šveitsi albiinohiired jagati nelja rühma. Üks rühm sai 35 päeva jooksul kaks korda päevas 3 tundi RFR-kiirgust ja teine rühm sai sama kiirgust, kuid koos melatoniiniga (N-atsetül-5-metoksütrüptamiin) (MEL; 5 mg/kg kehakaalu kohta päevas). Kaks ülejäänud rühma said ainult MELi või jäid eksponeerimata. Hinnati sperma pea kõrvalekaldeid, spermatoosoidide koguarvu, lipiidperoksiidide biokeemilist analüüsi, redutseeritud glutatiooni, superoksiidmütaasi aktiivsust ja munandite histoloogiat. Lisaks sellele teostati munandites sugurakkude alatüüpide voolutsütomeetiline hindamine ja comet-analüüs. RFR-ga kokkupuutunud loomade sugurakkude ulatuslikud DNA-kahjustused koos spermatogeneesi premeiootilise staadiumi

peatumisega, mis lõppkokkuvõttes viisid madala spermatooside arvu ja spermatooside arvu vähenemiseni.

täheldati pea kõrvalekaldeid. Lisaks sellele näitasid biokeemilised analüüsid, et vabade radikaalide liigne teke põhjustas vastavalt histoloogilisi ja morfoloogilisi muutusi munandites ja sugurakkude morfoloogias. Need mõjud olid aga melatoniiniga täiendatud RFR-ga eksponeeritud loomadel kas vähenenud või puudusid. Seega võib järeldada, et melatoniin inhibeerib meiotilise spermatogeneesi eelset peatumist isaste sugurakkudes oma antioksidatiivse potentsiaali ja võime kaudu parandada DNA reparatiivseid radu, mis viib normaalse spermatooside arvu ja spermatooside morfoloogiani RFR-iga kokkupuutunud loomadel.

Kommentaari: (rühm, mida raviti ilma melatoniini lisata).

6. [Shahin et al., 2018.](#)

India. Šveitsi hiired. Reproduktsoonitoksilisus.

Käesoleva uuringu eesmärk oli uurida 2,45 GHz MW kiirgusega kokkupuutest tingitud vabade radikaalide koormuse ja redoksiidide tasakaalustamatuse poolt esile kutsutud munandite apoptoosi üksikasjalikku teekonda ja selle raskusastet koos kokkupuute kestuse suurenemisega. Kaheteistkümnepäevase vanuseid isaseid hiiri eksponeeriti 2,45 GHz MW kiirgusega [pidevaine (CW), mille üldine keskmine võimsustihedus oli 0,0248 mW/cm² ja kogu keha keskmine SAR-väärtus 0,0146 W/kg] 2 tundi päevas 15, 30 ja 60 päeva jooksul. Hinnati munandite histoloogiat, seerumi testosterooni, ROS, NO, MDA taset, antioksidantide ensüümide aktiivsust, pro-apoptoosiliste valkude (p53 ja Bax), anti-apoptoosiliste valkude (Bcl-2 ja Bcl-xL), tsütokroom-c, inaktiivse/aktiivse kaspasi-3 ja mittelahustunud PARP-1 ekspressiooni. Tulemused viitavad sellele, et 2,45 GHz MW kiirgusega kokkupuutest põhjustatud munandite redoksi tasakaalustamatus ei põhjusta mitte ainult suurenenud munandite apoptoosi p53-st sõltuva Bax-kaspase-3 vahendatud tee kaudu, vaid suurendab ka apoptoosi raskusastet kestusest sõltuval viisil.

Kommentaari: Piisav/positiivne.

Emased hiired (tabel 22, a)

7. [Gul et al., 2009.](#)

Türgi. Rotid (F). Reproduktsoonitoksilisus.

Käesoleva uuringu eesmärk oli uurida, kas mobiiltelefonide mikrolained avaldavad toksilist mõju rottide munasarjadele. Selles uuringus kasutati 82 21 päeva vanust emaslooma rotipoega (43 uuringurühmas ja 39 kontrollrühmas). Uurimisrühma rasedad rotid puutusid kogu tiinuse aja jooksul kokku mobiiltelefonidega, mis olid paigutatud polüpropüleenist puuride alla. Puur oli vaba igasugustest materjalidest, mis võiksid mõjutada elektromagnetvälju. Mobiiltelefon, mis oli 11 h ja 45 minutit ooteseisundis, lülitati iga 12 tunni järel 15 minutiks kõneasendisse ja akut laeti pidevalt. 21. päeval pärast sünnitust tapeti emaste rottide kutsikad ja eemaldati nende paremad munasarjad. Mõõdeti munasarjade mahud ja loendati folliikulite arv igas kümnendas seksioonis. Analüüs näitas, et uurimisrühmas oli folliikulite arv väiksem kui kontrollrühmas. Folliikulite arvu vähenemine mobiiltelefoni mikrolainetega kokkupuutunud poegadel viitab sellele, et emakasisene kokkupuute avaldab munasarjadele toksilist mõju. Me oletame, et mobiiltelefonide mikrolained võivad mitmete teadaolevate ja kahtlemata ka lugematute tundmatute mehhanismide kaudu vähendada rottide folliikulite arvu.

Kommentaari: Piisav/täielik.

8. [Shahin et al., 2017.](#)

India. Šveitsi hiired (F). Reproduktsoonitoksilisus.

Käesolevas uuringus uuriti mobiiltelefoni (1800 MHz) kiirguse pikaajalist mõju ooterežiimil, valimis- ja vastuvõtorežiimil naise reproduktiivsele funktsioonile (munasarjade ja emaka histoarhitektuur, andsteroidogenees) ja stressireaktsioonidele (oksüdatiivne ja nitrosatiivne stress). Me täheldasime, et mobiiltelefonikiirgus põhjustab ROSi, NO, lipiidide peroksüdatsiooni, kogukarbonüülisalduse ja seerumi kortikosterooni märkimisväärset tõusu koos antioksidantsete ensüümide olulise vähenemisega hiirte hüpotalamuses, munasarjas ja emakas. Võrreldes kontrollrühmaga vähenes kokkupuutuvate hiirte puhul arenevate isendite arv.

ja küpsed folliikulid ning emakakeha (corpus lutea). Võrreldes kontrolliga täheldati kõigis eksponeeritud hiirte rühmades märkimisväärselt vähenenud hüpofüüsi gonadotropiinide (LH, FSH), sugu steroidide (E2 ja P4) ja SF-1, StAR, P-450scc, 3beta-HSD, 17beta-HSD, tsütokroomP-450 aromataasi, ER-alfa ja ER-beta ekspressiooni seerumi taset. Need tulemused viitavad sellele, et mobiiltelefonikiirgus põhjustab oksüdatiivset ja nitrosatiivset stressi, mis mõjutab emaste hiirte reproduktiivset võimekust.

Kommentaari Piisav/positiivne.

Isased rotid (tabelid 23, a-c)

9. Ozguner et al., 2005.

Hiina. Sprague-Dawley rotid (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Käesoleva eksperimentaalse uuringu eesmärk oli määrata kindlaks 900 MHz raadiosagedusliku elektromagnetvälja (RF) bioloogiline ja morfoloogiline mõju rottide munanditele. Uuring viidi läbi Süleyman Demireli Ülikooli meditsiiniteaduskonna füsioloogia ja histoloogia uurimislaboratooriumis Isparta, Türgi mais 2004. aastal. Kaksikümne täiskasvanud isast Sprague-Dawley roti kaaluga 270-320 g jaotati juhuslikult kahte 10 loomast koosnevasse rühma: I rühm (kontrollrühm) ei puutunud kokku elektromagnetvälja ja II rühm (elektromagnetvälja rühm) puutus 4 nädala jooksul 30 minutit päevas, 5 päeva nädalas, kokku 900 MHz elektromagnetväljaga. Munandite koed esitati histoloogiliseks ja morfoloogiliseks uurimiseks. Registreeriti munandite biopsiate arv ja interstitsiaalse koe osakaal kogu munandite koest. Biokeemiliselt määrati seerumi testosterooni, luteiniseeriva hormooni (LH) ja folliikuleid stimuleeriva hormooni (FSH) taset plasmas. Tulemused: Munandite kaal, munandite biopsiaarv ja interstitsiaalse koe osakaal kogu munandite koest ei erinenud EMF-rühmas oluliselt võrreldes kontrollrühmaga. Siiski vähenesid EMF-rühmas märkimisväärselt seemnikutorude läbimõõt ja suguepiteeli keskmine kõrgus ($p < 0,05$). EMF-rühmas vähenes märkimisväärselt seerumi testosterooni kogutase ($p < 0,05$). Seetõttu oli EMF-grupis võrreldes kontrollgrupiga ($p > 0,05$) plasma LH ja FSH tasemete vähenemine ebaoluline ($p > 0,05$). Bioloogilised ja morfoloogilised mõjud, mis tulenevad 900 MHz RF EMF-iga kokkupuutest, ei toeta oletusi kahjulikust mõjust spermatogeneesile ja suguepiteelile. Seetõttu võivad munandite morfoloogilised muutused olla tingitud hormonaalsetest muutustest.

Kommentaari Piisav/positiivne.

10. Lee et al., 2010.

Korea. Sprague Dawley rotid (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Me uurisime histoloogilisi muutusi, mida raadiosageduslikud (RF) väljad põhjustavad roti munanditel, eriti seoses tundlike protsessidega, nagu spermatogenees. Isased rotid (20 x rühm) puutusid 12 nädala jooksul kokku 848,5 MHz RF-ga. RF-ga kokkupuute ajakava koosnes kahest 45-minutilise RF-ga kokkupuute perioodist, mis olid eraldatud 15-minutilise intervalliga. Kogu keha keskmine raadiosageduse spetsiifiline neeldumiskiirus (SAR) oli 2,0 W/kg. Seejärel uurisime munandite funktsiooni korrelatsioone, nagu spermatoosoidide arv uuel kõrvalnäärmel, malondialdehüüdi kontsentratsioonid munandites ja kõrvalnäärmes, spermatogeneesi etappide sagedus, sugurakkude arv ja apoptootiliste rakkude esinemine munandites. Samuti teostasime p53, bcl-2, kaspas 3, p21 ja PARP immunoblotanalüüsi munanditest šamaani ja RF-ga eksponeeritud loomadel. Nende tulemuste põhjal jõudsime järeldusele, et subkrooniline kokkupuude 848,5 MHz ja 2,0 W/kg SAR RF-ga ei avaldanud täheldatavat kahjulikku mõju roti spermatogeneesile.

Kommentaari Negatiivne.

11. Imai et al., 2011.

Jaapan. Sprague-Dawley rotid (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Viimastel aastatel on tekkinud mure, kas mobiiltelefoni kandmine reproduktiivorganite, näiteks munandite lähedal võib põhjustada häireid ja eelkõige sperma arengu ja tootmise vähenemist ning seega meeste viljakust. Käesolevas uuringus uuriti 1,95 GHz elektromagnetvälja mõju isaste Sprague-Dawley rottide munandite funktsioonile. Viie nädala vanused loomad olid

jagati 3 gruppi, millest igaühes oli 24, ja 1,95 GHz laiasagedusliku W-CDMA (W-CDMA) signaali, mida kasutatakse mobiilse multimeedia juurdepääsu (FOMA) vabaduse jaoks, kasutati kogu keha kokkupuuteks 5 tundi päevas, 7 päeva nädalas 5 nädala jooksul (ajavahemik 5 kuni 10 nädala vanusest, mis vastab rottide reproduktiivsele küpsemisele). Kogu keha keskmine spetsiifiline neeldumiskiirus (SAR) oli vastavalt 0,4 ja 0,08 W/kg. Kontrollrühm sai näilise ekspositsiooni. Rühmade vahel ei olnud erinevusi kehakaalu suurenemises ega munandite, kõrvalnäärme, seemnepõiekestest ja eesnäärme kaaludes. Spermatooside arv munandites ja epididüümides ei vähenenud elektromagnetväljaga (EMF) kokkupuutunud rühmades ja tegelikult suurenes munandite spermatooside arv märkimisväärselt 0,4 SARi korral. Spermatooside liikuvuse või morfoloogia ning seemnerakkude histoloogilise välimuse, sealhulgas spermatoogeense tsükli staadiumi kõrvalekaldeid ei täheldatud. Seega ei ilmnenud praegustes kokkupuutetingimustes mingit munanditoksilisust.

Kommentaari Negatiivne.

12. Meo et al., 2011.

Saudi Araabia. Wistar rotid. Reproduktsoonitoksilisus.

Nelikümmend isast Wistari albiinorottide rühma jagati kolme rühma. Esimene kaheksaliikmeline rühm oli kontrollrühm. Teine rühm [rühm B, n=16] puutus kokku 30 minutit päevas ja kolmas rühm [rühm C, n=16] puutus kokku 60 minutit päevas kokku 3 kuu jooksul. Mobiiltelefonikiirguse põhjustatud morfoloogilisi muutusi munandites vaadeldi valgusmikroskoobi abil. Mobiiltelefonikiirgusega 60 minutit/päevas kokkupuutumine põhjustas albiinorottide munandites 18,75% hüpospermatogeneesi ja 18,75% küpsemise peatumist võrreldes sobivate kontrollidega. Albiinorottidel, kes puutusid kokku 3 kuu jooksul 30 minutit/päevas mobiiltelefonikiirgusega, ei täheldatud aga mingeid ebanormaalseid tulemusi. Pikaajaline kokkupuude mobiiltelefoni kiirgusega võib põhjustada hüpospermatogeneesi ja spermatooside küpsemise peatumist Wistari albiinorottide munandites.

Kommentaari Piisav (väiksem arv loomi kui kontrollid) / ebaselge.

13. Al-Damegh, 2012.

Saudi Araabia. Wistar rotid (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Käesoleva uuringu eesmärk oli uurida tavalisest mobiiltelefonide kasutamisest tuleneva elektromagnetilise kiirguse võimaliku mõju oksüdantide ja antioksidantide seisundile rottide veres ja munandikudedes ning määrata kindlaks C- ja E-vitamiinide võimalik kaitsev roll elektromagnetilise kiirguse kahjuliku mõju vältimisel munanditele. Uuringupopulatsiooni kuulus 120 isast Wistari albiinorottide isast, kes olid jaotatud vähemalt 10 rühma. Ravigruppidele manustati elektromagnetvälja, elektromagnetvälja pluss C-vitamiini (40 mg/kg/päevas) või elektromagnetvälja pluss E-vitamiini (2,7 mg/kg/päevas). Kõik rühmad eksponeeriti sama elektromagnetilise sagedusega 15, 30 ja 60 minutit päevas kahe nädala jooksul. Elektromagnetväljaga eksponeeritud rühmas esines märkimisväärne seemnepõiekestest läbimõõdu suurenemine koos desorganiseeritud seemnepõiekestest spermatsükli katkemisega. Seerumi ja munandite koe konjugeeritud dieeni, lipiidhüdoperoksiidi ja katalaasi aktiivsus suurenesid 3 korda, samas kui seerumi ja munandite koe glutatiooni ja glutatioonperoksidaasi kogutase vähenes elektromagnetismiga eksponeeritud loomadel 3-5 korda. Tulemused näitavad, et tekitatud elektromagnetilise sageduse kahjulik mõju avaldas negatiivset mõju munandite arhitektuurile ja ensüümide aktiivsusele. See leid viitas ka C- ja E-vitamiinide võimalikule rollile munanditele tekitatud oksüdatiivse stressi leevendamisel ja munandite normaalsuse taastamisel.

Kommentaari Piisav/positiivne.

14. Celik et al., 2012.

Türgi. Wistar rotid (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Wistar-Kyoto isased rotid paigutati kas kontrollgruppi või gruppi, mis puutus kokku elektromagnetväljaga (EMF). Kaks mobiiltelefoni, mille spetsiifilise neeldumiskiiruse väärtus oli 1,58, paigutati

ja jäeti välja puurides, kus asus 15 kontrollrühma kuuluvat roti, ning neli mobiiltelefoni paigutati ja jäeti sisse puurides, kus asus 30 katserühma kuuluvat roti. Pärast 3 kuud hinnati rottide kõikide munandite kaalu, seemnepõiekeste läbimõõtu ja spermatogeensete rakkude seisundit. Iga munandi üht poolt uuriti ka elektronmikroskoobi all. EMFiga kokkupuutunud ja mitte kokkupuutunud rottide vahel ei täheldatud olulisi erinevusi munandite kaalude, seemnikutubulite läbimõõtude ja histopatoloogiliste hinnangute vahel. Elektronmikroskoopiline analüüs näitas, et membrana propria paksus ja kollageenkiudude sisaldus olid suurenenud ning kapillaarveresooned laienesid katserühmas. Selle uuringu märkimisväärsete leidudena märgiti ühist vakuoliseerumist Sertoli rakkude tsütoplasmas, elektrontihedate struktuuride kasvu ja suurte lipiidipisarate olemasolu. Kuigi rakkudel, mis olid pikaajalise, väikese annusega EMF-iga kokku puutunud, ei ilmnunud kontrolltingimustega vastuolus olevaid leide, jätsid ultrastruktuurse uuringu käigus täheldatud muutused mulje, et uuringuperioodi pikendamise korral võivad tekkida olulised muutused. EMF-i mõju paremaks mõistmiseks munandikudedele on vaja pikemaajalisi uuringuid.

Kommentaari Negatiivne.

15. Lee et al., 2012.

Korea. Sprague Dawley rotid (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Uuriti raadiosagedusliku elektromagnetvälja (RF-EMF) kombineeritud kokkupuute mõju rottide munandite funktsioonile, eriti seoses selliste tundlike protsessidega nagu spermatogenees. Isased rotid (20 x rühm) puutusid 12 nädala jooksul kokku ühe koodijaotusega mitmekordse juurdepääsu (CDMA) ja lairiba-koodijaotusega mitmekordse juurdepääsu (WCDMA) RF-signaalidega. RF-ekspositsiooniprogramm hõlmas 45 minutit päevas, 5 päeva nädalas kokku 12 nädala jooksul. CDMA ja WCDMA keskmine kogu keha spetsiifiline neeldumiskiirus (SAR) oli 2,0 W/kg kumbki või 4,0 W/kg kokku. Uuriti munandite funktsiooni korrelatsioone, nagu spermatosoidide arv kauda epididüüm, testosterooni kontsentratsioon vereseerumis, malondialdehüüdi kontsentratsioon munandites ja epididüüm, spermatogeneesi etappide sagedus ja apoptootiliste rakkude esinemine munandites. Tehti immunoblot p53, bcl2, GADD45, tsükliin G ja HSP70 määramiseks sham- ja kombineeritud RF-ga eksponeeritud loomade munandites. Tulemuste põhjal jõudsimme järeldusele, et samaaegne kokkupuude CDMA ja WCDMA RF-EMF-idega 4,0 W/kg SAR juures ei avaldanud rottide spermatogeneesile mingit täheldatavat kahjulikku mõju.

Kommentaari Negatiivne.

16. Ozlem-Nisbet et al., 2012.

Türgi. Wistar rotid (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Isased albiino Wistar rotid (2 päeva vanused) puutusid kokku kasvavate isaste rottide paljunemisega. Isased albiino Wistar rotid (2 päeva vanused) eksponeeriti 90 päeva jooksul pidevalt 2 tundi päevas elektromagnetvälja 1800 ja 900 MHz sagedusega. Sham-kontrolli hoiti sarnastes tingimustes, kuid sama aja jooksul ei rakendatud välja. Pärast vereproovide võtmist ohverdati loomad 24 tundi pärast viimast kokkupuudet ja korjati huvipakkuvad koed. Plasma keskmine kogu testosterooni sisaldus näitas kahe uurimisrühma vahel sarnasust ja oli märkimisväärselt kõrgem kui näilise kontrolli rottidel. Epididümaalsete spermatosoidide liikuvuse protsent oli 1800 MHz rühmas märkimisväärselt kõrgem ($P < 0,05$). Morfoloogiliselt normaalsete spermatosoidide määrad olid kõrgemad ning sabade ebanormaalsus ja ebanormaalsuste koguprotsent olid madalamad 900 MHz rühmas ($P < 0,05$). Histopatoloogilised parameetrid olid 1800 MHz rühmas oluliselt kõrgemad ($P < 0,05$). Kokkuvõttes näitas käesolev uuring, et kokkupuude elektromagnetlainetega põhjustas rottide testosteroonitaseme, epididümaalse sperma liikuvuse (edasi) ja sperma normaalse morfoloogia tõusu. Selle tagajärjel võib 1800 ja 900 MHz EMF-i pidada varajase puberteedi põhjuseks kasvavatel rottidel.

Kommentaari Piisav/positiivne.

17. Bin-Meferijand El-kott, 2015.

Saudi Araabia. Sprague Dawley rotid (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Käesoleva uuringu eesmärk oli uurida polüfenoolides rikkaliku Moringa oleifera leheekstrakti võimet kaitsta rottide munandeid EMR-indutseeritud kahjustuste eest spermatooside arvu, elujõulisuse, liikuvuse, spermarakkude morfoloogia, antioksidantide (SOD ja CAT), oksüdatiivse stressi markeri, munandite koe histopatoloogia ja PCNA immunohistokeemia hindamise alusel. Valim koosnes kuuekümnest isasest Wistari rotist, kes jagati nelja võrdsesse rühma. Esimene rühm (kontroll) sai ainult standardset dieeti, samas kui teisele rühmale manustati iga päev ja kaheksa nädala jooksul 200 mg/kg Moringa lehtede veeekstrakti. Kolmandat rühma eksponeeriti 900 MHz väljadega üks tund päevas ja (7) päeva nädalas. Neljas rühm puutus kokku mobiiltelefoni kiirgusega ja sai Moringa ekstrakti. Tulemused näitasid, et EMR-ga töödeldud rühmas vähenesid märkimisväärselt spermaparameetrid. Lisaks sellele suurendas samaaegne kokkupuude EMR-iga ja MOE-ga ravitud rühm oluliselt spermaparameetreid. Kuid histoloogilised tulemused EMR-rühmas näitasid ebaregulaarsed seemnerakud, vähesed spermatogoonid, hiiglaslikud mitmetuumalised rakud, degenereerunud spermatoosidid ja Leydigi rakkude arv oli märkimisväärselt vähenenud. PCNA märgistamise indeksid olid EMR-rühmas võrreldes kontrollrühmaga märkimisväärsed. Samuti mõjutab EMR spermatoogeneesi ja põhjustab apoptoosi kuumuse ja muu stressiga seotud EMR-i tõttu munandites. Selles uuringus järeldatakse, et krooniline kokkupuude EMR-iga tähistab munandikahjustusi, mida saab ennetada Moringa oleifera leheekstrakti abil.

Kommentaar: Piisav/positiivne.

18. Liu et al., 2015.

Hiina. Sprague-Dawley rotid (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Kakskümmend neli rotti said kokkupuute 900 MHz elektromagnetilise kiirgusega, mille eriline neeldumismäär oli 0,66

± 0,01 W/kg 2 h/d. Pärast 50d uuriti spermatooside arvu, morfoloogiat, apoptoosi, reaktiivseid hapnikuliike (ROS) ja kogu antioksidantide mahtu (TAC), mis kujutab endast ensümaatiliste ja mitteensümaatiliste antioksidantide summat. Apoptoosiga seotud valkude ja geenide, sealhulgas bcl-2, bax, tsütokroom c ja kapaas-3, ekspressioonitaseme määramiseks kasutati Western blotting ja pöördtranskriptaasi PCR. Tulemused: Käesolevas uuringus suurenes apoptootiliste seemnerakkude protsent kokkupuuterühmas võrreldes kontrollrühmaga märkimisväärselt, 91,42%. Lisaks sellele suurenes ROSi kontsentratsioon ekspositsioonirühmas 46,21%, samas kui TAC vähenes 28,01%. Kiiritus vähendas dramaatiliselt ka bcl-2 valgu ja mRNA ekspressiooni ning suurendas baxi, tsütokroom c ja kapaasi ekspressiooni.

3. Kokkuvõte: RF-EMR suurendab ROS-i taset ja vähendab TAC-i roti spermas. Liigne oksüdatiivne stress muudab apoptoosiga seotud geenide ekspressiooni taset ja vallandab sperma apoptoosi bcl-2, bax, tsütokroom c ja kapaas-3 signaaliradade kaudu.

Kommentaar: Piisav/positiivne.

19. Saygin et al., 2015.

Türgi. Sprague Dawley rotid. Reproduktsoonitoksilisus.

Käesoleva uuringu eesmärk oli uurida traadita seadmete (2,45 GHz) poolt edastatavat elektromagnetilist kiirgust (EMR), mis võib põhjustada rottide munandites füsiopatoloogilisi või ultrastruktuurseid muutusi. Me käsitlesime, kas täiendav gallikhape (GA) võib vähendada neid kahjulikke mõjusid. Selles uuringus kasutati kuue nädala vanuseid isaseid Sprague Dawley rotte. Nelikümmend kaheksa rotti jagati võrdselt nelja rühma, mis nimetati: EMR, ainult EMR (EMR, 3 h päev 21 30 päeva jooksul), EMR1GA (30 mg/kg/päevas) ja GA (30 mg/kg/päevas) rühmad. Malondialdehüüdi (MDA) ja summaarse oksüdandi staatuse (TOS) tase suurenes (p50,001 mõlema puhul) ainult EMR-i rühmas. TOS ja oksüdatiivse stressi indeksi (OSI) tasemed vähenesid oluliselt GA-ga ravitud rühmas (vastavalt p50,001 ja p50,045). Kogu antioksidantide aktiivsus (TAS) vähenes ainult EMR-ga ravitud rühmas ja suurenes GA-ga ravitud rühmas (vastavalt p50,001 ja p50,029). Testosterooni ja vaskulaarse endoteeli kasvufaktori (VEGF) tase vähenes ainult EMR-i rühmas, kuid see ei olnud statistiliselt oluline. Testosterooni ja VEGF-i tase suurenes EMR1GA

rühmas võrreldes ainult EMR rühmaga (p50,002) ning suurenes ka GA rühmas võrreldes kontrolli ja ainult EMR rühmaga (p50,044 ja

p50.032). Prostaglandiin E2 (PGE2) ja kaltsitoniini geenireleeritava peptiidi (CGRP) värvimine suurenes munandite tubulites ainult EMR rühmas ($p < 0,001$ mõlema puhul) ja vähenes munandite tubulites EMR1GA rühmas ($p < 0,001$ kõigi parameetrite puhul). Ainult EMR-i rühmas sisaldas enamik tubulaid vähem spermatoosidid ja spermatoosidide arv vähenes munandite tubulites. Kõik need leiud ja regeneratiivne reaktsioon, mida iseloomustab mitotoiline aktiivsus, suurenesid EMR1GA rühmas munandite seemnikutubulite rakkudes ($p < 0,001$). Pikaajaline EMR-ga kokkupuude põhjustas munandite füsiopatoloogiat oksüdatiivse kahjustuse ja põletiku kaudu. GA-l võib olla parandav mõju prepubertaalsete rottide munandite füsiopatoloogiale.

Kommentaar: Piisav/positiivne.

20. Bilgici et al., 2018.

Türgi. Wistar rotid (M). Reproduktsoonitoksilisus.

Põletikuline mõju ja munandikahjustus rottidel, kes on kokku puutunud madala elektromagnetvälja (EMF) tasemega aadressil

2,45GHz mikrolainekiirgust uuriti. Kaksikümne kaks Wistari rotti jagati kahte rühma. Rühm 1 oli kontrollrühm, mis ei puutunud kokku elektromagnetvälja kiirgusega. Rühm 2 puutus kokku madala elektromagnetväljaga (keskmine E-väli $3,68 \pm 0,36$ V/m, kogu keha keskmine SAR $0,0233$ W/kg, 10 g koes) 2,45 GHz sagedusel 1 tund päevas 30 järjestikusel päeval. Uuringu lõpus mõõdeti interleukiin-6 (IL-6), interleukiin-10 (IL-10), interleukiin-32 (IL-32), C-reaktiivne valk (CRP) roti seerumis ja IL-6, IL-10, IL-32 roti munandite koes. Lisaks hinnati munandite kudesid histopatoloogiliselt spermatogeneesi ja koagulatsiooni nekroosi osas. Leiti, et IL-6 ja CRP tase seerumis oli märkimisväärselt erinev võrreldes kontrollrühmaga ($p < .05$), kuid IL-10, IL-32 tasemeid seerumis ja IL-6, IL-10, IL-32 tasemeid munandikoes ei leitud olulist erinevust võrreldes kontrollrühmaga ($p > .05$). Teisest küljest näitas munandite kudede histopatoloogiline hindamine olulist erinevust nekroosi ja spermatogeneesi osas võrreldes kontrollrühmaga ($p < .05$). Võib järeldada, et 2,45 GHz madalal tasemel EMF suurendab põletikku ja munandikahjustusi ning avaldab negatiivset mõju meeste reproduktiivsüsteemi funktsioonile.

Kommentaar: Piisav/positiivne.

21. Guo et al., 2019.

Hiina. Sprague-Dawley rotid. Reproduktsoonitoksilisus.

Teatud töötingimustes puutuvad töötajad paratamatult kokku kõrge intensiivsusega raadiosagedusväljadega (RF). Käesolevas uuringus uurisime ühekuulise kokkupuute mõju 220 MHz impulssmoodleeritud RF-väljale võimsustihedusega 50 W/m² spermakvaliteedile isastel täiskasvanud rottidel. Spermatoosidide kvaliteeti hinnati spermatoosidide arvu, ebanormaalsuse ja ellujäämise määra mõõtmisega. Munandite morfoloogiat uuriti hematoksüliin-eosiini (HE) värvimisega. Sertoli rakkude (SC) ja Leydigi rakkude (LC) poolt eritavate faktorite tase määrati ensüümiga seotud immunosorbentanalüüsi (ELISA) abil. Lõhestatud kaspas 3 tase munandites tuvastati immuunfluorestsentsi värvimisega. Lõpuks hinnati apoptoosiga seotud valkude (kaspas 3, BAX ja BCL2) ekspressiooni taset munandites Western blottinguga. Võrreldes šamirühmaga vähenes RF-rühmas oluliselt sperma kvaliteet. Pärast RF-ekspositsiooni ilmnid SC-de sekretsioonifaktorite tasemed ja munandite morfoloogia ilmne muutus. LC-de sekretsioonifaktori tase vähenes oluliselt pärast RF-ekspositsiooni. Lõhestatud kaspas 3, kaspas 3 ja BAX/BCL2 suhe munandites suurenesid märgatavalt pärast RF-ga kokkupuudet. Need andmed viitasid üheskoos sellele, et praegustes katsetingimustes võib 220 MHz pulseeritud moduleeritud RF-kiirguse kokkupuude kahjustada rottide sperma kvaliteeti ning see kahjustav mõju võib olla tingitud LC-de sekretsioonifunktsiooni häiretest ja RF-väljast põhjustatud munandirakkude suurenenud apoptoosist.

Kommentaar: Piisav/positiivne.

22. Yu jt, 2020.

Hiina. Sprague Dawley rottid. Reproduktsoonitoksilisus (eksp.1 ja 2).

Pikaajaline kokkupuude SRF-EMR-iga ja meeste viljakuse vähenemine leiavad järk-järgult üha suuremat tähelepanu meditsiiniühiskonnas. Kuigi meeste reproduktiivorganid puutuvad sageli kokku SRF-EMR-iga, on praegu vähe teada pikaajalise SRF-EMR-iga kokkupuute otsese mõju kohta munanditele ja selle osaluse kohta meeste reproduktiivse potentsiaali pärssimises. Käesoleva uuringu eesmärk oli uurida seda küsimust, kasutades 4G SRF-EMRi rottidel. Ainulaadse kokkupuutemudeliga, milles kasutati 4G nutitelefone, saavutati rottide kubemes lokaliseeritud kokkupuude iga päev 6 tunni jooksul (nutitelefone hoiti aktiivses kõnelemisrežiimis ja see sai väliskõne 1 min jooksul 10 minuti jooksul). Tulemused näitasid, et SRF-EMR-ga kokkupuutumine 150 päeva jooksul vähendas sperma kvaliteeti ja poegade kaalu, millega kaasnes munandikahjustus. Need kahjulikud mõjud ei ilmnunud aga rottidel, kes puutusid SRF-EMRiga kokku 50 või 100 päeva. Sekvenerimisanalüüs ja Western blotting näitasid, et SRF-EMRiga 150 päeva eksponeeritud rottide munandites esineb Spock3 üleekspressiooni. Spock3 üleekspressiooni inhibeerimine parandas sperma kvaliteeti langust ning leevendas munandikahjustusi ja BTB häireid kokkupuutunud rottidel. Lisaks sellele pärssis SRF-EMR-iga kokkupuutumine MMP2 aktiivsust, suurendades samal ajal MMP14-Spock3 komplekside aktiivsust ja vähendades MMP14-MMP2 komplekside aktiivsust; need tulemused pöördusid ümber Spock3 inhibeerimisega. Seega vähendas pikaajaline kokkupuude 4G SRF-EMRiga isaste viljakust, häirides otseselt Spock3-MMP2-BTB telge täiskasvanud rottide munandites. Meile teadaolevalt on see esimene uuring, mis näitab SRF-EMR-i otsest toksilisust munanditele, mis tekivad pärast pikaajalist ekspositsiooni.

Kommentaari Piisav/positiivne.

ARENGUTOKSILISUS

Hamstrid (tabel 24, a)

23. Lerchl 2008a, 2008b, 2008c.

Saksamaa. Djiungari hamstrid. Arengutoksilisus.

Kolmes katses eksponeeriti täiskasvanud isaseid džungari hamstrate (*Phodopus sungorus*) 60 päeva jooksul 24 tundi päevas raadiosageduslikele elektromagnetväljadele (RF-EMF) sagedustel 383, 900 ja 1800 MHz, mis olid moduleeritud vastavalt TETRA (383 MHz) ja GSM (900 ja 1800 MHz) standarditele. Radiaalkaitseüsteem tagas hästi määratletud ja ühtlase kokkupuute kogu keha keskmistatud spetsiifilise neeldumise kiirusega 80 mW/kg, mis on võrdne Saksamaa ja teiste riikide elanikkonna kogu keha kokkupuute ülemise piiriga. Igas katses kasutati kahte identset lainejuhti ning hamstrid eksponeeriti (n = 120) ja eksponeeriti pimesi (n = 120). Kõigis katsetes ei mõjutatud käbinäärme ja seerumi melatoniini taset ning munandite, aju, neerude ja maksa kaalu. 383 MHz puhul tõi kokkupuude kaasa kehamassi olulise mööduva suurenemise kuni 4%, samas kui 900 MHz puhul oli see kehamassi suurenemine tugevam (kuni 6%) ja mitte mööduv. 1800 MHz puhul ei täheldatud mingit mõju kehakaalule. Tulemused kinnitavad varasemaid tulemusi, mis on näidanud, et elektromagnetväljad ei mõjuta melatoniini taset in vivo ja in vitro. Andmed on kooskõlas hüpoteesiga, et neeldunud RF-energia võib põhjustada metaboolseid muutusi, mis lõpuks põhjustavad kokkupuutuvate loomade kehakaalu suurenemist. Andmed toetavad arusaama, et tulevastel uuringutes tuleb RF-EMFide metaboolset mõju üksikasjalikumalt uurida.

Kommentaari Negatiivne.

Hiired (tabel 25, a-c)**24. Finnie et al. a, b (2006, 2009)**

BALB/c hiired. Arengutoksilisus.

Tehti kindlaks, kas kogu tiinuse vältel toimuv hiirte loote aju kokkupuude mobiiltelefonide raadiosagedusväljadega põhjustab stressireaktsiooni, mis on tuvastatav soojusšokivalkude (HSP) indutseerimise kaudu. Kasutades spetsiaalselt kavandatud 900 MHz kiirgusega kokkupuutesüsteemi, eksponeeriti tiined hiired ühekordselt kogu keha kaugväljaga, mille spetsiifiline neeldumiskiirus oli 4 W/kg, 60 min/päevas 1. päevast kuni 19. päevani tiinuse kestel. Kontrollhiired eksponeeriti näiliselt või olid puuris vabalt liikuvad, et kontrollida ekspositsioonimoodulis liikumise piiramisest põhjustatud stressi. Vahetult enne 19. päeval toimunud sünnitust koguti loote aju, fikseeriti 4% parafiinis ja parafiinis. Igast ajast lõigati kolm koronaalset lõiget, mis hõlmasid erinevaid anatoomilisi piirkondi, ja iga stressireaktsioon tuvastati HSP25, 32 ja 70 immunovärvimise abil. Tulemused HSP32 või 70 ei indutseerinud üheski ajus, samas kui HSP25 ekspressioon piirdus kahe ajurüdi tuumaga ja esines järjepidevalt nii eksponeeritud kui ka mitteeksponeeritud ajus.

Kommentaari: Negatiivne.**25. Lee et al., 2009.**

Korea. ICR hiired. Arengutoksilisus (teratogenees).

Hiirte loode on väga tundlik indikaator keskkonna stressi või stiimulite mõju suhtes. Seetõttu uurisime mitmesignaliseeritud raadiosageduslike elektromagnetväljade (RF EMF) teratogeenset mõju hiirte loodetele. Tiined hiired puutusid samaaegselt kokku kahte tüüpi RF-signaalidega, ühe koodijaotusega mitmekordse juurdepääsuga (CDMA) ja lairiba koodijaotusega mitmekordse juurdepääsuga (WCDMA). Hiired said kaks 45-minutilist RF-välja ekspositsiooni, mis olid eraldatud 15-minutilise intervalliga, iga päev kogu tiinusperioodi jooksul. CDMA või WCDMA kogu keha keskmine spetsiifiline neeldumiskiirus (SAR) oli 2,0 W/kg. Loomad tapeti humaanselt 18. tiinuspäeval ja looteid uuriti suremuse, kasvupeetuse, pea suuruse muutuste ja muude morfoloogiliste kõrvalekallete suhtes. Tulemuste põhjal teatame esmakordselt, et samaaegne eksperimentaalne kokkupuude CDMA ja WCDMA RF EMFidega ei põhjustanud hiirte loodetele mingeid täheldatavaid kahjulikke mõjusid.

Kommentaari: Negatiivne (lühike igapäevane kokkupuude)/negatiivne.**26. Fragopoulou et al., 2010.**

Kreeka. Balb/c hiired. Arengutoksilisus.

Käesolev uuring keskendub loote arengule pärast tiinete hiirte kergelt igapäevast kokkupuudet mobiiltelefoni elektromagnetilise lähivälja kiirgusega. Uuringu ajendiks oli asjaolu, et mobiiltelefonide potentsiaalselt ohtlik elektromagnetiline kiirgus pakub praegu avalikkusele suurt huvi. Füüsiliselt võrreldavad tiined hiired eksponeeriti mobiiltelefoni GSM 900MHz raadiosagedusliku kiirgusega. 5 tunni jooksul pärast sündi fikseeriti enamik poegade, millele järgnes topeltvärvimine toto ja tavapärane parafiinhistoloogia. Ülejäänud poegade puhul jäid nad emade juurde kuni hammaste väljakujunemiseni. Struktuurilist arengut hinnati vastsündinute uurimise teel, et leida pehmete kudede ja skeleti anatoomia kõrvalekaldeid ja/või muutusi. Elektromagnetilise raadiosagedusega eksponeeritud vastsündinutel, keda uuriti väliselt, oli normaalne fenotüüp. Histokeemilised ja histoloogilised uuringud näitasid siiski, et kokkupuutel olevate loodete puhul oli võrreldes kontrollsündinutega erinevusi koljuluude ja rindkere ribide luustumisel, samuti Meckeli kõhre nihkumisel. Pärast hammaste puhkemist uuritud pesakondadel oli normaalne fenotüüp. Järeldatakse, et kerge kokkupuude mobiiltelefoni kiirgusega võib mõjutada, kuigi ajutiselt, hiirte loote arengut luustumise tasandil. Täheldatud arenguerinevusi võib seletada, kui võtta arvesse mõjutatud skeletiosade erinevat embrüonaalset päritolu ja luustumise viisi.

Kommentaari: Piisav/positiivne.

27. Sambucci et al., 2011.

Itaalia. C57BL/6 vastsündinud hiired (M ja F). Arengutoksilisus (immunotoksikoloogia).

Immuunsüsteemi areng algab embrüogeneesi ajal, jätkub kogu looteea jooksul ja lõpetab oma küpsemise imikueas. Kokkupuude immuunsüsteemi kahjustavate ühenditega, mille mõju on täiskasvanutel piiratud või ajutine, põhjustab pikaajalisi või püsivaid immuunsüsteemi kahjustusi, kui see toimub perinataalsel ajal. Potentsiaalselt kahjulikku kokkupuudet raadiosagedustega on uuritud peamiselt täiskasvanud loomadel või täiskasvanud isikutelt saadud rakkudega, kusjuures enamik uuringuid ei ole näidanud mingeid mõjusid. Kas arenev immuunsüsteem on RF-kiirguse mõju suhtes tundlikum? Selle küsimuse lahendamiseks eksponeeriti vastsündinud hiired 5 järjestikusel nädalal alates sünnile järgnevast päevast 2 tundi päevas, 5 päeva nädalas WiFi-signaalidega konstantse spetsiifilise neeldumiskiirusega (SAR) 0,08 või 4 W/kg. Katsed viidi läbi pimedas menetluses, kasutades kontrollrühmadena sham-eksponeeritud rühmi. Mõlemast soost hiirtel ei leitud erinevusi kehakaalus ja arengus rühmade vahel. Immunoloogiliste analüüside tulemused vastsündinud emaste ja isaste hiirte puhul, kes eksponeeriti varases postnataalses eas, ei näidanud mingit mõju kõigile uuritud parameetritele, välja arvatud üks erand: vähenenud IFN-g tootmine mikrolaine (MW) eksponeeritud (SAR 4 W/kg) isaste (mitte emaste) hiirte põrnarakkudes võrreldes näiliselt eksponeeritud hiirte omadega. Kokkuvõttes ei toeta meie tulemused hüpoteesi, et varajane sünnijärgne kokkupuude WiFi-signaalidega põhjustab kahjulikku mõju arenevale immuunsüsteemile.

Kommentaari Piisav/negatiivne, välja arvatud vähenenud IFN-g tootmine mikrolainedega (SAR 4 W/kg) eksponeeritud isaste (mitte emaste) hiirte põrnarakkudes võrreldes näiliselt eksponeeritud hiirtega.

28. Zhang et al., 2015.

Hiina. CD1-hiired. Arengutoksilisus (käitumisuuring).

Elektroonilise kommunikatsioonitehnika hiljutine kiire areng toob kaasa inimeste elektromagnetiliste väljade (EMF) kokkupuute märkimisväärse suurenemise. See on tekitanud avalikkuses muret pikaajalise keskkonna elektromagnetväljadega kokkupuute terviseohtude pärast lootele ja lastele. Mõned uuringud on näidanud, et elektromagnetväljadega kokkupuute lastel võib põhjustada närvisüsteemi häireid. Varem ei ole siiski teatatud mikrolaine kiirgusega kokkupuute soost sõltuvatest mõjudest kognitiivsetele häiretele. Siin uuriti, kas emakasisene kokkupuude 9,417-GHz mikrolainedega kogu raseduse ajal (3,5-18. päev) mõjutas käitumist, kasutades selleks avatud välitesti (OFT), tõstetud-pluss labürindi (EPM), sabasirutuskatse (TST), sunnitud ujumiskatse (FST) ja Morrise vee labürindi (MWM). Leidsime, et hiired näitasid pärast emakasisene kokkupuude 9,417 GHz kiirgusega vähem liikumist avatud välja keskel (kasutades OFT) ja avatud käes (kasutades EPM), mis viitas sellele, et hiirtel oli suurenenud ärevusega seotud käitumine. Hiired näitasid vähenenud liikumatust TST ja FST pärast emakasisene kokkupuude 9,417-GHz kiirgusega, mis viitas sellele, et hiirtel oli vähenenud depressiooniga seotud käitumine. MWM-testi põhjal täheldasime, et isaste järglaste õppimine ja mälu vähenesid, samas kui emaste õppimine ja mälu ei olnud mõjutatud, mis viitas sellele, et mikrolained avaldasid soost sõltuvat mõju. Kokkuvõttes oleme esitanud esimesed eksperimentaalsed tõendid mikrolainete soost sõltuva mõju kohta.

Kommentaari Positiivne (soost sõltuv mõju).

29. Fatehi et al., 2018.

Iraan. NMRI-hiired. Arengutoksilisus.

Kasutati kakssada isast ja emast NMRI-hiirt. Sada isast jagati viieks rühmaks (n = 20), mis olid kontroll- ja kokkupuuterühmadeks. Need, keda kiiritati mobiiltelefoni RF-ga 1, 5 ja 10 tundi päevas "ooterežiimis", nimetati vastavalt II, III ja IV rühmaks. Rühm V, keda kiiritati mobiiltelefoniga "aktiivses režiimis" üks tund päevas. Pärast 30 päeva kestnud kiiritamist hoiti 50 isast ja 50 emast 24 tundi, et hinnata nende embrüoid. Viiskümmend isast skarifitseeriti nii in vitro kui ka in vivo parameetrite hindamiseks ja 50 emaslooma sai PMSG ja HCG nii kvantitatiivseks kui ka kvalitatiivseks hindamiseks. III, IV ja V rühma võrdlemisel kontrollrühmaga vähenes oluliselt kahe rakkuliste embrüote arv (p = 0,000), kuid surnud embrüote arv suurenes oluliselt (p = 0,000). Lisaks sellele vähenes 5 tundi päevas toimuva kiirguse mõjul oluliselt A-

klassi embrüote arv ($p = 0,015$); samas kui B-, C- ja D-klassi embrüote arv suurenes märkimisväärselt (p -väärtused = $0,026$),

0,007, 0,006; vastavalt). Lisaks sellele leiti IV ja V rühma ja kontrollrühma võrdlemisel raseduse kestuse märkimisväärne suurenemine (vastavalt $p = 0,005$, $p = 0,009$). Kuid nimetatud rühmades täheldati olulist vähenemist vastsündinud hiirte arvus (vastavalt $p = .001$, $p = .004$). Kokkuvõttes näitasid tulemused, et mobiiltelefonikiirgus võib mõjutada embrüote arengut, samuti vastsündinute arvu ja tiinuse kestust NMRI-hiirtel, mis võib olla oluliseks reproduktiivse ebaõnnestumise põhjuseks.

Kommentaar : Adekvaatne/positiivne.

Rotid (tabel 26, a)

30. Nelson jt, 1991, 1994, 1997, 1997. USA. Sprague-Dawley rotid. Arengutoksilisus (sünergistlik mõju).

Töökohal esineb samaaegne kokkupuude keemiliste ja füüsiliste mõjuritega; kokkupuutuvate töötajate hulka kuuluvad mikroelektronikatööstuse, plastmasspitseerijate ja elektrokirurgiliste üksuste töötajad. Varasemad loomkatsed näitavad, et ümbritseva keskkonna temperatuuri tõusust põhjustatud hüpertermia võib võimendada mõnede keemiliste mõjurite toksilisust ja teratogeensust. Me näitasime varem, et kombineeritud kokkupuude raadiosagedusliku kiirgusega (r.f.; 10 MHz), mis samuti kutsub esile hüpertermiat ja on teratogeenne kokkupuutuvatele loomadele, ja tööstusliku lahusti 2-metoksüetanooliga (2ME) põhjustab rottidel suurenenud teratogeensust. Järgnevas uuringus korraldati ja laiendati seda uuringut, uurides interaktiivset annusest sõltuvat teratogeensust, mis on seotud rf-kiirguse (näiline ekspositsioon või soole temperatuuri säilitamine 42,0 kraadi C juures 0, 10, 20 või 30 minuti jooksul rf-kiirguse neeldumise teel) ja 2ME (0, 75, 100, 125 või 150 mg/kg) manustamisega rottide 9. või 13. tiinuspäeval. Käesoleva uuringu eesmärk on määrata kindlaks r.f.-kiirguse (piisav, et säilitada jämesoole temperatuur 42,0 kraadi C juures 10 min jooksul) mõju 2ME erinevate annuste (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 ja 140 mg kg⁻¹) suhtes, mida manustatakse rottidele 13. tiinuspäeval. Keskendudes annuse ja vastuse koostoimemustri iseloomustamisele, püütakse käesolevas uuringus kindlaks teha madalaim interaktiivse mõju tase. 20. päeval uuriti looteid välise ja skeleti väärengute suhtes. Tulemused on kooskõlas varasemate tähelepanekutega. Doosiga seotud arengutoksilisust täheldati 2ME puhul nii rf-kiirguse olemasolul kui ka ilma selleta. Samaaegne RF-kiirguse kokkupuude muutis siiski 2ME doosi ja toime kõvera kuju. Need andmed näitavad, et kokkupuute suuniste ja sekkumisstrateegiate väljatöötamisel tuleks arvesse võtta kombineeritud kokkupuute mõju.

Kommentaar: Ebapiisav (sünergilise mõju uurimiseks võetakse arvesse termilist mõju).

31. Nelson jt, 2001.

USA. Sprague-Dawley rotid. Arengutoksilisus ((sünergistlik mõju).

Käesoleva uuringu eesmärk on uurida, kas RF-kiirguse ja 2ME puhul täheldatud interaktiivsed mõjud on ainuüksi nende ainete puhul või võib sarnaseid koostoimeid täheldada ka teiste kemikaalide puhul. Kuna metanooli kasutatakse laialdaselt nii lahustina kui ka kütuselisandina ning see on suurtes kogustes loomadel teratogeenne, valisime metanooli kemikaaliks, et uurida üldistatavust. Kirjanduse ja meie prooviuuringute põhjal manustati 10 Sprague-Dawley roti grupile 0, 2 või 3 g/kg metanooli (kaks korda 6-tunniste intervallidega) 9. või 13. tiinuspäeval. Emasloomadele, keda raviti 9. päeval, anti metanooli ja nad eksponeeriti 60 minuti jooksul RF-kiirgusega, mis oli piisav, et säilitada jämesoole temperatuur 41 kraadi C (või šamaani). Need, keda raviti 13. päeval, said metanooli ja kas 0 või 100 mg/kg 2ME. Kuna me täheldasime, et metanool tekitab hüpotermiat, anti mõnedele rühmadele metanooli algannus samaaegselt RF või 2ME-ga ja teistele anti metanooli esimene annus 1,5 tundi enne RF või 2ME. Emasloomad ohverdati 20. tiinuspäeval ja looteid uuriti välise väärengute suhtes. Tulemused näitavad, et RF-kiirgus või metanool 9. päeval suurendas resorbeerunud loodete esinemissagedust, kuid interaktiivset mõju ei täheldatud. Resorbeerumine oli suurim rühmades, kus katselise ravi vahe oli 1,5 tundi. Metanooli suurem annus vähendas ka loote kaalu. 2ME või metanooli manustamine 13. päeval suurendas väärengute määra ja oli tõendeid positiivse

2ME ja metanooli vastastikmõju. 2ME ja metanool üksi vähendasid loote kaalu, kuid koostoimet ei täheldatud. Samuti ei mõjutanud tulemusi teratogeensete ainete eraldi manustamine. Need tulemused viitavad sellele, et arengutoksikoloogilised koostoimed, nagu meie poolt uuritud RF-kiirguse, 2ME ja metanooli koostoimed, on keerulised ning selliseid koostoimeid ei saa täielikult mõista ega ennustada ilma täiendavate uuringuteta. On oluline, et nii füüsikaliste kui ka keemiliste mõjuritega kokkupuute suuniste ja sekkumisstrateegiate väljatöötamisel arvestataks kombineeritud kokkupuute mõju.

Kommentaar: Ebapiisav (sünergilise mõju uurimiseks võetakse arvesse termilist mõju).

32. Ogawa et al., 2009.

Jaapan. Sprague-Dawley rotid (F), 10 päeva. Arengutoksilisus.

Käesoleva uuringu eesmärk oli hinnata, kas rasedusaegne kokkupuude EMF-iga, mis on suunatud pea piirkonda, sarnaselt mobiiltelefonidest tuleneva kokkupuutega, võib mõjutada rottide embrüogeneesi. Nelja rühma tiinete CD(SD) IGS-rottide (20 rühma kohta) pea eksponeerimiseks 7.-17. tiinuspäeva jooksul 1,95 GHz lairiba koodijaotusega mitmekordse juurdepääsu (W-CDMA) signaaliga, mida kasutatakse rahvusvahelise mobiilside 2000 (IMT-2000) süsteemi puhul ja mida kasutatakse mobiilse multimeedia juurdepääsu (FOMA) vabaduse tagamiseks. Kokkupuude toimus 90 min/päevas hommikuti. Ruumiline keskmine spetsiifiline neeldumiskiirus (SAR) üksikute ajude jaoks oli kavandatud 0,67 ja 2,0 W/kg, kusjuures aju maksimaalne SAR oli vastavalt 3,1 ja 7,0 W/kg madala (3. rühm) ja kõrge (4. rühm) ekspositsiooni korral ning kogu keha keskmine SAR oli alla 0,4 W/kg, et mitte põhjustada temperatuuri tõusust tingitud termilisi mõjusid. Kaasa võeti ka kontroll- ja näilise ekspositsiooni rühmad. Tiinuse 20. päeval tapeti kõik emasloomad ja looted eemaldati keisrilõikega. Emade kehakaalu suurenemine ei erinenud. EMFiga kokkupuute kahjulikku mõju ei täheldatud ühelegi reproduktiivsele ja embrüotoksilisele parameetrile, nagu elusate (243-271 loodete), surnud või resorbeerunud embrüote arv, platsenta kaal, sugude suhe, elusate loodete kaal või välised, vistseraalsed või skeletilised kõrvalekalded.

Kommentaar: Negatiivne.

33. Sommer et al., 2009.

Saksamaa, C57BL hiired (M, F). Mitme põlvkonna uuring. Arengutoksilisus.

Isaseid ja emaseid hiiri (C57BL) eksponeeriti krooniliselt (eluaegselt, 24 tundi päevas) mobiiltelefonide elektromagnetiliste väljadega sagedusel ligikaudu 1966 MHz (UMTS). Nende arengut ja viljakust jälgiti nelja põlvkonna jooksul, uurides histoloogilisi, füsioloogilisi, reproduktiivseid ja käitumuslikke funktsioone. Kokkupuude 24 h/päevas, 7 päeva/nädalas, kasutades 128 M ja 256 F nelja põlvkonna jooksul. Täiskasvanud loomade jaoks paaritumise ajal arvatud keskmised kogu keha SAR väärtused olid 0 (šamaani), 0,08, 0,4 ja 1,3 W/kg. Võimsustihedus hoiti igas rühmas konstantsena (0, 1,35, 6,8 ja 22 W/m(2)), mille tulemuseks olid erinevad SAR väärtused, mis tulenesid täiskasvanute ja poegade erinevast arvust eksperimendi jooksul. Katse viidi läbi pimesi. Tulemused näitavad, et kokkupuude ei avalda kahjulikku mõju loomade viljakusele ja arengule. Kokkupuude arvule ja arengule kokkupuude ei avaldanud mõju. Mõned andmed, kuigi ilma selge doosi ja vastuse seoseta, näitavad kokkupuute mõju toidu tarbimisele, mis on kooskõlas mõnede varem avaldatud andmetega. Kokkuvõttes ei näita käesoleva uuringu tulemused, et hiirte pikaajaline kokkupuude UMTSiga mitme põlvkonna vältel oleks kahjulik.

Kommentaar: Negatiivne.

34. Ozorak et al., 2013.

Türgi. Wistar rotid. Arengutoksilisus.

Käesoleva uuringu eesmärk oli määrata kindlaks nii Wi-Fi (2,45 GHz) kui ka mobiiltelefonide (900 ja 1800 MHz) põhjustatud elektromagnetilise kiirguse (EMR) mõju oksüdatiivsele stressile ja mikroelementide sisaldusele kasvavate rottide neerudes ja munandites alates tiinusest kuni 6-nädalase vanuseni. Kolmkümmend kaks roti ja nende 96 vastsündinud järeltulijat jagati võrdselt nelja erinevasse rühma, nimelt kontroll-, 2,45 GHz, 900 MHz,

ja 1800 MHz rühmad. 2,45 GHz, 900 MHz ja 1800 MHz rühmad puutusid raseduse ja kasvu ajal kokku elektromagnetilise kiirgusega 60 minutit päevas. Katse neljanda, viienda ja kuuenda nädala jooksul võeti neerude ja munandite proovid dekapteeritud rottidelt. Neljanda nädala tulemused näitasid, et EMR-rühmades vähenesid neerude ja munandite lipiidide peroksüdatsiooni tase ning vase, tsingi, redutseeritud glutatiooni (GSH), glutatioonperoksidaasi (GSH-Px) ja kogu antioksidandi staatuse (TAS) väärtused neerudes, samas kui raua kontsentratsioon neerudes ning A-vitamiini ja E-vitamiini kontsentratsioon munandites suurenesid EMR-rühmades. Viienda nädala proovide tulemused näitasid, et raua, A-vitamiini ja β -karoteeni kontsentratsioonid neerudes suurenesid EMR-rühmades, samas kui GSH- ja TAS-tasemed vähenesid. Kuuenda nädala tulemused näitasid, et rauakontsentratsioon neerudes ja lipiidide peroksüdatsiooni ulatus neerudes ja munandites suurenes EMR-rühmades, samas kui vase, TAS ja GSH kontsentratsioonid vähenesid. Neerude kroomi, magneesiumi ja mangaani kontsentratsioonides ei olnud statistiliselt olulisi erinevusi nelja rühma vahel. Kokkuvõtteks võib öelda, et Wi-Fi- ja mobiiltelefoni põhjustatud EMR põhjustas oksüdatiivset kahjustust, suurendades lipiidide peroksüdatsiooni ulatust ja rauasisaldust, samal ajal vähendades kogu antioksidandi staatust, vase ja GSH väärtusi. Wi-Fi- ja mobiiltelefoni põhjustatud EMR võib põhjustada enneaegset puberteeti ning oksüdatiivset neeru- ja munandikahjustust kasvavatel rottidel.

Kommentaar: (ka munandivigastused).

35. Poulletier de Gannes et al., 2013.

Prantsusmaa. Wistar rotid (M, F). Arengutoksilisus.

Esimest korda hindasime 2450 MHz Wi-Fi signaaliga (1 h/päevas, 6 päeva/nädalas) kokkupuute mõju isaste ja emaste Wistari rottide reproduktiivsele süsteemile, kes olid eelnevalt eksponeeritud Wi-Fi-le seksuaalse küpsemise ajal. 36 Wistar Han isast ja emast roti osteti (Janvier, Prantsusmaa) vastavalt 6 ja 7 nädala vanuselt ning eksponeeriti 1 h/päevas, 6 päeva/nädalas, 12 looma grupi kohta Ekspositsioon kestis 3 nädalat (isased) või 2 nädalat (emased), seejärel paaritati loomad ja paarid eksponeeriti veel 3 nädalat. Päev enne sünnitust jälgiti looteid letaalsuse, kõrvalekallete ja kliiniliste tunnuste suhtes. Meie katses ei täheldatud Wi-Fi kokkupuute kahjulikku mõju isaste ja emaste rottide reproduktiivorganitele ja viljakusele 1 h päevas. Makroskoopilisi kõrvalekaldeid lootel ei täheldatud isegi kriitilisel tasemel 4 W/kg.

Kommentaar: Negatiivne.

36. Celik et al., 2016.

Türgi. Wistar rotid. Arengutoksilisus (neuro).

Uuringus uuritakse Wi-Fi-indutseeritud elektromagnetilise kiirguse mõju aju ja maksa antioksidantsetele redoksisüsteemidele rottidel tiinuse ja arengu ajal. Kuusteist tiinet roti ja nende 48 vastsündinut jagati võrdselt kontroll- ja EMR-rühmadesse. EMR-rühmad puutusid kokku 2,45 GHz EMRiga (1 tund päevas 5 päeva nädalas) alates tiinusest kuni 3-nädalase vanuseni. Vastsündinutelt võeti ajukoorest ja maksast proovid esimese ja kolmanda nädala vahel. EMR-gruppides suurenesid aju ja maksa lipiidide peroksüdatsiooni tasemed pärast EMR-ga kokkupuudet; glutatioonperoksidaasi (GSH-Px) aktiivsus ning A-vitamiini, E-vitamiini ja b-karoteeni kontsentratsioonid ajus ja maksas aga vähenesid. Glutatiooni (GSH) ja C-vitamiini kontsentratsioonid ajus olid EMR-rühmades samuti madalamad kui kontrollrühmades; nende kontsentratsioonid maksas siiski ei muutunud. Kokkuvõtteks võib öelda, et Wi-Fi-indutseeritud oksüdatiivne stress arenevate rottide ajus ja maksas oli tingitud GSH-Px, GSH ja antioksidantide-vitamiinide kontsentratsioonide vähenemisest. Lisaks näis, et aju oli vastsündinute arengus oksüdatiivse kahjustuse suhtes tundlikum kui maks.

Kommentaar: Piisav/positiivne.

37. Shirai et al., 2016.

Jaapan. Sprague-Dawley rotid. Arengutoksilisus.

Mitmesageduslike RF-EMFide võimaliku kahjuliku mõju hindamiseks viidi läbi katse, milles tiined rotid ja nende sünnitanud järglased puutusid samaaegselt kokku kaheksa erineva sidosignaali EMFidega (kaks 800 MHz sagedusalas, kaks 2 GHz sagedusalas, üks 2,4 GHz sagedusalas, kaks 2,5 GHz sagedusalas ja üks 5,2 GHz sagedusalas). Kolmkümmend kuus tiinet 10-nädalast Sprague-Dawley (SD) roti jagati kolme 12 roti gruppi: üks kontrollgrupp (näiline kokkupuude) ja kaks eksperimentaalset gruppi (madal ja kõrge elektromagnetilise kiirgusega kokkupuude). Emarottide kogu keha eksponeeriti RF EMF-idega 20 tundi päevas alates 7. raseduspäevast kuni võõrutamiseni ning F1 järglaste rottide (46-48 F1 kutsikat grupi kohta) eksponeeriti seejärel kuni 6 nädala vanuseni samuti 20 tundi päevas. Hinnatud parameetrid hõlmasid emade kasvu, tiinuse seisundit ja elundite kaalu; F1 järglaste ellujäämismäärasid, arengut, kasvu, füüsilist ja funktsionaalset arengut, mälufunktsiooni ja reproduktiivset võimekust; ning embrüotoksilisust ja teratogeensust F2 rottidel. Ühegi hinnatud parameetri puhul ei täheldatud ebanormaalseid tulemusi RF-EMFidega kokku puutunud emasloomadel või F1 järglastel ega F2 järglastel. Seega ei avaldanud käesoleva katse tingimustes üheaegne kogu keha kokkupuude kaheksa erineva sidosignaali EMFiga sagedustel 800 MHz kuni 5,2 GHz mingit kahjulikku mõju rottide tiinusele või arengule.

Kommentaari: Negatiivne.

38. Stasinopoulou et al., 2016.

Kreeka. Wistar rotid. Arengutoksilisus (neuro).

Käesolevas uuringus, et hinnata traadita 1880-1900 MHz digitaalse täiustatud sidetelefoni (DECT) baaskiirguse mõju loote ja sünnijärgsele arengule, eksponeeriti Wistari rotte (80 emaslooma 4 grupis) tiinuse ajal keskmise elektrivälja intensiivsusega 3,7 V/m, 12 h/päevas. Pärast sünnitust eksponeeriti emasloomade ja järglaste rühm sarnaselt veel 22 päeva. Kontrollrühmad eksponeeriti näiliselt. Andmed näitasid, et DECT-baaskiirguse ekspositsioon põhjustas embrüote südame löögisageduse tõusu 17. raseduspäeval, lisaks täheldati olulisi muutusi vastsündinute somatomeetrites näitajates. 22 päeva vanuste poegade, keda kiirgati kas sünnieelselt või sünnieelselt ja -järgselt, 22 päeva vanuste poegade hipokampuse CA4 piirkonnas tuvastati püramiidirakkude kadumine ja glia fibrillaarsete happeliste valkude (GFAP) üleekspressioon. Muutused aju terviklikkuses 22 päeva vanustel kutsikatel võivad potentsiaalselt olla seotud looteaegsete arenguliste käitumismuutustega.

Kommentaari: Piisav/positiivne.

39. Othman et al., 2017.

Tuneesia. Wistar rotid. Arengutoksilisus (neuro).

Käesolevas töös uuriti tavapärase WiFi-seadmete raadiosageduslainetega sünnieelse kokkupuute mõju rottide järglaste postnataalsele arengule ja käitumisele. Kümme Wistar albiino tiinet roti jagati juhuslikult kahte rühma (n = 5). Eksperimentaalrühm puutus kogu tiinuse ajal 2 tunni jooksul päevas kokku 2,45 GHz WiFi-signaaliga. Kontrollrühma emasloomadele kohaldati samu tingimusi nagu töödeldud rühmale, ilma WiFi kiirguse rakendamiseteta. Pärast sünnitust kontrolliti järglaste füüsilist ja neuroloogilist arengut 17 sünnijärgse päeva jooksul (PND), seejärel ärevust (PND 28) ja liikumisvõimet (PND 40- 43), samuti aju oksüdatiivset stressireaktsiooni ja koliinesteraasi aktiivsust ajus ja seerumis (PND 28 ja 43). Meie peamised tulemused näitasid, et embrüonaalne WiFi kokkupuude kahjustas järglaste neuroarengut esimese seitsmeteistkümnepäeva postnataalse päeva jooksul, muutmata emotsionaalset ja motoorset käitumist täiskasvanueas. Lisaks sellele põhjustas sünnieelne WiFi kokkupuude aju oksüdatiivse stressi tasakaalustamatust (malondialdehüüdi (MDA) ja vesinikperoksiidi (H₂O₂) taseme tõus ning katalaasi (CAT) ja superoksiidismutaasi (SOD) aktiivsuse vähenemine) 28, kuid mitte 43 päeva vanuselt, samuti mõjutas kokkupuude atsetüülkoliinesteraasi aktiivsust nii aju kui ka seerumi tasandil. Seega näitas käesolev uuring, et ema kokkupuude WiFi raadiosagedustega põhjustas järglastel mitmesuguseid kahjulikke neuroloogilisi mõjusid, mõjutades neuroarengut, aju stressitasakaalu ja koliinesteraasi aktiivsust.

Kommentaari: Piisav/positiivne.

Tabel 21 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: reproduktiivtoksilisus isastel hiirtel (450-6000 MHz) (a)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid
1. Mugunthan et al., 2012, Šveitsi albiinohiired (M), 30 kuni 180 päeva.	2G ülikõrgsageduslik kiirgus (900-1900 MHz); selle standardse mobiiltelefoni kõrgeim SAR-väärtus oli 1,69 W/kg.	48 minutit/päev; 18 hiirt/rühm	Eksponeeritud loomade kaal oli madalam esimesel, teisel ja neljandal kuul ($p < 0,05$). Eksponeeritud hiirte keskmine munandite kaal vähenes oluliselt kõigil kuudel, välja arvatud neljandal kuul ($p < 0,05$), ning keskmine munandite maht vähenes oluliselt esimesel kolmel kuul ($p < 0,05$). Keskmine seemnepõiekeste tihedus pindalaühiku kohta oli eksponeeritud munandites oluliselt väiksem ($p < 0,01$). Keskmine seemnikutuubulite läbimõõt vähenes oluliselt kokkupuutes olevate munandite puhul ($p < 0,01$), välja arvatud teisel kuul. Sertoli rakkude ja Leydigi rakkude keskmine arv oli kokkupuutunud hiirtel oluliselt vähenenud ($p < 0,01$). Eksponeeritud hiirte keskmine testosterooni tase seerumis oli oluliselt madalam ($p < 0,01$). RFR-ga kokkupuutunud hiirte munandites leiti järgmised mikroskoopilised muutused. 1. Interstitium ilmnes laiana 2. Sertoli rakud ja spermatogooniumid olid basaallaminaalsetest rakkudest eraldunud. 3. Seemneepiteeli vaakooliline degeneratsioon ja deskamatsioon. Enamikul perifeersetest tubulitest ilmnis spermatogeneesi küpsemise peatumine. Seminifereerivate tubulite skoor jäi 8 ja 9 vahele, kasutades Johnsoni munandibiopsia skooriarvestust.	Adekvatne/positiivne
2. Shahin et al., 2014, Šveitsi hiired (M), 30 päeva	2,45 GHz; SAR: 0,018 W/Kg	2 h/päevas; 20 hiire rühm, kokku 40 hiirt.	RFR põhjustas spermatooside arvu ja spermatooside elujõulisuse märkimisväärset vähenemist koos seemnikutuubulite läbimõõdu vähenemisega ja seemnikutuubulite degeneratsiooniga. RFR-ga kokkupuutunud hiirte rühmas täheldati ka munandite 3 β HSD aktiivsuse ja plasma testosteroonitaseme vähenemist. MW-kiiritatud hiirte rühmas täheldati munandite i-NOS-i suurenenud ekspressiooni ($p < 0,01$).	Adekvatne/positiivne
3. Zhu et al., 2015, ICR-hiired (SPF) (M täiskasvanud), [paaritamiseks kasutati 12 neitsi emaslooma iga isase kohta], 15 päeva	900 MHz; 1,6 mW/cm ² , kogu keha keskmine SAR 0,731 W/kg; akuutne 2 Gy kiiritus Co60 allikast, doosikiirusega 1 Gy minutis, positiivse kontrollina.	4 tundi päevas; 10 isast hiirt kokkupuuterühma kohta. Pärast ekspositsiooni hoiti iga isane hiir eraldi puuris koos 3 emase neitsiga paaritumiseks. Pärast 7 päeva möödumist eraldati iga isane emasloomadest ja viidi üle uude puurisse koos uue partii 3 emase neitsiloomaga paaritumiseks teisel, kolmandal ja neljandal nädalal (kokku: 12 emast iga	RFR-ga kokkupuutunud isastel hiirtel ei ole statistiliselt olulist mõju keskmisele kehakaalule, munandite kaalule. RF-ga eksponeeritud ja šamaani hiirtega paaritatud emasloomade võrdlus: mitteolulised erinevused tiinuste, elusate ja surnud implantaatide protsentides. Arvutatud implantaatide kogusumma, elusate ja surnud implantaatide arv ühe tiinuse emase kohta ei olnud märkimisväärseid erinevusi ($p > 0,05$).	Adekvatne/negatiivne

		hiirte rühma kohta). mees).		
--	--	--------------------------------	--	--

Tabel 21 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: reproduktiivtoksilisus isastel hiirtel (450-6000 MHz) (jätkub b)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid
4. Pandey et al., 2017, Šveitsi albiinohiired (M), 35 päeva.	900 MHz (GSM), 0,0054 - 0,0516 W/kg	4 või 8 tundi päevas, 7 päeva nädalas, 15 tundi/rühm.	Suurenenud kahjustusindeks sugurakkudes, spermapeade defektid, vähenenud spermatoosidide arv, peatumine spermatogeneesi premeiootilises staadiumis, ebaküpsete sugurakkude kadumine seemnikutuubulite luumenisse, epiteeli kahanemine ja küpsemise peatumine ($p < 0,05$).	Adekvaatne/positiivne
5. Pandey et al., 2018, Šveitsi albiinohiired (M), 35 päeva.	900 MHz (GSM), (melatoniin 5 mg/kg kehamassi kohta päevas), 0,0054 - 0,0516 W/kg.	6 tundi päevas, 7 päeva nädalas, 15 tundi/grupp	Vähenenud spermatoosidide arv, spermatoosidide pea kõrvalekaldeid, ulatuslikud DNA kahjustused sugurakkudes, spermatogeneesi premeiootiliste staadiumide peatumine, liigne vabade radikaalide teke, mille tulemuseks on histoloogilised ja morfoloogilised muutused munandites ja sugurakkude morfoloogias ($p < 0,05$).	Adekvaatne/positiivne (rühm, mida raviti ilma melatoniini lisata)
6. Shahin et al., 2018, Šveitsi albiinohiired (M), 15, 30 ja 60 päeva.	2,45 GHz MW, kogu keha SAR 0,0146 W/kg	2 h/päevas; 10 hiired/grupp	Kokkupuude 2,45 GHz MW-ga põhjustab muutusi munandite histoarhitektuuris, väheneb seemnikutuubulite läbimõõt, spermatoosidide arv, sperma elujõulisus ja seerumi testosterooni tase. Eksponeeritud loomade munandites täheldati kestusest sõltuvat ROSi, NO ja MDA taseme tõusu. Kokkupuude RFR-ga põhjustab p53, Bax, Bcl-xL, Bcl-2, pro-kasfaas-3, aktiivse kasfaas-3 ja PARP-1 ekspressiooni muutumist. Leiti, et tsütokroom c ekspressioon on kõikide RFR-ga kokkupuutunud hiirte munandites võrreldes kontrollkatsetega märkimisväärselt suurenenud, sõltuvalt kestusest. ($p < 0,05$)	Adekvaatne/positiivne

Tabel 22 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: reproduktsioonitoksilisus emastel hiirtel (450-6000 MHz) (a)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid
7. Gul et al., 2009, Šveitsi hiired (F), 21 päeva.	NR (mobiiltelefon ooteseisundis 11 h ja 45 min ning kõneasendis 15 min), NR	12 h/päevas, 7 päeva/nädalas, 30/grupp	Vähenenud folliikulite arv hiirte munasarjades, vähenenud munasarjade maht ($p < 0,01$).	Adekvaatne/täielik
8. Shahin et al., 2017, Šveitsi albiinohiired (F), 4 kuud (120 päeva).	1800 MHz, Nokia 100 (2G, GSM) kahesageduslikud mobiiltelefonid, erinevates töörežiimides (valimine, vastuvõtmine, ooterežiim ja väljalülitatud)	3 h/päevas; 24 hiired/rühm, 2 katsed, 12 mice/rühm, 48 emaseid hiiri kokku.	Kokkupuude põhjustas hiirte hüpotalamuses, munasarjas ja emakas märkimisväärselt ROSi, NO, lipiidide peroksüdatsiooni, kogukarbonüülisisalduse ja seerumi kortikosterooni tõusu koos antioksidantide ensüümide olulise vähenemisega. Võrreldes kontrollidega vähenes eksponeeritud hiirtel arenevate ja küpsete folliikulite ning emakakehade arv. Võrreldes kontrolliga ($p < 0,01$) täheldati kõigis eksponeeritud hiirte rühmades hüpofüüsi gonadotropiinide (LH, FSH), sugu steroidide (E2 ja P4) ja SF-1, StAR, P-450scc, 3 β -HSD, 17 β -HSD, tsütokroom P-450 aromataasi, ER- α ja ER- α ekspressiooni märkimisväärselt langust seerumis ($p < 0,01$).	Adekvaatne/positiivne

Tabel 23 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: reproduktiivtoksilisus isastel rottidel (450-6000 MHz) (a)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid
9. Ozguner et al., 2015, Sprague-Dawley rotid (M), 4 nädalat.	900 MHz, 2 vati tippvõimsus, keskmine võimsustihedus $1 \pm 0,4$ mW/cm ²	30 minutit/päevas, 5 päeva/nädalas; 10 rotid/rühm, kokku 20	RFF-rühmas ei erinenud oluliselt munandite kaal, munandite biopsiaarv ja interstitsiaalse koe osakaal kogu munandite koest võrreldes kontrollidega. RFF-rühmas vähenesid oluliselt seemnerakkude läbimõõt ja suguepiteeli keskmine kõrgus ($p < 0,05$). RFF-rühmas vähenes märkimisväärselt seerumi testosterooni kogutase ($p < 0,05$). Seetõttu oli RFF-rühmas võrreldes kontrollrühmaga ($p > 0,05$) plasma LH ja FSH tasemete vähenemine ebaoluline.	Adekvaatne/positiivne
10. Lee et al., 2010, Sprague-Dawley rotid, 12 nädalat.	848,5 MHz, 2,0 W/kg (CDMA)	90 min/päev, 5 päeva/nädalas, 20/grupp	Ei mingeid statistiliselt olulisi muutusi (NS) munandifunktsiooni ja spermatogeneesi osas ($p > 0,05$).	Adekvaatne/ negatiivne
11. Imai et al., 2011, Sprague-Dawley rotid, 5 nädalat	1950 MHz (CDMA), 0,4 W/kg, 0,08 W/kg	5 tundi päevas, 7 päeva nädalas, 24 tundi/rühm	Ei mingeid statistiliselt olulisi muutusi (NS) munandifunktsiooni osas ($p > 0,05$).	Adekvaatne/negatiivne
12. Meo et al., 2011, Wistar rotid, 12 nädalat	900, 1800 GHz (GSM). Intensiivsus: NR	30 minutit/päevas, 60 minutit/päevas, 7 päeva/nädalas 16/rühm (kontrollgrupp: 8)	Hüpospermatogenees ja küpsemise peatumine munandites (olulisus: NR)	Adekvaatne/täielik
13. Al-Damegh, 2012, Wistar albiino rotid (M), 14 järjestikust päeva.	900/1800/1900 MHz (GSM), 0,9 W/kg, C-vitamiini (40 mg/kg/päevas) või E-vitamiini (2,7 mg/kg/päevas).	15, 30 ja 60 min/päevas; 30/rühm kokkupuutuvate isikute kohta rotid; 10/rühm kontrollrühmi rotid	RFR-ga eksponeeritud rühmas esines märkimisväärne suurenemine seemnepõiekestes läbimõõdu suurenemine koos desorganiseeritud seemnepõiekestes spermatsükli katkemisega. Seerumi ja munandite koe konjugeeritud dieeni, lipiidhüdoperoksiidi ja katalaasi aktiivsus suurenesid 3 korda, samas kui kogu seerumi ja munandite kudede glutatiooni ja glutatioonperoksidaasi tase vähenes 3-5 korda RFR-ga kokkupuutunud loomadel ($p < 0,05$).	Adekvaatne/positiivne
14. Celik et al., 2012, Wistar-Kyoto rotid (M), 3 kuud.	NR, mobiiltelefonide kiirgus, SAR 1,58 W/kg	24 h/päevas (30 M avatud, 15 M kontrollid)	Ei olulisi erinevusi munandite kaaludes, seemnikutubulite läbimõõdus ja histopatoloogilistes hinnangutes ($p > 0,05$). Elektronmikroskoopiline analüüs: membrana propria paksus ja kollageenkiudude sisaldus suurenesid ning kapillaarveenid laienesid eksponeeritud loomadel. Sertoli rakkude tsütoplasmas esinev ühine vakuoliseerumine, elektroniheidate struktuuride kasv ja suurte lipiidipisarate olemasolu on selle uuringu märkimisväärsed leiud.	Ebapiisav
15. Lee et al., 2012, Sprague-Dawley rotid, 12 nädalat.	848,5 MHz (CDMA), 1950 MHz (WCDMA), 4,0 W/kg	45 min/päev, 5 päeva/nädalas, 20/rühm (puurikontrolli rühm: 5)	Ei mingeid statistiliselt olulisi muutusi (NS) munandifunktsiooni ja spermatogeneesi osas ($p > 0,05$).	Adekvaatne/negatiivne

16.Ozlem-Nisbet et al., 2012 , Albino Wistar rotid (M), 90 päeva.	1800 ja 900 MHz, SAR: 3,00, 2,7, 2,2, 1,2 mW/kg 900 MHz puhul. 10, 20, 50 ja 70 päeva vanuste rottide puhul; 0.053, 0 .046, 0 .011, 0 . 011 mW/kg 1800 MHz puhul 10, 20, 50, 70 päeva vanused rotid	2 h/päevas; 11 roti/rühm	Keskmine plasma üldtestosteroon näitas sarnasust kahe uurimisrühma vahel ja oli märkimisväärselt kõrgem kui šaamikontrolli rottidel. Epididümaalsete spermatoosoidide liikuvuse protsent oli 1800 MHz rühmas märkimisväärselt kõrgem ($P < 0,05$). Morfoloogiliselt normaalsete spermatoosoidide määrad olid kõrgemad ning sabade ebanormaalsus ja ebanormaalsuste koguprotsent olid madalamad 900 MHz rühmas ($P < 0,05$). Histopatoloogilised parameetrid olid 1800 MHz rühmas oluliselt kõrgemad ($P < 0,05$).	Adekvaatne/positiivne
--	---	--------------------------	---	------------------------------

Tabel 23 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: reproduktiivtoksilisus isastel rottidel (450-6000 MHz) (jätkub b)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid
17. Bin-Meferij El-kott et al., 2015, Sprague-Dawley rotid, 8 nädalat.	900 MHz GSM, NR intensiivsus, 200 mg/kg Moringa oleifera lehtede veeekstrakti.	1 h/päevas (15 M, mis on kokku puutunud RF+MO ekstraktiga; 15 M, mis on kokku puutunud RF; 15 M, mis on kokku puutunud MO ekstrakt; 15 M kontrollid)	Epididümaalsete spermatoosidide arvu statistiliselt oluline vähenemine kokkupuuterühmas (P < 0,001). Spermatoosidide liikuvuse märkimisväärne vähenemine. Surnud spermatoosidide sageduse protsendi märkimisväärne (P < 0,001) suurenemine kokkupuutunud loomadel. Kokkuvõttes täheldati kokkupuutuvate rottide munandites hüpospermatogeneesi ja spermatoosidide küpsemise peatumist võrreldes nende sobiva kontrolliga.	Adekvatne/positiivne
18. Liu et al., 2015, Sprague-Dawley rotid (M), 50 päeva (alates 10 nädala vanusest).	900 MHz, SAR 0,66 W/kg	2 h/päev (24 M avatud; 24 M kontrollid)	Apoptoosiliste seemnerakkude protsendi märkimisväärne suurenemine 91,42% võrra eksponeeritud loomadel; ROS kontsentratsiooni märkimisväärne suurenemine 46,21% võrra; TAC märkimisväärne vähenemine 28% võrra; bcl-2 valgu ja mRNA ekspressiooni märkimisväärne vähenemine ning bax, tsütokroom c ja kapaas-3 suurenemine (p<0,05).	Adekvatne/positiivne
19. Saygin et al., 2015, Sprague-Dawley rotid (noor M), 30 päeva	2,45 GHz, kogu keha SAR 3,21 W/kg, galliinhape (GA) ,30 mg/kg/päevas.	3h/päevas; 12 rotti/rühm, kokku 48	Malondialdehüüdi ja kogu oksüdandi staatuse (TOS) tase suurenes (p<0,01) ainult RFR-rühmas. TOS ja oksüdatiivse stressi indeksi tasemed vähenesid oluliselt (p<0,05) GA-ga ravitud rühmas. Kogu antioksidantse staatuse aktiivsus vähenes ainult RFR-ga ravitud rühmas ja suurenes GA-ga ravitud rühmas (p<0,05). Testosterooni ja vaskulaarse endoteeli kasvufaktori tasemed vähenesid ainult RFR-i rühmas, kuid see ei olnud statistiliselt oluline. Testosterooni ja VEGF-i tase suurenes RFR+GA rühmas võrreldes ainult RFR rühmaga (p<0,01) ja suurenes ka GA rühmas võrreldes kontrolli ja ainult RFR rühmaga (p<0,05). Prostaglandiin E2 ja kaltsitoniini geenireleeritava peptiidi värvimine suurenes munandite tubulites ainult RFR rühmas (p<0,01) ja vähenes munandite tubulites RFR+GA rühmas (p<0,01). Ainult RFR-rühmas sisaldas enamik tubulaid vähem spermatoosidide ja spermatoosidide arv vähenes munandite tubulites. Kõik need leiud ja taastumisreaktsioon, mida iseloomustab mitotoiline aktiivsus, suurenesid munandite seemnikutubulite rakkudes RFR+GA rühmas (p<0,01).	Adekvatne/positiivne
20. Bilgici et al., 2018, Wistar rotid (M), 30 päeva	2,45 GHz, kogu keha keskmine SAR 0,0233 W/kg	1 h/päev (11 M avatud, 11 M kontrollid)	Seerumi IL-6 ja CRP tasemed erinesid oluliselt kokkupuutuvate loomade puhul (p<0,05). Nekroosi ja spermatogeneesi märkimisväärne erinevus kokkupuutunud loomadel (p<0,05)	Adekvatne/positiivne
21. Guo et al., 2019, Sprague-Dawley rotid, 1 kuu	220 MHz (impulssmooduleeritud), 0,030 W/kg	1h/päevas, 7 päeva nädalas, 20/grupp	Vähenenud spermatoosidide arv ja spermatoosidide ellujäämismäär (p<0,05), suurenenud spermatoosidide kõrvalekalded (NS), suurenenud lõhenenud kaspasi 3 (p<0,05), kaspasi 3 (p<0,01) ja BAX/BCL2 suhte (p<0,01) ekspressioon munandites, vähenenud T-tase seerumis (p<0,05).	Adekvatne/positiivne

Tabel 23 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: reproduktiivtoksilisus isastel rottidel (450-6000 MHz) (jätkub c)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid
22. Yu jt, Katse 1, 2020 , Sprague-Dawley rotid (M täiskasvanud), 50, 100 või 150 päeva.	SRF-EMR-i kiirgavad nutitelefonid, 2575-2635 MHz (TD-LTE), 1,05 W/kg.	6 h/päevas (nutitelefoni hoiti aktiivses kõnelemisrežiimis ja sai 10 tsükli jooksul 1 min väliskõne 10-minutilliste intervallidega); 135 roti (9 rühma, milles igaühes oli 15 rottit).	Pärast 150-päevast SRF-EMR-ekspositsiooni olid spermatoosidide kontsentratsioon, liikuvus, elujõulisus ja normaalne morfoloogia SRF-rühmas suhteliselt madalamad kui kontrollrühmas. SRF-EMR-ga 150 päeva eksponeeritud rottide paaritumiskatse: poegade kaal oli SRF-rühmas suhteliselt madalam kui kontrollrühmas. Munandite morfoloogiline kahjustus: pärast 150 päeva möödumist täheldati suurenenud häireid spermatogeneesis, samuti märkimisväärset sugurakkude kadumist ja epiteeli kõrguse vähenemist, koos epiteeli väiksema kõrguse, madalama Johnseni skoori ja kõrgema Cosentino skoori näitajatega. Oksüdatiivne stress munandites: Pärast 100-päevast kokkupuudet leiti, et ainult CAT ja GSH sisaldus oli SRF-rühmas märkimisväärselt madalam. Pärast 150 päeva oli ka MDA, 4-HNE ja LPO tase suhteliselt kõrgem, samas kui GSH, SOD ja CAT sisaldus oli SRF-rühmas madalam. Apoptoos munandites: pärast 100 päeva oli SRF-grupis oluliselt kõrgemalt reguleeritud ainult lõhenenud kaspas 8. Pärast 150 päeva oli ainult Bcl-2 tase madalam, samas kui Baxi, lõhenenud kaspas-3, Fas, FasL ja lõhenenud kaspas-8 tase oli SRF-rühmas märkimisväärselt kõrgem ($p < 0,01$).	Adekvaatne/positiivne
Katse 2, 2020 , Sprague-Dawley rotid (M täiskasvanud), 150 päeva.	SRF-EMR-i kiirgavad nutitelefonid, 2575-2635 MHz (TD-LTE), 1,05 W/kg.	6 h/päevas (nutitelefoni hoiti aktiivses kõnelemisrežiimis ja saadi väliskõne 1 min jooksul 10 minuti tagant, 10 tsükli jooksul); 10-15 rotit/rühm, 91 rotit rühmas kokku (7 rühma)	Transkriptsiooniprofiili muutused: 1663 erinevalt ekspresseeritud geeni, sealhulgas 1446 ülesreguleeritud ja 217 allareguleeritud geeni. Spock3 tase oli kõrgem rottidel, kes puutusid kokku SRF-EMRiga 150 päeva jooksul. Spock3 üleekspressiooni inhibeerimine parandas sperma kvaliteedi langust ning leevendas munandikahjustusi ja BTB häireid kokkupuutunud rottidel. SRF-EMR-iga kokkupuude pärssis MMP2 aktiivsust, suurendades samal ajal MMP14-Spock3 komplekside aktiivsust ja vähendades MMP14-MMP2 komplekside aktiivsust; need tulemused pöördusid ümber Spock3 inhibeerimisega ($p < 0,01$).	Adekvaatne/positiivne

Tabel 24 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: : arengutoksilisus hamstril isastel rottidel (450-6000 MHz) (a)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid

23. Lerchl et al., 2008 a, b, c, džungari hamstrid (M), 60 päeva.	a: 383 MHz (TETRA), b: 900 ja c: 1800 MHz (GSM), SAR 0,08 W/kg	24 h/päevas (120 M kokkupuude; 120 M näiline)	a: Käbinäärme ja seerumi melatoniini tase ning munandite, aju, neerude ja maksa kaal ei muutunud; kehakaalu märkimisväärne mööduv tõus kuni 4%; b: Käbinäärme ja seerumi melatoniini tase ning munandite, aju, neerude ja maksa kaal ei muutunud; kehakaalu märkimisväärne, mitte mööduv tõus kuni 6%; c: Käbinäärme ja seerumi melatoniini taset ning munandite, aju, neerude ja maksa kaalu ei mõjutanud; kehakaalule mõju ei avaldanud;	Adekvaatne/negatiivne
--	--	---	--	------------------------------

Tabel 25 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: arengutoksilisus hiirtel (450-6000 MHz) (a)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid
24. Finnie et al. a, b (2006), c (2009) , BALB/c hiired (F)	900 MHz, 4 W/kg	1h/päevas, 7 päeva nädalas, 10/grupp	Ei mingeid statistiliselt olulisi muutusi (NS): (a) : vere-aju barjääri läbilaskvus lootepeade ebaküpses ajus, (b) : vahetu varajase geeni c-fos ekspressioon kui närvipingestressi marker (c) : stressireaktsioon kuumarabandusvalkude indutseerimise teel	Adekvaatne/negatiivne
25. Lee et al., 2009 , ICR-hiired (F-kasvatatud; F- ja M-looted), 1.-17. tiinuse päev.	CDMA (849 MHz) ja WCDMA (1,95 GHz), SAR 2,0 W/kg, 2 kokkupuuteperioodid (kokku 4 W/kg)	2 ekspositsiooni 45-min/päev, mis olid eraldatud 15-minutilise intervalliga (14 F šamaani; 17 F CDMA-eksponeeritud; 20 F šamaani CDMA+WCDMA kontroll; 20 F CDMA+WCDMA avatud). Lühike päevane kokkupuude	Samaaegne eksperimentaalne kokkupuude CDMA ja WCDMA RF EMF-idega ei põhjustanud hiirte looteile mingeid tähtsavaid kahjulikke mõjusid (suremus, kasvupeetus, pea suuruse muutused ja muud morfoloogilised kõrvalekalded).	Adekvaatne/negatiivne
26. Fragopoulou et al., 2010 , Balb/c Mus musculus (F-kasvatatud; M- ja F-järglased), 5 päeva enne tiinust; 1.-21. tiinusepäev.	GSM 900MHz, SAR 0,6-0,94 W/kg	0 (5 F kontrollkasvatatud, 7 M ja F järglast) ; 6 min/päevas (7 F eksponeeritud, 20 M ja F järglast); 30 min/päevas (7 F eksponeeritud, 20 M ja F järglast)	Statistiliselt olulised erinevused koljuluude ja rindkere ribide luustumises ning Meckeli kõhre nihkumine kokkupuutunud loomadel (mõlemad rühmad). Pärast hammaste puhkemist uuritud pesakondlased näitasid normaalset fenotüüpi.	Adekvaatne/positiivne

Tabel 25 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: arengutoksilisus hiirtel (450-6000 MHz) (jätkub b)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid
27. Sambucci et al., 2011, C57BL/6 vastsündinud hiired (M ja F), 5 järjestikust nädalat, alates päevast pärast sündi.	Wi-Fi sagedusel 2,45 GHz, 0,08 või 4 W/kg SAR	2 tundi päevas, 5 päeva nädalas; 16 vastsündinut/rühm, igaühel on määratud 4 lapsendajat (kokku 48 kutsikat).	Mõlemast soost hiirtel ei leitud erinevusi kehakaalus ja arengus rühmade vahel. Immunoloogiliste analüüside tulemused emaste ja isaste vastsündinud hiirte puhul, kes eksponeeriti varases postnataalses eas, ei näidanud mingit mõju kõigile uuritud parameetritele ($p > 0,05$), välja arvatud üks erand: vähenenud IFN- γ tootmine mikrolaine (MW) eksponeeritud (SAR 4 W/kg) isaste (mitte emaste) hiirte põrnarakkudes võrreldes šamaani eksponeeritud hiirtega ($p < 0,05$).	Adekvaatne/negatiivne
28. Zhang et al., 2015, CD1 hiired (M ja F), in utero kokkupuude, kogu tiinuse ajal (3,5-18. päev)	9,417 GHz, SAR: 2,0 W/kg.	12 tundi päevas; 4 tiinet emashiirt rühma kohta. Varem, et saada tiinust: 12 Paigaldati aretuspuuri, millest igaühel oli üks CD1 emane hiir ja kaks CD1 isast hiirt, kes kõik olid 6 nädala vanused.	Hiirte motoorne võimekus ei erinenud lahtise põllu testi (OFT) käigus; siiski oli ravitud rühma puhul keskmisesse tsooni sisenemise sagedus ja keskmises tsoonis veedetud aja kestus väiksem kui kontrollgrupil. Eksponeeritud hiirtel oli suurenenud ärevusega seotud käitumine kõrgenenud-pluss labürindi testis (EPM). Saba riputamise katse (TST) ja sunnitud ujumise katse (FST) näitasid, et RFR-ga kokkupuutumine vähendas märkimisväärselt liikumatuse aega, mis näitab, et kokkupuutunud hiirte järglastel oli vähenenud depressiooniga seotud käitumine. Morrise vee labürindis (MWM) näitasid ravitud hiired põgenemise latentsuse järkjärgulist vähenemist. MWM-i neljandal ja viiendal päeval kulutasid ainult kiiritusrühma isased hiired rohkem aega platvormi leidmiseks, mis viitab vähenenud ruumilise õppimise võimele ($p < 0,01$).	Adekvaatne/positiivne
29. Fatehi et al., 2018, NMRI hiired (M ja F järglased), 30 päeva.	900 MHz, intensiivsus NR	Mobiiltelefon ooterežiimis: 1, 5 ja 10 tundi päevas (rühm 2,3,4); mobiiltelefon on sisse lülitatud. "Aktiivne režiim": 1 h/päevas (5. rühm); 20 hiirt/rühm	Kiiritatud hiirtel (mis tahes kokkupuute kestusega) suurenes oluliselt tiinuse kestus. Peale selle, kui mobiiltelefoni väljalülitatud režiimilt lülitati aktiivsele režiimile, täheldati olulist viivitust tiinuse kestuses. Kiirguskiirgusega kokkupuute tagajärjel vähenes vastsündinud hiirte arv oluliselt võrreldes kontrollrühmaga. Tulemused näitasid ka, et kokkupuuteaja suurendamine 1 h-lt päevas (2. rühm) kuni 10 h-ni päevas (4. rühm) ooterežiimis põhjustas olulise erinevuse vastsündinute arvus ($p < 0,05$).	Adekvaatne/positiivne

Tabel 25 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: arengutoksilisus hiirtel (450-6000 MHz) (jätkub c)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid
30. Nelson jt, 1991, 1994, 1997, 1997; Sprague-Dawley rotid (F); 10, 20, 30 minutit.	10 MHz (2-metoksüetanool 20, 40, 60, 75, 80, 100, 120, 125, 140 või 150 mg/kg), 0,8-6,6 W/Kg . Termiline mõju (temperatuur 42C°)	10, 20, 30 minutit; 10-27/rühm	RFR ja 2ME manustamise sünergism teratogeense toime esilekutsutamisel: loote välise väärarengu esinemissageduse suurenemine (p<0,05).	Ebapiisav
31. Nelson et al., 2001, Sprague-Dawley rotid (F), 60 minutit.	10 MHz (metanool 2, 3 g/kg); 0,8-6,6 W/Kg Termiline mõju (temperatuur 42C°)	60 minutit; 10/rühm	Resorbeerunud loodete suurem esinemissagedus (p<0,05). Sünergilist mõju ei ole.	Ebapiisav
32. Ogawa et al., 2009, Sprague-Dawley rotid (F), 10 päeva.	1950 MHz CDMA, 0,4 W/kg	90 min/päevas, 7 päeva nädalas, 20/grupp	Ei mingeid statistiliselt olulisi muutusi (NS): suguküpsuse maamärkide, elujõulise pesakonna suuruse/elussünni indeksi, vastsündinute kasvu, vastsündinute ellujäämise indeksite, järglaste sugude suhte, raseduse ja laktatsiooni unikaalseid toksilisusi näitavate füsioloogiliste lõpp-punktide osas (p>0,05).	Adekvaatne/negatiivne
33. Sommer et al., 2009, C57BL hiired (M, F), mitme põlvkonna uuring.	1966 MHz (UMTS), 0,08, 0,4, 1,3 W/kg	24 h/päevas, 7 päeva/nädalas, 128 M ja 256 F nelja põlvkonna jooksul (1M ja 2F ühe puuri kohta)	Ei mingeid statistiliselt olulisi muutusi (NS): elujõulise pesakonna suurus/elussünni indeks, vastsündinu kasv, vastsündinu ellujäämise indeksid, sünnieelne suremus, sperma kvaliteedi hindamine, suguelundite kaal ja morfoloogia, paaris- ja viljakusnäitajad ning reproduktiivsed tulemused, suguküpsuse tunnused, seksuaalkäitumine (p<0,05).	Adekvaatne/negatiivne
34. Ozorak et al., 2013, Wistar albiinorottide järglaste (ja F tiinete täiskasvanute) tiinusest kuni 6 nädala vanuseni.	Wi-Fi (2,45 GHz) ja mobiiltelefon (900 ja 1800 MHz) RFR, kogu keha SAR 0,1 W/kg	1 tund päevas, 5 päeva nädalas; 24 rott/rühm, kokku 96	Neljanda nädala tulemused näitasid, et neerude ja munandite lipiidide peroksüdatsiooni tase ning vase, tsingi, redutseeritud glutatiooni (GSH), glutatioonperoksidaasi ja kogu antioksidandi staatuse (TAS) väärtused neerudes vähenesid RFR-rühmades, samas kui raua kontsentratsioon neerudes ning A-vitamiini ja E-vitamiini kontsentratsioon munandites suurenes RFR-rühmades. Viienda nädala proovide tulemused näitasid, et raua, A-vitamiini ja β-karoteeni kontsentratsioonid neerudes suurenesid RFR-rühmades, samas kui GSH ja TASI tasemed vähenesid. Kuuenda nädala tulemused näitasid, et rauakontsentratsioonid neerudes ja lipiidide peroksüdatsiooni ulatus neerudes ja munandites suurenesid RFR-rühmades, samas kui vase, TASI ja GSH kontsentratsioonid vähenesid (p<0,05). Neerude krooni, magneesiumi ja mangaani kontsentratsioonides ei olnud statistiliselt olulisi erinevusi nelja rühma vahel (p>0,05).	Adekvaatne/positiivne
35. Poulletier de Gannes et al., 2013, Wistar rotid (M, F), 5 nädalat F, 6 nädalat M	2450 MHz (Wi-Fi signaal), 0,08, 4 W/kg	1 h/päevas, 6 päeva nädalas, 12/rühm	Ei mingeid statistiliselt olulisi muutusi (NS): elusate ja surnud loodete arv emakasarve kohta, varajaste ja hiliste resorptsioonikohtade arv ja asukoht igas emakasarves, implantatsioonikohtade jaotumine igas emakasarves (olulisus: NR).	Adekvaatne/negatiivne

Tabel 26 - Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: arengutoksilisus rottidel (450-6000 MHz) (a)

Viide, tüvi, liik (sugu), kokkupuute kestus	Sagedus, intensiivsus Mis tahes muu kaasnev kokkupuude	Ekspositsiooniaeg, loomade arv	Täheldatud mõju	Kommentaariid
36. Celik et al., 2016 , Wistar albiinorottide (F-loomad, M-järglased), alates tiinusest kuni 21 päeva vanuseni.	2,45 GHz EMR 217 Hz impulssidega, SAR 0,1 W/kg	1 h/päevas 5 tunni jooksul päeva/nädalas (8 F eksponeeritud kasvandikud, 24 M eksponeeritud järglast; 8 F kontrollkasvandikud, 24 M kontrollkatsed järeltulijad)	Arenevate rottide aju ja maksas täheldati oksüdatiivset stressi, mis oli tingitud GSH-Px, GSH ja antioksidantide vitamiinide kontsentratsiooni vähenemisest. Lisaks olid ajud vastsündinute arengus võrreldes maksaga tundlikumad oksüdatiivsete kahjustuste suhtes ($p < 0,05$).	Adekvaatne/positiivne
37. Shirai et al., 2016 , Sprague-Dawley rotid (F täiskasvanud ja nende järglased), emad: alates 7. raseduspäevast kuni võõrutamiseni; F1 järglased rotid alates sünnist kuni 6 nädala vanuseni.	Kaheksa erinevat kommunikatsiooni signaali RFR (kaks sagedusala 800 MHz, kaks sagedusala 2 GHz, üks sagedusala 2,4 GHz, kaks sagedusala 2,5 GHz ja üks sagedusala 5,2 GHz), 0,4 W/kg, iga sagedus panustab 0,05 W/kg	20 tundi päevas; emad: 12 rotid/rühm; 46-48 F1 kutsikat rühma kohta.	Emasloomadel või F1 järglastel, kes said RFR-i või F2 järglastel, ei täheldatud kõrvalekaldeid ühegi hinnatud parameetri osas ($p > 0,05$).	Adekvaatne/negatiivne
38. Stasinopoulou et al., 2016 , Wistar rotid (F täiskasvanud ja nende järglased), tiined rotid kogu tiinuse jooksul ning emade ja nende järglaste rühm täiendavalt 22 päevad	1880-1900 MHz, kogu keha SAR vahemikus 0,016 kuni 0,020 W/kg	12 h/päevas; 40 roti/rühm	RFR-ga kokkupuude põhjustas embrüote südame löögisageduse tõusu 17. raseduspäeval. Vastsündinute somatomeetrilistes näitajates täheldati olulisi muutusi. Püramiidirakkude kadu ja glia fibrillaarsete happeliste valkude üleekspressioon tuvastati 22 päeva vanuste poegade hipokampuse CA4 piirkonnas, kes olid kiiritatud kas sünnieelselt või nii sünnieelselt kui ka sünnijärgselt ($p > 0,05$).	Adekvaatne/positiivne
39. Othman et al., 2017 , Albino Wistar rotid, tiinusperiood (19-20 päeva).	2,45 GHz Wi-Fi, intensiivsus NR (Wi-Fi: eksponeeritud rühm paigutati 25 cm kaugusele antennidest. D-Link DWL-3200 AP 802.11 g-ga režiim ja WPA2 võrgukaitse)	2 h/päevas; 63 kontroll järeltulijad ja 37 töödeldud järeltulijad, 5 täiskasvanud tiinet eksponeeritud rotti/rühm	WiFi kokkupuude embrüonaalses eas kahjustas järglaste neuroarengut esimese 17 sünnijärgse päeva jooksul, muutmata emotsionaalset ja motoorset käitumist täiskasvanueas. Lisaks sellele põhjustas sünnieelne WiFi ekspositsioon aju oksüdatiivse stressi tasakaalustamatust (malondialdehüüdi ja vesinikperoksiidi taseme tõus ning katalaasi ja superoksiiddismutaasi aktiivsuse vähenemine) 28, kuid mitte 43 päeva vanuselt, samuti mõjutas kokkupuude atsetüülkoliinesteraasi aktiivsust nii aju kui ka seerumi tasandil ($p < 0,05$).	Adekvaatne/positiivne

Tabel 27 (kokkuvõtlikud tabelid 21-26) (a, b) - Kogutud andmed reproduktiivset/arengulist mõju käsitlevate eksperimentaalsete uuringute kohta (FR1: 450-6000 MHz).

Uuringud kokku		39							
Adekvaatne uuringud		37							
Uuringu tüüp		Hiir				Rot			
Täheldatud mõju		Kokku adekvaatne uuringud*	Positiivne tulemused	Ebaselge tulemused	Negatiivne tulemused	Kokku adekvaatne uuringud*	Positiivne tulemused	Ebaselge tulemused	Negatiivne tulemused
Reproduktiivmeeste viljakus	Sperma kvaliteet								
	Histopatoloogilised muutused Viljakus	9	6		3	14	10	1	3
Reproduktiivnaiste viljakus	Viljakus								
	Rasedusperiood	2	1	1					
	Poegade arv Pesakondade kaal								
Development-Emasloomad	Neuroloogiline/käitumuslik mõju								
	Loote kasv Pesakonna hematokeemilised omadused	10	4		6	4	3		1

* Mõned uuringud hõlmavad rohkem kui ühte tulemust. Üks uuring (viide 23) viidi läbi džungari hamstritega ja seda peeti piisavaks/negatiivseks.

REPRODUKTIIVSE/DEVOLUTSIONAALSETE EFEKTIDE TULEMUSTE KOKKUVÕTE KOKKUVÕTTES (FR1: 450 kuni 6000 MHz) (tabel 27).

Käesolevast ülevaatest valiti välja 39 uuringut, mis käsitlesid reproduktiivset/arengulist mõju katseloomadel. 20 uuringut viidi läbi hiirtel, 18 uuringut rottidel ja 1 uuring hamstritel. Nii hiirtel kui ka rottidel uuriti asjakohastes uuringutes erinevaid lõpp-punkte. Tulemuste kokkuvõttes on esitatud tabelis 27.

37 adekvaatse uuringu tulemused olid järgmised:

Reproduktsoon, meeste viljakus (sperma kvaliteet, histopatoloogilised muutused, viljakus).

Kakskümmend kolm adekvaatset uuringut viidi läbi, et uurida võimalikku mittetermist kahjulikku mõju isaste rottide ja hiirte paljunemisele. Hiirte puhul näitasid 6 piisavatest uuringutest 6 positiivset seost kokkupuute ja kahjulike mõjude vahel (viited 1, 2, 4, 5, 6, 8) ja 1 oli negatiivne (viide 3). Rottidel on 14-st uuringust

10 uuringut olid positiivsed (viited: 9, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23), 1 uuring näitas ebaselgeid tulemusi (viide: 12),

3 olid negatiivsed (viited: 10, 11, 15).

Kõige veenvamad tõendid on seotud sperma kvaliteedi statistiliselt olulise langusega nii rottidel kui ka hiirtel. Selle tulemuse puhul on *piisavalt* tõendeid RF-EMF-iga kokkupuute ja sperma kvaliteedi languse vahelise seose kohta.

Reproduktsoon, emasloomade viljakus (viljakus, tiinusperiood, poegade arv, pesakondade kaal).

Käesoleva ülevaate jaoks peeti piisavaks ainult 2 uuringut hiirte kohta. Üks neist (viide 8) näitas positiivseid tõendeid kahjulike mõjude seose kohta RF-EMF-iga, üks oli ebaselge (viide 7). Naiste viljakust ei uuritud piisavalt, nii et kuigi statistiliselt olulisi mõjusid leiti, on tõendusmaterjal *piiratud, et anda* lõplikku hinnangut.

Areng - emad ja pesakonnad (pesakonna hematokeemilised omadused, neuro/käitumuslik mõju, loote kasv jne).

Arengutulemuste osas analüüsiti neliteist adekvaatset uuringut. 14 uuringust 10 viidi läbi hiirtel ja 4 rottidel. Hiirte puhul näitas 4 uuringut positiivset seost kokkupuutega (viited: 26, 28, 29, 34) ja 6 olid negatiivne (vt: 24, 25, 27, 32, 33, 35). Rottidel olid 4 adekvaatsest uuringust 3 positiivset (viited: 36, 38, 39) ja 1 negatiivne.

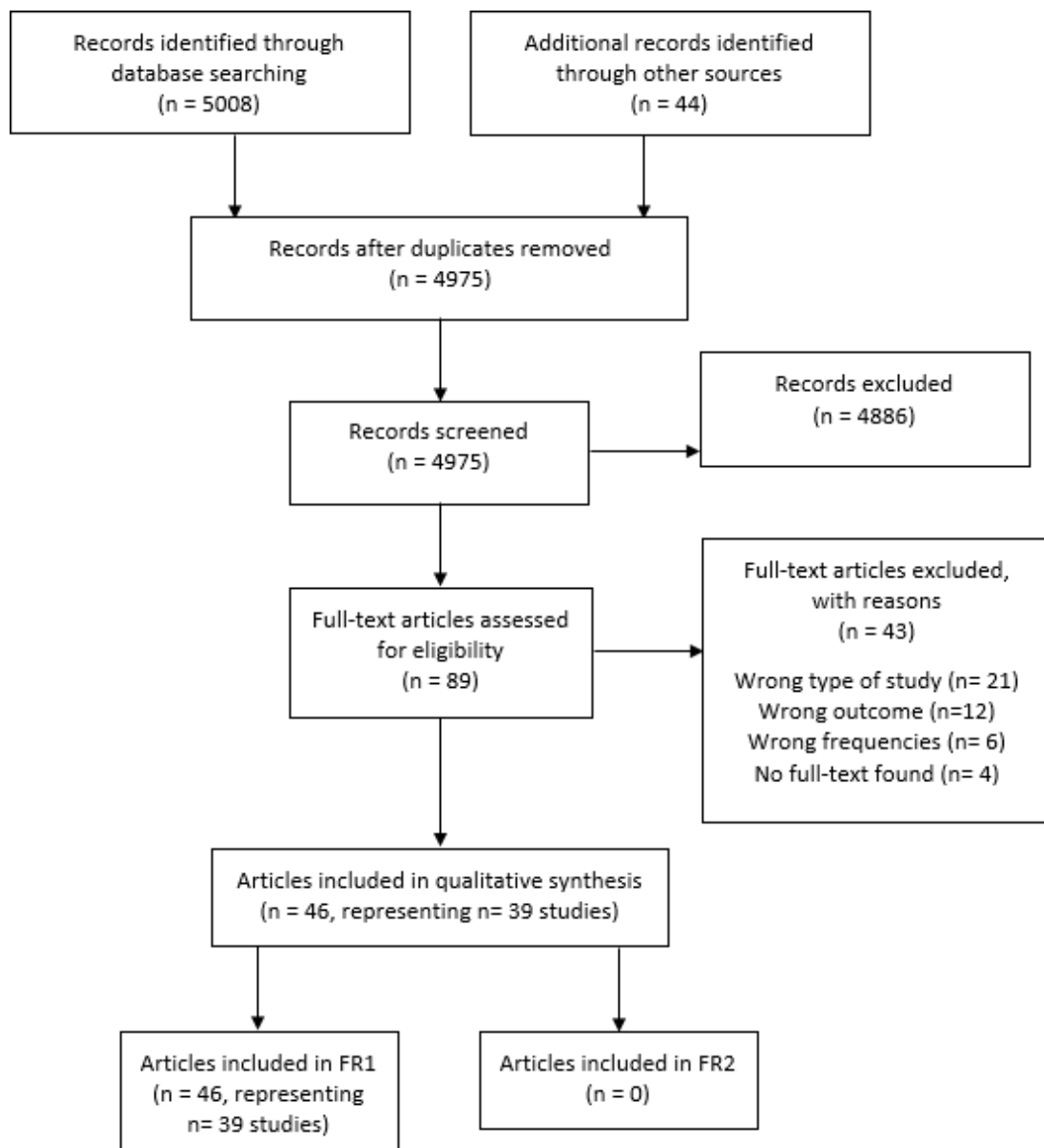
Tulemused selle lõpp-punkti kohta on erinevad (vastuolulised) ja tõendid võimaliku seose kohta kahjulike arengumõjude ja RF-EMF-iga kokkupuute vahel on *piiratud*.

4.2.4 Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel: Uuringud, milles hinnatakse kõrgema sagedusalaga (FR2: 24 kuni 100 GHz, MMW) raadiosageduste mõju tervisele.

Andmebaasist ja muudest allikatest leitud artikleid oli 5052. Pärast duplikaatide (77) eemaldamist ja pealkirja ja kokkuvõtete põhjal mitteoluliste artiklite (4886) väljajätmist jäi 89 artiklit. Täistekstide sõelumise põhjal jäeti välja 43 artiklit, nii et käesolevasse kvalitatiivsesse sünteesi sobiva sagedusega avaldatud artikleid oli 46, mis vastab 39 uuringule. Kolmel juhul avaldati rohkem kui üks artikkel, milles esitati teavet sama uuringu kohta erinevate reproduktiivsete/arenguliste lõpp-punktide kohta (joonis 16).

Selles etapis tehti valik ka sagedusvahemiku alusel: 46-st dokumendist/39 uuringust teatasid kõik FR1-ga seotud ekspositsioonidest ja ükski FR2-ga seotud ekspositsioonidest.

Joonis 16 - Vooluskeem. Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel (FR2)



5. Arutelu

Oma viimases väljaandes märgib ICNIRP, et: "(...) teatatud raadiosageduslikest elektromagnetväljadest tulenev kahjulik mõju tervisele *peab olema sõltumatult kontrollitud, olema piisavalt kvaliteetne ja kooskõlas praeguste teaduslike arusaamadega, et seda saaks võtta "tõendina" ja kasutada kokkupuute piirangute kehtestamisel. Suunistes kasutatakse mõistet "tõendid" selles kontekstis ja "põhjendatud mõju" kirjeldab teatatud mõju, mis vastab tõendite määratlusele. Selliste tõendite tuginemine kahjulike tervisemõjude kindlaksmääramisel on mõeldud selleks, et tagada, et kokkupuute piirangud põhineksid pigem tegelikul mõjul kui tõendamata väidetest (...)" (ICNIRP, 2020a).*

Nii inimestel kui ka loomamudelites on täheldatud mõjusid, mida ICNIRP määratleb kui "kinnitamata väiteid"; ja mõned neist kujutavad endast "põhjendatud mõjusid", st objektiivseid ja asjakohaseid tähelepanekuid epidemioloogilistest ja eksperimentaalsetest uuringutest, sealhulgas vähi ning reproduktsiooni ja arengut kahjustavaid mõjusid.

Epidemioloogilised uuringud, kui need on läbi viidud piisava teabe põhjal kokkupuutetsenaariumide kohta ja õige metoodika alusel, võivad anda kindlaid tõendeid aine, teguri või olukorra "põhjendatud mõju" kohta. Epidemioloogilistel uuringutel võib siiski sageli olla mitmeid piiranguid, mis seisnevad väikeses valimi suuruses, väheses statistilises võimsuses ja segavate tegurite esinemises. Nende piirangute hulka kuuluvad: i) väikesed kokkupuute- või jälgimispopulatsioonid, mis võivad olla ebapiisavad piisava statistilise võimsuse tagamiseks; ii) ohtliku ainega kokkupuute olemus, hulk ja ajastus võivad põhjustada kokkupuute väärklassifitseerimist ja valenegatiivseid tulemusi; iii) segavate tegurite tõttu võib olla raske saada selgeid tulemusi; iv) metoodilised tegurid, nagu tagasikutsumise või avaldamise kallutatus, võivad samuti takistada selgete tulemuste saamist; v) Epidemioloogiliste tulemuste kindlakstegemise loomulik viivitus, mis on tingitud pikast kasvajate latentsusperioodist inimestel (st esimesest kokkupuutest kuni kasvajate tuvastamiseni), mis võib keskmiselt olla 10-40 aastat; iv) laialt levinud ja hajutatud kokkupuute teiste ohtlike ainetega, millel võib olla sünergistlik või kaitsev mõju koos uuritava ainega; vii) Laialt levinud kokkupuute elektromagnetväljadega tekitab raskusi piisavalt suure kokkupuuteta kontrollrühma leidmisel: mis võib siis nõuda, et võrdluseks kasutataks madalaima kokkupuutega rühmi, mis võivad olla vähem usaldusväärsed.

Paljude nende metoodiliste ja muude inimuuringute piirangute peamine suundumus on kalduda tekitama "valenegatiivseid" tulemusi, st tulemusi, mis vabastavad aine kahjulikkusest, kuid mis hiljem osutuvad valeks (Grandjean, 2013).

Kuigi katseloomade uuringutes täheldati piisavaid tõendeid RF-EMF-i kantserogeensuse kohta, näitavad järgmised põhjused, et tulemused on olulised/relevantid riskianalüüsi jaoks inimestel. Loomkatsetel (bioanalüüsidel) on vähe piiranguid ja kui need viiakse nõuetekohaselt läbi vastavalt soovitatud kõrgetele standarditele (OECD, 2018b), võivad need seetõttu võrreldes inimuuringutega anda suhteliselt kiireid ja kindlaid tõendeid kokkupuute ja konkreetse tulemuse vahelise seose kohta.

Kuna latentsusperiood on proportsionaalne organismi keskmise elueaga, on latentsusperiood laboratooriumides tavaliselt kasutatavate näriliste puhul proportsionaalselt lühem. Üheaastane latentsusaeg rottidel vastab veidi üle 30 aasta pikkusele latentsusajale inimestel, seega võimaldavad loomade biotestid isegi rottide kogu eluea (umbes 2,5 aastat) jooksul suhteliselt lühikese aja jooksul tuvastada vähktõbe, võrreldes inimuuringutega.

Loomade biotestid võivad seega anda olulist teavet inimeste vähiriski kohta, mis tuleneb kokkupuutest erinevate ainetega. Need andmed võivad suurendada meie usaldust epidemioloogilistest andmetest saadud tõendite suhtes inimeste vähiriski kohta.

Paljud inimese jaoks kantserogeensed ained on esmalt usaldusväärselt tuvastatud asjakohaselt testitud katseloomadel, sageli aastaid enne seda, kui tõendid inimese kohta olid kindlaks tehtud (Huff, 1999; Huff, 2013; Maronpot et al., 2004).

Samuti võib olla järjepidevaid tõendeid hästi läbiviidud (OECD, 2016) loomkatsete ja inimkatsete vahel reproduktiivse ja arengule kahjuliku mõju kohta.

Katseliste biotestide tähtsus inimeste tervise kaitsmisel ilmneb ka kemikaalide riskihindamisest, mis põhineb hästi läbiviidud loomkatsetel. Seega kasutatakse loomkatseid selleks, et leida madalaim täheldatud kahjuliku mõju tase (LOAEL, st madalaim keemilise mõjuri kontsentratsioon; või mõnikord täheldatud kahjuliku mõju puudumine (NOAEL)), mis põhjustab sihtorganismi morfoloogia, funktsionaalsuse, kasvu, arengu või eluea kahjulikke muutusi, mis on eristatavad sama liigi ja tüve loomadest/organismidest, kes ei ole samades kokkupuutetingimustes eksponeeritud (Gaylor, 1999).

RF-EMF-i puhul on epidemioloogiliste uuringute tulemused seni andnud vaid "*piiratud tõendeid*" seose kohta vähktõvega, peamiselt epidemioloogiliste uuringute eespool nimetatud piirangute ja selliste uuringute piisava sõltumatu rahastamise puudumise tõttu.

Laboriloomadega tehtud uuringutes, kus segavad tegurid ja muud piirangud on minimaalsed, on tõendid RF-EMF kantserogeense mõju kohta, eelkõige perifeerse ja kesknärvisüsteemi rakkudele, siiski tugevamad kui 2011. aastal, pärast USA NTP ja Ramazzini instituudi 2018/19. aasta publikatsioone, ning saavutab nüüd IARC tõendusmaterjali hindamise kohaselt loomkatsete "*piisavuse*" (IARC, 2019).

5.1 Vähi ja madalamad telekommunikatsioonisagedused (FR1: 450-6000 MHz)

Arvestades piiratud tõendeid inimestel ja katseloomadel, klassifitseeris IARCI töörühm 2011. aastal RF-EMF-i "tõenäoliselt inimestele kantserogeenseks" (rühm 2B). Seda hinnangut toetas töörühma liikmete suur enamus. Üldine hinnang oli järgmine: *Raadiosageduslikud elektromagnetväljad on inimesele tõenäoliselt kantserogeensed* (rühm 2B).

Pääaegu 10 aastat hiljem on avaldatud palju uusi uuringuid ja ajakohastamine on vajalik. Rahvusvahelises vähiuuringute agentuuris (IARC) kohtus 2019. aasta märtsis 29 teadlasest koosnev nõuanderühm 18 riigist, et anda soovitusi IARCI monograafiaprogrammi prioriteetide kohta aastateks 2020-2024, mille hulgas on ka RF-EMF (IARC, 2019).

5.1.1 RF-EMF (FR 1: 450 kuni 6000 MHz) ja vähk inimestel

Meie kirjanduse läbivaatamine kuni aastani 2020 näitas, et pärast IARCI monograafia 102 (IARC, 2013) avaldamist on avaldatud mitu uut epidemioloogilist uuringut RF-EMF-i ja vähi vahelise seose kohta, kuid tõendid on endiselt vastuolulised (vastuolulised tulemused). Million Women Study kohordis ei olnud tõendeid glioomi või meningioomi suurenenud riski kohta. Pikaajalisel kasutamisel esines vestibulaarse schwannoomi (kuulmisnärv neurinoom) suurenenud risk ja märkimisväärne annuse-vastuse suhe (Benson et al., 2013).

Taani üleriigilise tellijauuringu ajakohastatud järelkontroll ei tuvastanud suurenenud riski glioomi, meningioomi või vestibulaarse schwannoomi tekkeks isegi nende hulgas, kelle tellimus kestis 10 aastat või kauem (Frei et al., 2011; Schüz et al., 2011).

Uued aruanded juhtumi-kontrolliuuringutest, milles hinnati pikaajalist kasutamist, andsid samuti erinevaid tulemusi; näiteks Hardell ja Carlberg, (2015) ning Hardell et al., (2013 a, b) teatasid glioomi ja akustilise neuroomi suurenenud riskist, kuid Yoon et al., (2015) ja Pettersson et al., (2014) ei esitanud tõendeid nende kasvajate suurenenud riski kohta.

Mitmed suuremahulised uuringud on veel käimas ja peaksid tulemusi andma lähiaastatel. Mobi-Kids on mitmekeskuseline juhtumi-kontrolliuuring ajukasvajate kohta 10-24aastaste seas. Cohort Study of Mobile Phone Use and Health (COSMOS) on uus Euroopa täiskasvanud mobiiltelefonikasutajate kohortuuring. Samuti esitatakse ajakohastatud tulemused Million Women Study'st (IARC, 2019).

Mõned autorid väidavad, et erinevates epidemioloogilistes uuringutes tõendatud ajuvähi ja neurinoomi suurenenud risk ei peegelda täheldatud haigestumuse ajalisi suundumusi, mida peetakse selle konkreetse teema kohta informatiivseks. Me ei leidnud seda hiljutises olemasolevas kirjanduses.

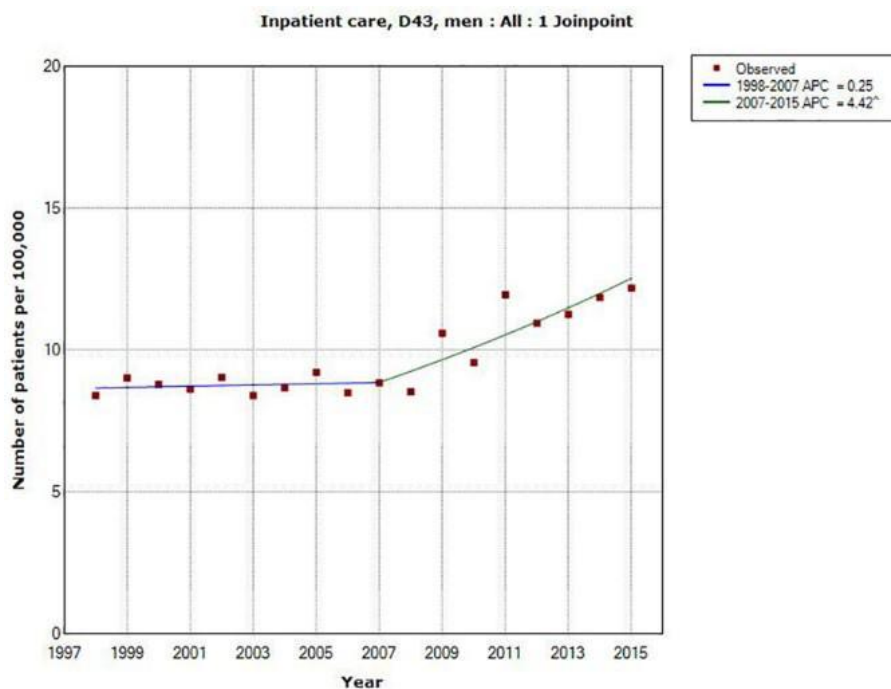
Mis puudutab kesknärvisüsteemi (KNS) pahaloomulisi kasvajaid, siis 2019. aastal on Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors (GBD) Study 2016 (GBD 2016, avaldatud Lancet Neurol, 2019) teatatud, et 100 000 inimese kohta on pahaloomuliste KNS-i kasvajate ülemaailmne esinemissagedus 4,63, mis tähendab 17,3% kasvu 1990. aastast 2016. aastani. Kolm kõige suurema juhtude arvuga riiki olid Hiina, USA ja India.

USAs on teatatud ka glioblastoma multiforme'i esinemissageduse suurenemisest ees- ja ajuklappides ning väikeajus (Little et al., 2012; Zada et al., 2012).

Rootsis läbi viidud registripõhine uuring (Hardell ja Carlberg, 2017) näitas, et tundmatut tüüpi ajukasvajate osakaal on suurenenud aastatel 2007-2015 mõlemal sugupoolel (joonised 17 ja 18).

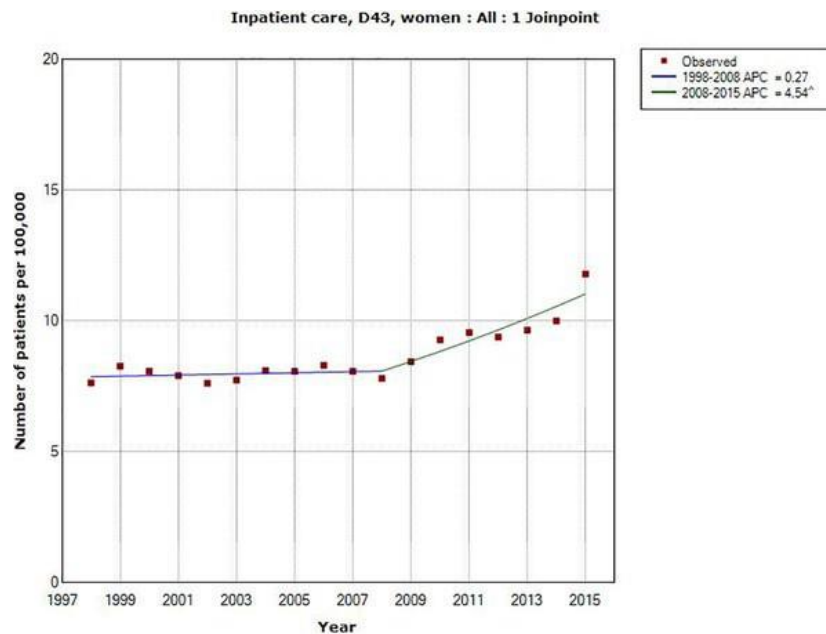
Joonis 17 - Rootsi riiklik haiglaregister (allikas: Hardell ja Carlberg, 2017): mehed

Rootsi riikliku statsionaarse haiglaregistri järgi 100 000 elaniku kohta kõikide vanuserühmade patsientide arvu ühine regressioonanalüüs aastatel 1998-2015, kellel on diagnoositud D43 = teadmata tüüpi kasvaja ajus või kesknärvisüsteemis (<http://www.socialstyrelsen.se/statistik/statistikdatabas/diagnoserislutenvard>).



Joonis 18 - Rootsi Nnl. Statsionaarsete patsientide register (allikas: Hardell ja Carlberg, 2017):
naised

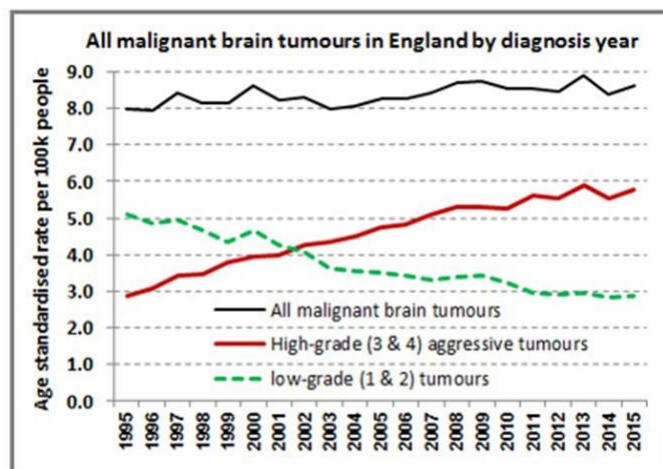
Rootsi riikliku statsionaarse haiglaregistri andmetel aastatel 1998-2015 igas vanuses patsientide arvu regressioonanalüüs 100 000 elaniku kohta, kellel on diagnoositud D43 = teadmata tüüpi kasvaja ajus või kesknärvisüsteemis. (<http://www.socialstyrelsen.se/statistik/statistikdatabas/diagnoserislutenvard>).



Lisaks sellele teatab ANSES (2019) kogumikus "Estimations nationales de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine entre 1990 et 2018" histoloogiliselt kinnitatud glioblastoomide (pahaloomulised ajukasvajad) esinemissageduse (uued juhtumid aastate kaupa) suundumuse. Aastatel 1990-2018 on uute juhtude arv aastate lõikes nii meestel kui ka naistel suurenenud: see on peamiselt tingitud selle vähitüübiga seotud riskide (keskkonna- ja tööalasest) suurenemisest (ANSES, 2019).

Ühendkuningriigis läbiviidud uuringus, mis käsitles riikliku haigestumuse andmeid pahaloomuliste ajukasvajate kohta, täheldati epidemioloogilistes juhtumiuuringutes tuvastatud agressiivsema tüübi haigestumuse tõusu (joonis 19). Autorid vaatlesid ajukasvajate esinemissagedust kolmes "suures vähiregistris" 15 aasta jooksul (1992-2006). Uuring näitas, et "primaarsete ajukasvajate esinemissagedus vähenes kõigis piirkondades, välja arvatud glioblastoma multiforme'i (GBM) suurenenud esinemissagedus frontaal- ja ajukelmedes ning väikeajus. GBM-i suurenemine temporaalses lobus (aju piirkond, mis on kõrvale ja potentsiaalselt telefonile kõige lähemal) oli täheldatav kõigis kolmes registris, ulatudes ligikaudu 1,3% kuni 2,3% aastas, mis on statistiliselt oluline (Philips et al., 2018).

Joonis 19 - Kõigi pahaloomuliste ajukasvajate esinemissageduse suundumused Inglismaal
(Philips et al., 2018)



<http://www.saferemr.com/2018/03/brain-tumor-incidence-trends.html>

Kokkuvõtteks, viidates meie FR1 uuringule, on kirjanduses täheldatud *piiratud* positiivseid seoseid traadita telefonide RF-EMF-iga kokkupuute ja glioomi ning akustilise neuroomi vahel inimestel.

5.1.2 RF-EMF (FR1: 450 kuni 6000 MHz) ja vähk katseloomadel

Pärast eelmist IARCI monograafiate hindamist 2011. aastal on avaldatud uusi andmeid katseloomade kokkupuute kohta RF-EMFiga (FR1) (IARC, 2013).

Ameerika Ühendriikide riikliku toksikoloogiaprogrammi (NTP) suures uuringus leiti, et isastel rottidel on suurenenud risk pahaloomulise südame schwannoomi tekkeks, kui nad on suurel määral kokku puutunud raadiosagedusliku kiirgusega sagedustel, mida mobiiltelefonid kasutavad, ning samuti on võimalik suurenenud risk teatud tüüpi kasvajate tekkeks ajus ja neerupealistes, ning hiirtel või emastel rottidel on suurenenud risk ebaselge (NTP, 2018a, b).

Ramazzini Instituudi (RI) uuringus leiti ka statistiliselt oluline südame schwannoomide suurenemine tugevalt eksponeeritud (50 V/m) isastel rottidel ja glioomide suurenemine emastel rottidel (Falcioni et al., 2018). Lee et al. uuringus (2011) Eμ-piml transgeensetel hiirtel, kes on alati lümfoomide tekkele, täheldati mingit kasvajate esinemissageduse suurenemist. Lerchl et al. (2015) leidsid edendamisuuringus, et eksponeeritud loomadel oli kopsu- ja maksakasvajate arv oluliselt suurem kui šamaani eksponeeritud kontrollidel. Lisaks leiti, et ka lümfoomid olid kokkupuutel märkimisväärselt suurenenud, mis viitab RF-EMF-i soodustavale mõjule.

NTP 30 miljoni dollari suurune uuring hõlmab nii hiiri kui ka rotte. Uuringu lõpuleviimiseks kulus üle 10 aasta ja see on üks kõige põhjalikumaid hindamisi, mis on seni tehtud raadiosagedusliku elektromagnetvälja mõjude kohta tervisele hiirtel ja rottidel, kes puutuvad kokku raadiosagedusliku elektromagnetväljaga. FDA nõudis seda uuringut 1999. aastal.

Selles uuringus leidis NTP kaugel GSM-iga kokkupuutunud hiirtel meestel naha- ja kopsukasvajaid ning naistel pahaloomulisi lümfoomi. Kaug-CDMA-ga eksponeeritud hiirtel täheldati maksa hepatoblastoomide suurenemist isasloomadel ja pahaloomuliste lümfoomide teket emasloomadel. Tulemused märgiti kui ebaselged (vähene kasvajate arvu suurenemine, mis võib olla seotud uuritava ainega, isegi kui kasvajate esinemissageduse suurenemine oli statistiliselt oluline).

Pikaajalises uuringus rottidega (NTP, 2018a) leiti, et kokkupuute kõrge RF-EMF-iga, nagu seda kasutatakse 2G ja 3G mobiiltelefonides, oli seotud:

- Selged tõendid kasvajate kohta isaste rottide südames (pahaloomulised schwannoomid).

- Mõned tõendid kasvajate kohta isaste rottide ajus (pahaloomulised glioomid).
- Mõned tõendid isaste rottide neerupealiste kasvajate kohta (feokromotsütoomid).

Ekspertide eksperdirühm jõudis järeldusele, et NTP uuringud olid hästi kavandatud ja et tulemused näitasid, et nii GSM- kui ka CDMA-moduleeritud RFR olid isaste rottide südame (schwannoomid) ja aju (glioomid) kantserogeensed (lõplik hinnang: *selged tõendid kantserogeensuse kohta*) (NTP, 2018c).

Itaalia uurimisinstituut viis läbi eluaegse kantserogeensuse uuringu Sprague-Dawley rottidel, et hinnata RF-EMF-i kantserogeenset mõju kaugvälja olukorras, mis kordab keskkonna kokkupuudet RF-EMF-iga, mida tekitavad 1,8 GHz GSM-antennid mobiiltelefonide raadio-basejaamades. See on suurim pikaajaline uuring, mis on kunagi tehtud rottidel RF-EMF-i mõju kohta tervisele, hõlmates 2448 looma. Autorid esitasid lõplikud tulemused aju- ja südamekasvajate kohta, kinnitades ja tugevdades sama tähelepanekut, mida NTP tegi rottide puhul: statistiliselt oluline südame Schwannoomide suurenemine isastel ja glioomide pahaloomuliste kasvajate suurenemine emastel.

Hiljutised NTP ja RI RF-EMF uuringud esitasid sarnaseid tulemusi südame schwannoomide ja ajuglioomide puhul, mis tugevdavad vastastikuseid tulemusi. Nii NTP- kui ka RI-uuringud olid hästi läbi viidud, tulemusi ei mõjutanud erapoolikud. Nii NTP kui ka RI katsete puhul rakendati pimendamist, järgides nende vastavaid standardseid tööprotseduure (SOP) või spetsifikatsioone. On üsna tavaline, et hiirtel ja rottidel on kantserogeensuse korral erinev reaktsioon ning soolised erinevused kantserogeenidele reageerimisel on tavalised nii katseloomadel kui ka inimestel. Schwannoomid on Schwanni rakkudest tekkivad kasvajad, mis on perifeersed gliarakud, mis katavad ja kaitsevad kõigi üle kogu keha levinud närvide pinda; seega on vestibulaar- (kuulmisnärv) ja südame schwannoomidel sama päritolukude. Rottidel esineb harva pahaloomulisi südame schwannoomi, pahaloomulisi glialkasvajaid ajus ja Schwanni rakkude hüperplaasiat (pahaloomulise kahjustuse eelset seisundit). Siiski täheldati neid kahjustusi eksponeeritud loomadel kahes sõltumatu laboratooriumis paljudes uuritud RF-EMF-ekspositsioonides. Seetõttu ei saa kahe labori tulemusi tõlgendada kui "juhuslikke". NTP ja RI uuringud näitavad, et eeldus, et RF-kiirgus ei suuda põhjustada kahjulikku mõju tervisele muul viisil kui kudede kuumutamise teel, ei ole teaduslikult põhjendatud.

On märkimisväärne, et nii NTP kui ka RI on viimase 40 aasta jooksul andnud oma tulemustega suure panuse erinevate keemiliste ja füüsikaliste mõjurite riskihindamisse. Nende tulemused olid sageli inimeste tervist prognoosivad. NTP on maailma suurim toksikoloogiaprogramm; uuritud ainete arvu poolest on RI NTP järel teisel kohal. NTP ja RI kaheaastaseid kantserogeensuse uuringuid ja nende publikatsioone peetakse ka vähiuuringute "kuldstandardiks" nende kõrge kvaliteedi, nende kasulikkuse tõttu inimeste tervisele ohtlike ainete hindamisel ning nende andmete hindamisel rakendatava ranguse, läbipaistvuse ja sõltumatuse tõttu.

Kokkuvõtteks võib öelda, et FR1-ga kokkupuutuvate katseloomade puhul on täheldatud *piisavate* tõenditega positiivset seost RF-EMF-iga kokkupuute ja glioomi ning neuromide (sünonüümne schwannoom) vahel.

5.2 Vähi ja kõrgemad telekommunikatsioonisagedused (FR2: 24 kuni 100 GHz)

5.2.1 RF-EMF (FR2: 24 kuni 100 GHz) ja vähk inimestel

Väga vähe uuringuid on tehtud sagedustel vahemikus 24 kuni 100 GHz (FR2). Suurem osa neist käsitles radaritelekommunikatsiooniga tegelevate töötajate tööalast kokkupuudet. Kokkupuude oli eneseraporteeritud või seotud ametinimetusega ning põhines kaugusel raadiosageduskiirguse allikast. Kokkuvõtteks võib öelda, et kuigi on nõrku viiteid ajuvähi ning lümfoomide ja leukeemiate

riski võimaliku suurenemise kohta tööga kokkupuutuvate töötajate puhul, on kokkupuude

valesti klassifitseerimine ja ebapiisav tähelepanu võimalikele segiainetele piiravad tulemuste tõlgendamist. IARCI monograafias 102 oli järeldus järgmine:

Aju kasvaja: *"ekspositsiooni väärklassifitseerimine ja ebapiisav tähelepanu võimalikele segiainetele piiravad tulemuste tõlgendamist. Seega ei ole selget viidet sellele, et ametialane kokkupuude RF-kiirgusega oleks seotud ajuvähi riskiga"* (IARC, 2013).

"Leukeemia/lümfoom: *Kokkuvõtteks võib öelda, et kuigi leukeemia või lümfoomi riski võimaliku suurenemise kohta seoses töölase kokkupuutega RF-kiirgusega oli nõrk viide, on neid tulemusi piiratud kokkupuute hinnangu ja võimaliku segiajamise tõttu raske tõlgendada"* (IARC, 2013).

Muud kasvajatüübid ilmnesid kui potentsiaalselt kõrge sagedusega kokkupuutega seotud kasvaja (uveaalmelanoom, munandivähk, rinnavähk, kopsuvähk ja nahavähk), kuid paljudes uuringutes esinesid metodoloogilised piirangud ja tulemused olid vastuolulised (IARC, 2013).

Käesolev ülevaade kinnitab IARCI märkusi, et kõrgeima 5G sageduse (FR2) puhul puuduvad piisavad epidemioloogilised uuringud, mille põhjal hinnata mõju tervisele.

5.2.2 RF-EMF (FR2: 24 kuni 100 GHz) ja vähk katseloomadel

Seitsekümmend kuus uuringut uuriti katseloomadel esineva vähi kohta. Ei leitud kirjandust, mis käsitleks võimalikku seost eksperimentaalse kantserogeensuse ja RF-kiirguse vahel vahemikus 24 kuni 100 GHz (FR2).

5.3 Ebasoodne mõju aadressil paljunemisele/arengule ja madalamad telekommunikatsioonisagedused (FR1: 450-6000 MHz)

5.3.1 RF-EMF (450-6000 MHz) ja kahjulik mõju reproduktiivsusele /areng inimestel.

Umbes 2800 uuringut vastasid käesolevas ülevaates etteantud kaasamiskriteeriumile. Läbivaadatud artiklite kaudu tuvastatud täiendavad kirjed näitasid veel mõned sobivad artiklid. Siiski kasutati andmete ekstraheerimiseks kokku ainult 40 artiklit ja 26 epidemioloogilist uuringut vaadati läbi kui metoodiliselt adekvaatset. Läbivaatamise tulemus on esitatud tabelis 18.

➤ Mehe viljakus

Viimastel aastatel oleme täheldanud meeste viljatuse üldist suurenevat osakaalu. Seda on seostatud mitmete keskkonna-, tervise- ja elustiiliteguritega.

Meeste kokkupuutel RF-EMF-iga olid kõige enam mõjutatud parameetrid spermatoosidide arv, liikuvus, DNA terviklikkus, sperma elujõulisus ja morfoloogia.

FR1 (450-6000 MHz): On piisavalt tõendeid RF-EMF-iga kokkupuute ja inimeste viljakuse kahjustamise vahelise seose kohta.

➤ Rasedate naiste kokkupuude

Raseduse ajal mobiiltelefone intensiivselt kasutavate naiste raseduse katkemist ja enneaegset sünnitust kirjeldati kui võimalikku seost embrüo/loote kokkupuutega raseduse ajal; uuringute arv on liiga piiratud ja kokkupuute hindamiseks ebapiisav, et teha lõplikke järeldusi. Seost ei saa välistada ega kinnitada.

FR1 (450-6000 MHz): On vähe tõendeid RF-EMF-iga kokkupuute ja naise viljakusele avaldatava kahjuliku mõju kohta.

➤ **Mõju järglaste arengule**

Järeltulijate puhul uuriti käitumisraskusi ja mootorset/kognitiivset/keelelist hilinemist epidemioloogiliste ristlõike- ja kohortuuringutega; tulemused on erinevad (vastuolulised) ja mitte lõplikud. Seost ei saa välistada ega kinnitada.

FR1 (450-6000 MHz): On vähe tõendeid RF-EMF-ga kokkupuute ja järglaste tervisele kahjuliku mõju kohta.

5.3.2 RF-EMF (450-6000 MHz) ja kahjulik mõju reproduktiivsusele /katseloomade areng.

Keemiliste ja füüsikaliste mõjurite ohutuse hindamise oluline aspekt on nende võimaliku reproduktiiv- ja arengutoksilisuse kindlaksmääramine. Mitmetes suunistes on esitatud rida eraldi reproduktsiooni- ja arengutoksilisuse uuringuid alates viljastumisest kuni täiskasvanueani ja mõnel juhul kuni teise põlvkonnani.

OECD katsejuhendi 443 eesmärk on hinnata reproduktiivset ja arengumõju, mis võib tekkida sünnieelse ja -järgse kemikaaliga kokkupuute tagajärjel, ning hinnata süsteemset toksilisust rasedatel ja imetavatel emastel ning noortel ja täiskasvanud järglastel. Käesoleva katsesuunise eesmärk on anda hinnang reproduktiivsusele ja arengule avalduvale mõjule, mis võib tekkida sünnieelse ja -järgse kokkupuute tulemusena, ning hinnata süsteemset toksilisust rasedatel ja imetavatel naistel ning noortel ja täiskasvanud järglastel.

Laiendatud ühe põlvkonna reproduktiivtoksilisuse uuring (EOGRTS) on selle seeria kõige uuem ja ulatuslikum suunis. EOGRTS määrab kindlaks toksilisuse enne rasedust, embrüo/loote ja vastsündinu arengu ajal, noorukieas ja täiskasvanueas, pöörates erilist tähelepanu närvisüsteemile, immunoloogilisele ja endokriinsüsteemile, EOGRTS hindab ka ema ja isa toksilisust.

Sünnieelse arengutoksilisuse uuringu eesmärk on anda üldist teavet sünnieelse kokkupuute mõju kohta tiinele katseloomale ja arenevale organismile. Täpsemalt on arengutoksilisuse uuringu eesmärk kindlaks teha otsene ja kaudne mõju embrüo ja loote arengule, mis tuleneb kokkupuutest ainega; tuvastada emale avalduv toksilisus; määrata kindlaks seos täheldatud reaktsioonide ja annuse vahel nii emal kui ka järglastel; määrata NOAEL (emale avalduvale toksilisusele ja poegade arengule mitteomane kahjulik mõju).

Me valisime ja analüüsisime loomkatsed, võttes arvesse nende vastavust nimetatud suunistele, kuigi meie lähenemisviis oli pigem kõikehõlmav, kui loomade arvu, kokkupuute hindamist ja menetlust peeti vastuvõetavaks.

Tabel 27 võtab tulemused kokku. FR1 erinevatest kahjulikest mõjudest oli kõige ilmsem sperma kvaliteedi halvenemine.

Munandite struktuurilised ja/või füsioloogilised analüüsid näitasid degeneratiivseid muutusi, vähenenud testosteroonitaset, suurenenud apoptootiliste rakkude arvu ja suurenenud reaktiivsete hapnikuliikide (ROS) tootmist.

Kõikide muude parameetrite puhul olid tulemused piiratud ja need ei võimalda lõplikku hinnangut anda.

➤ Meeste viljakus

RF-EMF-iga kokkupuute puhul olid kõige enam mõjutatud parameetrid spermatooside arv, liikuvus, DNA terviklikkus, sperma elujõulisus ja morfoloogia, kui katseloomad puutusid kokku RF-EMF-iga.

FR1 (450-6000 MHz): On piisavalt tõendeid RF-EMF-iga kokkupuute ja isaste katseloomade viljakuse kahjustamise vahelise seose kohta.

➤ Naiste viljakus

Uuringute arv on liiga piiratud, et teha lõplikke järeldusi. Kaks piisavat uuritud uuringut näitavad kahjulikku mõju, kuid seost ei saa eitada ega kinnitada.

FR1 (450-6000 MHz): On piiratud tõendeid seose kohta RF-EMF-iga kokkupuute ja emaste katseloomade viljakusele avaldatava kahjuliku mõju vahel.

➤ Mõju järglaste arengule

Järglaste puhul uuriti närilistel eksperimentaalsete bioloogiliste katsete abil tiinuse kestust, loote kasvu, pesakonna omadusi ja neuroloogilisi mõjusid. Mõned uuringud olid positiivsed, kuid tulemused on sageli eri uuringute puhul vastuolulised ja kokkupuute hindamisel täheldati piiranguid. Seega ei olnud tulemused lõplikud. Seost ei saa eitada ega kinnitada.

FR1 (450-6000 MHz): On piiratud tõendeid RF-EMF-iga kokkupuute ja kahjuliku mõju kohta emade ja järglaste arenguparameetritele.

5.4 Ebasoodne mõju reproduktsioonile/arengule ja kõrgematele telekommunikatsioonisagedustele (FR2: 24 kuni 100 GHz).

5.4.1 Ebasoodne mõju inimese reproduktiivsusele/arengule (FR2: 24 kuni 100 GHz).

Need vähesed kättesaadavad epidemioloogilised uuringud, mida me analüüsisime, on tehtud tööga kokkupuutuvate meeste kohta (tabel 20). Teatati kahjulikust mõjust sperma viljakusele. Kahes olemasolevas läbilõikeuuringus piirduti siiski eneseraporteeritud kokkupuute või ametinimetuse alusel tehtud hindamisega. Seost ei saa eitada ega kinnitada. Meie otsingu põhjal ei ole inimpopulatsioonis piisavalt uuritud kahjulikku mõju nende kõrgemate sageduste arengule.

FR2 (24 kuni 100 GHz): Selle kõrgema sagedusega sagedusala kohta ei ole tehtud asjakohaseid uuringuid.

5.4.2 Ebasoodne mõju reproduktsioonile/arengule loomkatsetes (FR2: 24 kuni 100 GHz).

Nendes vähestes uuringutes, mis on kavandatud kõrgemate sageduste jaoks, uuriti piisavalt ainult termilisi kõrvaltoimeid.

FR2 (24 kuni 100 GHz): Selle kõrgema sagedusega sagedusala kohta ei ole tehtud asjakohaseid uuringuid.

6. Järeldused

6.1 Telekommunikatsioonisagedused FR1 450 MHz - 6000 MHz

6.1.1 Vähk inimestel

Inimeste puhul on piiratud tõendid raadiosagedusliku kiirguse kantserogeensuse kohta. Alates 2011. aastast on taas tähelestatud positiivseid seoseid traadita telefonide raadiosageduskiirguse ja glioomi ning akustilise neuroomi vahel, kuid tõendid ei ole veel piisavalt tugevad otsese seose tuvastamiseks.

6.1.2 Vähk katseloomadel

Katseloomadel on piisavalt tõendeid raadiosagedusliku kiirguse kantserogeensuse kohta.

6.1.3 Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel

On piisavalt tõendeid selle kohta, et see avaldab kahjulikku mõju meeste viljakusele. Naiste viljakusele avaldatava kahjuliku mõju kohta on *vähe* tõendeid. On *vähe* tõendeid selle kohta, et raseduse ajal mobiiltelefone palju kasutanud emade järeltulijatel on *piiratud* mõju arengule.

6.1.4 Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel

On piisavalt tõendeid kahjuliku mõju kohta isaste rottide ja hiirte viljakusele. On *piiratud* tõendeid kahjuliku mõju kohta emaste hiirte viljakusele. On *piiratud* tõendeid kahjulike mõjude kohta embrüoelu jooksul eksponeeritud rottide ja hiirte järglaste arengule.

6.2 Telekommunikatsioonisagedused FR2: 24 kuni 100 GHz

6.2.1 Vähk inimestel

Olemasolevad vähesed ebapiisavad andmed ei võimalda mingit hindamist.

6.2.2 Vähk katseloomadel

Andmed puuduvad.

6.2.3 Reproduktiivsed/arengulised mõjud inimestel

Andmed puuduvad.

6.2.4 Reproduktiivsed/arengulised mõjud katseloomadel

Andmed puuduvad.

6.3 Üldine hinnang

6.3.1 Vähk

FR1 (450-6000 MHz): Kokkuvõtvalt võib öelda, et FR1-sageduste RF-EMF-ga kokkupuutumine põhjustab tõenäoliselt vähktõbe, eelkõige glioomi ja akustilist neuromi inimestel, mida me oleme suutnud analüüsida olemasolevas teaduskirjanduses nii inimeste kui ka loomade puhul.

FR2 (24 kuni 100 GHz): Kõrgemate sageduste mittesoojusliku mõju kohta ei ole tehtud piisavaid uuringuid.

6.3.2 Reproduktiivsed arengumõjud

FR1 (450-6000 MHz): Need sagedused mõjutavad *selgelt* meeste viljakust. Need sagedused *võivad* mõjutada naiste viljakust. Need *võivad* avaldada kahjulikku mõju embrüote, loodete ja vastsündinute arengule.

FR2 (24 kuni 100 GHz): Kõrgemate sageduste mittetermiliste mõjude kohta *ei ole tehtud piisavaid* uuringuid.

7. Poliitikavalikud

Järgnevalt on esitatud käesoleva aruande põhjal koostatud poliitikavalikud, mida kohaldatakse 5G-sageduste (700 MHz, 3600 MHz, 26 GHz) suhtes ning mille puhul on arvesse võetud, et 2G, 3G ja 4G sagedused jäävad veel paljudeks aastateks kasutusse.

7.1 Mobiiltelefonide jaoks uue tehnoloogia valimine, mis võimaldab vähendada RF-kiirgust

Praegu tundub, et kõige suuremat ohtu kujutavad endast raadiosageduskiirguse allikad on mobiiltelefonid. Kuigi mõned inimesed näevad, et raadiosaateseadmed (raadiomastid) kujutavad endast suurimat ohtu, tuleneb tegelikult suurim kokkupuude inimestega üldiselt nende endi mobiiltelefonidest ning epidemioloogilistes uuringutes on täheldatud ajukasvajate ja Schwanni rakkude perifeersetel närvide kasvajate statistiliselt olulist suurenemist, peamiselt mobiiltelefonide tavakasutajate hulgas.

Sellest tulenevalt peame tagama, et toodetakse üha ohutumaid telefoniseadmeid, mis kiirgavad vähe energiat ja võimaluse korral töötavad ainult siis, kui nad on kehast teatud kaugusel. Kaabliga kõrvaklapp lahendab suure osa probleemist, kuid on ebamugav ja seega heidutab kasutajaid; teisest küljest ei ole alati võimalik kasutada valjuhääldi režiimi.

Võimalus vähendada RF-EMF-kiirgust nii palju kui võimalik seoses telefonidega kehtib endiselt, olenemata sagedustest, alates 1G-st kuni 5G-ni. Sellised riigid nagu USA ja Kanada, kes kehtestasid rangemad mobiiltelefonide SAR-piirangud kui Euroopa, suutsid siiski ehitada töhusaid 2G-, 3G- ja 4G-sideid (Madjar, 2016). Kuna 5G eesmärk on olla varasematest tehnoloogiatest energiatõhusam, on rangemate piirnormide kehtestamine ELis mobiiltelefonide puhul samaaegselt jätkusuutlik ja ettevaatusabinõu.

7.2 Ümbertöötamine ... kokkupuude piirmäärad aadressil . avalikkusele ja keskkonnale, et vähendada mobiilsidemastidest tulenevat RF-kiirgust.

Hiljuti on Euroopa poliitika (Euroopa Komisjon, 2019) edendanud uue majandusliku ja sotsiaalse arengumudeli jätkusuutlikkust, mis kasutab uusi tehnoloogiaid, et pidevalt jälgida planeedi tervislikku seisundit, sealhulgas kliimamuutusi, energia üleminekut, agroökoloogiat ja bioloogilise mitmekesisuse säilitamist. Nende Euroopa jätkusuutlikkuse eesmärkide saavutamisele võiks kaasa aidata 5G madalaimate sageduste kasutamine ja ettevaatuslike kokkupuute piirnormide vastuvõtmine, nagu seda tehakse muu hulgas Itaalias, Šveitsis, Hiinas ja Venemaal, mis on oluliselt madalamad kui ICNIRPi soovitatud piirnormid.

Seda, mida epidemioloogilised uuringud näitasid juba 2011. aastal (IARC, 2013), on kinnitanud katseloomade uuringud, eriti mis puudutab seost RF-EMF-iga kokkupuute ja kantserogeense mõju vahel närvisüsteemis. Euroopas praegu lubatud ohutustase on 61 V/m (ICNIRP, 2020a). Väikseim doos, mille puhul on kaugvälja kokkupuute puhul neid mõjusid eksperimentaalselt täheldatud, on 50 V/m. Samas eksperimentaalses uuringus (Falcioni et al, 2018) täheldati kantserogeenset mõju 5 V/m juures.

Selle tulemuse valguses võiks üks poliitikavõimalus olla elamute ja avalike hoonete kokkupuute piirmäärade läbivaatamine kogu Euroopas. Tasemeid võiks vähendada vähemalt 10 korda, st umbes 6 V/m, mis on kokkupuute tase, mille puhul ei ole katseloomadel täheldatud vähktõve mõju. 6 V/m näib olevat ka ettevaatuspiiriks, kui ei ole tegemist kahjuliku mõjuga viljakusele. See võib

kõlada ebapraktiliselt madalana, kui me tahame telekommunikatsiooni 5G võrra laiendada, kuid see ei ole nii.

Näiteks Itaalias on seadusega kehtestatud ülempiiriks 20 V/m, kuigi kõikjal, kus inimesed on pidevalt üle nelja tunni kokkupuutes (kodud, töökohad, koolid, kogunemiskeskused jne), on kriitiliseks väärtuseks kehtestatud 6 V/m. See piirväärtus on väga lähedal 5 V/m, mida me eelnevalt mainisime kui katseloomade jaoks ohutut. NOAEL-väärtusi ("No Observed Adverse Effect Level") kasutatakse eksperimentaaluuringutes tavaliselt riskihindamistes ja teadusuuringutes (Gaylor, 1999).

Paljudes Itaalia linnades, sealhulgas Bolognas, on 5G juba töötanud sagedusel 3600 MHz. Seireandmed näitavad, et Bologna linnas oli 2019. aastal keskmine kokkupuude 1,97 V/m (ühes konkreetses juhtumis saavutas see 4,62 V/m). 2020. aasta statistika on veel töötlemata, kuid mitte ühelgi juhul ei ole Itaalia seadusega ettenähtud väärtusi ületatud. Hetkel näib seega, et uute rajatiste arendamine on võimalik, kuid seejuures on võimalik jääda seadusest tulenevate piirväärtuste piiridesse.

Teine näide on Pariis. Linn on sõlminud Prantsusmaa nelja peamise mobiilsideoperaatoriga kokkuleppe, mille eesmärk on kehtestada rangemad võrgukiirguse normid. RF-EMF-kiirguse piirmäära vähendati siseruumides 5 V/m-ni varasemalt 7 V/m-lt, mis tähendab 30-protsendilist vähendamist sageduse 900 MHz puhul, mis on madalam kui Brüsselis (6 V/m) või Roomas (6 V/m) vastuvõetud piirmäär. Pariisi linnavalitsuse poolt 2017. aastal heaks kiidetud leping sisaldab ka plaane uue seireteenuse kohta, mis aitab mõõta elektromagnetväljade taset hoonetes. Brüssel on kolmas näide 6 V/m alampiiri vastuvõtmisest.

7.3 Meetmete võtmine, et stimuleerida RF-EMF-kiirguse vähendamist.

Suur osa uue traadita 5G tehnoloogia märkimisväärsest jõudlusest on võimalik saavutada ka kiudoptiliste kaablite kasutamisega ning tehniliste ja tehniliste meetmete võtmisega, et vähendada 2-4G süsteemidest tulenevat kokkupuudet (Keiser, 2003; CommTech Talks, 2015; Zlatanov, 2017). See minimeeriks kokkupuudet, kus iganes on vaja ühendusi püsivates asukohtades. Näiteks võiksime kasutada kiudoptilisi kaableid koolide, raamatukogude, töökohtade, majade, avalike hoonete, kõigi uute hoonete jne ühendamiseks. Avalikud kogunemiskohad võiksid olla "RF-EMF-keelualad" (nagu meil on sigarettide suitsetamise puhul), et vältida mobiiltelefoni või kauglevi tehnoloogiat mitte kasutavate inimeste passiivset kokkupuudet, kaitstes nii paljusid haavatavaid eakaid või immuunpuudulikke inimesi, lapsi ja neid, kes on elektritundlikud.

7.4 edendada multidistsiplinaarseid teadusuuringuid, et hinnata 5G pikaajalist mõju tervisele ja leida sobiv meetod 5G-ga kokkupuute jälgimiseks.

Kirjanduses puuduvad piisavad uuringud, mille põhjal saaks välistada riski, et 5G MMW-ga kokkupuutel võivad tekkida kasvajakud ning kahjulikud mõjud reproduktiivsusele ja arengule, või välistada 5G ja teiste juba kasutatavate sageduste vaheliste sünergiliste vastastikmõjude võimalust. See muudab 5G kasutuselevõtu ebakindlaks nii terviseküsimumuste kui ka elanikkonna tegeliku kokkupuute prognoosimise/jälgimise osas: nendele teadmiste puudujääkidele viidatakse, et õigustada 5G MMW kasutamise moratooriumi nõudmist, kuni piisavate uuringute lõpuleviimiseni.

Nende ebakindlate asjaolude valguses on üks poliitikavõimalus edendada multidistsiplinaarsete uurimigrühmade uuringuid erinevate tegurite kohta, mis käsitlevad kokkupuute hindamist ja ka 5G MMW bioloogilist mõju nii inimestele kui ka keskkonna taimestikule ja loomastikule, mitteinimese

selgroogsetele, taimedele, seentele ja selgrootutele sagedustel vahemikus 6-300 GHz. Nende uuringute tulemused võiksid olla aluseks tõenduspõhise poliitika väljatöötamisele seoses inimeste ja inimeste RF-EMF-ga kokkupuutega.

mitteinimeseorganismid 5G MMW sagedustele. On vaja täiendavaid uuringuid, et uurida paremini ja sõltumatult RF-EMF-i mõju tervisele üldiselt ja eriti MMW-i mõju.

REACHi eesmärk on parandada inimeste tervise ja keskkonna kaitset keemiliste ainete omaduste parema ja varasema tuvastamise kaudu. EL REACH reguleerib kemikaalide registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist. Samuti on selle eesmärk suurendada ELi keemiatööstuse innovatsiooni ja konkurentsivõimet. ELi REACH põhineb põhimõttel "*no data no market*", millega pannakse tööstusele kohustus esitada ainete kohta ohutuselast teavet. Tootjad ja importijad peavad koguma teavet oma keemiliste ainete omaduste kohta, mis võimaldab nende ohutut käitlemist, ning registreerima selle teabe Helsingis asuvas Euroopa Kemikaaliameti (ECHA) keskandmebaasis. Üks poliitiline valikuvõimalus võib olla kohaldada sama lähenemisviisi, mida kasutatakse keemiliste mõjurite puhul, igat liiki tehnoloogiliste uuenduste suhtes.

7.5 5G-teemaliste teavituskampaaniate edendamine

Kahjuks puudub teave RF-EMF-i võimalike kahjude kohta. Teabe puudulikkus loob ruumi nii eitajatele kui ka hoiatajatele, mis tekitab paljudes ELi riikides sotsiaalseid ja poliitilisi pingeid (OECD, 2017). Seetõttu peaksid kodanike teavitamise kampaaniad olema esmatähtsad.

Teavituskampaaniaid tuleks korraldada kõigil tasanditel, alustades koolidest. Need peaksid näitama võimalikke terviseriske, aga ka digitaalse arengu võimalusi, millised on 5G-ülekande infrastruktuuri alternatiivid, ELi ja liikmesriikide võetud ohutusmeetmed (kokkupuute piirnormid) ning mobiiltelefoni õiget kasutamist. Ainult usaldusväärse ja täpse teabe abil saame võita tagasi kodanike usalduse ja jõuda ühisele kokkuleppele tehnoloogilise valiku osas, mis võib õigesti hallatuna tuua suurt sotsiaalset ja majanduslikku kasu.

8. Viited

8.1 Üldised viited

- Adams JA, Galloway TS, Mondal D, et al. Mobiiltelefonide mõju sperma kvaliteedile: süstemaatiline ülevaade ja metaanalüüs. *Environ Int.* 2014; 70: 106-12.
- Adebayo EA, Adeeyo AO, Ayandele AA, Omomowo IO. Telekommunikatsiooni tugijaamade RF-kiirguse mõju mikroobide mitmekesisusele ja antibiootikumiresistentsusele. *J Appl Sci Environ Manag.* 2014; 18: 669-674.
- Agiwal M, Roy A, Saxena N. Järgmise põlvkonna 5G traadita võrgud: põhjalik ülevaade. *IEEE Communications Surveys and Tutorials.* 2016; 8:1617-1655.
- Akdeniz M, Liu Y, Samimi M, et al. Millimeetrilaine kanali modelleerimine ja mobiilside läbilaskevõime hindamine. *IEEE J. Sel. Areas Commun.* 2014; 32:1-18.
- Alekseev S, Ziskin M. Millimeetrilaine võimsustihedus vesipõhistes bioloogilistes proovides. *Bioelektromagnetika.* 2001;22: 288-291.
- Alphandéry E. glioblastoomi ravi: ülevaade hiljutistest tööstuslikest arengutest. *Frontiers in Pharmacology.* 2018; 9: 879. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphar.2018.00879>
[DOI=10.3389/fphar.2018.00879](https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00879)
- Al-Saadeh O, Sung KA. 5G siseruumide traadita võrkude 5G täisdupleks- ja dünaamilise TDD-ühenduse jõudluse võrdlus. *EURASIP, Journal on Wireless Communications and Networking.* 2018.
- ANSES, Prantsusmaa toidu-, keskkonna- ja tööohutuse amet. 2013; https://www.anses.fr/en/content/anses-issues-recommendations-limiting-exposure-radiofrequencies?utm_campaign=Issue%20506_13_Oct_16_.htm&utm_medium=email&utm_source=Eloqua&elq=cb3f837aad7a401d8ff78f74b52ac467&elqCampaignId=712.
- ANSES, Prantsusmaa toidu-, keskkonna- ja tööohutuse amet. Estimations nationales de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine entre 1990 et 2018 .2019. <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/cancers/cancer-du-sein/documents/rapport-synthese/estimations-nationales-de-l-incidence-et-de-la-mortalite-par-cancer-en-france-metropolitaine-entre-1990-et-2018-volume-1-tumeurs-solides-etud>
- Armstrong R, Hall BJ, Doyle J, Waters E. Cochrane Update. Cochrane'i ülevaate "Scoping the scope". *Journal Public Health.* 2011; 33: 147-50.
- Austria Tehnoloogiainstituut. 5G-Mobilfunk und Gesundheit; Endbericht, im Auftrag des Österreichischen Parlaments. 2020. https://www.parlament.gv.at/ZUSD/FTA/5G-Gesundheit_Endbericht_final.pdf
- Baan R, Grosse A, Lauby-Secretan B jt, WHO Rahvusvahelise Vähiuuringute Agentuuri monograafia tööühma nimel. Raadiosageduslike elektromagnetväljade kantserogeensus. 2011. Avaldatud veebis, www.thelancet.com/oncology.
- Baracca P, Weber A, Wild T, Grangeat C. Statistiline lähenemisviis raadiosageduskiirguse kokkupuute vastavuse piiride hindamiseks massiivsetes MIMO-süsteemides. 2018 :ArXiv abs/1801.08351.
- Balazs-Bertenyi B. 5G NR standardid 3GPP-s. 2017. https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/global/business/networks/insights/event/th-e-silicon-valley-5g-summit-2017/Session-1_3GPP_Balazs-Bertenyi.pdf.
- BC Haiguste tõrje keskus. Raadiosageduse tööriistakomplekt keskkonnatervishoiuarstidele. Kanada, 2013. http://www.bccdc.ca/resource-gallery/Documents/Guidelines%20and%20Forms/Guidelines%20and%20Manuals/EH/EH/RadiofrequencyToolkit_v5_26032014.pdf

- Bhartiya P, et al. Pulseeritud 3,5 GHz suure võimsusega mikrolaine kiiritamine füsioloogilisele lahusele ja nende bioloogiline hindamine inimese rakuliinidel. *Sci Rep.* 2021; 11: 8475. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88078-x>. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88078-x>
- BERENIS uudiskiri. Eriväljaanne. Šveitsi elektromagnetväljade ja mitteioniseeriva kiirguse ekspertrühm. 2021. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/electrosmog/newsletter-of-the-swiss-expert-group-on-electromagnetic-fields-a.html>
- Blackman C, Forge S. 5G kasutuselevõtt: Euroopa, USA ja Aasia hetkeolukord. ITRE komisjoni tellitud põhjalik analüüs. Majandus-, teadus- ja elukvaliteedipoliitika osakond, sisepoliitika peadirektoraat. 2019; PE 631.060.
- Bosco L, Notari T, Ruvolo G, et al. Sperma DNA fragmentatsioon: Öhusaaste varajane ja usaldusväärne marker. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2018; 58: 243-249.
- Chahat N, Zhadobov M, Le Coq L, et al. 60-GHz antenni ja inimkeha vaheliste vastastikmõjude iseloomustamine kehavälise stsenaariumi korral. *IEEE Trans. Antennas Prop.* 2021; 60: 5958-5965.
- CommTech Talks. Fiber optics for sensing, Politecnico di Milano. 2015. <http://commtech.dei.polimi.it/it/eventi/commtech-talks>.
- David T, Viswanath P. *Fundamentals of Wireless Communication*. Cambridge University Press. 2005; Cambridge, UK.
- De Vocht F. Akustilise neuroomi juhtum: kommentaar: Mobiiltelefonide kasutamine ning aju kasvajate ja muude vähkkasvajate risk. *International Journal of Epidemiology.* 2014;43:273-274
- EPRS, Euroopa Parlamendi teadusuuringute talitus. (2017). Uued raadiosagedused mobiilsete internetiteenuste jaoks. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/607293/EPRS_BRI%282017%29607293EN.pdf
- EPRS, Euroopa Parlamendi teadusuuringute talitus. (2020). 5G traadita side mõju inimese tervisele. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646172/EPRS_BRI\(2020\)646172_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646172/EPRS_BRI(2020)646172_EN.pdf)
- Euroopa Komisjon (2019). Euroopa roheline kokkulepe: püüdlus saada esimeseks kliimanetraalseks mandriks. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.
- Euroopa Keskkonnaagentuur. Varajaste hoiatuste hilisemad õppetunnid: teadus, ettevaatus, innovatsioon. EEA aruanne nr 1. 2013. ISSN 1725-9177.
- Euroopa Parlamendi assamblee Elektromagnetväljade võimalikud ohud ja nende mõju keskkonnale. Euroopa Nõukogu resolutsioon 1815. 2011a. <https://pace.coe.int/en/files/17994>.
- Euroopa Parlamendi assamblee. Alalise komisjoni poolt assamblee nimel 27. mail 2011 vastu võetud tekst. 2011b. <https://assembly.coe.int/nw/xml/XRef/Xref-XML2HTML-en.asp?fileid=17994>.
- Euroopa Parlamendi resolutsioon komisjoni teatise kohta, mis käsitleb ettevaatuspõhimõtet. KOM 2000. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8deb58fd-ff20-4562-998c-293eee6724ac/language-en/format-PDF/source-search>
- Euroopa 5G vaatluskeskus. 3,4-3,8 GHz raadiospektri ühtlustamine algab Euroopas. 2020. <https://5gobservatory.eu/harmonisation-on-3-4-3-8-ghz-radio-spectrum-kicks-off-in-europe/>.
- FCC, Federal Communications Commission, Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to RF Electromagnetic Fields. Tech. Rep. Suppl. C OET Bulletin 652001.
- FORPG, Federal Amet for Radiation Protection of Saksamaa, 2019. <https://www.bfs.de/SharedDocs/Stellungnahmen/BfS/EN/2019/0320-5G.html>
- Foster KR. Kommentaarid Neufeldi ja Kusteri kohta: Ajaliselt muutuva 5G rfy ekspositsiooni ohutuspiiride süstemaatiline tuletamine analüütiliste mudelite ja soojusdoosi alusel. *Health Physics.* 2019; 117:67-69.

- Foster KR, Lozano-Nieto A, Riu PJ, Ely TS. Kudede kuumutamine mikrolaine abil: mudelanalüüs. Bioelektromagnetika. 1998; 19:420-8.
- Foster PMD. Reguleerimisfoorumi arvamuskirje: Uued reproduktsiooni- ja arengutoksilisuse katseparadigmad. NTP modifitseeritud ühe põlvkonna uuring ja OECD 443. Toksikoloogiline patoloogia. 2014; 42: 1165-1167.
- Gaylor DW, Kodell RL, Chen JJ, Krewski D. Vähi ja mittekantseroogeensete lõpp-punktide riskihindamise ühtne lähenemisviis, mis põhineb võrdlusdoosidel ja määramatuse/ohutuse teguritel. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 1999; 29: 151-157.
- GBD, ülemaailmne haiguskoormus 2016. Aju- ja muu tsnsüsteemi vähi koostööpartnerid. Aju- ja muude kesknärvisüsteemi vähkasvajate ülemaailmne, piirkondlik ja riiklik koormus, 1990-2016: süstemaatiline analüüs Global Burden of Disease Study 2016 jaoks. Lancet Neurol 2019; 18: 376-93.
- Golovatševa TV. EHF-ravi südame-veresoonkonna haiguste komplekses ravis. 10. Vene sümpoosion. Millimeetritelained meditsiinis ja bioloogias. 1995; 29-31. Moskva: IRE RAN. (vene keeles).
- Grandjean P. Teadus ettevaatuslike otsuste tegemiseks. In: Late Lessons from Early Warnings: Teadus, ettevaatus, innovatsioon. EEA. 2013; 635-638.
- Guo L, Kubat NJ, Isenberg RA. Pulseeritud raadiosagedusenergia (PRFE) kasutamine meditsiinilistes rakendustes. Electromagn Biol Med. 2011; 30:21-45.
- Hardell L, Carlberg M. Mobiiltelefonid, juhtmeta telefonid ja ajukasvaja esinemissagedus erinevates vanuserühmades Rootsi riiklikus haigla registris ja Rootsi vähiregistris aastatel 1998-2015. PLoS ONE. 2017; 12: e0185461.
- Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH. Akustilise neuroomi diagnoosi 1997-2003 ja 2007-2009 ning mobiiltelefoni ja juhtmeta telefonide kasutamise juhtumi-kontrolliuuringute koondanalüüs. International Journal of Oncology. 2013; 43: 1036-1044.
- Hardell L, Mild HK, Sandström M, et al. Vestibulaarne schwannoom, tinnitus ja mobiiltelefonid. Neuroepidemiologia. 2003;22:124-9.
- Hasegawa T, Kida Y, Kato T, Iizuka H, et al. Vestibulaarsete schwannoomide stereotaktilise kiiritusravi pikaajaline ohutus ja efektiivsus: 440 patsiendi hindamine rohkem kui 10 aastat pärast ravi Gammanuga. J Neurosurg. 2013; 118:557-65.
- Madalmaade tervisenõukogu. 5G ja tervis. Haag: 2020; väljaanne nr 2020/16. www.healthcouncil.nl.
- Huff J. Pikaajalised keemilise kantserogeensuse biotestid ennustavad inimese vähi ohu: probleemid, vastuolud ja ebakindlus. Annals New York Academy of Sciences. 1999; 895: 56-79.
- Huff J. Loomkatsete väärtus kantserogeensete tuvastamisel. In: Late Lessons from Early Warnings: Science, Precaution, Innovation. EEA, 2013; 194-196.
- Kastenhofer K, Mesbahi Z, Schaber F, Nentwich, M. 5G. Mobilfunk und Gesundheit; Endbericht, im Auftrag des Österreichischen Parlaments, Nr. ITA-AIT-11, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) und AIT Austrian Institute of Technology. 2020. Inglisekeelne kokkuvõte. pub.oew.ac.at/ita/ita-projektberichte/ITA-AIT-11.pdf
- Keiser G. Optiline kiudoptiline side. Wiley Encyclopedia of Telecommunication. 2003. <https://doi.org/10.1002/0471219282.eot158>
- Jalilian H, Eeftens M, Ziaei M, Rösli M. Rahva kokkupuude raadiosageduslikele elektromagnetväljadele igapäevases mikrokeskkonnas: Ajakohastatud süstemaatiline ülevaade Euroopa kohta. Environ Res. 2019; 176:108517.
- IARC, Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur. Mitteioniseeriv kiirgus, II osa: raadiosageduslikud elektromagnetväljad. Monograafiad inimestele kantserogeensete riskide hindamise kohta, köide 102. 2013; Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur, Lyon.
- IARC, Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur Preambula, ajakohastatud 2019. IARC. 2019; <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Preamble-2019.pdf>

- IARC, Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur. IARCI monograafiate prioriteetide soovitamise nõuanderühma aruanne aastateks 2020-2024. IARC. 2019. https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2019/10/IARCMonographs-AGReport-Priorities_2020-2024.pdf.
- ICNIRP. Suunised elektromagnetväljadega (100 KHZ kuni 300 GHz) kokkupuute piiramiseks. Health Phys. 2020a; 118: 483-524. <https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/rf-guidelines-2020-published.html>
- ICNIRP. Erinevused ICNIRP (2020) ja varasemate suuniste vahel. 2020b. <https://www.icnirp.org/en/differences.html>.
- ICNIRP. Avalik konsultatsioon. 2020c. <https://www.icnirp.org/en/activities/public-consultation/index.html>.
- IEEE standard ohutustasemete kohta seoses inimeste kokkupuutega raadiosageduslikele elektromagnetväljadele, 3 kHz kuni 300 GHz, IEEE standard C95.1. 1992.
- IEEE standardkirja tähised radar-sagedusribade jaoks, In: IEEE Standard Letter Designations for Radar-Frequency Bands: IEEE Std 521-2002 (IEEE Std 521-1984 redaktsioon). 2003;1-10.
- IEEE standard ohutustasemete kohta seoses inimeste kokkupuutega raadiosageduslikele elektromagnetväljadele, 3 kHz kuni 300 GHz, IEEE standard C95.1. 2005.
- ISTISAN, Istituto Superiore di Sanità, aruanne 19/11. Lagorio S, Anglesio L, d'Amore G, Marino C, Scarfi MR. RFy-kiirgus ja vähk: teaduslike tõendite kokkuvõte. 2019; ii, 111 (itaalia keeles).
- Lebedeva NN Terve inimese sensori ja subsensori reaktsioonid madala intensiivsusega millimeetritelaine perifeersele mõjule. Mil-limetrovie Volni v Biologii i Medicine. 1993; 2: 5-23 (vene keeles).
- Lebedeva NN. Madala intensiivsusega mitteioniseerivate elektromagnetiliste väljade perifeerse toime bioloogiliste mõjude neurofüsioloogilised mehhanismid inimestel. 10. Venemaa sümpoosion Millimeetritelained meditsiinis ja bioloogias. 1995; 138-140. (Ettekannete kokkuvõte). Moskva: IRE RAN. (vene keeles).
- Le Drean Y, Mahamoud YS, Le Page Y, et al. teadmiste tase bioloogiliste mõjude kohta 40-60 GHz sagedustel. Comptes Rendus Physique. 2013; 14:402-411.
- Leszczynski D. 2020. <https://betweenrockandhardplace.wordpress.com/2020/03/31/fact-check-there-are-no-30-000-studies-on-health-effects-of-emf-used-in-wireless-communication/>
- Madjar HM. Inimese raadiosagedusega kokkupuute piirmäärad: Euroopa, USA, Kanada, Hiina, Jaapani ja Korea viitetasemete ajakohastamine. 2016. aasta rahvusvaheline elektromagnetilise ühilduvuse sümpoosion - EMC EUROPE. IEEE, 2016.
- Mandrioli D, Schlünssen V, Ádám B, et al. WHO/ILO tööga seotud haiguskoormus ja vigastused: Tolmu ja/või kiududega kokkupuute ning tolmu ja/või kiududega kokkupuute mõju pneumokonioosi süstemaatiliste ülevaadete protokoll (Protocol for systematic reviews of occupational exposure to dusts ja/või fibres and of the effect of occupational exposure to dusts ja/või fibres on pneumoconiosis). Environment International. 2018; 119 :174-185.
- Maronpot RR, Flake G, Huff J. Loomade kantserogeneesi tulemuste tähtsus inimese vähi prognoosimisel ja ennetamisel. Toxicologic Pathology. 2004; 32; 40-48.
- Melnick R. Seoses ICNIRPi hinnanguga riikliku toksikoloogiaprogrammi raadiosagedusliku elektromagnetvälja kantserogeensuse uuringutele. Health Physics. 2020; 118: 6.
- Mikrolaineuudised (2020). 5G laine kujundused vaidluses. Ken Foster ja Niels Kuster on eriarvamusel keskmiste aegade osas. <https://www.microwavenews.com/short-takes-archive/5g-waveforms-dispute>.
- Mitschke F. Fiiberoptilised andurid. In: Fiber Optics. Springer, Berlin, Heidelberg. 2009. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03703-0_12.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA rühma nimel. Eelistatud aruandluselemendid süstemaatiliste ülevaadete ja metaanalüüside jaoks: PRISMA avaldus. BMJ. 2009;339:b2535.
- Montano L, Bergamo P, Andreassi MG, Lorenzetti S. Inimese sperma roll varajase ja usaldusväärse vahendina keskkonnamõju hindamisel inimese tervisele. Eco Food Fertility group. 2018.

- Morgan R L, Whaley P, Thayer K A, Schünemann HJ. Identifying the PECO: raamistik heade küsimuste sõnastamiseks, et uurida keskkonna- ja muude kokkupuutete seost tervise tulemustega. Environmental International, 2018. <https://www.researchgate.net/publication/327267890>
- Moskowitz, Joel M. Elektromagnetväljadega kokkupuute mõju. Elektromagnetilise kiirguse ohutus, 2018 (uuendatud 2020). 2020. <https://publichealth.berkeley.edu/news-media/video-room/joel-m-moskowitz-radio-frequency-radiation-health-risks-implications-for-5g/>
- Nasim I, Kim S. Inimese kokkupuude RF-väljadega 5G allalülituses. 2017. arXiv:1711.03683v1 [eess.SP].
- Neufeld E ja Kuster N. Vastus professor Fosteri kommentaaridele. Health Physics. 2019; 117,1: 70-71 https://journals.lww.com/health-physics/Citation/2019/07000/Response_to_Professor_Foster_s_Comments.10.aspx
- NTP, riiklik toksikoloogiaprogramm. NTP tehniliste aruannete eelnõude eksperdi hinnang mobiiltelefonide raadiosageduskiirguse kohta. 2018. https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/peerreview20180328_508.pdf.
- OECD, Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsioon. Test nr 421: Reproduktsiooni/arengutoksilisuse sõeltest. OECD suunised kemikaalide katsetamiseks, 4. jagu. 2018; OECD Publishing, Pariis, <https://doi.org/10.1787/9789264264380-en>.
- OECD, Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsioon. Usaldus ja avalik poliitika: How Better Governance Can Help Rebuild Public Trust. OECD Public Governance Reviews. 2017; OECD Publishing, Pariis, <https://doi.org/10.1787/9789264268920-en>.
- OECD, Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsioon. Katse nr 443: laiendatud ühe põlvkonna reproduktiivtoksilisuse uuring. OECD suunised kemikaalide katsetamiseks, 4. jagu. 2018a; OECD Publishing, Pariis. <https://doi.org/10.1787/9789264185371-en>.
- OECD, Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsiooni test nr 451: Kantserogeensuse uuringud. OECD suunised kemikaalide katsetamiseks, 4. jagu. 2018b; OECD Publishing, Pariis. <https://doi.org/10.1787/9789264071186-en>.
- OECD, Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsioon. Laiendatud ühe põlvkonna reproduktiivtoksilisuse uuring (EOGRTS) (OECD TG 443). Läbivaadatud juhenddokument 150 standardiseeritud katsesuuniste kohta kemikaalide hindamiseks sisesekretsioonisüsteemi häirete suhtes. 2018c. OECD Publishing, Pariis, <https://doi.org/10.1787/9789264304741-34-en>.
- Pakhomov AG, Akyel Y, Pakhomova ON, et al. Millimeetriliste lainete bioloogiliste mõjude uurimise hetkeseis ja mõju: kirjanduse ülevaade. Bioelectromagnetics. 1998; 19:393-413.
- Peterson J, Pearce PF MPH, Ferguson LA, Langford CA . Scoping-ülevaadete mõistmine: Definiitsioon, eesmärk ja protsess. 2016. <https://doi.org/10.1002/2327-6924.12380>
- Philips A, Henshaw DL, Lamburn G, O'Carroll MJ. Ajukasvajad: glioblastoma multiforme'i esinemissageduse suurenemine Inglismaal 1995-2015 viitab kahjulikule keskkonna- või elustiilitegurile. J Environ Public Health. 2018; Artikkel ID 7910754, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2018/7910754> Qualcomm.com. Ülemaailmne ajakohastatud teave 4G ja 5G spektri kohta. 2020. <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/spectrum-for-4g-and-5g.pdf>.
- Ramundo-Orlando A. Millimeetrilaine kiirguse mõju rakumembraanile - lühiülevaade. Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves. 2010; 31:1400-1411.
- Rappaport T, Sun S, Mayzus S, et al. Millimeeterlaine mobiilside 5G mobiilside jaoks: see toimib! IEEE Access. 2013; 1: 335-349.
- Romanenko S, Harvey AR, Hool L, et al. Millimeetrilaine kiirgus aktiveerib leekide notsitseptoreid TRPV1- nagu retseptori sensibiliseerimise kaudu. Biophys J. 2019; 116:2331-2345.
- Rösli M, Lagorio S, Schoemaker MJ, et al. Aju- ja süljenäärmete kasvaja ja mobiiltelefonide kasutamine: erinevate epidemioloogiliste uuringute tõendite hindamine. Annu Rev Public Health. 2019; 40: 221-38.

- Saghir M ja Dorato A. Reproduktsiooni- ja arengutoksilisuse testimine: Regulatory Toxicology and Pharmacology 2016; 79: 110-11.
- Sambo N, Castoldi P, D'Errico A et al. Järgmise põlvkonna muutuva ribalaiusega transponderid. IEEE Communications Magazine. 2015; 53:163-171.
- SCHEER, tervise-, keskkonna- ja uute riskide teaduskomitee. Avaldus esilekerkivate terviseprobleemide kohta ja keskkonnaalaste riskide kohta küsimused. 2018
https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/experts/declarations/scheer_en
- SCENIHR, uute esilekerkivate terviseriskide teaduskomitee. Arvamus elektromagnetväljadega kokkupuute võimalike tervisemõjude kohta. Bioelectromagnetics. 2015;36: 480-4.
- Scruggs S. NIEHSi kommunikatsiooni ja avalike suhete büroo. Jaanuar 2020.
<https://factor.niehs.nih.gov/2020/1/community-impact/5g-technology/index.htm>.
- Seferis, C, et al. Pahaloomuline transformatsioon vestibulaarse schwannoomi korral: aruanne üksikjuhtumist, kirjanduse otsing ja arutelu. J Neurosurg. 2014: 121 (Suppl): 160-6.
- Sgargi D, Adam B, Budnik L, et al. Protokoll süstemaatilise ülevaate ja metaanalüüsi jaoks, mis käsitleb inimeste kokkupuudet pestitsiidijääkidega mees ja muudes mesilastoodetes. Environmental Research. 2020; 186:109470.
- Shakib S, Park H, Dunworth J, et al. Väga tõhus ja lineaarne võimsuse võimendaja 28-GHz 5G faasilise massiivi raadioside jaoks 28-nm CMOSis. IEEE J. Solid-State Circuits. 2016; 51, 12.
- Simkó M, Mattsson MO. 5G traadita side ja mõju tervisele - pragmaatiline ülevaade olemasolevate uuringute põhjal, mis käsitlevad sagedusalasid 6 kuni 100 GHz. Int J Environ Res Public Health. 2019; 16(18). pii: E3406.
- Singh R, Nath R, Mathur AK, Sharma RS. RFy kiirguse mõju reproduktiivsele tervisele. Indian J Med Res. 2018;148(Suppl): 92-99.
- Smith-Roe SL, Wyde ME, Stout MD jt. mobiiltelefonide raadiosageduskiirguse genotoksilisuse hindamine isastel ja emastel rottidel ja hiirtel pärast subkroonilist kokkupuudet. Environ Molec. Mutagenesis. 2020; 61: 276-290.
- Soghomonyan D, Trchounian K, Trchounian A. Millimeetrilised lained ehk äärmiselt kõrgsageduslikud elektromagnetväljad keskkonnas: milline on nende mõju bakteritele? Appl Microbiol Biotechnol. 2016; 100:4761-71.
- SSM, Rootsi kiirgusohutuse ameti elektromagnetväljade teadusnõukogu. Hiljutised uuringud elektromagnetväljade ja terviseriskide kohta. SSMi elektromagnetväljade teadusnõukogu neljateistkümnnes aruanne. Fields. 2020.
<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/en/publications/reports/radiation-kaitse/2020/202004/>
- 3GPP spetsifikatsioon 38 seeria, Mobiilse lairibaühenduse standard
<https://www.3gpp.org/DynaReport/38-series.htm>
- Ameerika Ühendriikide valitsuse aruandekohustus. Telekommunikatsioon: mobiiltelefonide kokkupuute- ja testimisnõuded tuleks ümber hinnata. GAO. 2012; 12:771.
- Vornoli A, Falcioni L, Mandrioli D, et al. The Contribution of In Vivo Mammalian Studies to the Knowledge of Adverse Effects of Radiofrequency Radiation on Human Health. Int J Environ Res Public Health. 2019;16:3379.
- Warren C, James LA, Ramsden RT, et al. Vestibulaarsete schwannoomide korduvate kromosoomikao piirkondade tuvastamine võrdleva genoomilise hübriidimise abil. J Med Genet. 2003;40: 802-6.
- WHO, Maailma Terviseorganisatsioon. (1993). Elektromagnetväljad. Keskkonnatervise kriteeriumid. 1993;137.
- WHO, Maailma Terviseorganisatsioon. Raadiosagedusväljad. Keskkonnatervise kriteeriumide monograafia. Uuesti algatatud üleskutse süstemaatiliste ülevaadete koostamiseks. 2020...
https://www.who.int/peh-emf/research/rf_ehc_page/en/.

- Wyde M, Cesta M, Blystone C, et al. Report of Partial findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® rats . (Kogu keha ekspositsioon). 2016. <https://doi.org/10.1101/055699>
- Woodruff TJ ja Sutton P. The Navigation Guide süstemaatilise ülevaate meetodika: range ja läbipaistev meetod keskkonnatervishoiu teadustulemuste paremaks muutmiseks. *Environ Health Perspect.* 2014; 122: 1007-14.
- Wu T, Rappaport T ja Collins C. Ohutu tulevaste põlvkondade jaoks: Millimeetralainete ohutusega seotud kaalutlused traadita side puhul. *IEEE Microwave.* 2015; 16: 65- 84.
- Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, et al. Madala intensiivsusega raadiosagedusliku kiirguse bioloogilise aktiivsuse oksüdatiivsed mehhanismid. *Electromagn Biol Med.* 2016; 35: 186-202.
- Zada G, Bond AE, Wang YP, et al. Esmaste pahaloomuliste ajukasvajate anatoomilise paiknemise suundumused Ameerika Ühendriikides: 1992-2006. *World Neurosurg.* 2012;77:518-24.
- Zaljubovskaja N P. Millimeetriste raadiolainete bioloogiline mõju. *Vracheboyne Delo.* 1977; 3:116-119. (Vene keeles).
- Zhang J, Ge X, Li Q, Guizani M, Zhang Y. 5G millimeetralaine antennimassiiv: disain ja probleemid. *IEEE Wireless Communications.* 2017.
- Zimmerman JW, Jimenez H, Pennison MJ, et al. Vähi sihipärane ravi tuumorispetsiifilistel sagedustel amplituudmoduleeritud raadiosageduslikel elektromagnetväljadel. *Chin J Cancer.* 2013; 32: 573-581.
- Zlatanov N. Sissejuhatus kiudoptika teooriasse. 2017. DO - 10.13140/RG.2.2.29183.20641.

8.2 Inimese vähktõbe käsitleva ülevaate viited

- Ahlbom A, Feychting M, Green A et al. ICNIRP (Rahvusvaheline mitteioniseeriva kiirguse kaitse komisjon). Standing Committee on Epidemiology. Epidemioloogilised tõendid mobiiltelefonide ja kasvajariski kohta: ülevaade. *Epidemiology.* 2009; 20: 639-652.
- Al-Qahtani K. Mobiiltelefonide kasutamine ja näärmeevähk: A Retrospective Case-Control Study. *Gulf J Oncolog.* 2016;1:71-8.
- Armstrong B, Mriault G, Guenel P et al. Assotsiatsioon impulss elektromagnetväljadega kokkupuute ja vähi vahel Quebecis, Kanadas ja Prantsusmaal töötavate elektrikütajate seas. *Am J Epidemiol.* 1994; 140: 805-820.
- Atzmon I, Linn S, Richter E, Portnov BA. Vähiriskid druuside Isifya külas: Põhjused ja RF/MW antennid. *Patofüsioloogia.* 2012;19:21-8.
- Auvinen A, Hietanen M, Luukkonen R, Koskela RS. Ajukasvajad ja süljenäärmevähk mobiiltelefonide kasutajate seas. *Epidemiology.* 2002; 13: 356-359.
- Aydin D, Feychting M, Schüz J, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja ajukasvajad lastel ja noorukitel: mitmekeskuseline juhtumi-kontrolliuuring. *J Nat Cancer Inst.* 2011; 103:1264-1276.
- Baldi I, Coureau G, Jaffre A jt. Töölane ja elukohajärgne kokkupuude elektromagnetväljadega ja ajukasvajate risk täiskasvanutel: juhtumi-kontrolliuuring Prantsusmaal Gironde'is. *Int J Cancer.* 2011; 129: 1477-1484.
- Balekouzou A, Yin P, Afewerky HK, Bekolo C, et al. Behavioral riskifaktorid rinnavähi tekkeks Bangui Kesk-Aafrika Vabariigis: A retrospective case- control study. *PLoS ONE* 2017; 12: e0171154.
- Baumgardt-Elms C, Ahrens W, Bromen K jt. munandivähk ja elektromagnetväljad (EMF) töökohal: Saksamaal läbi viidud populatsioonipõhise juhtumi-kontrolliuuringu tulemused. *Cancer Causes Control.* 2002; 13:895-902.
- Benson VS, Pirie K, Schüz J, et al. Million Women Study Collaborators. Mobiiltelefonide kasutamine ning aju kasvaja ja muude vähkkasvajate risk: prospektiivne uuring. *Int J Epidemiol.* 2013; 42:792-802.

- Berg G, Schiiz J, Samkange-Zeeb F, Blettner M. Epidemioloogilises uuringus hinnatakse mobiiltelefonide igapäevasest kasutamisest tulenevat raadiosageduskiirgust: Saksa valideerimisuuring rahvusvahelises ajuvähi juhtumi kontrolliuuringus - INTERPHONE Study. *J Expo Anal Environ Epidemiol.* 2005; 15: 217-224.
- Berg G, Spallek J, Schiiz J et al. INTERPHONE Study Group, Saksamaa. Töölane kokkupuude raadiosagedus-/mikrolainekiirgusega ja ajukasvaja risk: INTERPHONE Study Group, Saksamaa. *Am J Epidemiol.* 2006; 164: 538-548.
- Cardis E, Armstrong BK, Bowman JD, et al. Ajukasvajate risk seoses mobiiltelefonide hinnangulise RF-doosiga: viie Interphone'i riigi tulemused. *Occup Environ Med.* 2011; 68:631-640.
- Cardis E, Deltour I, Mann S, et al. Mobiiltelefonide poolt kiiratava RF-energia jaotumine aju anatoomilistes struktuurides. *Phys Med Biol.* 2008 ; 53: 2771-2783.
- Cardis E et al. The INTERPHONE study: design, epidemioloogilised meetodid ja uuringupopulatsiooni kirjeldus. *Eur J Epidemiol.* 2007; 22: 647-664.
- Carlberg M, et al. Kilpnäärmevähi kasvav esinemissagedus Põhjamaades, põhirõhk Rootsi andmetel. 2016, *BMC cancer*, 16, 426-426.
- Carlberg M et al. 2007-2009 diagnoositud meningioomapatsiendid ja seos mobiiltelefoni ja juhtmeta telefonide kasutamisega: juhtumi-kontrolliuuring. *Environmental Health* 2013 12:60.
- Christensen HC et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja akustilise neuroomi risk. *Am J Epidemiol.* 2004;; 159: 277-283.
- Christensen HC, Schüz J, Kosteljanetz M, et al. Mobiiltelefonid ja ajukasvaja risk: rahvastikupõhine juhtumi-kontrolli uuring. *Neurology.* 2005;64: 1189-95.
- Cook A, Woodward A, Pearce N, Marshall C. Mobiiltelefonide kasutamine ja aju, pea ja kaela kasvajate ajalised suundumused. *N Z Med J.* 2003; 116(1175):U457.
- Cooke R, Laing S, Swerdlow AJ. Juhtumi-kontrolliuuring leukeemiariski kohta seoses mobiiltelefoni kasutamisega. *Br J Cancer.* 2010; 103: 1729-1735.
- Cooper D, Hemming K, Saunders P. Re: Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfieldi saatja; II. Kõik suure võimsusega saatjad. *Am J Epidemiol.* 2001; 153: 202-204.
- Coureau G, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja ajukasvajad CERENATi juhtumi-kontrolliuuringus. *Occup Environ Med.* 2014; 71:514-22.
- Czeminski R, Zini A, Sgan-Cohen HD. Pahaloomuliste parotidiidtuumorite risk Iisraelis (1970- 2006). *Epidemiology*, 2011; 22: 130-131.
- Davis RL, Mostofi FK. Munandivähi esinemissagedus politseiametnikel, kes puutuvad kokku käsiradariga. *Am J Ind Med.* 1993; 24; 231-233.
- de Vocht F, Burstyn I, Cherrie JW. Ajasuundumused (1998-2007) ajuvähi esinemissageduses seoses mobiiltelefonide kasutamisega Inglismaal. *Bioelectromagnetics.* 2011; 32: 334-339.
- Degrave E, Meeusen B, Grivegne AR, et al. Surmapõhjused Belgia kutseliste sõjaväeradari operaatorite seas: 37-aastane retrospektiivne kohortuur. *Int J Cancer.* 2009; 124: 945-951.
- Deltour I, Johansen C, Auvinen A, et al. ajukasvaja esinemissageduse ajalised suundumused Taanis, Soomes, Norras ja Rootsis, 1974-2003. *J Natl Cancer Inst.* 2009; 101: 1721-1724.
- Deltour I, Johansen C, Auvinen A, et al. Response: Re: Ajastutrendid ajukasvaja esinemissageduses Taanis, Soomes, Norras ja Rootsis, 1974-2003. *J Natl Cancer Inst*, 2010; 102: 742-743.
- Dolk H, Shaddick G, Walls P, Grundy C, Thakrar B, Kleinschmidt I, Elliott P. Cancer incidence near radio and television transmitter in Great Britain. I. Sutton Coldfieldi saatja. *Am J Epidemiol.* 1997; 1;145:1-9.
- Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ. Mobiiltelefonide kasutajate põhjusspetsiifiline suremus. *JAMA.*1999; 282: 1814-1816.

- Duan Y, Zhang Z, Bu RF. Mobiiltelefonide kasutamise ja epiteeli kõhunäärme pahaloomuliste kasvaja vaheline seos. *Int J Oral Medicine*. 2011; 40: 9966-972.
- Eger H, Hagen KU, Lucas B et al. The influence of being physically near to a cell phone transmission mast on the incidence of cancer. *Umwelt-medizin Gesellschaft*. 2004; 7:1-7.
- Eger H ja Neppe F. Krebsinzidenz von Anwohnern im Umkreis einer Mobilfunksendeanlage in Westfalen. *Umwelt-medizin Gesellschaft*. 2009; 22: 55-60.
- Elliott P, Toledano MB, Bennett J, Beale L, de Hoogh K, Best N, Briggs DJ. Mobiiltelefonide tugijaamad ja varases lapsepõlves esinevad vähid: juhtumikontrolliuuring. *BMJ*. 2010; 340:c3077.
- Frei P, Mohler E, Biirgi A et al.; QUALIFEX Team. Isikliku kokkupuute klassifitseerimine raadiosageduslikele elektromagnetväljadele (RF-EMF) epidemioloogiliste uuringute jaoks: Erinevate kokkupuute hindamise meetodite hindamine. *Environ Int*. 2010; 36: 714-720.
- Frei P et al. "Mobiiltelefonide kasutamine ja ajukasvaja risk: Taani kohordiuuringu ajakohastatud andmed". *BMJ* 2011;343:d6387.
- Gavin AT ja Catney D. Kogukonna vähkasvajate klasterite probleemide lahendamine. *Ulsteri Meditsiiniühing*. 2006; 75: 195-199.
- Gonzalez-Rubio J, Arribas E, Ramirez-Vazquez R, Najera A. Raadiosageduslikud elektromagnetväljad ja mõned tundmatu etioloogiaga vähivormid: Ökoloogiline uuring. *Sci Total Environ*. 2017;599-600:834-843.
- Gousias K, Markou M, Voulgaris S et al. Aju glioomide kirjeldav epidemioloogia Loode-Kreekas ja võimalike eelsoodumustegurite uurimine, 2005-2007. *Neuroepidemiology*. 2009; 33: 89-95.
- Grayson JK. Kiirituskiiritus, sotsiaalmajanduslik staatus ja ajukasvaja risk USA õhujõududes: sissehitatud juhtumi-kontrolli uuring. *Am J Epidemiol*. 1996; 143: 480-486.
- Groves FD, Page WF, Gridley G, et al. Vähk Korea sõjalaevastiku tehnikute seas: suremuse uuring 40 aasta pärast. *Am J Epidemiol*. 2002; 155: 810-818.
- Ha M, Im H, Kim BC, et al. Viie autori vastus. *Am J Epidemiol*. 2008;167: 884-885.
- Ha M, Im H, Lee M et al. AM-raadiosaatjate raadiosageduskiirguse ekspositsioon ja l a s t e leukeemia ja ajuvähk. *Am J Epidemiol*. 2007; 166: 270-279.
- Ha M, Lim HJ, Cho SH, et al. Vähi esinemine Korea AM-raadiosaatjate läheduses. *Arch Environ Health*. 2003; 58: 756-762.
- Hardell L, Hansson Mild K, Pahlson A, Hallquist A. Ioniseeriv kiirgus, mobiiltelefonid ja ajukasvaja risk. *Eur J Cancer Prev*. 2001; 10: 523-529.
- Hardell L, Hansson Mild K, Carlberg M. Juhtumikontrolliuuring mobiiltelefoni ja juhtmeta telefonide kasutamise ning pahaloomuliste ajukasvajate riski kohta. *Int J Radiat Biol*. 2002; 78: 931-936.
- Hardell L, Hansson Mild K, Carlberg M. Täiendavad aspektid mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide ning ajukasvajate kohta. *Int J Oncol*. 2003; 22: 399-407.
- Hardell L, Carlberg M. Mobiiltelefonid, juhtmeta telefonid ja ajukasvaja risk. *Int J Oncol*. 2009; 35: 5-17.
- Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Kahe juhtumi-kontrolliuuringu ühendatud analüüs mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide kasutamise ja aastatel 1997-2003 diagnoositud healoomuliste ajukasvajate riski kohta. *Int J Oneal*. 2006a; 28: 509-518.
- Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Kahe juhtumi-kontrolliuuringu ühendatud analüüs mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide kasutamise ning aastatel 1997-2003 diagnoositud pahaloomuliste ajukasvajate riski kohta. *Int Arch Occup Environ Health*. 2006b;79: 630-639.
- Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Epidemioloogilised tõendid traadita telefonide kasutamise ja kasvaja haiguste vahelise seose kohta. *Pathophysiology*. 2009; 16: 113-122.
- Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Mobiiltelefonide kasutamine ja pahaloomulise ajukasvaja risk: juhtumi-kontrolliuuring surnud juhtude ja kontrolljuhtude kohta. *Neuroepidemiology*. 2010;35:109-114.

- Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K . Pahaloomuliste ajukasvajate ning mobiiltelefoni ja juhtmeta telefonide kasutamise juhtumi-kontrolli uuringute koondanalüüs, mis hõlmab nii elavaid kui ka surnud isikuid. *Int J Oneal*. 2011; 38: 1465-1474.
- Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K, Eriksson M . Juhtumikontrolliuuring mobiiltelefoni ja juhtmeta telefonide kasutamise ning pea- ja kaelapiirkonna pahaloomulise melanoomi riski kohta. *Patofüsioloogia*. 2011b;18:325-333.
- Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K . Juhtumikontrolliuuring mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide kasutamise ja aastatel 2000-2003 diagnoositud pahaloomuliste ajukasvajate vahelise seose kohta. *Environ Res*. 2006c ; 100: 232-241.
- Hardell L, Carlberg M, Ohlson CG, et al. Mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide kasutamine ja munandivähi risk. *Int J Androl*. 2007b; 30: 115-122.
- Hardell L, Carlberg M, Soderqvist F et al. Mobiiltelefonide pikaajaline kasutamine ja ajukasvajad: suurenenud risk seoses kasutamisega > või =10 aastat. *Occup Environ Med*. 2007a; 64: 626-632.
- Hardell L, Carlberg M, Soderqvist F, Hansson Mild K. Mobiiltelefonide pikaajalise kasutamise ja ajukasvajate seose metaanalüüs. *Int J Oncol*. 2008; 32: 1097-1103.
- Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH. Juhtumikontrolliuuring aastatel 2007-2009 diagnoositud pahaloomuliste ajukasvajate ning mobiiltelefoni ja juhtmeta telefonide kasutamise vahelise seose kohta. *Int J Oncol*. 2013a;43:1833-45.
- Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Mild KH. Juhtumi- ja kontrolliuuringute koondanalüüs akustilise neuroomi diagnoosimise kohta aastatel 1997-2003 ja 2007-2009 ning mobiiltelefoni ja juhtmeta telefonide kasutamise kohta. *Int J Oncol*. 2013b;43:1036-44.
- Hardell L, Carlberg M. Mobiiltelefonide ja juhtmeta telefonide kasutamine ja glioomi tekkerisk - Rootsi koondatud juhtumikontrolliuuringute analüüs, 1997-2003 ja 2007-2009, *Pathophysiology*; 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pathophys.2014.10.001>.
- Hardell L, Eriksson M, Carlberg M, et al. Mobiiltelefonide või juhtmeta telefonide kasutamine ja mitte-Hodgkini lümfoomi risk. *Int Arch Occup Environ Health*. 2005; 78: 625-632.
- Hardell L ja Hallquist A, Hansson Mild K et al. Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours. *Eur J Cancer Prev*. 2002a; 11: 377-386.
- Hardell L, Hallquist A, Hansson Mild K et al. Ei seost mobiiltelefoni või juhtmeta telefonide kasutamise ja süljenäärmete kasvaja vahel. *Occup Environ Med*. 2004; 61: 675-679.
- Hardell L, Nasman A, Pahlson A, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja ajukasvaja risk: A case control study. *Int J Oncol*. 1999;15: 113-116.
- Hardell L, Nasman A, Pahlson A, Hallquist A. Juhtumikontrolliuuring radioloogiatöö, meditsiiniliste röntgenuuringute ja mobiiltelefonide kasutamise kohta kui ajukasvaja riskifaktorid. *Med Gen Med*. 2000;2(2):E2.
- Hartikka H. Mobiiltelefoni kasutamine ja glioomi paiknemine: juhtumianalüüs. *Bioelectromagnetics*. 2009; 30: 176-182.
- Hauri DD, et al. Exposure to radio-frequency electromagnetic fields from broadcast transmitter and risk of childhood cancer: a census-based cohort study. *Am J Epidemiol*. 2014;179:843-51.
- Hayes RB, Brown LM, Pottern LM, et al. Occupation and risk for testicular cancer: a case-control study. *Int J Epidemiol*. 1990; 19: 825-831.
- Hepworth SJ, Schoemaker MJ, Muir KR, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja glioomi risk täiskasvanutel: juhtumi-kontrolliuuring. *BMJ*. 2006; 332: 883-887.
- Hocking B, Gordon IR, Grain HL, Hatfield GE. Vähi esinemissagedus ja suremus ning lähedus teletornidele. *Med J Aust*. 1996: 165: 601-605.
- Hours M, Bernard M, Montestrucq L, et al. Cell Phones and Risk of brain and acoustic nerve tumors: Prantsuse INTERPHONE juhtumi-kontrolli uuring. *Rev Epidemiol Sante Publique*. 2007; 55: 321-332.

- IARC, Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur. Mitteilioneeriv kiirgus, 1. osa: staatilised ja äärmiselt madalsageduslikud (ELF) elektri- ja magnetväljad. Monograafiad inimestele kantserogeensete riskide hindamise kohta, köide 80. 2002. Lyon: Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur.
- IARC, Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur. Mitteilioneeriv kiirgus, II osa: raadiosageduslikud elektromagnetväljad. Monograafiad inimestele kantserogeensete riskide hindamise kohta, köide 102. 2013. Lyon: Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur.
- Inskip PD, Devesa SS, Fraumeni JF Jr. Silmamelanoomi esinemissageduse suundumused Ameerika Ühendriikides, 1974-1998. *Cancer Causes Control*. 2003; 14:251-7.
- Inskip PD, Hoover RN, Devesa SS. Ajuvähi esinemissuundumused seoses mobiiltelefonide kasutamisega Ameerika Ühendriikides. *Neuro-oncol*. 2010; 12: 1147-1151.
- Inskip PD, Tarone RE, Hatch EE jt. mobiiltelefonide kasutamine ja ajukasvajad. *N Engl J Med*. 2001; 344:79-86.
- INTERPHONE uurimisrühm. Ajukasvaja risk seoses mobiiltelefoni kasutamisega: INTERPHONE rahvusvahelise juhtumi-kontrolluuringu tulemused. *Int J Epidemiol*. 2010; 39: 675-694.
- INTERPHONE uurimisrühm. Akustilise neuroomi risk seoses mobiiltelefoni kasutamisega: INTERPHONE rahvusvahelise juhtumi-kontrolli uuringu tulemused. *Cancer Epidemio*. 2011; 35: 453-464.
- Johansen C, Boice J Jr, McLaughlin J, Olsen JH. Mobiiltelefonid ja vähk - üleriigiline kohortuuring Taanis. *J Natl Cancer Inst*. 2001; 93: 203-207.
- Johansen C, Boice JD Jr, McLaughlin JK et al. Mobiiltelefonid ja silmade pahaloomuline melanoom. *Br J Cancer*. 2002; 86: 348-349.
- Kan P, Simonsen SE, Lyon JL, Kestle JR. Mobiiltelefonide kasutamine ja ajukasvaja: metaanalüüs. *J Neurooncol*. 2008; 86: 71-78.
- Karipidis KK, Benke G, Sim MR, et al. Töölane kokkupuude ioniseeriva ja mitteilioneeriva kiirgusega ja glioomi risk. *Occup Med (Lond)*. 2008; 57: 518-524.
- Karipidis KK et al. Töölane kokkupuude ioniseeriva ja mitteilioneeriva kiirgusega ja mitte-Hodgkini lümfoomi risk. *Int Arch Occup Environ Health*. 2007;80:663-70.
- Karipidis KK, Benke G, Sim MR, Kauppinen T, Giles G. Töölane kokkupuude ioniseeriva ja mitteilioneeriva kiirgusega ja glioomi risk. *Occup Med (Lond)*. 2007;57:518-24.
- Kaufman DW, Anderson TE, Issaragrisil S. Leukeemia riskitegurid Tais. *Ann Hematol*. 2009; 88: 1079-1088.
- Khurana VG, Teo C, Kundi M, et al. Mobiiltelefonid ja ajukasvajad: ülevaade, mis sisaldab pikaajalisi epide mioloogilisi andmeid. *Surg Neurol*. 2009; 72: 205-215.
- Klaeboe L, Blaasaas KG, Tynes T. Mobiiltelefonide kasutamine Norras ja koljusiseste kasvajate risk. *Eur J Cancer Prev*. 2007; 16: 158-164.
- Lagorio S, Rossi S, Vecchia P, et al. Radiosagedusega kokkupuutuvate plastmassitöölise suremus. *Bioelektromagnetika*. 1997; 18: 418-421.
- Lahkola A, Auvinen A, Raitanen J, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja glioomi risk 5 Põhja-Euroopa riigis. *Int J Cancer*. 2007; 120: 1769-1775.
- Lahkola A, Salminen T, Auvinen A. Valikuhälve, mis tuleneb erinevast osalusest mobiiltelefonide kasutamise ja ajukasvajate juhtumikontrolli uuringus. *Ann Epidemiol*. 2005; 15: 321-325.
- Lahkola A, Salminen T, Raitanen J, et al. Meningioom ja mobiiltelefoni kasutamine - ühine juhtumikontrolliuuring viies Põhja-Euroopa riigis. *Int J Epidemiol*; 2008; 37: 1304-1313.
- Lahkola A, Tokola K, Auvinen A. Mobiiltelefonide kasutamise ja koljusiseste kasvajate metaanalüüs. *Scand J Work Environ Health*. 2006; 32: 171-177.
- Larjavaara S, Schilz J, Swerdlow A, et al. glioomide paiknemine seoses mobiiltelefoni kasutamisega: juhtumipõhine ja juhtumipõhine analüüs. *Am J Epidemiol*. 2011; 174: 2-11.

- Lehrer S, Green S, Stock RG . Seos mobiiltelefonilepingute arvu ja ajukasvaja esinemissageduse vahel üheksateistkümnnes USA osariigis. *Neuro-oncol.* 2011; 101:505-507.
- Li CY, Liu CC, Chang YH, Chou LP, Ko MC. Populatsioonipõhine juhtumi-kontrolliuuring raadiosageduse kokkupuute kohta seoses lapsea kasvajatega. *Sci Total Environ.* 2012;435-436:472-8.
- Lilienfeld AM, Tonascia J, Libauer C, et al. Foreign Service Study: Evaluation of Foreign Service and Other Employees from Selected Eastern European Posts. NTISi dokument nr PB-28B 163/9GA. 1978; 436.
- Linnet MS, Taggart T, Severson RK, et al. Cellular telephones and non-Hodgkin lymphoma. *Int J Cancer.* 2006; 119: 2382-2388.
- Lonn S, Ahlborn A, Christensen HC, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja parotiidikasvaja risk. *Am J Epidemiol.* 2006; 164: 637-643.
- Lonn S, Ahlborn A, Hall P, Feychting M, Swedish INTERPHONE Study Group. Mobiiltelefonide pikaajaline kasutamine ja ajukasvaja risk. *Am J Epidemiol.* 2005; 161: 526-535.
- Lonn S, Klæboe L, Hall P, et al. Täiskasvanute primaarsete ajusiseste kasvajate esinemissageduse suundumused neljas Põhjamaal. *Int J Cancer.* 2004; 108: 450-455.
- Luo J, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja kilpnäärmevähi risk: rahvastikupõhine juhtumi-kontrolliuuring Connecticutis. *Ann Epidemiol.* 2019; 29: 39-45.
- Maskarinec G, Cooper J, Swygert L. Hawaii raadiomastide läheduses laste leukeemia suurenenud esinemissageduse uurimine: esialgsed tähelepanekud. *J Environ Pathol Toxicol Oncol.* 1994;13: 33-37.
- Merzenich H, Schmiedel S, Bennack S et al. Lapsepõlve leukeemia seoses raadiosagedusliku elektromagnetväljaga televisiooni- ja raadiosaatjate läheduses. *Am J Epidemiol.* 2008; 168: 1169-1178.
- Meyer M, Giirtig-Daug A, Radespiel-Troger M . Mobilfunkbasisstationen und Krebshaufigkeit in Bayern [Mobiiltelefonide tugijaamad ja vähktõve esinemine Baieris] [saksa]*Umweltmed Forsch Prax.* 2006; 11: 89-97.
- Michelozzi P, Capon A, Kirchmayer U, et al. Täiskasvanute ja laste leukeemia suure võimsusega raadiojaama lähedal Roomas, Itaalias. *Am J Epidemiol.* 2002; 155: 1096-1103.
- Milham S Jr. Suurenenud suremus raadioamatöörade seas lümf- ja vereloome pahaloomuliste haiguste tõttu. *Am J Epidemiol.* 1988a; 127: 50-54.
- Milham S Jr. Suremus raadioamatöörade litsentsiklassi järgi. *Am J Epidemiol.* 1988b; 128: 1175- 1176. PMID:3189292
- Morgan RW , Kelsh MA, Zhao K, et al. Raadiosagedusega kokkupuude ja suremus aju- ja lümf- /hematopoeetilise süsteemi vähi tõttu. *Epidemiology-* 2000; 11: 118-127.
- Muscat JE, Hinsvark M, Malkin M . Mobiiltelefonid ja ajuvähi esinemissagedus. *Neuroepidemiology.* 2006; 27: 55-56.
- Muscat JE, Malkin MG, Shore RE, et al. Handheld cellular telephones and risk of acoustic neuroma. *Neuroloogia.* 2002; 58: 1304-1306.
- Muscat JE, Malkin MG, Thompson S, et al. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA.* 2000;284: 3001-3007.
- Myung SK, Ju W, McDonnell DD, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja kasvajate tekkerisk: metaanalüüs. *J Clin Oncol.* 2009; 27: 5565-5572.
- Nelson PD, Toledano MB, Mcconville J, et al. Trends in acoustic neuroma and cellular phones: is there a link? *Neurology.* 2006; 66: 284-285.
- Nomura E, Ioka A, Tsukuma H . Esmaste intrakraniaalsete kasvajate esinemissageduse suundumused Osakas, Jaapanis. *Jpn J Clin Oncol.* 2011; 41: 291-294.
- Oberfeld G. [Keskkonnae epidemioloogiline uuring vähktõve esinemise kohta Hausmannstiitenni ja

- Fachabteilung für das Gesundheitswesen (Landessanitätsdirektion), Printcenter University of Salzburg, Graz, Austria. 2008. <http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/ziel/21212/DE/> (lingitud link) (saksa keeles).
- Park SK, Ha M, Im HJ. Ökoloogiline uuring AM-raadiomastide läheduses asuvate elukohtade ja vähktõve põhjustatud surmajuhtumite kohta: esialgsed tähelepanekud Koreas. *Int Arch Occup Environ Health*. 2004; 77: 387- 394.
- Pettersson D, et al. Pikaajaline mobiiltelefoni kasutamine ja akustilise neuroomi risk. *Epidemiology*. 2014;25:233-41.
- Poulsen AH, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja nahavähi risk: üleriigiline kohortuuring Taanis. *Am J Epidemiol*. 2013;178(2):190-7.
- Propp JM, McCarthy BJ, Davis FG, Preston-Martin S. Vestibulaarsete schwannoomide kirjeldav epidemioloogia. *Neuro-oncol*. 2006; 8: 1-11.
- Richter E, Berman T, Ben-Michael E, et al. Vähk radaritehnikutel, kes puutuvad kokku raadiosagedus-/mikrolainekiirgusega: sentinellide episoodid. *Intl Occup Environ Health*. 2000; 6: 187-193.
- Robinette CD, Silverman C, Jablon S. Töölase kokkupuute mõju tervisele mikrolainepõlvelduse (radar) korral. *Aml Epidemiol*. 1980; 112: 39-53.
- Roosli M, Michel G, Kuehni CE, Spoerri A. Mobiiltelefonide kasutamine ja ajasuunad ajukasvaja suremuses Šveitsis aastatel 1969-2002. *Eur J Cancer Prev*. 2007; 16:77-82.
- Sadetzki S, Chetrit A, Jarus-Hakak A, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja healoomuliste ja pahaloormuliste parotiidikasvajate risk - üleriigiline juhtumi-kontrolliuuring. *Am J Epidemiol*. 2008; 167: 457-467.
- Saika K, Katanoda K. Aju- ja kesknärvisüsteemi vähktõve suremuse ajaliste suundumuste võrdlus (1990-2006) riikide vahel WHO suremuse andmebaasi alusel. *Jpn I Clin Oncol*. 2011; 41: 304-305.
- Samkange-Zeeb F, Berg G, Blettner M. Ise teatatud mobiiltelefoni kasutamise valideerimine. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2004; 14: 245-248.
- Saracci R, Samet J. Kommentaar: INTERPHONE-uuringu tulemuste analüüs: Helistage mulle mobiiltelefonile... või parem mitte? *Int J Epidemiol*. 2010 ;39: 695-698.
- Sato Y, Akiba S, Kubo O, Yamaguchi N. Mobiiltelefonide kasutamise ja akustilise neuroomi riski juhtumipõhine uuring Jaapanis. *Bioelectromagnetics*. 2011; 32: 85-93.
- Satta G, et al. Estimates of Environmental Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields and Risk of Lymphoma Subtypes. *Radiat Res*. 2018;189:541-547.
- Schlehofer B, Schlaefer K, Blettner Metal. INTERPHONE uurimisrühm. Sporaadilise akustilise neuroomi keskkonnaga seotud riskifaktorid (Interphone Study Group, Saksamaa). *Eur I Cancer*. 2007; 43: 1741-1747.
- Schmiedel S, Brillgemeyer H, Philipp J, et al. kokkupuute parameetrite hindamine epidemioloogilises uuringus raadio- ja televisioonisaadete ja lapseea leukeemiariski kohta. *Bioelectromagnetics*. 2009; 30: 81-91.
- Schoemaker MJ ja Swerdlow AJ. Pitui tary tumori risk mobiiltelefoni kasutajatel: juhtumi-kontrolliuuring. *Epidemiology*. 2009; 20: 348-354.
- Schoemaker MJ, Swerdlow AJ, Ahlborn A et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja akustilise neuroomi risk: Interphone'i juhtumi-kontrolliuuringu tulemused viies Põhja-Euroopa riigis. *Br I Cancer*. 2005; 93: 842-848.
- Schilz J, Bohler E, Berg G et al. Cellular phones, cordless phones, and the risks of glioma and meningioma (Interphone Study Group, Saksamaa). *Am J Epidemiol*. 2006a 163: 512-520.
- Schilz J, Bohler E, Schlehofer B, et al. INTERPHONE Study Group, Saksamaa . DECT-juhtmeta telefonide baasjaamade raadiosageduslikud elektromagnetilised väljad ja glioomi ja meningioomi tekkerisk (INTERPHONE Study Group, Saksamaa). *Radiat Res*. 2006b; 166: 116-119.
- Schilz J, Elliott P, Auvinen A, et al. An international prospective cohort study of mobile phone users and health (Cosmos): design considerations and enrolment. *Cancer Epidemiol*. 2011; 35: 37-43.

- Schilz J, Jacobsen R, Olsen JH, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja vähirisk: Taani üleriigilise kohordi ajakohastatud andmed. *J Natl Cancer Inst.* 2006c; 98: 1707-1713.
- Selvin S, Schulman J, Merrill DW. Kaugus- ja riskimöödikud ruumiliste andmete analüüsiks: uuring lapsea vähi kohta. *Soc Sci Med.* 1992; 34: 769-777.
- Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L. Traadita telefonide kasutamine ja süljenäärmete kasvajate risk: juhtumi-kontrolliuuring. *Eur J Cancer Prev.* 2012; 21: 576-9.
- Spinelli V, Chinot O, Cabaniols C, et al. Ajukasvaja kutse- ja keskkonnaga seotud riskitegurid: pilootuuring Prantsusmaal. *Presse Med.* 2010; 39: e35-e44.
- Stang A, Anastassiou G, Ahrens W, et al. Raadiosagedusliku kiirguse võimalik roll uveaalmelanoomi tekkimisel. *Epidemiology.* 2001; 12: 7-12.
- Stang A, Schmidt-Pokrzywniak A, Lash TL, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja uveaalmelanoomi risk: uveaalmelanoomi riskitegurite juhtumi-kontrolli uuringu tulemused. *Natl Cancer Inst.* 2009;101: 120-123.
- Szmigielski S. Kõrgsagedusliku (raadiosagedusliku ja mikrolaine) elektromagnetilise kiirgusega tööalaselt kokkupuutuvate isikute vähihaigestumus. *Sci Total Environ.* 1996; 180: 9-17.
- Szmigielski S, Sobiczewska E, Kubacki R. Mikrolainekiirguse kantserogeensus: ülevaade probleemist ja Poola sõjaväelaste epidemioloogiliste uuringute tulemused. *European Journal of Oncology.* 2001; 6: 193-199.
- Takebayashi T, Akiba S, Kikuchi Y, et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja akustilise neuroomi risk Jaapanis. *Occup Environ Med.* 2006; 63: 802-807.
- Takebayashi T, Varsier N, Kikuchi Y, et al. Mobiiltelefonide kasutamine, kokkupuude raadiosagedusliku elektromagnetväljaga ja ajukasvaja: juhtumi-kontrolliuuring. *Br J Cancer.* 2008; 98: 652-659.
- Thomas TL, Stolley PD, Stemhagen A, et al. Ajukasvaja suremusrisk elektri- ja elektroonikatöötajate seas: juhtumi-kontrolliuuring. *J Natl Cancer Inst.* 1987; 79: 233-238.
- Tynes T, Hannevik M, Andersen A, et al. Rinnavähi esinemissagedus Norra naissoost raadio- ja telegraafioperaatoritel. *Cancer Causes Control.* 1996; 7: 197-204.
- Viel JF, Clerc S, Barrera C, et al. Residential exposure to radiofrequency fields from mobile phone base stations, and broadcast transmitter: a population based survey with personal meter. *Occup Environ Med.* 2009; 66: 550-556.
- Vila J, Turner MC, Gracia-Lavedan E, Figuerola J, et al. INTEROCC Study Group Occupational exposure to high-frequency electromagnetic fields and brain tumor risk in the INTEROCC study: Individuaalne hindamismeetod. *Environment international.* 2018; 119, 353-365.
- Vrijheid M, Armstrong BK, Bedard D, et al. Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2009a; 19: 369-381.
- Vrijheid M, Cardis E, Armstrong BK et al.; INTERPHONE Study Group. Interphone'i uuringu mobiiltelefoni kasutamise lühiajalise meeldetuletuse valideerimine. *Occup Environ Med.* 2006b;63: 237-243.
- Vrijheid M, Deltour I, Krewski D, et al. The effects of recall errors and of selection bias in epidemiologic studies of mobile phone use and cancer risk. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2006a; 16: 371-384.
- Vrijheid M, Richardson L, Armstrong BK, et al. Mobiiltelefonide kasutamise juhtumi-kontrolliuuringus mitteosalemisest tingitud valiku erapoolikuse mõju kvantifitseerimine. *Ann Epidemiol.* 2009b; 19: 33-41.
- Yoon S et al. Mobiiltelefonide kasutamine ja glioomi risk: juhtumi-kontrolliuuring Koreas aastatel 2002-2007. *Environ Health Toxicol.* 2015;30:e2015015.
- Wolf R ja Wolf D . Vähi esinemissageduse suurenemine mobiiltelefoni saatjajaama läheduses. *International Journal of Cancer Prevention.* 2004; 1: 123-128.

8.3 Viited katseloomadel esinevat vähki käsitlevale ülevaatele

- Adey WR, Byus CV, Cain CD, et al. Spontaansed ja nitrosourea poolt põhjustatud kesknärvisüsteemi primaarsed kasvavad Fischer 344 rottidel, kes on kokku puutunud sagedusega moduleeritud mikrolaineväljadega. *Cancer Res.* 2000;60: 1857-1863.
- Anane R, Dulou PE, Taxile M, et al. GSM-900 mikrolainete mõju DMBAst põhjustatud rinnanäärme kasvajatele emastel Sprague-Dawley rottidel. *Radiat Res.* 2003; 160:492-497.
- Anderson LE, Sheen DM, Wilson BW, et al. Kaks aastat kestnud kroonilise biotesti uuring rottidel, kes on kokku puutunud 1,6 GHz raadiosagedussignaali. *Radiat Res.* 2004; 162: 201-210.
- Anghileri LJ, Mayayo E, Domingo JL, Thouvenot P. Raadiosageduse poolt põhjustatud kantserogeensus: rakkude kaltsiumhomeostaasi muutused kui käivitav tegur. *Int J Radiat Biol.* 2005; 81: 205-209.
- Bartsch H, Bartsch C, Seebald E, et al. Krooniline kokkupuude GSM-taolise signaaliga (mobiiltelefon) ei stimuleeri DMBA-st põhjustatud rinnanäärme kasvajate teket rottidel: kolme järjestikuse uuringu tulemused. *Radiat Res.* 2002; 157: 183-190.
- Bartsch H, Kupper H, Scheurlen U, et al. Kroonilise GSM-taolise signaali (mobiiltelefoni) mõju emaste Sprague-Dawley rottide ellujäämisele: modula toorne mõju sõltuvalt sünnikuusest ja võimalikust päikesetsükli etapist. *Neuro Endocrinol Lett.* 2010;31: 457-473.
- Breuer M, Slebos R, Verbeek S, et al. Väga kõrge lümfoomi indutseerimise sagedus keemilise kantserogeeni poolt pim-1 transgeensetel hiirtel. *Nature.* 1989; 340: 61-63.
- Chagnaud JL, Moreau JM, Veyret B. Lühiajaline kokkupuude GSM-moduleeritud väikese võimsusega mikrolainetega ei mõjuta benzo(a)pireeni poolt põhjustatud kasvajate teket rottidel. *Int J Radiat Biol.* 1999; 75: 1251-1256.
- Chou CK, Guy AW, Kunz LL, et al. Pikaajaline, madala tasemega mikrolainepõletus rottidel. *Bioelectromagnetics.* 1992; 13:469-496.
- Falcioni L, Bua L, Tibaldi E, Lauriola M, et al. Aruanne lõpptulemustest seoses aju- ja südame kasvajatega Sprague-Dawley rottidel, kes on sünnieelsest ajast kuni loomuliku surmani kokku puutunud mobiiltelefoni raadiosagedusväljaga, mis esindab 1,8 GHz GSM baasjaama keskkonnaemissiooni. *Environ Res.* 2018;165:496- 503.
- Frei MR, Berger RE, Dusch SJ, et al. Vähile kalduvate hiirte krooniline kokkupuude madala 2450 MHz raadiosagedusega kiirgusega. *Bioelectromagnetics.* 1998a; 19: 20-31.
- Frei MR, Jauchem JR, Dusch SJ, et al. Krooniline, madala tasemega (LO W/kg) kokkupuude 2450 MHz mikrolainetega rinnanäärmevähile kalduvatel hiirtel. *Radiat Res.* 1998b; 150: 568-576.
- Heikkinen P, Ernst H, Huuskonen H, et al. 3-kloro-4-(diklorometüül)-5-hüdrosü-2(5H)-furanooni poolt emastel Wistari rottidel põhjustatud tuumorigeneesi ei mõjuta. *Radiat Res.* 2006; 166: 397-408.
- Heikkinen P, Kosma VM, Alhonen L, et al. Mobiiltelefonikiirguse mõju UV-kiirguse poolt põhjustatud nahakasvajate tekkimisele ornitiindekarboksülaasi transgeensetel ja mittetransgeensetel hiirtel. *Int J Radiat Biol.* 2003; 79: 221-233.
- Heikkinen P, Kosma VM, Hongisto T, et al. Mobiiltelefonikiirguse mõju röntgenikiirguse poolt põhjustatud tuumorigeneesile hiirtel. *Radiat Res.* 2001; 156: 775-785.
- Hruby R, Neubauer G, Kuster N, Frauscher M. Uuring "902-MHz GSM-tüüpi traadita sidesignaalide" võimaliku mõju kohta DMBAst põhjustatud rinnanäärme kasvajatele Sprague-Dawley rottidel. *Mutat Res.* 2008; 649: 34-44.
- Huang TQ, Lee JS, Kim TH, et al. 7,12-dimetüülbens[alfa]antratseeni poolt algatatud nahakasvajate tekke mõju hiirtel. *Int J Radiat Biol.* 2005; 81: 861-867.
- IARC, Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur. Monograafiad kantserogeensete riskide hindamisest inimesele, vol 102. Mitteioniseeriv kiirgus, II osa: raadiosageduslikud elektromagnetväljad. 2013. Lyon: Rahvusvaheline Vähiuuringute Agentuur.

- Imaida K, Kuzutani K, Wang J, et al. 7,12-dimetüülbens[a]antratseeni poolt algatatud naha kantserogeneesi soodustamise puudumine 1,5 GHz elektromagnetiliste lähiväljade poolt. *Carcinogenesis*. 2001;22:1837-41.
- Jauchem JR, Ryan KL, Frei MR, et al. C3H/HeJ hiirte korduv kokkupuude ultralairiba elektromagnetiliste impulssidega: mõju puudumine rinnanäärme kasvajatele. *Radiat Res*. 2001; 155: 369-377.
- La Regina M, Moros EG, Pickard WF, et al. 835,62 MHz FDMA või 835,62 MHz FDMA või 847,74 MHz CDMA raadiosageduskiirguse mõju spontaansete kasvajate esinemisele rottidel. *Radiat Res*. 2003; 160: 143-151.
- Lee HJ, Jin YB, Lee JS, et al. Lümfoomi teke kahe raadiosagedusliku signaali samaaegsel kombineeritud ekspositsioonil AKR/J-hiirtel. *Bioelectromagnetics*. 2011;32:485-92.
- Lerchl A, Klose M, Grote K, et al. Kasvaja tekke soodustamine kokkupuutel raadiosageduslikele elektromagnetväljadele, mis jäävad allapoole inimeste kokkupuute piirväärtusi. *Biochem Biophys Res Commun*. 2015; 17;459:585-90.
- Mason PA, Walters TJ, Di Giovanni J, et al. 94 GHz raadiosageduskiirguse mõju puudumine naha kantserogeensuse loomamudelil. *Carcinogenesis*. 2001; 22: 1701-1708.
- Riiklik toksikoloogiaprogramm. Toksikoloogia ja kantserogeensuse uuringud Hsd:Sprague Dawley SD rottidel, kes on kokku puutunud kogu keha raadiosagedusliku kiirgusega sagedusel (900 MHz) ja modulatsioonidega (GSM ja CDMA), mida kasutatakse mobiiltelefonides. Research Triangle Park, NC: National Toxicology Program; NTP TR-595; 2018a.
- Riiklik toksikoloogiaprogramm. Toksikoloogia ja kantserogeneesi uuringud B6C3F1/N hiirtel, kes said kogu keha hõlmavat raadiosageduskiirgust sagedusel (1900 MHz) ja modulatsioonidega (GSM ja CDMA), mida kasutatakse mobiiltelefonides. Research Triangle Park, NC: National Toxicology Program; NTP TR-596; 2018b.
- Riiklik toksikoloogiaprogramm. Vastastikuse eksperdi hinnangu andmine NTP tehniliste aruannete eelnõude kohta mobiiltelefonide raadiosageduste kohta. kiirguse kohta. Märts 26-28, 2018 [online]. 2018c. https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/about_ntp/trpanel/2018/march/peerreview20180328_508.pdf.
- Oberto G, Rolfo K, Yu P, et al. 217 Hz pulseeritud 900 MHz elektromagnetiliste väljade kantserogeensuse uuring Piml transgeensetel hiirtel. *Radiat Res*. 2007; 168: 316-326.
- Paulraj R, Behari J. Madala mikrolainekiirguse mõju kantserogeneesile Šveitsi albiinohiirtel. *Mol Cell Biochem*. 2011; 348: 191-197.
- Repacholi MH, Basten A, Gebiski V, et al. Lümfoomid E mu-Piml transgeensetel mi.ce, kes on eksponeeritud impulsiivsetele 900 MHz elektromagnetväljadele. *Radiat Res*. 1997; 147: 631-640.
- Saran A, Pazzaglia S, Mancuso M, et al. Vastsündinud patched! heterosügootsete hiirte kokkupuute mõju GSM, 900 MHz. *Radiat Res*. 2007; 168: 733-740.
- Shirai T, Ichihara T, Wake K, et al. 1,95-GHz W-CDMA signaalide kroonilise kokkupuute puudumine IMT-2000 mobiilsidesüsteemi 1,95-GHz W-CDMA signaalidega N-etüülnitrosourea poolt põhjustatud kesknärvisüsteemi kasvajate arengule F344 rottidel. *Bioelectromagnetics*. 2007; 28: 562-572.
- Shirai T, Kawabe M, Ichihara T, et al. Krooniline kokkupuude 1,439 GHz elektromagnetväljaga, mida kasutatakse mobiiltelefonide puhul, ei soodusta N-etüülnitrosokarbamiidi poolt põhjustatud kesknärvisüsteemi kasvajate teket F344 rottidel. *Bioelectromagnetics*. 2005; 26: 59-68.
- Smith P, Kuster N, Ebert S, Chevalier HJ. GSM ja DCS traadita sidsignaaliid: kombineeritud kroonilise toksilisuse/kantserogeensuse uuring Wistari rottidel. *Radiat Res*. 2007; 168: 480-492.
- Sommer AM, Bitz AK, Streckert J, et al. Lümfoomi teke hiirtel, kes on krooniliselt kokku puutunud UMTS-moduleeritud raadiosagedusliku elektromagnetväljaga. *Radiat Res*. 2007; 168: 72-80.
- Sommer AM, Streckert J, Bitz AK, et al. GSM-moduleeritud 900 MHz elektromagnetväljade mõju lümfoomi ellujäämismäärale ja spontaansele arengule emastel AKR/J-hiirtel ei ole. *BMC Cancer*. 2004; 4: 77.
- Szmigielski S, Szudzinski A, Pietraszek A, et al. 2450 MHz mikrolainekiirgusega eksponeeritud hiirtel

kiirenenud spontaanne ja bensopüreenist põhjustatud nahavähi areng. Bioelectromagnetics. 1982; 3: 179-191.

- Szudzinski A, Pietraszek A, Janiak M, et al. Bensopüreenist põhjustatud nahavähi tekke kiirendamine hiirtel mikrolainekiirguse toimetel. *Arch Dermatol Res*. 1982; 274: 303-312.
- Tillmann T, Ernst H, Ebert S, et al. GSM ja DCS traadita sidesignaali kantserogeensuse uuring B6C3F1 hiirtel. *Bioelectromagnetics*. 2007; 28: 173-187.
- Tillmann T, Ernst H, Streckert J, et al. Kroonilise UMTS-moduleeritud raadiosagedusega kokkupuute kokartsinogeense potentsiaali näitamine etüül nitrosourea hiire mudelis. *Int J Radiat Biol*. 2010; 86: 529-541.
- Toler JC, Shelton WW, Frei MR, et al. 435 MHz raadiosageduskiirguse pikaajaline, madala tasemega kokkupuute rinnanäärme kasvaja tekkele kalduvate hiire puhul. *Radiat Res*. 1997; 148: 227-234.
- Utteridge TD, Gebiski V, Finnie JW, et al. E-mu-Piml transgeensete hiire pikaajaline kokkupuude 898,4 MHz mikrolainetega ei suurenda lümfoomide esinemissagedust. *Radiat Res*. 2002; 158: 357-364.
- van Kreijl CF, van der Houven van Oordt CW, Kroese ED et al. Emu-pim-1 transgeense hiire mudeli hindamine lühiajalise kartsinogeensuse testimiseks. *Toxicol Pathol*. 1998; 26: 750-756.
- Wu RY, Chiang H, Shao BJ, et al. 2,45-GHz mikrolaine kiirguse ja forbool-estri 12-O-tetradekanoüülforbool-13-atsetaadi mõju dimetüülhüdrasiinist põhjustatud käärsoolevähile hiirtel. *Bioelectromagnetics*. 1994; 15: 531-538.
- Yu D, Shen Y, Kuster N, et al. 900 MHz GSMi traadita side signaalide mõju DMBA poolt indutseeritud rinnanäärme kasvaja tekkimisele rottidel. *Radiat Res*. 2006; 165: 174-180.
- Zook BC, Simmens SJ. 860 MHz raadiosageduskiirguse mõju ajukasvajate ja muude kasvaja tekkimisele või soodustamisele rottidel. *Radiat Res*. 2001; 155: 572-583.
- Zook BC, Simmens SJ. Mobiiltelefonide raadiosageduse (860 MHz) mõju rottide ajukasvajate latentsusele. *Int Congr Ser*. 2002; 1236: 137-139.
- Zook BC, Simmens SJ. Impulsiivse 860 MHz raadiosageduskiirguse mõju neurogeensete kasvaja tekkimisele rottidel. *Radiat Res*. 2006; 165: 608-615.

8.4 Viited reproduktiivset/arengulist mõju inimesele käsitlevale ülevaatele

- Abad M, Malekafzali H, Simbar M, et al. Teheranis elavate rasedate naiste elektromagnetväljaga kokkupuute ja aborti vaheline seos. *Iran J Reproductive Medicine*. 2016; 14: 347-354.
- Al-Bayyari N. Mobiiltelefonide kasutamise mõju sperma kvaliteedile ja viljakusele Jordaanias. *Lähis-Ida viljakuse seltsi ajakiri*. 2017; 22, 178-182.
- Al-Quzwini O, Al-Tae H, Al-Shaikh S. Meeste viljakus ja selle seos töökoha ja mobiiltelefoni mastide ohuga: Analüütiline uuring. *Middle East Fertility Society Journal*. 2016; 21: 236-240.
- Baste V, Riise T, Moen BE. Raadiosageduslikud elektromagnetväljad; meeste viljatus ja järglaste sooline suhe. *Eur J Epidemiol*. 2008; 23: 369-77.
- Blay RM, Pinamang AD, Sagoe AE, et al. elustiili ja keskkonnategurite mõju sperma kvaliteedile Ghana meestel. *Int J Reprod Med*. 2020; 6908458.
- Boileau N, Marguerite F, Gauthier T, et al. mobiiltelefoni kasutamine raseduse ajal: Milline seos loote kasvuga? *J Gynecol Obstet Hum Reprod*. 2020 ;49:101852.
- Choi KH, Ha M, Ha EH, et al. Neurodevelopment for the first three years after prenatal mobile phone use, radio frequency radiation and lead exposure. *Keskkonnauuringud*. 2017; 156, 810-817.
- Col-Araz N. Sünnikaalule ja enneaegsele sünnitusele mõju avaldavate tegurite hindamine Lõuna-Türgis. *J Pakistan Medical Association*. 2013; 63: 459-462.
- Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. Sünnieelne ja sünnitusjärgne kokkupuude mobiiltelefonide kasutamisega ja laste käitumisprobleemid. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*. 2008; 19: 523-9.

- Divan HA, Kheifets L, Olsen J. Prenataalne mobiiltelefoni kasutamine ja imikute arenguhäired. *Scandinavian Journal of Work Environmental Health*. 2011; 37: 341-348.
- Fejes I, Závaczki Z, Szöllösi J, et al. Kas mobiiltelefoni kasutamise ja sperma kvaliteedi vahel on seos? *Androloogia arhiiv*. 2005; 51: 385-393.
- Guxens M, van Eijsden M, Vermeulen R, et al. Maternal cell phone and cordless phone use during pregnancy and behavior problems in 5-year-old children. *Journal epidemiology community health*. 2013; 67: 432-8.
- Jurewicz J, Radwan M, Sobala W, et al. Eluviis ja sperma kvaliteet: muudetavate riskitegurite roll. *Systems Biology in Reproductive Medicine*. 2014; 60: 43-51
- Lewis RC, Mínguez-Alarcón L, Meeker JD, et al. Ise teatatud mobiiltelefoni kasutamine ja spermaparameetrid viljakuskliiniku meeste seas. *Reproduktsoonitoksikoloogia (Elmsford, N.Y.)*. 2017; 67, 42-47.
- Lu X, Oda M, Ohba T, et al. Liigse mobiiltelefoni kasutamise seos raseduse ajal ja sünnikaal: Jaapani keskkonna- ja lasteuuringu Kumamoto lisauuring. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2017; 22:52.
- Mahmoudabadi F, Ziaei S, Firoozabadi M ja Kazemnejad A. Mobiiltelefoni kasutamine raseduse ajal ja spontaanse abordi risk. *J Environmental Health Science Engineering*. 2015; 13:34.
- Mjøen G, Saetre DO, Lie RT, et al. Paternal occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields and risk of adverse pregnancy outcome. *European journal of epidemiology*. 2006; 21: 529-35.
- Møllerløkken OJ, Moen BE. Kas Norra mereväe raadiosagedusväljadega kokkupuutuvate meeste viljakus on vähenenud? *Bioelectromagnetics*. 2008; 29: 345-52.
- Papadopoulou E, Haugen M, Schjølberg S, et al. Maternal cell phone use in early pregnancy and child's language, communication and motor skills at 3 and 5 years: the Norwegian mother and child cohort study (MoBa). *BMC Public Health*. 2017; 17:685
- Radwan M, Jurewicz J, Merez-Kot D, et al. Sperma DNA kahjustused - stressi ja igapäevaelu mõju Tegurid. *International Journal of Impotence Research*. 2016;28: 148-154.
- Shi X, Pui Shan Chan C, Waters T, et al. Inimese sperma kvaliteedi ja sperma funktsiooniga seotud elustiili ja demograafilised tegurid. *Systems Biology in Reproductive Medicine*. 2018; 64: 358-367.
- Sudan M, Birks LE, Aurrekoetxea JJ, et al. Maternal cell phone use during pregnancy and child cognition at age 5 years in 3 birth cohorts. *Environment International*. 2018; 120, 155-62.
- Tan TC, Neo GH, Malhotra R, et al. Elustiili riskifaktorid, mis on seotud ähvardava raseduse katkemisega: A Case- Control Study. *Journal of Fertilization: In vitro - IVF-Worldwide, Reproduktiivmeditsiin, geneetika ja tüvirakubioloogia*. 2014; 2: 123.
- Tsarna E, Reedijk M, Birks LE, et al. Maternal Cell-Phone Use During Pregnancy With Pregnancy Duration and Fetal Growth in 4 Birth Cohorts. *American journal of epidemiology*. 2019; 188: 1270-1280.
- Yildirim M, Kaynar M, Badem H, et al. Mis on kahjulik meeste viljakusele: Mobiiltelefon või traadita internet? *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2015; 31, 480-484.
- Zarei S, Mortazavi SM, Mehdizadeh AR, et al. Keeruline probleem kõneprobleemide etioloogias: The Effect of Maternal Exposure to Electromagnetic Fields on Speech Problems in the Offspring. *Journal of biomedical physics and engineering*. 2015; 5: 151-4.
- Zhang G, Yan H, Chen Q, et al. Mobiiltelefonide kasutamise mõju sperma parameetritele: Hiina Chongqingi kohordiuuringu MARHCS tulemused, *Environment International*. 2016; 91, 116-121.
- Zilberlicht A, Wiener-Megnazi Z, Sheinfeld Yet al. Mobiiltelefonide kasutamise harjumused ja sperma kvaliteet - kas see väärrib tähelepanu? *Reproduktiivne biomeditsiin Online*. 2015; 31, 421-426.

8.5 Viited katseloomade reproduktiivset/arengulist mõju käsitleva ülevaate kohta

- Al-Damegh MA. Roti munandite kahjustus, mida põhjustab tavalisest mobiiltelefonist lähtuv elektromagnetiline kiirgus, ja antioksidantide C- ja E-vitamiinide kaitsev mõju. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012;67: 785-92.
- Bilgici B, Gun S, Avci B, et al. Milline on traadita kohtvõrgu, kasutades 2,45 GHz, kahjulik mõju reproduktiivsüsteemi? *Int J Radiat Biol*. 2018; 94:1054-1061.
- Bin-Meferij MM, El-Kott OF. Moringa oleifera neuroprotektiivne mõju mobiiltelefoni elektromagnetilise kiirguse poolt põhjustatud viljatuse vastu rottidel. *Int J Clin Exp. Med*. 2015;8:12487-97.
- Çelik S, Aridogan IA, Izol V, et al. Pikaajalise mobiiltelefoni kasutamise mõju hindamine munanditele valgus- ja elektronmikroskoopilise analüüsi abil. *Urology*. 2012;79:346-50.
- Çelik Ö, Kahya MC, Nazıroğlu M. Aju ja maksa oksüdatiivne stress suureneb rottide Wi-Fi (2,45 GHz) kokkupuutel raseduse ajal ja vastündinute arengus. *J Chem Neuroanat*. 2016;75:134-9.
- Fatehi, Daryoush, et al. Mobiiltelefonide raadiosageduslainetega kokkupuute bioloogiline mõju hiirte viljastumisele; in vivo ja in vitro uuring. *Middle East Fertility Society Journal*. 2018; 23:148-153.
- Finnie JW, Blumbergs PC, Cai Z, et al. Mobiiltelefoni mõju vere-aju barjääri läbilaskvusele loote-hiire ajus. *Pathology*. 2006; 38: 63-65.
- Finnie JW, Cai Z, Blumbergs PC, et al. Vahetu varajase geeni cfos ekspressioon loote ajus pärast tiinete hiirte kogu tiinuse vältel toimunud kokkupuudet globaalse mobiilsidesüsteemi mikrolainetega. *Pathology*. 2006; 38: 333-335.
- Finnie JW, Chidlow G, Blumbergs PC, et al. Heat shock protein induction in fetal mouse brain as a measure of stress after whole of gestation exposure to mobile telephony radiofrequency fields. *Pathology* 2009; 41: 276-279.
- Fragopoulou AF, Koussoulakos SL, Margaritis LH. Mobiiltelefoni kiirguse poolt hiirte embrüotel esilekutsutud kraniaal- ja koljupoolsed skeletimuutused. *Patofüsioloogia*. 2010;17:169-77.
- Gul A, Celebi H, Uğraş S. Mobiiltelefonide poolt kiiritatud mikrolaine mõju munasarjade folliikule rottidel. *Arch Gynecol Obstet*. 2009;280:729-33.
- Guo L, Lin JJ, Xue YZ, et al. 220 MHz impulssmoduleeritud raadiosagedusvälja mõju sperma kvaliteedile rottidel. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16:1286.
- Imai N, Kawabe M, Hikage, T, et al. 1,95 GHz WCDMA mõju roti munanditele IMT-2000 mobiiltelefonide puhul. *Süst. Biol. Reprod. Med*. 2011; 57: 204-209.
- Lee HJ, Lee JS, Pack JK, et al. Teratogeensuse puudumine pärast tiinete hiirte kombineeritud kokkupuudet CDMA ja WCDMA raadiosageduslikele elektromagnetväljadele. *Radiat Res*. 2009;172:648-52.
- Lee HJ, Pack JK, Kim TH, et al. CDMA mobiiltelefonil põhineva raadiosageduse histoloogiliste muutuste puudumine roti munanditel. *Bioelectromagnetics*. 2010; 31: 528-534.
- Lee HJ, Jin YB, Kim TH, et al. CDMA ja WCDMA elektromagnetväljade samaaegse kombineeritud kokkupuute mõju roti munandite funktsioonile. *Bioelectromagnetics*. 2012; 33: 356-364.
- Liu Q, Si T, Xu X, et al. 900 MHz elektromagnetiline kiirgus indutseerib spermatoosidide apoptoosi bcl-2, bax ja kaspas-3 signaaliradade kaudu rottidel. *Reprod Health*. 2015;12:65.
- Meo SA, Arif M, Rashied S, et al. mobiiltelefoni kiirgusest põhjustatud hüpospermatogenees ja spermatoosidide küpsemise peatumine rottidel. *J Coll Physicians Surg. Pak*. 2011; 21: 262-265.
- Mugunthan N, Anbalagan J, Meenachi S. 2G mobiiltelefoni (900-1900 MHz) pikaajalise kiirguse mõju hiire munanditele. *International Journal of Science and Research*. 2014; 3: 523-529.

- Nelson BK, Conove DL, Brightwell WS, et al. Tööstusliku lahusti 2-metoksüetanooli ja raadiosageduskiirguse kombineeritud manustamise teratogeensuse märgatav suurenemine rottidel. *Teratology*. 1991; 43: 621-634.
- Nelson BK, Conover DL, Shaw PB, et al. Raadiosagedusliku kiirguse ja 2-metoksüetanooli interaktiivne arengutoksilisus rottidel. *Teratology*. 1994; 50: 275-293.
- Nelson BK, Conover DL, Krieg EF Jr, et al. Raadiosagedusliku kiirguse põhjustatud hüpertermia ja 2-metoksüetanooli teratogeensuse vastastikune mõju rottidel. *Bioelectromagnetics*. 1997; 18: 349-359.
- Nelson BK, Conover DL, Shaw PB, et al. Raadiosagedusliku kiirguse mõju 2-metoksüetanooli teratogeensusele rottidel. *J Appl Toxicol*. 1997;17:31-9.
- Nelson BK, Snyder DL, Shaw PB. Metanooli ja raadiosageduskiirguse või 2-metoksüetanooli arengutoksilisuse koostoimed rottidel. *Int J Toxicol*. 2001; 20:89-100.
- Ogawa K, Nabae K, Wang J, et al. 1,95 GHz W-CDMA signaalide rasedusaegse kokkupuute mõju IMT-2000 mobiiltelefonidele: Embrüotoksilisuse ja teratogeensuse puudumine rottidel. *Bioelectromagnetics*. 2009; 30:205-12.
- Othman H, Ammari M, Rtibi K, et al. Rottide sünnijärgne areng ja käitumise mõju, kui nad on emiteeritud tavapärase WiFi seadmete raadiosageduslainedega. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2017;52: 239-247.
- Ozguner M, Koyu A, Cesur G, et al. Bioloogilised ja morfoloogilised mõjud rottide reproduktiivorganitele pärast kokkupuudet elektromagnetväljaga. *Saudi Medical Journal*. 2005 ;26:405-410.
- Ozlem Nisbet H, Nisbet C, Akar A, Cevik M, Karayigit MO. Elektromagnetväljaga (1,8/0,9 GHz) kokkupuute mõju munandite funktsioonile ja struktuurile kasvavatel rottidel. *Res Vet Sci*. 2012 ;93:1001-5.
- Özorak A, Nazıroğlu M, Çelik Ö, et al. Wi-Fi (2,45 GHz) ja mobiiltelefonide (900 ja 1800 MHz) põhjustatud riskid oksüdatiivsele stressile ja elementidele rottide neerudes ja munandites raseduse ajal ning järglaste arengule. *Biol Trace Elem Res*. 2013;156:221-9.
- Pandey, N.; Giri, S.; Das, S.; Upadhaya, P. Raadiosageduskiirguse (900 MHz) poolt põhjustatud DNA kahjustused ja rakutsükli peatumine Šveitsi albiino hiirte munandite sugurakkudes. *Toxicol. Ind. Health*. 2017; 33: 373-384.
- Pandey N, Giri S. Melatoniin leevendab raadiosageduskiirguse (900 MHz) poolt põhjustatud oksüdatiivset stressi, DNA kahjustusi ja rakutsükli peatumist isaste Šveitsi albiino hiirte sugurakkudes. *Toxicol. Ind. Health*. 2018; 34: 315-327.
- Poullétier de Gannes F, Billaudel B, Haro E, et al. Rottide viljakus ja embrüo loote areng: Wi-Fi signaaliga kokkupuute mõju. *Reprod. Toxicol*. 2013; 36: 1-5.
- Sambucci M, Laudisi F, Nasta F, et al. 2,45GHz WiFi-laadsete signaalidega kokkupuutumine varases eas: mõju immuunsüsteemi arengule ja küpsemisele. *Prog Biophys Mol Biol*. 2011;107:393-8.
- Saygin M, Asci H, Ozmen O, et al. 2,45 GHz mikrolainekiirguse mõju munandite põletikulise raja biomarkeritele noortel rottidel: Galliushappe roll. *Environ Toxicol*. 2016;31: 1771-1784.
- Shahin S, Mishra V, Singh SP, Chaturvedi CM. 2,45-GHz mikrolaine kiiritamine mõjutab negatiivselt isaste hiirte (*Mus musculus*) reproduktiivset funktsiooni, tekitades oksüdatiivset ja nitrosatiivset stressi. *Free Radic Res*. 2014;48:511-25.
- Shahin S, Singh SP, Chaturvedi, CM. Mobiiltelefonide (1800 MHz) kiirgus kahjustab hiirte (*Mus musculus*) emasloomade paljunemist stressist tingitud munasarjade ja emaka aktiivsuse pärssimise kaudu. *Reproductive Toxicology*, 2017; 73: 41-60.
- Shahin S, Singh SP, Chaturvedi CM. 2,45 GHz mikrolainekiirguse poolt indutseeritud oksüdatiivse ja nitrosatiivse stressi poolt vahendatud munandite apoptoos: p53-lt sõltuva bax-kaspase-3 vahendatud tee kaasamine. *Environ Toxicol*. 2018; 33:931-945.
- Shirai T, Wang J, Kawabe M, et al. Rottidel ei tuvastatud kahjulikke mõjusid samaaegsel kogu keha kokkupuutel mitme sagedusega raadiosageduslikele elektromagnetväljadele emakasisesel ning võõrutuseelsel ja -järgsel perioodil. *J Radiat Res*. 2017; 58:48-58.

- Sommer, AM, Grote, K, Reinhardt T, et al. Raadiosageduslike elektromagnetväljade (UMTS) mõju hiirte paljunemisele ja arengule: A multi-generation study. *Radiat. Res.* 2009; 171: 89-95.
- Stasinopoulou M, Fragopoulou AF, Stamatakis A, et al. 1880- 1900MHz DECT baasikiirguse sünnieelse ja -järgse kokkupuute mõju roti arengule. *Reprod Toxicol.* 2016; 65:248-262.
- Yu G, Tang Z, Chen H, et al. Pikaajaline kokkupuude 4G nutitelefoniga raadiosagedusliku elektromagnetilise kiirgusega vähendas isaste reproduktiivset potentsiaali, häirides otseselt Spock3-MMP2-BTB telge täiskasvanud rottide munandites. *Sci Total Environ.* 2020; 698:133860.
- Zhang Y, Li Z, Gao Y, Zhang C. Loote mikrolainekiirgusega kokkupuute mõju järglaste käitumisele hiirtel. *J Radiat Res.* 2015;56:261-8.
- Zhu S, Zhang J, Liu C, et al. 900 MHz raadiosagedusväljadega eksponeeritud isaste hiirte dominantse letaalse mutatsiooni test. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen.* 2015; 792: 53-7.

Viimastel aastakümnetel on traadita sidetehnoloogiad (mobiiltelefoni, Wi-Fi) arenenud enneolematult. 5G tehnoloogia eelseisev kasutuselevõtt kogu ELis toob eeldatavasti kodanikele ja ettevõtetele uusi võimalusi kiirema interneti sirvimise, voogedastuse ja allalaadimise ning parema ühenduvuse kaudu. Samas võib 5G koos 3G ja 4G tehnoloogiaga, millega see hakkab mitu aastat paralleelselt toimima, kujutada endast ka ohtu inimeste tervisele. Käesoleva STOA aruande eesmärk on teha kokkuvõtte meie praegustest arusaamadest 5G mõju kohta tervisele.

See on Teadusuuringute Talituse (STOA) väljaanne EPRS |
Euroopa Parlamendi teadusuuringute talitus.

Käesolev dokument on koostatud Euroopa Parlamendi liikmetele ja töötajatele ning on neile suunatud taustamaterjalina, et aidata neid nende parlamentaarses töös. Dokumendi sisu eest vastutab(vad) selle autor(id) ning selles väljendatud arvamusi ei tohiks pidada parlamendi ametlikuks seisukohaks.



ISBN 978-92-846-8030-6 | doi: 10.2861/657478 | QA-09-21-134-EN-
N