

**Professor Martin Pall** sai oma bakalaureusekraadi füüsikas Johns Hopkinsi ülikoolis Phi Beta Kappa tunnustusega ning doktorikraadi biokeemias ja geneetikas Caltechis – need on kaks maailma tippõppeasutust. Oma doktoriõppes keskendus ta sellele, kuidas määrata bioloogilisi mehhanisme. Nii Palli doktoriõpe kui ka füüsika on kesksel kohal ka tema hiljutistes murrangulistes uuringutes, kuidas nõrga intensiivsusega elektromagnetväljad (EMVd) mõjutavad meie keha rakke ning paljusid selle mehhanismi tekitatavaid tagajärgi tervisele.

Palli Hirschi indeks on hetkel 36 ja see on tõusnud kiiresti alates sellest ajast, kui Pall jäi ametlikult pensionile, viidates kõrgel tasemel tunnustusele üldiselt tema uuringute ning eriti tema hiljutiste uuringute eest.

Oma esimeses teadusartiklis EMVde kohta, mis ilmus 2013. aastal, avaldas Pall, et nõrga intensiivsusega EMVd avaldavad mõju pingetundlike kaltsiumikanalite (*voltage-gated calcium channels*, VGCC) aktiveerumise tõttu. Seda näitasid leiud, et EMVde mõjusid saab blokeerida või suurel määral vähendada viit tüüpi kaltsiumikanalite blokaatoritega, mis on spetsiaalselt VGCCde blokeerimiseks mõeldud ravimid. Seda näitas ka tõestusmaterjal kaltsiumi signaliseerimise otsekohese suurenemise kohta, mis järgnes kokkupuutele EMVdega, ning edasised avastused, et EMVd mõjuvad pingsensori kaudu, mis kontrollib VGCCde avanemist (sellest allpool pikemalt).

**Üllatavalt mõjuvad kõik EMVd, ulatudes väga kõrge sagedusega millimeeterlainetest, mida kasutatakse 5G puhul, kuni mikrolainesagedusteni, raadiosagedusteni, kesksagedusteni ning äärmiselt madalate sagedusteni, sh 50 ja 60 Hz meie elektrisüsteemis, kuni staatiliste elektriväljadeni ja staatiliste magnetväljadeni – VGCCsid aktiveerivalt.**

Suur osa Palli edasisest tööst, mille kohta on avaldatud järgnevad 7 teadusartiklit, püüab laiendada meie arusaama sellest, milliseid EMVde mõjusid VGCCde aktiveerumine põhjustab, kuidas need tekivad ning miks on VGCCd nii hämmastavalt tundlikud just nõrkadele EMVdele. Aga enne, kui läheme kõikide nende oluliste leidude juurde, vaatame, kuidas biomeditsiini valdkonna uurijad on suhtunud läbimurdesse VGCCde teemal.

Palli esimene artikkel VGCC mehhanismi kohta, mis ilmus 2013. aastal, riputati üles *Global Medical Discovery* veebilehele kui üks parimaid 2013. aastal avaldatud meditsiinilisi artikleid. Käesoleva kirjutise koostamise ajal, 2019. aasta maikuu, on seda artiklit Google Scholar andmebaasi andmeil tsiteeritud 225 korda, 3 pealkirja all. See näitab teaduskogukonna ebatavaliselt suurt huvi, eriti kuna see oli Palli esimene artikkel EMVde kohta ning see käsitleb EMVde toime uut paradigmat – sellised uued paradigmad aga seisavad tavaliselt silmitsi suure inertsiga, enne kui neid laialt aktsepteeritakse. Siiski ei tähenda laialt aktsepteerimine üleüldist aktsepteerimist, isegi sõltumatute teadlaste seas, kes selles valdkonnas töötavad.

Viimase 6 aasta jooksul on prof Palli kutsutud tegema 44 professionaalset ettekannet, mis jällegi näitab ebatavaliselt suurt huvi. Nende hulgas on ettekanne Prantsusmaa parlamendis elektroilitundlikkuse teemal, ettekanne Rootsi parlamendis ning ettekanne USA riiklikus terviseinstituudis. Nendele lisanduvad ettekanded 2016.a septembris ühes USA senati hoones ning USA föderaalises sidekomisjonis (FCC). Põhimõtteliselt on kõik, mida alljärgnevalt käsitletakse, olnud teemaks ka Palli ettekannetes.

2019. aasta maikuu seisuga on Pall kutsutud pidama EMVde teemal avakõnet kahele rahvusvahelisele kohtumisele käesoleva aasta novembris – SCON Pediatrics konverentsile Amsterdamis EMVde ja autismi teemal ning VIII Rahvusvahelise Inimfüsioloogia Konverentsile

Sao Paulos, Brasiilias, kus Pall teeb kaks ühetunnist ettekannet. Septembri lõpus peab Pall kõne EMVde teemal kohtumisel Londonis ning oktoobri alguses teeb ettekande suurel konverentsil „Biologische Wirkungen des Mobilfunks“ (mobiilside bioloogilised mõjud) Saksamaal Mainzis. Lisaks on planeerimisel ettekanded veel kahes riigis.

### Kuidas füüsika viitab VGCCde väga suurele tundlikkusele nõrga intensiivsusega EMVdele

VGCC valgumolekul sisaldab nelja domeeniga struktuuri, iga domeen kannab alfaheeliksi, milles on 5 positiivset laengut. Need neli laetud alfaheeliksi toimivad koos *pingesensorina* – see on struktuur, mis vastab elektrilistele laengutele plasmamembraanil, et avada kanal. On leitud, EMVd aktiveerivad lisaks neljale eri tüüpi VGCCdele ka pingetundliku naatriumkanali, kaaliumikanali ja kloorikanali, mis viitab sellele, et EMVd avaldavad toimet pingsensorile. Taimedel avaldavad EMVd mõju ilmselt muude kanalite aktiveerumise kaudu, mida teatakse TPC kanalitena, mis samuti sisaldavad sarnast pingsensorit. Pingetundlikel naatriumi-, kaaliumi- ja kloorikanalitel on nähtavasti kõigest väike roll EMVde mõjude ilmnemise juures, nii et umbkaudselt hinnangul saab mõjusid seletada eelkõige VGCCde aktiveerumisega seonduvalt.

Kuidas need väga nõrgad EMVd pingsensori aktiveerivad? Pall on analüüsinud pingsensori teadaolevat struktuuri ja asukohta plasmamembraanis ning tuginedes kahele füüsika seadusele – Coulombi seadusele ja Ohmi seadusele – leidnud, et jõud, mis avalduvad pingsensorile, on arvutuslikult 7,2 miljonit korda tugevamad kui jõud, mis avalduvad ühekaupa elektriliselt laetud rühmadele meie keha ja rakkude suurema veesisaldusega osades. See tähendab, et nende nõrkade EMVde jõud on hämmastavalt tugevad ning on seetõttu rohkem kui piisavad, et aktiveerida VGCCd. Kuna kehtivate ohutussuuniste aluseks on kuumenemine ning kuumenemist tekitavad peamiselt jõud ühekaupa laetud rühmadele meie keha ja rakkude suurema veesisaldusega osades, siis see viitab sellele, et praegused ohutussuunistes võivad lasta meil kokku puutuda EMVdega, mis on umbes 7,2 miljonit korda liiga kõrged.

**Bioloogiast teame, et VGCCd on EMVde peamised sihtmärgid. Füüsikast teame, et pingsensor on otsene sihtmärk ning miks see on nõrkadele EMVdele nii tundlik. Telekomitööstus on meile aastaid rääkinud, et nende nõrkade EMVde elektrilised jõud on liiga nõrgad, et midagi teha, kuid need arvutused tõestavad, miks tööstus on siin täielikult eksinud.**

### Millised on biomeditsiinilised tagajärjed, kui EMVd aktiveerivad VGCCd?

VGCCde aktiveerumise otsekohene tagajärg on väga suur kaltsiumiioonide sissevool rakku läbi rakke ümbritseva plasmamembraani, mis toob kaasa rakusisese kaltsiumi [Ca<sup>2+</sup>]i taseme väga suure tõusu. [Ca<sup>2+</sup>]i taseme tõus tekitab omakorda erinevaid järgmise tasandi mõjusid, mis kas individuaalselt või koos tekitavad kõiki erakordselt hästi dokumenteeritud mõjusid, mis järgnevad kokkupuutele EMVdega. Selliste mõjude seas on muu hulgas: 1. Neuroloogilised ja psühhoneuroloogilised mõjud, sh unetus, väsimus, depressioon, ärevus, keskendumisvõime kadu, mäluhäired, peavalu jm valud, stress, erutus seisund ja tajuhäired. Need kõik on meie ühiskonnas kõikjal maailmas äärmiselt levinud ning me teame, et neid võib põhjustada kokkupuude EMVdega. 2. Mõjud reproduktiivsüsteemile, sh munandite ja munasarjade struktuuri kahjustumine, vähenenud spermarakkude arv, vähenenud spermarakkude liikuvus ning halvenenud spermakvaliteedi muud näitajad; naiste viljakuse langus, sh munarakkude arvu vähenemine; iseeneslike abortide sagenemine; kõigi kolme suguhormooni tasemete langus; libiido vähenemine. Meil on põhjust arvata, et kõik eelnimetatud on juba kõikides tehnoloogiliselt arenenud riikides üle maailma väga kaugele arenenud. 3. Mõjud DNAle, sh raku DNA üksikahelalised ja kaksikahelalised katked ning oksüdeerunud alused raku DNAs. Neil on oluline roll geneetiliselt edasikandunud mutatsioonide (st mutatsioonidega laste) ja vähi tekke juures. 4. Oksüdatiivne stress ja vabade radikaalide kahjustus.

Neil on oluline roll põhimõtteliselt kõikides levinud ja mitte nii levinud krooniliste haiguste tekke juures. 5. Suurenenud apoptoosi (programmeeritud rakusurm) taseme tõus, millel on eriti oluline roll reproduktiivsüsteemis avalduvate mõjude ja ka neurodegeneratiivsete haiguste, sh Alzheimeri tõve tekke juures. 6. Üleliigne  $[Ca^{2+}]_i$ , mis on kõige muu põhjus. 7. Mõjud hormonaal- ehk endokriinsüsteemile kõikides või peaaegu kõikides hormoonsüsteemides. 8. Vähk, mida põhjustavad mõjud DNAle, ja muud mõjud, mis toovad kaasa mitte ainult vähi käivitamise, vaid ka kasvajate tekke ja arengu võimendamise, sh kudede vohamine ja metastaasid. 9. Teraapilised mõjud. 10. Eluohtlikud mõjud südamele, mis tekitavad südamelöökide elektrilise kontrolli hälbeid. Meil on noorte, näiliselt tervete sportlaste seas epideemia – surm spordivõistluste ajal äkilise südameseiskumise tõttu. Kas neid surmasid põhjustab kokkupuude EMVdega? 11. Vere-aju barjääri lagunemine. 12. Stressivastused, sh kuumašoki reaktsioon (ilma kuumenemiseta) ning AMPK aktiveerumine.

On ka muid mõjusid, kuid kus EMVde peamine roll põhjustajana on veel küsitav. Nende hulgas on järgmised: 1. Väga varajane Alzheimeri tõve dementsuse ja muude dementsuste algus. Me näeme 30ndates eluaastates inimesi, kes on haigestunud Alzheimeri tõppe, ning noori inimesi, kellel olevat wifi-internetiühenduste sõltuvus, mis toob kaasa nn digitaalse dementsuse. 2 ja 3. Autism ning keskendumis- ja ärevushäired, mille puhul tundub kõige olulisem olevat kokkupuude EMVdega viimaste raseduskuude ning esimeste elukuude ajal. Arvatakse, et üleliigne  $[Ca^{2+}]_i$ , mida selline kokkupuude põhjustab, häirib arenevas ajus sünapside moodustumist. 4. Elektromagnetiline ülitundlikkus (EÜT); olgugi et EÜT mehhanism on veel mõnevõrra tundmatu, on selge, et üleliigne  $[Ca^{2+}]_i$  tekitab tundlikkuse sündroomi ning et oksüdatiivne stress ja tundlikkus ajus mängivad EÜT juures olulist rolli.

### **Igäht nendest 16 erinevast olulisest ja ilmselt EMVde mõjust võivad põhjustada VGCC aktiveerumisele järgnevad mõjud.**

On leitud, et mitmed neist mõjudest algavad vaikselt pärast kokkupuudet enamikuga EMVde tüüpidest, kuid EMVd toimivad kumulatiivselt ning tekitavad aina tõsisemaid mõjusid. Aeglase algusega on need tüübid, mida meil on kõige keerulisem tajuda, kui me neid kogeme. Kui mõjud muutuvad tõsisemaks, muutuvad need ilmselt ka pöördumatuks. Mõjud, mille puhul selline muster ilmneb, on mh neuroloogilised ja psühhoneuroloogilised mõjud, mõjud reproduktiivsüsteemile ning mõjud südamele. DNA mutatsioonilised tagajärjed on samuti oma loomult kumulatiivsed ja pöördumatud. Muud mõjud, mis näitavad kumulatiivset olemust ja ilmselt pöördumatust, on mõned (aga mitte kõik) hormonaalsetest mõjudest, Alzheimeri tõbi ja muud dementsused ning sünnijärgne kokkupuude EMVdega, millega kaasneb autismi ning keskendumis- ja tähelepanuhäirete teke. Kaks kumulatiivset mõju, mis prof Palli jaoks on kõige suurem mure, on neuroloogilised/psühhoneuroloogilised mõjud ning mõjud reproduktiivsüsteemile, mis mõlemad on meie ühiskonnas väga sagedased. Kumbki nendest võib viia väljasuremiseni. Me võime hinnata, kui kaua see võib aega võtta, tuginedes inimeste epidemioloogiliste uuringute ja närilistega läbiviidud uuringute kombinatsioonile (näriliste puhul toimub enamik protsesse umbes 15 korda kiiremini kui inimeste puhul). Need umbkaudsed hinnangud viitavad sellele, et neuroloogilised/psühhoneuroloogilised mõjud võivad tehnoloogiliselt arenenud riikides viia meie ajufunktsiooni katastroofilise kokkukukkumiseni 5-7 aasta jooksul, arvestades neid kiirgusfoone, mis meil praegu juba on. Mõnevõrra sarnaselt võime näha reproduktiivsuse kukkumist peaaegu nulli umbes 5 aasta jooksul, arvestades praeguseid kiirgusfoone, ning mõned riigid jõuavad sinna veelgi kiiremini. Kummalgi juhul puudub meil tulevik. Loomulikult võib eeldada, et 5G tõttu praegusega võrreldes veelgi suurenev kiirgusfoon, 4G laiendamine, autodes radarite kasutamise kasv ning muu kiirgusega kokkupuute suurenemine võivad kaasa tuua veelgi kiirema huku.

### Meie ohutussuuniste kollaps: asi läheb veel hullemaks

Meie praegused ohutussuunised tuginevad keskmistele väljatugevustele (tavaliselt kas 6 või 30

minuti keskmised) ning meie keha kudede eeldatavale kuumenemisele nende väljatugevuste mõjul. Need ei võta arvesse mittesoojuslikke mõjusid, sh ka neid, mis tekivad VGCCde aktiveerumise tagajärjel.

Kuid on olemas mitmeid tüüpi tõendusmaterjale, mis kõik näitavad, et need ohutussuunised on tõsiselt vigased, mitte ainult piirväärtuste tõttu, millest madalamat kiirgustaset väidetakse olevat ohutu, kuid sama oluline või veelgi olulisem – keskmised väljatugevused, mida me kasutame, ei oska peaaegu üldse ette näha bioloogilisi mõjusid. Kuidas me seda teame?

13 ülevaateartiklis on näidatud, et pulseerivad EMVd on enamikul juhtudel *sama keskmise väljatugevusega* mittepulseerivatest EMVdest bioloogiliselt palju aktiivsemad. See on väga oluline kahel erineval põhjusel. Kõik meie juhtmevabad sideseadmed suhtlevad kas osaliselt või täielikult impulssidega. Seetõttu võivad need seadmed olla – ja Pall usub, et tegelikult ongi – palju ohtlikumad. Teiseks näitavad need leiud, et keskmised väljatugevused ütlevad meile väga vähe bioloogiliste mõjude kohta. Siit järeldub, et ohutussuunised ei mõõda õiget asja. Mida me siis peaksime mõõtma?

On olemas ka suur hulk teemaga seonduvat teaduskirjandust, mis näitab, et nanosekundilised impulsid, mida vaadeldakse individuaalste impulssidena, mille pikkus jääb 1 nanosekundi ja 1 mikrosekundi vahele, tekitavad olulisi bioloogilisi mõjusid. Kui arvestatakse nende keskmist 6 minuti jooksul, on väljatugevused nii väiksed, et jäävad mitmeid kordi väiksemaks piirnormide tasemetest, mida kasutatakse meie ohutussuunistes. See on niisiis teine aspekt, kus ohutussuunised ei suuda ette näha bioloogilisi mõjusid. Tuleb lisada, et on ka uuringuid, mis näitavad, et kõiki nii nanosekundiliste impulsside kui ka pulseerivate EMVde (mida on kirjeldatud eelmises lõigus) tekitatud mõjusid blokeerivad kaltsiumikanali blokaatorid, mis tähendab, et kõik need tekivad VGCC aktiveerumise tõttu.

Lisaks on olemas suur hulk teaduskirjandust, mis näitab, et on olemas „intensiivsuse aknad“, st spetsiifilised väljatugevuste vahemikud, kus EMVd tekitavad maksimaalselt bioloogilisi mõjusid, kuid kus väljatugevused, *mis on kas nõrgemad või tugevamad sellest, mis jäävad „aknasse“*, tekitavad palju väiksemaid mõjusid. Need leiud näitavad, et doosi ja toime kõverad ei ole ei lineaarsed ega monotoonsed (mitte-monotoonne tähendab, et mõjud alati ei suurene kiirgusega kokkupuute suurenemisega ega vähene kokkupuute vähenemisega). See on vastuolus tööstuse ja normatiivsete asutuste eeldustega, et doosi ja toime kõverad on lineaarsed või vähemalt monotoonsed. On näidatud, et mõned neist „intensiivsuse akendest“ ilmnevad keskmistel väljatugevustel, mis jäävad 3, 4 või 5 või rohkem korda allapoole ohutussuuniste piirnormidest. Niisiis näeme jälle, et tööstuse ja normatiivsete asutuste eeldused, et on olemas keskmine väljatugevus, millest nõrgemate väljatugevuste puhul oleme alati väljaspool ohtu ja millest tugevamate väljatugevustega kaasneb oluline risk mõjude tekkeks, on vale, seega on kogu normatiivse süsteemi struktuur täiesti vigane.

Veel on olemas suur hulk teaduskirjandust, kus uurimisrühmad on uurinud mitmeid rakutüüpe, kasutades identseid meetodeid, ning leidnud, et eri tüüpi rakud erinevad suuresti selle poolest, kui vastuvõtlikud need on mikrolaine- või muu sagedusega kiirgusele. See tähendab, et mis tahes normatiivne süsteem, mis kasutab bioloogiliste mõjude ennustamiseks üksnes füüsilikat, nagu see on meie praeguste ohutussuuniste puhul, on oma olemuselt täiesti vigane. See tähendab ka seda, et bioloogilise mõju ohutustestid, mis on ainus usaldusväärne test bioloogilise ohutuse või vastupidise kindlakstegemiseks, peaksid keskenduma selliste rakukultuuride kasutamisele, mille kohta on teada, et need on EMVdele äärmiselt tundlikud, ning mida on kasvatatud viisil, mis säilitab nende suure tundlikkuse. Pall on avaldanud kaks artiklit, mis annavad teavet selle kohta, kuidas sellist testimist saab läbi viia.

On veel kaks teemat, mis mõlemad on olulised, kuid võimalik, et ainult teatud kontekstides. On

uuringuid, mis on näidanud, et teatud väga spetsiifilised EMVde sagedused on nn sagedusaknad, mis tekitavad maksimaalselt mõjusid äärmiselt nõrkade väljatugevuste juures, kuid kui nihutada sagedust ainult natukene, tekivad oluliselt väiksemad mõjud. Neid on tõlgendatud resonantsefektina – sõltudes sihtmärgist. Viimastel aastatel on dr Belyaev olnud selles uurimisvaldkonnas kõige aktiivsem teadlane. Pallile teadaolevalt ei ole tehtud uuringuid, kas pingesensor võib olla selliste resonantsefektide sihtmärk. Pole kindel, et suurem osa ekspositsioonist, mis meid ümbritseb, on suuresti nende sagedusakende poolt mõjutatud, kuid on väidetud, et 2,45 GHz sagedus, mida kasutatakse wifi jaoks, on piisavalt lähedal sellisele sagedusaknale, et muret tunda. Pallil on aga teine mure. Neid väga spetsiifilisi sagedusaknaid saab kasutada mikrolainerelvade muutmisel bioloogiliselt oluliselt aktiivsemaks. Hetkel on inimpopulatsioon selliste mikrolainerelvade vastu nii füüsiliselt kui ka juriidiliselt täiesti kaitsetu ning ka militaar- ja diplomaatiline personal võivad olla kas vähese kaitsega või täiesti kaitsetud.

Viimane murekoht on see, et tehislükud EMVd on kõik polariseeritud, samas kui enamik looduslikke EMVsid seda ei ole. Polariseeritud EMVdel on selline omadus, et jõud, mida need tekitavad elektriliselt laetud rühmadele, on palju suuremad kui need, mida tekitavad mitte-polariseeritud EMVd. Siit järeldub, et pingesensor on aktiveerimisele polariseeritud EMVde poolt palju tundlikum. Palli peamine mure ses osas ei puuduta normatiivset raamistikku, vaid on pigem seotud ilmselge korruptsiooniga teaduskirjanduses. Umbes alates 2003. aastast on enamikus, kui mitte kõigis tööstuse rahastatud eksperimentaalsetes uuringutes kasutatud näriliste või rakukultuuride eksponeerimisel EMVdele reverberatsiooniruumi või kiirguse ekspositsioonikambreid, et hinnata võimalikke mõjusid. Kuid need ekspositsioonikambrid vähendavad oluliselt polarisatsiooni ja mõned neist võivad tekitada ka olulisel määral segavaid häireid, mis mõlemad vähendavad märkimisväärselt mis tahes mõjusid. Kui kas tööstus või normatiivsed asutused selliseid uuringuid kiidavad, siis see muudab nende hinnangud teaduskirjandusele ebausaldusväärseks.

### Miks 5G on kordades hullem

5G on mõeldud kasutama väga kõrgel millimeeterlainesagedusel EMVsid, mis on tugevalt pulseerivad, et need suudaks kanda oluliselt suuremat infokogust sekundis. Need millimeeterlainesagedused aga neelduvad palju rohkem hoonete materjalides, samuti ka meie kehas, seda elektrilistelt laetud rühmadega eeldatavasti tekkivate suure hulga vastastikmõjude tõttu. Selle üks tagajärg on see, et kasutatakse erakordselt suurt hulka antenne, mis asetsevad meie kodude, töökohtade, koolide ja peaaegu kõikide mis tahes muude hoonete läheduses, mis teeb praktiliselt võimatuks nende kiirgustega kokkupuutumise vältimise. Pall ennustab, et nende EMVde erakordselt suur kogus ja väljatugevused koos millimeeterlainesagedustele omaste ohtudega ning äärmiselt tugevate impulssidega tähendab, et 5G muudab VGCC pingesensori hüperaktiivseks. Tööstus prognoosib, et mõjud piirduvad meie keha kõige pealmise millimeetriga. Kuid need tööstuse ennustused on ümber lükatud mitte-pulseerivate millimeeterlainesageduste uuringutes, mida CIA on tõlkinud ja avaldanud, kus tööstuse väidetust on leitud mõjud nii loomadel kui ka inimestel vähemalt 20 korda sügavamal. Tundub vältimatu, et tugevalt pulseeriv 5G on kordades hullem! Seetõttu on oluline, et me viime läbi bioloogilise mõju ohutusuuringud tõelise 5G kiirgusega koos kõigi planeeritud impulssidega, kuid see on just see, mida tööstus ja normatiivsed asutused väldivad.

### Dr Palli lõppsõna:

Terve skepsis on alati parima teaduse alus. Ma tean, et paljud teist on skeptilised, ja peaksitegi olema. Just eelkõige skeptikud peaksid mu ettekannet kuulama ja ma kutsun neid üles esitama mulle kõige keerulisemaid küsimusi.