

# Neuroloogia ja neurofüsioloogia areng põhjalas ühe elukäigu taustal

Ilmar Sulg – Tromsø Ülikool, Norra

Kui olla elanud 93aastaseks, millest üle 25 aasta on möödunud Rootsis, niisama kaua Norras, mõned aastad Soomes ning lisaks neile täiendanud end USAs Durhamsis, Londonis, Freiburgis ja Kopenhaagenis, siis mahub sellesse ajajärku küllalt lähedastelt distantsilt peaaegu kogu nüüdisaegse kliinilise neurofüsioloogia arengulugu.

Kliiniline neurofüsioloogia (KNF) on suhteliselt noor meditsiinieriala, kuid teinud 20. sajandil läbi suure arengu. KNF sai iseseisvaks valdkonnaks eelmise sajandi keskpaigas ning see oli suuresti tingitud neuroloogide vajadusest täpsemate diagnostiliste meetodite järele. Põhjamaad (iseäranis Rootsi ja Soome) on olnud selle arengu esirinnas ning nendes riikides on KNF arstiliku erialana ametlikult tunnustatud ja arstid organiseerunud oma erialaseltsidesse. Näiteks oli 2006. aastal Soomes 79 KNF-spetsialisti (1). Eestis ei ole KNF määratletud omaette erialana ning sellega tegelevatel kolleegidel on olnud individuaalne ettevalmistus. Siiski on Eestis olemas Kliinilise Neurofüsioloogia Selts, mida juhivad Põhja-Eesti Regionaalhaigla neurofüsioloog Merike Porosaar. Eestis vajaks KNFi-väljaõpet arendamist ning seda tasuks teha koostöös põhjamaade keskustega. Soome lahe põhjakaldal korraldatakse sageli täienduskursusi ja tõenäoliselt oleks võimalik saada väljaõpet ja töötamise võimalusi ka Skandinaavia KNFi-laborites.

## Ludvig Puusepp ja Hans Berger kliinilise neurofüsioloogia lätetel

Käesoleva artikli autor on sündinud 1919. aastal Eestis, see oli parasjagu üks aasta enne seda, kui Ludvig Puusepp põgenes Peterburist oma

kodumaale. Peterburis oli Puusepa õpetaja professor Vladimir Behterev asutanud maailma esimese neuroloogiakliiniku ning Ludvig Puusepalt loodeti sealsamas maailma esimese neurokirurgiakliiniku loomist. Enamlaste kaootiline võimuletulek sundis teda aga põgenema punaselt Venemaalt äsja iseseisvunud Eestisse, kus ta 1921. aastal pälvis neuroloogia ja neurokirurgia profesuuri Tartu Ülikooli arstiteaduskonnas (2). Samal aastal asutas ta Tartus närvikliiniku, mis oli esimene selletaoline kogu põhjalas. Professor L. Puusepp oli ülimalt aktiivne nii kliinilises neurokirurgias kui ka teadlasena. Tartu perioodil ilmus suurem osa tema olulisematest teadustöödest: osalt rahvusvahelistes ajakirjades ning osalt ka tema enda asutatud ajakirjas **Folia Neuropathologica Estoniana**. Tema tuntus paljudes Euroopa riikides tõi siinsele ajakirjale kaastöid mitmetelt tolle aja kõige tuntumatelt neuroloogidelt, kellest olgu siinkohal märgitud näiteks V. Behterev (Leningrad), M. Nonne (Hamburg), G. H. Monrad-Krohn (Oslo), L. van Bogaert (Brüssel) ja G. Marinescu (Bukarest), W. Dandy (Baltimore), E. Walker (Chicago) ja A. Adson (Minnesota). Puusepa enda artiklite seast selles ajakirjas tuleks esile tõsta tööd „Eine neue Methode der Ventrikulographie” (3). Peaajutuumorite lokaliseerimiseks ja eemaldamiseks on vaja visualiseerida

ajuvatsakesed, milleks tuli nendest eemaldada ajuvedelik ja asendada see õhuga. Viimasega seoses on tarvis kontrollida ka rõhku ajuvatsakeses, milleks Puusepp leiutas sobiva manomeetri. Alles aastatel 1959–1960 jõudis Rootsi neurokirurg Nils Lundberg Lundi Ülikooli kliinikus umbes samasuguse lahenduseni, aga temal oli kasutada juba märksa ajakohasem instrumentarium. Olin sellel ajal neuroloogina tööl samas haiglas ja viibisin hilisema Lundi Ülikooli neurokirurgiaprofessori Lundbergi väitekirja „Continuous recordings and control of ventricular fluid pressure“ (4) kaitsmisel, kus vastavat seadet ja meetodikat tutvustati. Seega oli prof Ludvig Puusepa avastus oma ajast ees umbes 30 aastat! Ühes teises artiklis on Puusepp selles ajakirjas kirjeldanud skaleenusesündroomi operatiivset ravi. Puusepp oli täheleandnud, et hüpertroofiline astriiklihas (*m. scalenus*) on teataval juhudel kõnealuse sündroomi põhjustajaks ning lihase läbilõikamise tulemusel haigussümptomid taandusid. See töö seostub tegelikult hilisema KNFi arenguga, sest skaleenusesündroomi diagnostika ja ravi on tänapäevalgi aktuaalne kliiniline probleem.

Professor Ludvig Puusepp oli väga produktiivne teadlane. Ta avaldas üle 200 publikatsiooni, nende seas mitmed monograafiad ajukasvajatest. Ta oli soositud külalislektor ja mitmete ülikoolide audoktor. Puusepa koolkonnaga olid Tartus loodud sobivad eeldused neuroteaduste arenguks.

L. Puusepa tegevusega umbes samal ajal pidas Saksamaal psühhiaater Hans Berger (1873–1941)

Jena Ülikoolis loenguid ajutegevuse ja teiste füsioloogiliste protsesside seostest. Oma kõige olulisemate, aju elektriliste ilmingutega seotud uuringute tulemusi hoidis ta siiski mitmeid aastaid saladuses. Salastamise peapõhjus oli vajadus saavutada nende uuringute tulemuste piisav usaldusväärsus. Selleks tuli neid korduvalt kontrollida. Juba 1924. aastal õnnestus tal esimesena maailmas registreerida inimese (oma tütre) aju elektrilisi protsesse, aga alles 1929. aastal avaldas ta oma esimese artikli inimese aju elektrilisest tegevusest (5). Aastatel 1930–1936 avaldas ta saksakeelsetes ajakirjades EEG registreerimise teemal 13 teadusartiklit ning 1935. aastal trükiti viimaks ka tema monograafia sel teemal. Nende töödega pani Hans Berger aluse EEG kaasaegsele käsitlusele kliinilises meditsiinis ja närviteadustes. Ilmar Sulg ei ole Bergerit isiklikult kohanud, küll aga on Bergeri avastus ja selle praktiline rakendamine avaldanud olulist mõju ka tema teadlaseks kujunemisel.

Lihase elektriliste protsesside registreerimiseni jõuti aga palju varem. Kuulus prantslasest revolutsioonäär **Jean Paul Marat** (1743–1793) ja sakslane **Hermann von Helmholtz** (1821–1894) olid selle ala pioneerideks, ehkki nende instrumentid selleks olid mõistetavalt veel üsna algelised. 1922. aastal avaldas hilisem Nobeli preemia laureaat **Edgar D. Adrian** töö „The relation between the stimulus and electric response in a single muscle fiber“ (6), mida peetakse tänapäevase kliinilise elektromüograafia (EMG) lähtepunktiks. Oma arvukates publikatsioonides tutvustas ta maailmale ka Hans Bergeri avastust ning võttis Inglismaal esimesena kasutusele kliinilise EEG.

### Kliinilise neurofüsioloogia algusaastad põhjamaades

EEG ja EMG uuringutega loodi kliinilisele neurofüsioloogiale sisuline alus. Algselt tehti EMG-uuringuid hoogsalt just Rootsis **Erik Stålbergi** ja Taanis **Fritz Buchthali** juhatusel



Foto 1. Autor (tagareas vasakult teine) Soome üksuse JR 200 arstina Karjala rindel 1944. aastal.

(7–11). Olen olnud Buchtali juures väljaõppel mõned kuud. Ta oli sakslasele omaselt range ja kuiv isiksus ning nõudis igalt õpilaselt vähemal 100 motoorse ühiku talitluse graafilist salvestamist ja nende näitajate mõõtmist. Stålberg oli tema vastandina alati naeratav ja sõbralik ning entusiastlikult innustav nii oma kui ka teiste ideede suhtes. Tema koolkond on põhjalas kahtlemata suurim ja tooniandvaim. Stålbergi saavutused üksiku lihaskiu elektrilise aktiivsuse registreerimise ning makroelektromüograafia valdkonnas on aegumatud (8, 9). Tal on olnud ka oluline roll EMG kvantitatiivse analüüsi arendamisel (10). Erik Stålberg ja Robert R. Young Bostonist on 1981. aastal avaldanud koguteoses üksikasjaliku ülevaate EMG, EEG ja esilekutsutud vastuste (*evoked responses*) kvantifitseerimisest (11).

Hiljem edestas KNFi areng Soomes teisi põhjamaid (1). Soomes sai KNF ametlikult arstiteaduse erialaks 1966. aastal. Teoreetilisi neurofüsioloogilisi uurimusi alustati Helsingi Ülikooli füsioloogia instituudis siiski juba 1930. aastatel, kui soomlasest professor **Yrjö Reenpää** ja soomerootslane **Ragnar Granit** juhtisid teaduslikku uurimistööd. Ragnar Granit oli sarkastiline uurija, kes ei sallinud teisi suuruseid oma kõrval, teiste seas oma kaasaegset Soome professorit Alvar Wilskat, kes oli oma laiahaardeliste uurimustega

tõeline suurmees, kuid kelle kohta Granit olevat märkinud, et ta ei suhtle matsiga. Sellele vaatamata olid Granitil mõned head sõnad öelda Soomegi kohta: „Soomlased on rahvas, kes kannatab, aga ei kaeba, rootslased kaebavad, olgugi et nad ei kannata.“ Ragnar Granit siirdus hiljem tööle Rootsi Karolinska Instituuti ning pälvis 1967. aastal silma võrkkesta neurofüsioloogia uuringute eest Nobeli preemia. Kuigi A. Wilska oli sellelgi alal teinud põhjalikku tööd, ei maininud Granit teda oma publikatsioonides.

Soome sai oma esimese EEG-aparaadi (valmistaja Edmund Kaiser) kingiks Taani Punaselt Ristilt. 1949. aastal avaldas **Yrjö H. Temmes**, kes oli saanud oma EEG-koolituse Londonis, esimese soomekeelse EEGd tutvustava artikli Soome arstide ajakirjas. Tema järeltulija **Erkki Huhmar** sai 1972. aastal esimeseks KNFi ülemarstiks Hesperia haiglas (praegune Helsingi Ülikooli kliiniku psühhiaatriakeskus). Külaskäin Uhmarite kodu Helsingis, kus magamistuba oli osa Erkki Huhmari kodulaborist, kuid sellest ei kirjutatud ta kunagi avalikult. Soome väga viljakas KNFi-arengus on suured teened nende esimesel selle valdkonna professoril **Heikki Langil**. Seda õpetlast, laiahaardelist ja andekat uurijat on mul olnud au ja rõõm tunda palju aastaid. Tema suureks hobiks on muusika. Ta on

ka estofiil, kes juba enne Eesti taasiseseisvumist kontakteerus Eesti ametivendadega. Kuulusin asjatundjate hulka, kes soovitas teda Turu Ülikooli KNFi-professoriks.

Eestis soetati professor Ernst Raudami eestvõtmisel esimene EEG-aparaat (Nihon-Kohden, Jaapan) Tartu närvikliinikusse juba nõukogude ajal. Selle seadme abil tehti mitmeid teadustöid, kuid nende tulemused avaldati kahjuks ainult venekeelsetes ajakirjades. Viimastel aastatel on Eesti arstidest kliinilise neurofüsioloogia uurimistööga põhjalikumalt tegelenud **Leena Puksa**, kes on end täiendanud mitmes Soome ja Rootsi KNFi-keskuses, kaitsnud doktoriväitekirja Tartu Ülikoolis ja avaldanud töid nii rahvusvahelistes erialajakirjades (12) kui ka Eesti Arstis.

## Vaateid kliinilise neuroloogiafüsioloogia arengule lähidistantsilt

Alustasin oma arstiõpinguid Tartu Ülikoolis 1939. aastal, kuid need katkesid sõja tõttu 1943. aastal. Sellel ja järgmisel aastal olin vabatahtlikuna pataljoniarstiks Soome armee üksuses JR200 (vt foto 1).

Õpingud jätkusid järgmisel aastal Helsingi Ülikoolis, mille lõpetasin 1946. aastal. Siiski tuli juba samal aastal põgeneda Rootsi. Täiendasin end Lundi Ülikoolis, kus kaitsesin 1969. aastal ka doktoriväitekirja (13, 14). Töö juhendajaks oli dotsent **David H. Ingvar**, kes sarnanes andeka teadlase ja loengupidajana varem mainitud Erik Stålbergiga. Tema isa oli tuntud sisehaigusteprofessor Lundis ja poeg ei jäänud oma isast saavutustelt maha. Ingvar suhtus minusse üllatavalt soojalt, kuid seda ei järginud kahjuks mitmed teised kolleegid. Ingvar ja professor Niels A. Lassen uurisid aju vereringet radioaktiivsete isotoopidega. Tulemused olid hiilgavad, sest esimest korda suudeti mõõta ja määrata ühel ajal nii vereringet kui ka ainevahetust aju eri osades. Ingvar mõistis, et kui ka EEG saaks jaotada kvantitatiivseteks üksus-

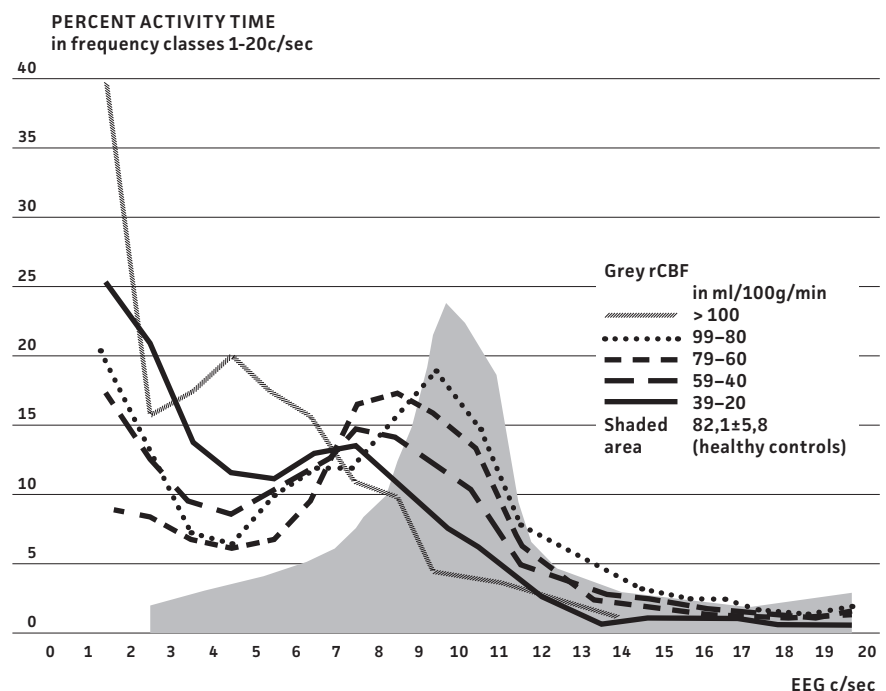
teks, siis võimaldaks see näidata, kuidas aju elektrilised fenomenid korreleeruvad elundi vereringega. See ülesanne anti minule väitekirja teemaks. Et sellel ajal polnud veel arvutiprogramme EEG automaatseks analüüsiks, siis tuli registreeritud EEG-kõveraid analüüsida käsitsi. Selle töö tulemused olid üllatavad, sest EEG sagedusprofiilid korreleerusid väga hästi ajuvereringe teatud parameetritega (vt joonis 1). Hiljem on arendatud arvutitarkvara EEG automaatseks analüüsimiseks (nt kiire Fourier' teisenduse abil (15)), aga manuaalse meetodi eeliseks on ikkagi see, et analüüsi alusena kasutati EEG-kõveraid, millel põhineb tegelik kliiniline diagnostika.

Lundis kohtasin hilisemat Eesti akadeemikut **Ain-Elmar Kaasikut**, kes külalisteadlasena uuris koostöös professor Siesjöga aju vereringet ja ainevahetust (16). Oli meeldiv kohata seal kaasmaalast raudse eesriide tagant. Viisin ta ka oma suvekodusse, et lõõgastuda uurimistööst. Lundis viibis sama ajal ka teadlane USAst, professor **Walter D. Obrist**, kes oli uurinud astronautide ajutegevust vahelduva õhurõhuga keskkonnas. Selleks sai ta kasutada maailma

suurimat barokambrit, mis asus Põhja-Carolina Duke'i Ülikoolis. Walter Obrist oli pooleldi indiaani päritolu, mis peegeldus ka tema välimuses. Elasin tema perekonna juures suurema osa oma hilisemast USAs oleku ajast. Külalislahkus ja enneõhtune Manhattani kokteil olid siis päeva kohustuslikud osad. Duke'i Ülikool, kus minagi end täiendasin 1970. aastal, oli asutatud tubakamagnadi Elliot Duke'i rahaga. Seda raha jätkus nii ülikoolihoonete ehitamiseks, õppejõudude palkadeks kui ka isegi uhke katedraali püstitamiseks!

Astronautidel tehtud uuringutest selgus, et kvantitatiivse EEG parameetritest peegeldab üksnes rütmi keskmine sagedus tõtruult madalast õhurõhust tingitud ajuhüppoksiat (vt joonis 2).

Oma USAs-oleku ajal külastasin ka **Gibbs'ide** abielupaari Chicagos, kes tutvustasid oma suurteose „Atlas of Electroencephalography“ 4. osa käsikirja, mis ilmus mõned aastad hiljem. Selle atlase kolm köidet olid ilmunud juba varem ning olid ja on jätkuvalt sedavõrd populaarsed, et leiduvad kindlasti iga EEGga tegeleva instituudi raamatukogus. Gibbs'ide abielupaar oli väga armastusväärne



Joonis 1. Regionaalse vereringe ja EEG näitajate korrelatsiooni esitus autori väitekirjas.

ja tuttavate seas tuntud ka Chicago-pärase biifsteegi poolest.

Pärast USAs viibimist täiendasin end 3 kuud Londonis Queen Square'i neuroloogiahaiglas, kus oli võimalus tutvuda paljude kuulsate neurofüsioloogidega eesotsas sugereerivalt inspireeriva **Gray Walteriga**. Tema defineeris muuseas ka EEG deltalained ning avastas nn ootusvõnke (CNV, *contingent negative variation*) aju elektrilises aktiivsuses. Ka väikest kasvu, kuid krõbe **Henri Gastaut** Pariisist ning leedi **Mary Brazier** USAst pidasid sellel kursusel loenguid. Mary Brazier, kelle hallid juuksed olid ebakõlas tema nooruslike näojoontega, esitas paeluva ülevaate neurofüsioloogia arengust (17). Õpperaamatuks oli kursusel **Hilli** ja **Parri** „Electroencephalography“, mida peeti selle aja kõige ajakohasemaks EEG-õpikuks.

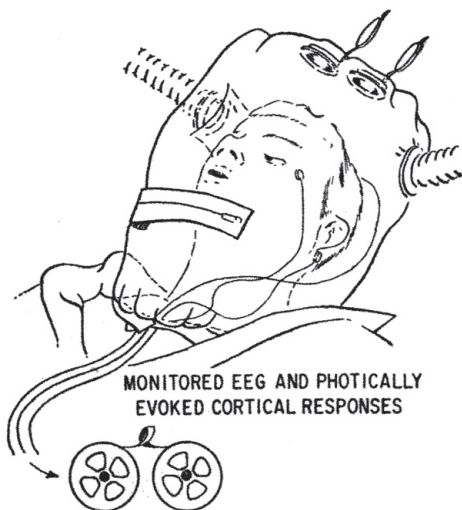
Järgmisel aastal töötasin 3 kuud Freiburgi Ülikooli kliinikus, kus professor **Richard Jungi** juhendamisel sain tuttavaks neurofüsioloogia arenguga Saksamaal. Jung oli tüüpiline saksa teadlane, kes oli ise täpne ja nõudis seda ka teistelt. Tema tööekspidamised neurofüsioloogiast on esitatud koguteose „Handbuch der inneren Medizin“ ühes peatükis (18). Enamik saksa esimestest neurofüsioloogidest on saanud oma väljaõppe Freiburgis. Lisaks ülikoolile

on sellel ajaloolisel linnal veel oivalise Schwarzwaldi looduse tõttu vastupandamatu külgetõmbejõud. Tutvusin seal ka polügraafiameetoditega, mille puhul registreeritakse samal ajal mitmed organismi funktsioonid (näiteks EEG, EKG, perifeerne pulss ja hingamisliigutused).

Freiburgis kohtasin ka neurofüsioloogist Nobeli preemia laureaati **Alois E. Kornmüllerit**, kes oli Hans Bergeri kaasaegne. Ta oli inspireerinud insener Tönniast konstrueerima maailma esimest EEG-analüsaatorit. Seade mõõtis automaatselt lainepikkusi eri sagedusvahemikes ning salvestas tulemused graafiliselt. Niisiis sooritas see aparaat automaatselt sama töö, mida mina olin teinud suure ajakuluga käsitsi. Samas olin ühel nõul professor Jungiga, kes kirjutas: „EEG analüsaator ei ole mingi imeaparaat ega tarkusekivi, mis asendaks hoolika kliinilise läbivaatuse. Peame EEG-leidu alati hindama kogu kliinilise pildi raames, üksnes siis on see meile väärtuslik.“ Professor Kornmülleriga diskuteerisime ka EEG kliinilise tähenduse ja edaspidise arengu üle. Tema arvates oli EEG kvantifitseerimine oluline uurimisteema. Ta kinkis mulle oma kahe monograafia fotokoopiaid, sest nende tiraažid oli juba läbi müüdnud.

Freiburgist naasnuna anti mulle võimalus Helsingborgis käivitada

esimene neurofüsioloogia laboratoorium väljaspool Rootsi ülikoolihaiglaid (vt foto 3). Saksamaalt Schwartzeri firmast hangiti ajakohane EEG ja polügraafia aparaat, millega oli võimalik registreerida EEG kaheksal ja polügraafia 4 eraldi kanalil. Et polügraafi paberikandja registreerimiskiirus oli 10 korda väiksem kui EEG-aparaadi oma, siis võimaldas see süsteem otstarbekohast polügraafiat, mille käigus jälgiti samal ajal EEGga veel EKGd, hingamisliigutusi ja perifeerset pulssi. Helsingborgis sooritati kõik kliinilised EEG-uuringud polügraafiliselt. See oli vajalik epilepsia ja minestuste diferentsiaaldiagnostikaks. Polügraafiline EEG registreerimine kestis 10 aastat ning igal aastal tehti umbes 1000 uuringut (19, 20). Keskusesse korjus nende aastatega arvatavasti maailma tolle aja kõige suurem kliiniline polügraafiamaterjal. Tulemused olid huvitavad ja kliinilises kontekstis vägagi vajalikud. Me leidsime näiteks, et südame respiratoorne arütmia on kõige väljendunud imikueas ja et see väheneb järjest inimeste vanusega. Tõdesime ka, et see võib tõsiste haiguste (näiteks entsefaliidid ja traumaatilised ajukahjustused) puhul kaduda täielikult. Selle tähelepaneku alusel töötati hiljem välja **uitnärvi-indeks** (21). Samuti ilmnis,



A. Eksperimendi skemaatiline kirjeldus.



B. Autor kinnitab uuritava astronauti peanahale EEG elektroode.

**Joonis 2.** Uuringud USA astronautidel hüpoksiaga seotud kvantitatiivse EEG näitajate selgitamiseks.

et raskelt haige lapse prognoos oli tunduvalt halvem, kui tal puudus respiratoorne arütmia.

1973. aasta suvel toodi raskelt haigena oma Helsingborgi haiglasse Sofiero suvelossist 91-aastane Rootsi kuningas **Gustaf Adolf VI**. Tal oli veritsev maohaavand ja ta oli kaotanud palju verd. Seisukord oli kriitiline. Professor **Gunnar Björck** Malmöst juhtis kuningat ravinud arstide meeskonda. Ka mul oli võimalus kuuluda nende hulka ning minu ülesandeks oli jälgida tema majesteedi südametegevust ja ajuseisundit. Et patsienti ja teda külastavaid isikuid häirida nii vähe kui võimalik, korraldasime haigla kõrval olevasse hoonesse EKG ja EEG telemeetrilise ülekande, mis on arvatavasti esimene selletaoline kaugülekanne maailmas. Tulemused salvestati ka magnetlindile, mis on senini minu isiklikus arhiivis. Kahjuks suri kuningas järgmisel päeval. Trooni päris praegune Rootsi kuningas Carl Gustaf, kes saatis ravimeeskonna arstidele tänutäheks vana kuninga fotoportree. Olgu veel mainitud, et Gustaf Adolf VI külastas 1932. aastal kroonprintsina Tartut seoses ülikooli 300. aastapäeva tähistamisega. Tema majesteet pälvis juubeli puhul Tartu Ülikooli audoktori tiitli (2). Kroonprints külastas siis veel teisigi kohti Eestis ning peatus ka Tallinnas, kus minagi sel ajal juhtumisi viibisin. Nägin tookord oma isa õlgadelt kroonprintsungi korteežiga meist möödumas. Kes võinuks siis arvata, et sellest poisikesest tuleb arst, kes kunagi jälgib tema majesteeti surivoodil.

Pigem kõrvaltegevusena arendasime Helsingborgi laboratooriumis loote EKG registreerimist ja kliinilist hindamist. Kui EEG elektrodid asetati raseda naise kõhule, võisime oma süsteemiga registreerida veel sündimata lapse EKG! Loote EKG võimaldas hinnata ka loote asendit. Meie uuringute käigus sai kinnitust eespool mainitud kogemus, et respiratoorse arütmia puudumisel on lapse prognoos halb, iseäranis kui seda ei ole pärast 7. raseduskuud.

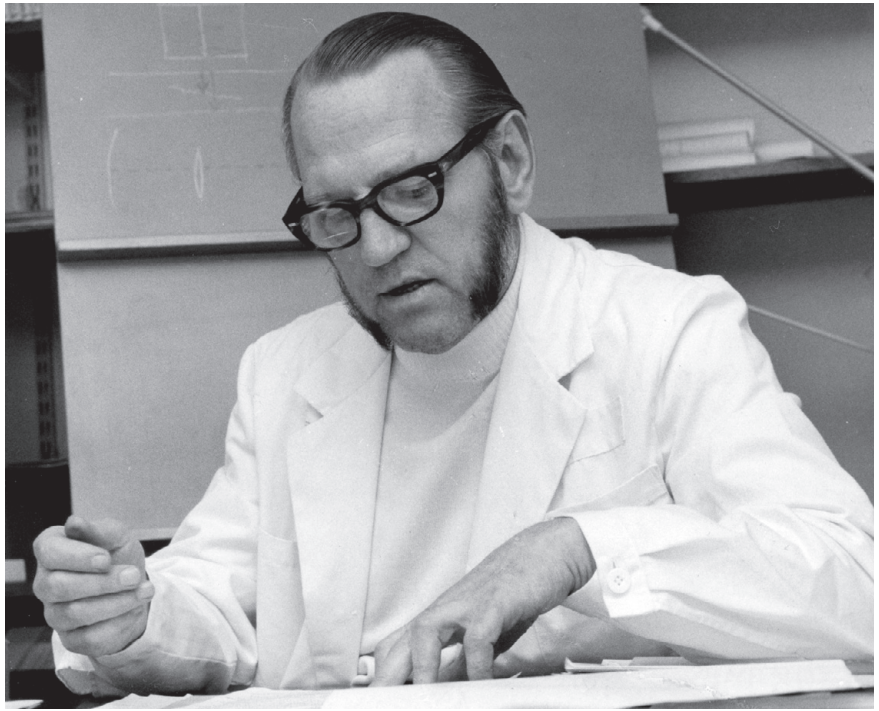


Foto 2. Autor oma kirjutuslaua taga Helsingborgis 1972. aastal.

Sellel ajal alustab loode oma hingamist, olgugi et hingamiseks pole õhk, vaid lootevesi. Ühel rasedal naisel leidsime selle meetodiga kaksikud. Nende EKG polaarsus viitas ebatavalisele asendile, mille puhul loodete pead olid koos, aga vastastikusel suunas. Niisiis oli ilmne risk, et sünnituse jooksul loodete lõuad haakuvad teineteisesse. See andis selge näidustuse keisrilõikeks, mis ka sooritati rahuldava tulemusega.

Rootsis saavutasin dotsentuuri oma väitekirjaga Lundi Ülikoolis aastal 1969. Kui mind kutsuti uhiuude Oulu Ülikooli haiglasse kliinilise neurofüsioloogia ülemarstiks, sain dotsentuurid ka Oulu ja Helsingi Ülikoolis. Nende saamiseks tuli pidada vastav loeng soome keeles. Oulus jätkus teadustöö kvantitatiivse EEG ja ajuvereringe seoste alal, kuid siis juba arvutite abil. Minu juhendamisel valmisid mitmed väitekirjad nimetatud teemal, kuid ka teistel aladel, näiteks käest ja silma reetina lähtuvatest esilekutsutud vastustest ajus (22). Koostöös neurokirurgiaprofessori **S. H. Nyströmiga** tegime teoks EEG ülekande Oulust Helsingisse (23).

1970. aastatel muutusid aktuaalseks ajusurma ja püsiva vegetatiivse seisundiga seotud probleemid. Avaldasin oma seisukoha nendes küsimustes nii mitmetes rahvusvahelistes artiklites kui ka Eesti Arstis (24). Minu arvamine oli siis ja on nüüdki, et ajusurma korral peaks intensiivravi katkestama, iseäranis, kui on olemas patsiendi tahteavaldus ajusurma puhuks.

1983. aastal inspireerisin üht Soome meditsiiniseadmete firmat konstrueerima aparaati, millega võis kvantifitseerida EEG ja EMG osaliselt minu väitekirjas olevate seisukohtade alusel. See anesteesia ja ajutegevuse monitor (*anesthesia and brain activity monitor*, ABM) arvutas EEG alusel elektrilise aktiivsuse keskmise sageduse ja näitas seda pideva kõverana (vt joonis 3). Samal ajal registreeriti ja kvantifitseeriti eri kanalites ka spontaanne ja stimuleeritud EMG. Spontaanne EMG näitas otsmikulihase pinget ja stimuleeritud EMG kirjeldas neuromuskulaarset vastust korduvate stimulatsioonide sarjale.

Aastatel 1980–1981 pakuti mulle professuuri Norras Trondheimis

ja hiljem Tromsøs, kuhu ma siis lõplikult siirdusin. Tromsøs asub maailma kõige põhjapoolsem ülikool, kus oli sellel ajal ja on nüüdki elav teaduslik ja kultuuriline tegevus. Jätkasin seal peamiselt EEG esilekutsutud vastuste (*evoked responses*) uurimustega ning korraldasin koostöös professor **Helge Refsumi** ja **Knut Rasmusseniga** 1987. aastal rahvusvahelise sümposiumi teemal „Heart & Brain, Brain & Heart”. Üritusel esitasid 11 riigi esindajad 37 ettekannet, mille alusel ilmus hiljem Springeri kirjastuselt 467-leheküljeline sama pealkirja kandeartiklikogumik (21). Raamatu autoritest võiks esile tõsta toimetajat Helge Refsumit, kes oli niisama tubli kui tema isa, kes oli defineerinud Refsumi tõve, samuti veel prantsuse professorit **Christian Gullimenaault**'d, kes esitas ettekande une ja südame rütmi seostest. Minu ettekanne käsitles epilepsia ja minestuse diferentsiaaldiagnostikat.

Minu viimasel tööaastal asus Tromsøs stipendiaadina tööle Eestist

pärit neuroloog **Tiina Rekand**. Tiina oli lõpetanud Tartu Ülikooli ja teinud seal EEG-uuringuid tserebrovaskulaarsete kahjustustega patsientidel (25). Ta oli tuttav minu töödega ja soovis teha minuga koostööd KNFi vallas. Liitusime kohaliku meeskonnaga, mis uuris südameoperatsioonide käigus hüpoksia ja hüpotermia mõju ajutegevusele. Selle töö tulemused avaldati 1991. aastal (26). Tiinast sai hiljem minu abikaasa ning oleme olnud harmoonilises abielus ja teaduslikus koostöös üle 22 aasta.

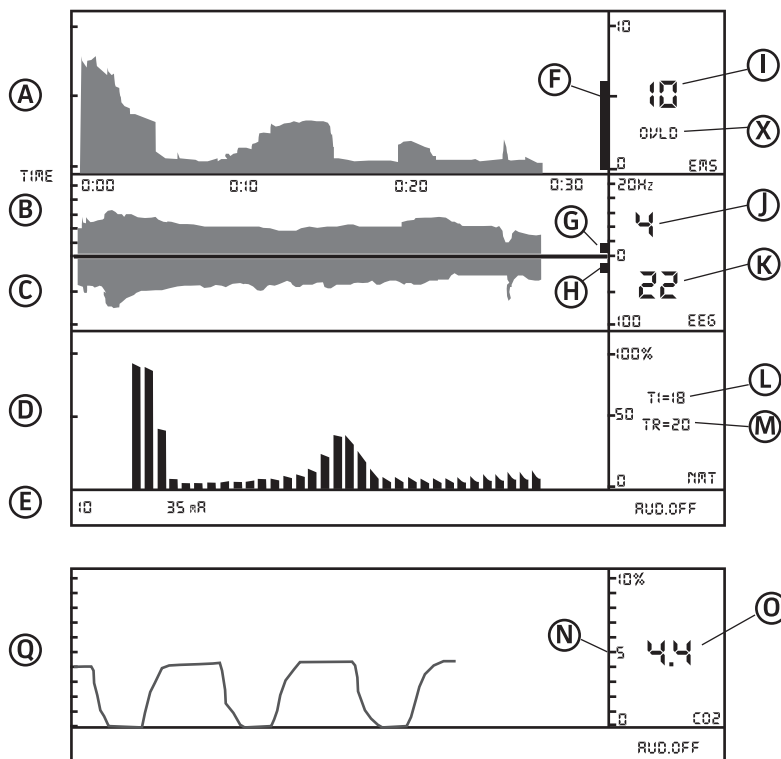
Olen koostanud väikese kogumiku soome- ja eestikeelsetest KNFi oskussõnadest, millest saan huvitatuile saata koopia, niisamuti ka täielikuma kirjanduse ülevaate artiklis käsitletud teemade kohta.

#### TÄNUAVALDUS

Täna meditsiinidoktor Tiina Rekandit kommentaaride ja käskkirja paranduste eest.

*ilmars@online.no;*

*tiina.rekand@helse-bergen.no*



**Joonis 3.** Kirje anesteesia ja ajutegevuse monitorilt: kanal A – elektromüogramm (EMG) *m. frontalis*'est; kanalites B ja C on EEG keskmine sagedus ja amplituud; kanalid D ja E – EMG; kanal Q – kapnogramm.

#### KIRJANDUS

- Lang H. Elämän Virtoja; Kliinisen Neurofysiologian Vaiheet Suomessa. Helsinki: Suomen Kliinisen Neurofysiologian Yhdistys; 2008.
- Käbin I. Die Medizinische Forschung und Lehre an der Universität Dorpat/Tartu 1802 – 1940: Ergebnisse und Bedeutung für die Entwicklung der Medizin. Dissertation. Sydsvenska medicinhistoriska sällskapet's årsskrift, supplementum 6. Lüneburg; 1986.
- Puusepp L. Eine neue Methode der Ventrikulographie. Folia Neuropathol Eston 1929;9:183–6.
- Lundberg N. Continuous recording and control of ventricular fluid pressure in neurosurgical practice. Dissertation. Lund: Lund University; 1960.
- Berger H. Über das Electroencephalogramm (EEG) des Menschen. Arch Psychiat Nervenkrank 1929;87:527–70.
- Adrian ED. The relation between the stimulus and the electric response in a single muscle fibre. Arch Néerl Physiol 1922;17:330–2.
- Buchthal F, Guld C, Rosenfalck P. Action potential parameters in normal human muscle and their dependence on physical variables. Acta Physiol Scand 1953;32:200–18.
- Stålberg E, Trontelj JV. Single fiber electromyography. Surrey: The Miravalle Press Ltd; 1979.
- Stålberg E. Macro EMG: a new recording technique. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1980;43:475–2.
- Stålberg E, Andreaassen S, Falck B, Lang H, Rosenfalck A, Trojaborg W. Quantitative analysis of individual motor unit potentials: a proposition for standardized terminology and criteria for measurement. J Clin Neurophysiol 1986;3:313–48.
- Stalberg E, Young E. Clinical neurophysiology. St. Louis: Butterworth-Heinemann; 1982.
- Puksa L, Stalberg E, Falck B. Reference values of F wave parameters in healthy subjects. Clin Neurophysiol 2003;114:1079–90.
- Sulg IA. EEG as a measure of cerebral dysfunction. Dissertation: Lund: Lund University; 1969.
- Sulg IA, Ingvar DH. Correlation between regional cerebral flow (rCBF) and EEG frequency spectrum. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1969;27:621–2.
- Tolonen U, Sulg IA. Comparison of quantitative EEG parameters from four different analysis techniques in evaluation of relationships between EEG and CBF in brain infarction. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1981;51:177–85.
- Kaasik A-E, Nilsson L, Siesjö BK. Acid-base and lactate-pyruvate changes in brain and CSF in asphyxia and stagnant hypoxia. Scand J Clin Lab Invest Suppl 168;102:III-C.
- Brazier M. A History of neurophysiology in the 17th & 18th century: from concept to experiment. New York: Raven Press; 1984.
- Jung R. Handbuch der inneren Medizin, Band 5. Berlin: Springer Verlag; 1953.
- Sulg IA. Polygraphy in differential diagnosis of paroxysmal loss of consciousness. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1967;23:389.
- Sulg IA. Intervall-analyse vid hjärtarytmier. Läkartidningen 1966;63:4105–9.
- Sulg I, Refsum H, eds. Heart and brain, brain and heart. Berlin: Springer Verlag; 1989.
- Mustonen E, Sulg IA, Kallanranta T. Electroretinogram (ERG) and visual evoked response (VER), studies in patients with optic disc drusen. Acta Ophthalmol 1980;58:539–49.
- Nyström SH, Sulg IA, Hokkanen E. Multi-channel telephone transmission and quantitative online analysis of EEG in brain surgery. Acta Neurochir 1984;41:255–68.
- Sulg IA, Rekand TE. Püsiv vegetatiivne seisund. Eesti Arst 2003;82:45–50.
- Miagi MA, Tomberg TA, Kauba TF, Rekand TE, Taba PM. [Pharmacodynamic action of cavinton on regional volume blood flow, central hemodynamics and the bioelectric activity of the brain in the acute stage of a cerebral infarct]. In Russian. Zh Nevropatol Psikhiatr Im S Korsakova 1987;87:46–50.
- Rekand T, Sulg IA, Bjaartnes L, Jolin Å. Neuromonitoring in hypothermia and in hypothermic hypoxia. Acta Med Res 1991;50;Suppl 6:32–6.