



EEG, EMG och neurografi är basen i den kliniska rutinen. EEG används framför allt vid epilepsidiagnostik.

# Klinisk Neurofysiologi lyckades arbeta undan köerna

Lagarbete mellan olika yrkesgrupper skapar hörnstenarna hos Klinisk Neurofysiologi vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset. Specialist- och ST-läkare, biomedicinska analytiker, ingenjör och sekreterare arbetar tillsammans med neurofysiologisk diagnostik, undervisning och forskning.

**Enhetschefen Sara Arani** brinner för ledarskap och att utveckla verksamheter. Då hon anslöt till Klinisk Neurofysiologi 2021 hamnade kortare väntetider direkt i fokus. Till KNF kommer patienter för att undersöka funktionen i nervsystem eller muskulatur och 2021 stod 989 personer i kö för elektromyografi – EMG.

– Ja, det var alldeles för långa köer. Utmaningen är att det är en stor organisation och att vi måste arbeta i linje i olika led. Jag har tidigare jobbat i det privata näringslivet och där är det ett mer övergripande beslutsfattande; här använder vi skattemedel och beslut måste godkännas på olika nivåer.

Förändrade scheman, en sorsatsning på antalet läkartjänster för specialistutbildning (ST) och skärpta kriterier för remisser och snabbare svarsrutiner var några av åtgärderna som vidtogs. Kortsiktigt gjordes en schemaläggning fokuserad på elektromyografi för att arbeta undan kön. Även personalens schema effektiviserades för att minska sårbarheten vid frånvaro.

– Vi har lyckats hitta vägar på olika nivåer och lösningen har varit åtgärder på flera olika plan, exempelvis fler specialister, schemaändringar, retur av inaktuella remisser, uppstyning av kriterier för remissacceptans och externa utförare. Nu är jag väldigt stolt över att vi faktiskt är i fas och har arbetat undan köerna. Vi har målet att en undersökning ska ske max fyra veckor efter bokning och remitter ska ha svar inom två veckor. Vår ledningsgrupp möts varje vecka för att ha koll på hur vi ligger till och vi kommunicerar ut alla beslut, säger Sara Arani.



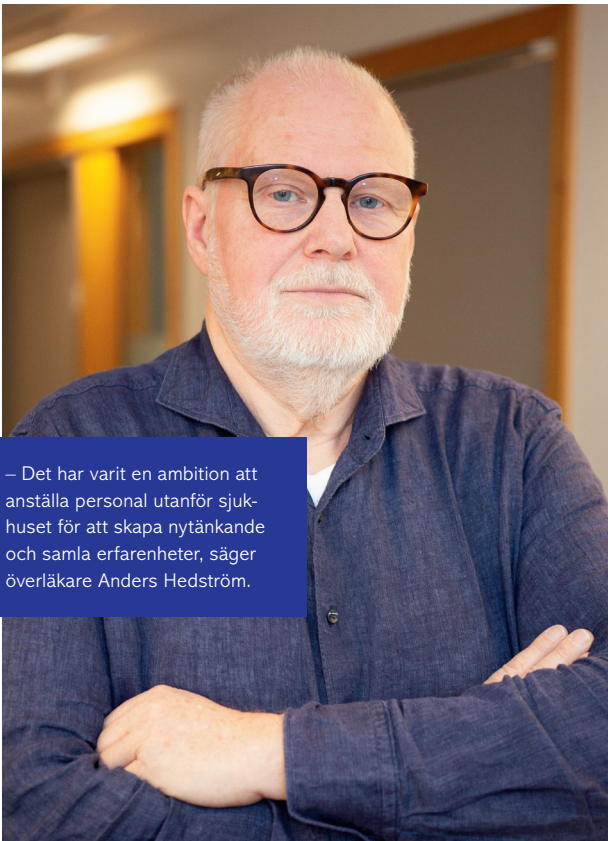
Enhetschef Sara Arani  
anslöt till Klinisk  
Neurofysiologi 2021.

### ALLA REGIONENS SPECIALISTER OCH ST-LÄKARE

Klinisk Neurofysiologi har verksamhet vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset, på Drottning Silvias barn- och ungdomssjukhus och för inläggande patienter vid Mölndals sjukhus. Man ansvarar för neurofysiologisk diagnostik inom Västra Götalandsregionen, och alla regionens neurofysiologiska specialist- och ST-läkare arbetar på avdelningen. Alla typer av neurofysiologiska undersökningar utförs med metoder som oftast innebär registrering av elektriska signaler från hjärna, ryggmärg, perifera nerver eller muskler. EEG, neurografi och elektromyografi är de vanligaste undersökningarna, och exempel på diagnosområden är epilepsi, akuta komatillstånd, neuromuskulära sjukdomar och perifer neuropati. I dagsläget minskar antalet EEG-undersökningar, medan efterfrågan på övervakningen vid operationer samt undersökningar av perifera nerver och muskler ökar.

Överläkare Anders Hedström har varit verksam inom organisationen i 40 år. Han säger att det varit en ambition att anställa personal utanför det egna sjukhuset för att skapa nytänkande och samla erfarenheter. Lucas Cleeve som är överläkare, sektionsledare och medicinskt ansvarig har rekryterats från Karolinska Universitetssjukhuset.

– För ett par år sedan var vår vardag ett tröstlöst kämpande med för små resurser och långa köer. Det påverkade alla: Patienter och anhöriga, inremitterande läkare och verksamheter och vår arbetsmiljö. Framför allt fick sekretariatet och chefer ta emot mycket ilska och frustration från förtvivlade patienter och anhöriga. I dag har vi teamarbete med bra sammanhållning. Vi har naturligtvis utmaningar som ökad efterfrågan på framför allt avancerad diagnostik och ökade



– Det har varit en ambition att anställa personal utanför sjukhuset för att skapa nytänkande och samla erfarenheter, säger överläkare Anders Hedström.



För ett par år sedan var vår vardag ett tröstlöst kämpande med för små resurser och långa köer.

kostnader, otillräcklig kapacitet och resurskrävande ST-läkarutbildning, men vi kan erbjuda undersökningar med kort väntetid och hög kvalitet till de patienter som bäst behöver neurofysiologisk diagnostik.

### BLIVIT ORDNING

Som en tekniskt intensiv specialitet utförs undersökningarna i dag bättre än förr och man kan göra mer. Som ett resultat har inflödet av remisser ökat. Samtidigt är undersökningarna mer tidskrävande. Totalt analyserar, bedömer och besvarar Klinisk Neurofysiologis specialister nästan 10.000 remisser per år. Allt görs manuellt.

Anders Hedström säger att de regionala riktlinjerna varit till stor hjälp för att strukturera de remisser som kommer in. Är de rätt underbyggda eller tillför de inget för patienten. Sedan en tid tas i stort sett enbart remisser emot från specialistsjukvården

– Riktlinjerna har skapat ordning och remisser tas inte emot från primärvården. Vi har också jobbat mycket med att standardisera undersökningar utifrån frågeställning och patientens symtom. Våra biomedicinska analytiker har fått mer ansvar och arbetar tätt tillsammans med läkarna vilket gör oss mindre sårbara. I dag arbetar de till stor del självständigt med remissbedömning och utför undersökningar som de själva kan skraddarsy.

– Digitaliseringen av enhetens undersökningar ger ett mer detaljerat underlag för diagnostik och ökar precisionen, men analyser av digitala undersökningar tar ofta mer tid än vad analoga gjorde. Samtidigt har digitaliseringen inneburit att avstånden mellan länssjukhusen och oss bara är ett knapptryck bort. Ett akut EEG från Skövde kommer till oss omedelbart via datanätet – jämför det med en pappersregistrering som för 20 år sedan levererades efter två timmar med taxi, säger Anders Hedström.

### ARBETAR SJÄLVSTÄNDIGT

Avdelningens biomedicinska analytiker (BMA) arbetar tillsammans i den ena av avdelningens två korridorer, omgivna av undersökningsrum. De arbetar mycket självständigt och utför alla basundersökningar, förutom elektromyografi som görs av läkare. Det tar ungefär ett år innan biomedicinska ana-



Lucas Cleeve, överläkare, sektionsledare och medicinskt ansvarig.



Vid EMG registreras muskelaktivitet med hjälp av nålar för att kunna bedöma hur den motoriska enheten fungerar.

lytiker kan utföra basundersökningar självständigt och flera år innan man är färdigutbildad att utföra specialundersökningar.

EEG och neurografi är basen i den kliniska rutinen. EEG används framför allt vid epilepsidiagnostik och registrerar hjärnans elektriska aktivitet, medan neurografi och elektro-myografi ser på ledningsförmågan i perifera nerver. Myeliniserade nervers motoriska och sensoriska funktion undersöks genom att en svag stöt ges med en ytelektrod, och då nervledningshastigheten mäts går det att upptäcka eventuella skador och sjukdomar. Elektromyografi, där muskelaktivitet registreras med hjälp av nålar i musklerna, används för att bedöma hur den motoriska enheten fungerar.

– Våra biomedicinska analytiker har blivit experter på att utföra undersökningarna. Sedan granskar och bedömer läkaren undersökningsdata, säger sektionsledaren Annika Björkenor.

Klinisk Neurofysiologi ansvarar för kursen Diagnostisk neurofysiologi som ingår i biomedicinska analytikerprogrammet, och Annika arbetar en viss del av sin tid med utbildningen. Hon är också schemaansvarig och planerar gemensamma scheman för läkare och biomedicinska analytiker. På så sätt blir avdelningen mer flexibel och resurserna kan utnyttjas på bästa sätt.

– Det finns ett tiotal olika undersökningsmetoder på Klinisk Neurofysiologi och remissinflödet varierar över tid vilket gör att köerna kan öka periodvis. Då gäller det att bevaka remissinflödet och anpassa planering och bokning efter de resurser som finns på plats. Varje arbetsdag är en ny utma-



– Våra biomedicinska analytiker har blivit experter på att utföra undersökningar. Sedan granskar och bedömer läkaren undersökningsdata, säger sektionsledaren Annika Björkenor.

Simon Sjölund,  
biomedicinsk  
analytiker.



Foto: KNF



Göran Pegenius,  
biomedicinsk  
analytiker.



### Biomedicinska analytiker och specialistläkare från KNF övervakar patienter vid ortopediska och neurokirurgiska operationer med intraoperativ neurofysiologisk monitorering.

ning, men genom att vara på tårna och kunna omprioritera vad vi gör och hur vi samarbetar så löser vi det oftast tillsammans. Ibland måste vi tillfälligt välja bort andra arbetsuppgifter och det absolut sista steget för att lösa bemanningen är att boka av patienter, säger hon.

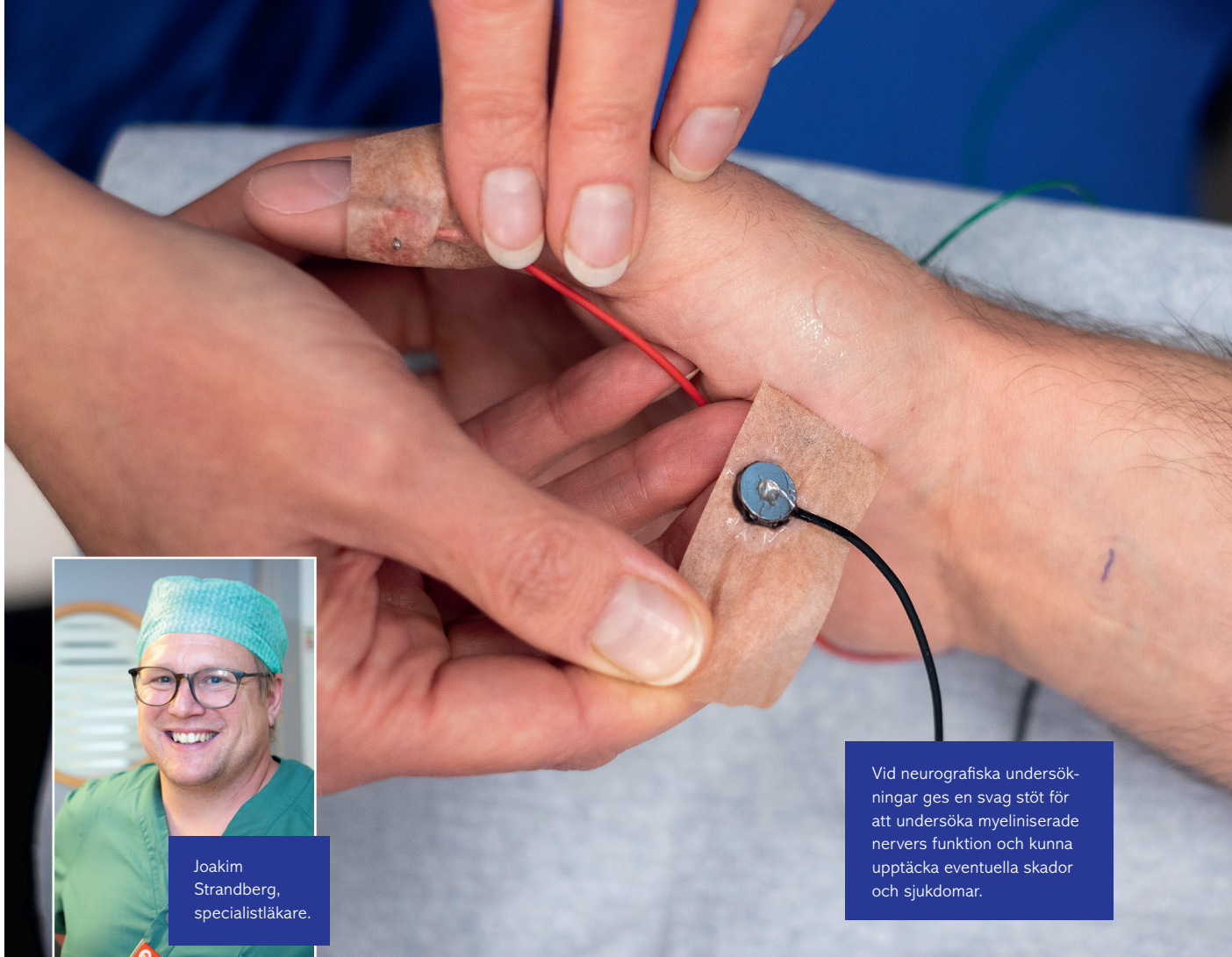
#### FÖRÄNDRADE OCH FÖRDJUPADE UPPGIFTER

Vid ett av borden sitter den biomedicinska analytikern Simon Sjölund. Han säger att yrkesgruppen har fått förändrade och fördjupade uppgifter och en mer specialiserad bedömningsmatris. Enhetens tolv biomedicinska analytiker har också börjat nyscha sig mot de tre olika områdena operation, epilepsiutredningar och som han själv, synelektrofysiologiska undersökningar.

– Det gör att vi kan täcka upp för varandra vid sjukdom, framför allt då vissa har dubbla specialiteter. Vid synfysiologiska undersökningar ser vi på näthinnefunktionen och synnerven och stöttar hela regionens ögonmottagningar. Efter undersökningen förser vi ögonläkarna med undersökningsdata. Vi har en bra dialog med specialister och ST-läkare och får alltid gehör. Genom det täta samarbetet blir vi lyhörda och får mer kött på benen, och då vi lär oss mer kan vi hjälpa läkarna kliniskt.

#### ÖVERVAKAR VID OPERATIONER

Biomedicinska analytiker och specialistläkare från Klinisk Neurofysiologi övervakar också patienter vid ortopediska och neurokirurgiska operationer med så kallad intraoperativ neurofysiologisk monitorering – IONM. Under operationer i



Joakim Strandberg, specialistläkare.

Vid neurografiska undersökningar ges en svag stöt för att undersöka myeliniserade nervers funktion och kunna upptäcka eventuella skador och sjukdomar.

rygggrad, ryggmärg och storhjärna mäts funktionen kontinuerligt för att förhindra permanenta skador och funktionsförluster, och övervakningsmetoden har visat sig kunna minska antalet skador i nervsystemet. Biomedicinska analytikerns roll är att analysera mätningarna, ta beslut och varsko operatörerna om funktionen hotas så att operationen kan genomföras så säkert som möjligt.

I dag är biomedicinska analytikern Göran Pegenius och specialistläkaren Joakim Strandberg på plats vid neurokirurgen. Monitoreringar vid neurokirurgiska operationer utförs cirka en gång per vecka. Vid ortopediska operationerna är det främst monitorering vid skolios.

– Med hjälp av elektroder kontrollerar vi att alla nervimpulser går fram som de ska och att sensoriska och motoriska nervbanor fungerar. Mätningarna under operationen underlättar för kirurgerna så de kan undvika att skada nervsystemet. Vid ortopediska operationer arbetar biomedicinska analytiker självständigt utan att läkare är närvarande. Vid neurokirurgiska operationer arbetar och bedömer biomedicinska analytikern och läkaren mätningarna ihop, säger Göran Pegenius.

– Vi är åtta personer i operationssalen varav tre från Klinisk Neurofysiologi. Under de neurokirurgiska operationerna är mätningarna mer komplexa än vid de ortopediska, säger Joakim Strandberg.

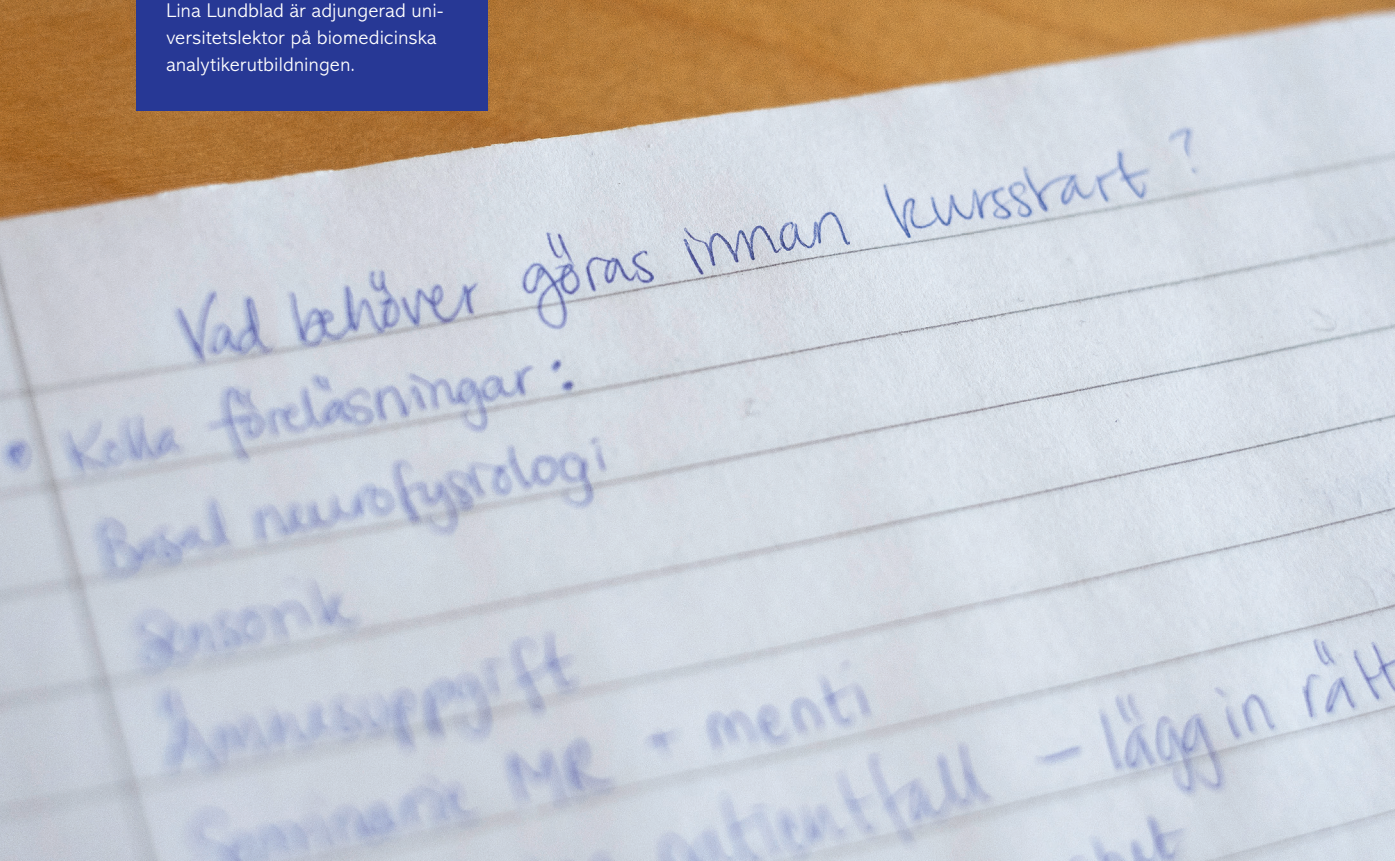
#### NYA ST-LÄKARE

Klinisk neurofysiologi är en egen basspecialitet och hos enheten spelar ST-läkarna en mycket viktig roll. Överläkare Charlotte Sjöberg Larsson är sedan 2015 studierektor för ST-



Överläkare Charlotte Sjöberg Larsson är studierektor för ST-gruppen. – Det gäller att kunna lyfta pedagogiska frågor trots en pressad klinisk vardag.

Lina Lundblad är adjungerad universitetslektor på biomedicinska analytikerutbildningen.



gruppen under deras specialistutbildning som vanligen omfattar 4,5–5 år. Då Klinisk Neurofysiologi tidigare haft en skev åldersfördelning med många seniora specialister har en storsatsning på att anställa nya ST-läkare genomförts de senaste åren.

– Den stora utmaningen för oss har varit att bli synliga och marknadsföra oss, men det har lyckats och gett bra resultat. Det har varit gott om sökande och i dag jobbar sex ST-läkare på enheten. Inledningsvis behöver de mycket handledning, som nya kollegor kan de i regel mycket lite om vårt område så vi måste bygga från grunden. Handledningen tar mycket tid det första året, men det är samtidigt givande och en investering för framtiden.

– Det gäller att kunna lyfta pedagogiska frågor trots att det är en pressad klinisk vardag. Alla är måna om ett gott utbildningsklimat och här finns en fantastiskt ambitiös grupp som bidrar. Alla jobbar mot samma mål och det är väldigt roligt att vara studierektor på den här kliniken.

#### FORSKNING OM STRESS

En av enhetens forskare är Linda Lundblad, överbiomedicinsk analytiker, docent och adjungerad universitetslektor på biomedicinsk analytikerutbildningen. I dag, säger hon, är mycket av yrkets undersökningar till stor del centrerat runt datorer och risken är att eleverna inte förstår grunderna. I utbildningen läggs därför stor vikt vid att de inte ska förlora tankekedjan.

I sin forskning ser hon just nu på hur det autonoma nervsystemet reagerar under stress.



I sin forskning ser Lina Lundblad på hur det autonoma nervsystemet reagerar under stress.



AMBU

LES<sup>®</sup>  
10 01111  
M- M+ CE ON/C  
8 9 % √  
5 6 × ÷  
2 3 + -  
• +/- =  
Electronic Calculator

Ambu<sup>®</sup> Needle electro  
Nål elektro  
Electro aiguille  
1 Unit

REF 7  
LOT 1  
CE





KONTROLLERA ATT  
HJÄRNAN ÄR  
ANSLUTEN INNAN  
MUNNEN  
INKOPPLAS

Överläkare Josefin  
Nilsson är speciali-  
serad på avancerade  
epilepsiutredningar.

– Vi vet att män och kvinnors muskelsympatiska nervaktivitet svarar lika vid stress, och att individerna kan delas in i två svarstyper där den ena verkar ha större risk att utveckla högt blodtryck. Det finns en skillnad i blodtrycksförändringarna hos kvinnor och män i våra studier. Tyvärr finns det inte lika många studier på kvinnor. Under sin fertila period är kvinnor skyddade av sina könshormoner och har lägre blodtryck än män, men går om män vid menopaus. Tidigare har jag främst sett på yngre män och kvinnor men inkluderar nu även kvinnor efter menopaus.

Med hjälp av mikroneurografi är det möjligt att mäta de elektriska impulserna i enskilda nervfibrer. Då en tunn nål sätts i nerven hittas muskelsympatiska nervfibrer som reglerar blodflödet till muskler och i förlängningen reglerar blodtrycket.

– Genom att samtidigt som vi mäter sympatisk nervaktivitet stressar personen och ser hur nervsvaret förändras kan man dela in personerna i två olika svarstyper. Vi har sett att den ena svarstypen verkar ha en större risk att utveckla hypertoni och hoppas på att med våra studier kunna hitta några av orsakerna till högt blodtryck, säger Lina Lundblad.

– På undersökningar av enäggstvillingar har vi sett att de har samma svarsmönster under vila, men under stress kan de ha olika svarstyp. Olika svarstyper under stress är alltså inte genetiskt, och det ger oss möjlighet att i framtiden testa hur nervsvaret kan förändras till exempel genom fysisk träning. Det finns även skillnader i människors hjärnaktivitet hos de olika svarstyperna, vilket gör det intressant att i framtiden undersöka även om mental träning eller liknande kan förändra nervsvaret och i förlängningen minska risken för att

Med hjälp av mikro-  
neurografi är det möjligt  
att mäta de elektriska impulserna i  
enskilda nervfibrer.

utveckla hypertoni.

#### EN DEL AV NÄTVERKET EPICARE

Vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset finns Centrum för högspecialiserad epilepsisjukvård, där Klinisk Neurofysiologi spelar en central roll. Centrumet representerar Sverige i det europeiska referensnätverket för ovanliga och komplexa epilepsier – EpiCARE – där 28 sjukhus från 13 länder arbetar för att förbättra Europas epilepsivård. Regelbundna videokonferenser ger tillgång till experter i hela Europa.

För cirka en tredjedel av alla personer med epilepsi fungerar inte behandling med läkemedel mot epilepsi tillräckligt väl, eller så är biverkningarna inte acceptabla. Epilepsikirurgi kan då vara ett alternativ, om epilepsin startar i ett avgränsat område i hjärnan som är möjligt att ta bort. Hjärnan avbildas med magnetkamera, anfällen registreras med video-EEG och med hjälp av en neuropsykologisk undersökning skapas en kognitiv profil. Om magnetkameraundersökningen inte visar några avvikelser eller om de är diffust utbredda kan anfallsregistrering med inopererade elektroder bli aktuell. En sådan metod är stereoelektroencefalografi – SEEG.

## Detta är Klinisk Neurofysiologi – 4 fakta

**1** Klinisk Neurofysiologi vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset är en del av verksamhetsområde Neurosjukvård.

Personalstyrkan på 30 personer bedriver hög-specialiserad vård för Västra Götaland och norra Halland, samt länssjukvård för Göteborg och Mölndal. Verksamhetsområdet är organiserat i neurologi, neurokirurgi, rehabiliteringsmedicin och klinisk neurofysiologi.

Utöver undersökningar utförda vid de egna mottagningarna på Sahlgrenska Universitetssjukhuset och Drottning Silvias barn- och ungdomssjukhus gör Klinisk Neurofysiologi den diagnostiska analysen av undersökningar utförda vid Södra Älvsborgs sjukhus/Borås, Kärnssjukhuset i Skövde, NU-sjukvården/NÄL och Uddevalla samt Kungälvssjukhus.

**2** Klinisk Neurofysiologi är en enhet med läkare, biomedicinska analytiker och ingenjör. Enheten har också utbildnings- och forskningsuppdrag i nära samarbete med Chalmers Tekniska Högskola och Sahlgrenska Akademien.

**3** Klinisk Neurofysiologi har utvecklats till en specialitet inom akutsjukvården, IVA, i operationssalar och inom avancerad sjukvård av framför allt epilepsi och inflammatoriska sjukdomar. Verksamheten inkluderar diagnostiskt arbete på såväl intensivvårdsavdelningar som perioperativt vid neurokirurgiska och ortopediska operationer.

**4** Förutom EEG-, neurografi-, elektromyografi-, IVA- och neonatalverksamhet finns avancerad diagnostik inom epilepsikirurgi, utredning av neuromuskulära sjukdomar inklusive neurometabola sjukdomar, intraoperativ monitoring och synelektrofysiologi.



I dag går det att upptäcka avvikelser djupt inne i hjärnan som tidigare inte varit åtkomligt.

Här kartläggs det tredimensionella epileptiska nätverket.

Överläkaren Josefin Nilsson är specialiserad på avancerade epilepsiuutredningar.

– Registreringar med inopererade elektroder föregås av en väldigt stor utredning där vi jobbar ihop med neurologer och neurokirurger. Min del är att delta i planeringen av elektroderna, analysera data och genomföra så kallad elektrisk stimulering under pågående registrering samt analysera registreringen vilket är väldigt tidskrävande. Det är ett stort teamarbete runt dessa patienter, vi förväntas inhämta information och ta in all kunskap och kan bjuda in andra professioner, även i andra länder, för att få second opinion. Det finns en god internationell standard i Sverige och vi har många av de moderna metoderna men problemet är tillgängligheten. Vi ser inte alla som behöver bedömas.

### AVVIKELSER DJUPT INNE I HJÄRNAN

Registrering med inopererade elektroder ger större möjlighet till att utreda orsakerna bakom epilepsin och möjlighet till behandling. I dag går det att upptäcka avvikelser djupt inne i hjärnan som tidigare inte varit åtkomligt.

– Djupa elektroder kan kartlägga ursprung, men nackdelen är att man blir väldigt närsynt. Vi ser väldigt lite runt omkring själva området som registreras. De 12–16 djupelektroderna som opereras in måste ligga exakt rätt eftersom modellen av vilket område som ska behandlas byggs utifrån deras svar. Förarbetet är enormt viktigt, du ser det du valt.

Framstegen inom den avancerade epilepsivården tror Josefin Nilsson inte kommer ske inom en enskild del. Det är som ett pussel.

– Om varje enskild del blir fem procent bättre blir bilden betydligt skarpare. För patienten är det väldigt mycket bättre och större chans att pusslet går att lösa.



MARIE  
SKOGLUND  
frilansjournalist



Foto:  
LINA  
HASKEL