

Kapittel 13 - Strukturert opplæringsplan for nevrofysiologiteknikere/ingeniører

For en fullstendig oversikt over kapittelet trykk på "Innhold" øverst til venstre i menyen.

Ønsker du å laste ned hele kapittelet som pdf-fil klikker du på pdf ikonet i høyre kolonne.

Sist revidert: 08.11.2017

Innledning

Klinisk nevrofysiologi er høyt spesialisert virksomhet. Det finnes foreløpig ingen offentlig utdanning for nevrofysiologi-ingeniører i Norge.

De som tilsettes ved en godkjent avdeling bør derfor gjennomføre et 2-årig strukturert opplæringsprogram i avdelingen. Opplæringen innebærer teoretisk undervisning og praktisk veiledning med apparatene i bruk på pasienter (Tabell).

Anbefalingene nedenfor har tatt utgangspunkt i hvordan opplæringen har vært praktisert ved ulike KNF-avdelinger i Norge.

Gjennomføring

35 uker gjennomføres årlig som strukturert internundervisning for leger og nevrofysiologi-ingeniører. To timer per uke tilsvarer 140 timer per år. I tillegg forutsettes 28 kurstimer per år (interne + eksterne kurs).

Ansvarlig for utdannelsen er faglig ansvarlig overlege og avdelingsleder/ avdelingssykepleier ved den nevrofysiologiske avdelingen.

Det bør utpekes en veileder.

Det blir foretatt regelmessige evalueringer av nevrofysiologi-ingeniørens utvikling og kompetanse i faget.

Godkjent opplæring vil bli dokumentert skriftlig, normalt etter 2 års arbeid i 100 % stilling ved nevrofysiologisk avdeling.

Plan for teoretisk undervisning for nevrofysiologi-ingeniører (antall timer)

	Sum	Selvstudium (Litteraturstudier*)	Teoretisk	Praktisk veiledning
Nevroanatomi	20	10	10	
Basal Nevrofysiologi	22	10	12	
Nevrologi	30	10	20	
Nevropediatri	10	5	5	
Nevrokirurgi	10	5	5	
Psykologi/Psykiatri	5		5	
Farmakologi	8	4	4	
EEG+24tEEG	90	10	30	50
Videometri	30	10	10	10
Nevrografi/EMG	80	10	20	50
Fremkalt respons	50	10	10	30
Elektroretinografi	36	10	6	20
Søvnutredning (PSG, MSLT)	40	10	10	20
Autonom dysfunksjon	40	10	10	20
Termotest	20	6	4	10
Magnetstimulering	4		4	

Informasjonsteknologi	30		10	20
Elektronikk	20		10	10
Apparatlære	20		4	16
Elektroder	5		1	4
Totalt (timer)	570	120	190	260

Mal fra St.Olavs Hospital. *Se egen litteraturliste (ca 5 sider per time)

Opplæringen kan deles inn i nivåer:

Nivå 1 Aspirant.

Alle nyansatte ved sykehuset må delta på obligatoriske kurs for å bli kjent med sykehuset, dets oppbygging og funksjoner. Aspiranten må lære seg sykehusets pasient-administrative system

Den første tiden i avdelingen har aspiranten en veileder. I samarbeid lager de to en fremdriftsplan for opplæringstiden som følges opp med jevnlig evalueringer. Aspiranten må også ta ansvar for egen læring.

Den første uken gjennomgås følgende av veileder evt, annen erfaren ingeniør eller lege ved seksjonen:

- **gjennomgang av utstyr og rutiner ved EEG-undersøkelsen*
- **10-20 systemet*
- **jording og referanse*
- **hjemebølger, spenning, hva måles ved EEG*
- **impedanse*
- **hygiene*

Aspiranten utfører i starten oppmåling og plassering av elektrodepunkter på øvingsdukke.

Etter en periode med teoretisk og praktisk opplæring samt øving på dukke, kan aspiranten ha voksne, rolige og relativt friske pasienter til registrering med supervisjon av veileder eller annen erfaren ingeniør.

Etter hvert deltar aspiranten i økende grad i det praktiske arbeidet med EEG-registreringene ved avdelingen. Aspiranten skal alltid ha annen ingeniør lett tilgjengelig dersom det er behov for hjelp og veiledning.

Hvor mye supervisjon som trengs underveis, vurderes individuelt.

Sjekkliste for evaluering EEG:

Ferdighet	Behersker
EEG-påkobling:	
Oppmåling og plassering av elektroder iht. 10-20 systemet	
Kjenne punktenes navn	
Sikre best mulig impedanse	
Kunne oppdage løse elektroder, og rette på disse ved behov	
Gjennomføre standard EEG på under en time	
Kjøre EEG etter søvndeprivasjon	
Påta seg vanlige utfordringer, som påkobling hos nyfødte, urolige barn og voksne	

EEG på intensiv	
Programvare:	
Skrive inn pasienter i EEG-systemet	
Starte og stoppe en undersøkelse	
Styre kamera på en hensiktsmessig måte	
Flikkerstimulering og hyperventilering	
Skifte montasjer	
Teoretisk del:	
Indikasjoner for standard EEG og søvndeprivert EEG	
Indikasjoner/kontraindikasjoner for aktivering	
Artefakter: gjenkjenne og tiltak	
Bakgrunnsaktivitet	
Hyperventilasjonsrespons	
Driving	
Aktivering/testing ved komatøs pasient	
Forandring av EEG ved døsighet og søvn	
EEG endringer fra barn til voksen	
Fokal og generalisert epileptiform aktivitet	
Burst-suppression	
Testing/prosedyrer under anfall	
Beskrive pasientens mentale status	
Enkel feilsøking ved tekniske feil	

Nivå 2 Viderekommen.

Den viderekomne har et akseptabelt nivå på sin utøvelse, og kan bedømme de fleste situasjoner. En viderekommen nevrofysiologi-ingeniørskal kunne ta standard-EEG både av voksne og barn. Hun/han må kunne ta EEG av urolige og sengeliggende pasienter. I denne perioden lærer ingeniørenogså å ta EEG av søvndepriverte pasienter. Normale EEG kurver kan kjennes igjen og dermed kan man også skille ut unormale kurver.

Nevrofysiologi-ingeniørenpå dette nivået skal kunne ta hensyn til den enkelte pasients behov. Han/hun må kunne informere pasienten om undersøkelsen og kunne roe ned engstelige pasienter. Det er viktig å kommunisere godt med sine pasienter for å gi dem trygghet. Når barn er til undersøkelse, er samspeilet mellom ingeniørbarn og foreldre av stor betydning.

Den viderekomne følger fortsatt med i avdelingens undervisningsprogram samtidig som den praktiske opplæringen fortsetter med ambulatorisk EEG, LTM (langtids EEG-monitorering), fremkalte responser, søvnundersøkelser og nevrografi.

Sjekkliste for evaluering av LTM og ambulatorisk EEG:

Ferdighet	Behersker
LTM:	
Koble på LTM utstyret og beherske bruken av dette	
Kjenne til vanlige tekniske feil og kunne rette opp disse	
Kunne informere pasienten om LTM og hensikten med undersøkelsen	
Kunne utføre testing av pasienter under anfall	
Kunne styre kamera og innstillinger på dette underveis	
Kjenne til prosedyrene ved LTM og ha lest igjennom disse	
Kjenne indikasjonene for LTM	
Ambulatorisk EEG:	
Kjenne til prosedyre ved ambulatorisk EEG	
Koble på utstyret samt starte og stoppe registreringen	
Kunne informere pasienten om undersøkelsen og hensikten med denne	

Den videre opplæringen kan deles inn i 3 moduler som kan tas i den rekkefølgen som er mest hensiktsmessig for avdelingen:

Modul 1a (Fremkalte responser):

Den viderekomne ingeniøren skal få teoretisk og praktisk opplæring i fremkalte responser. Ingeniøren må også kunne øke sin kompetanse innen feltet ved selvstudium.

Undersøkelsene utføres først på pasienter som kommer til avdelingen og etter hvert som kompetansen øker kan fremkalte responser også utføres på pasienter ved intensivavdelingen. Undersøkelsen gjøres i starten med supervisjon av erfaren ingeniør.

Hvor mye veiledning som trengs underveis, vurderes individuelt.

Sjekkliste for evaluering av fremkalte responser:

Ferdighet	Behersker
Fremkalte responser:	
VEP:	
Kjenne programvaren, koble på og gjennomføre VEP	
Kjenne til indikasjonene for å gjennomføre VEP	
Teste visus	
Kjenne til P100 og hvordan denne markeres	
SEP:	

Kjenne programvare , koble på og gjennomføre medianus, tibialis og ulnaris SEP	
Kjenne til indikasjonene for å gjennomføre SEP	
Kjenne til N9, N13 og N20 og hvordan disse markeres	
Kjenne til feilkilder ved manglende svar ved SEP-undersøkelsen	
BER:	
Kjenne til programvare, koble på og gjennomføre BER	
Kjenne til indikasjonene for å gjennomføre BER	
Kjenne til de ulike bølgeene (I,III og V) ved BER og hva de representerer	

Modul 1 b (Termotest):

Den viderekomne ingeniøren skal få teoretisk og praktisk opplæring i termotest-undersøkelsen. Ingeniøren må også kunne øke sin kompetanse innen feltet ved selvstudium.

Undersøkelsen gjøres i starten med supervisjon av erfaren ingeniør. Det er viktig at ingeniøren forstår at det er viktig med nøyaktig instruksjon slik at pasienten skjønner hva som skal markeres for. Hvor mye veiledning ingeniøren trenger underveis, vurderes individuelt.

Sjekkliste for evaluering av termotest:

Ferdighet	Behersker
Termotest	
Kjenne programvaren, kunne skru av og på samt kunne gjennomføre termotest	
Instruksjon og forklaring til pasient før og under undersøkelsen	
Kjenne til vanlige feilkilder ved undersøkelsen	
Kjenne til indikasjonene for å gjennomføre termotest	
Kjenne til hvordan kjølevæsken i apparatet fylles på	

Modul 2 (søvnundersøkelser):

Den viderekomne ingeniør skal få teoretisk og praktisk opplæring i søvnundersøkelsene som utføres ved avdelingen. Ingeniøren må også kunne øke sin kompetanse ved selvstudium. Ingeniøren gjennomgår først den praktiske opplæringen i påmontering av søvnregistreringsutstyr og kjøring av søvnregistreringene med supervisjon av erfaren ingeniør. Etter hvert som kompetansen øker, vurderes individuelt når den viderekomne ingeniøren er klar for å gjøre registreringene mer selvstendig. Ingeniøren får etter hvert også opplæring i skåring av søvnregistreringer. Denne opplæringen gjøres av klinisk nevrofysiolog med søvnkompetanse.

Sjekkliste for evaluering av søvnundersøkelser:

Ferdighet	Behersker
Søvnundersøkelser:	
Kunne starte og stoppe aktigrafi-opptak	

Kunne informere om bruken av søvndagbok	
Sette på utstyret til PSG/MSLT og informere pasienter om undersøkelsen	
Kjenne programvaren til søvnutstyret, kunne starte, stoppe og rette opp evt. feil	
Kjenne til prosedyre ved MSLT og kunne gjennomføre denne	
Kunne kjenne igjen de ulike søvnstadiene på EEG	
Kjenne til de vanligste søvnsykdommer og hvilke sykdommer vi kan utrede ved PSG/MSLT	
Søvnskåring	
Kunne kriteriene for å skåre de ulike søvnstadier	
Kunne kriteriene for skåring av beinbevegelser og PLM	
Kunne kriteriene for skåring av respiratoriske parametre under søvn	

Modul 3 (nevrografi):

Den viderekomne ingeniør skal få teoretisk og praktisk opplæring i nevrografi av klinisk nevrofysiolog. Ingeniøren må også kunne øke sin kompetanse ved selvstudium. Ingeniøren får i starten opplæring i undersøkelse av nervus medianus og nervus ulnaris på antatt lette pasienter (< 70 år) og undersøkelsen gjøres med tett supervisjon av klinisk nevrofysiolog. Etter hvert som kompetansen øker vurderes individuelt når den viderekomne ingeniøren er klar for å gjøre undersøkelsen mer selvstendig. Når ingeniøren har god kompetanse i undersøkelse av nervus medianus og nervus ulnaris kan det vurderes om ingeniøren også skal få opplæring i undersøkelse av de vanligste nervene i underekstremitetene evt. andre nerver i overekstremitetene.

Sjekkliste for evaluering av nevrografi:

Ferdigheter	Behersker
Nevrografi – praktisk del	
Kjenne programvare, kunne starte opp EMG-maskin og legge inn pas. data	
Kunne utføre nevrografi av n. medianus og n. ulnaris	
Kunne kjenne igjen artefakter og potensielle feil ved undersøkelsen	
Kunne gjennomføre nevrografi av andre nerver	
Nervus radialis	
Nervus peroneus	
Nervus tibialis	
Nervus suralis	
Nervus peroneus superficialis	
Mediale plantarnerve	
Teoretisk del	

Gode kunnskaper om anatomi av n. medianus og n. ulnaris	
Standardutredning ved CTS (carpal tunnel syndrom)	
Gjenkjenne funn ved ulike grader av CTS	
Standardutredning av ulnarisentrappment	
Gjenkjenne funn ved ulnarisentrappment og utføre inching	
Kunnskap om anatomi av andre nerver	
Standardutredning ved polyneuropati	

Nivå 3 Kompetent nevrofysiologitekniker.

På dette nivået har nevrofysiologiingeniøren jobbet i avdelingen i 2 år og skal kunne ta alle standard-undersøkelser. I løpet av denne tiden har han/hun fått en del erfaring som gjør han/henne i stand til å analysere situasjonene bedre. Med erfaring kommer også muligheten til å være mer fleksibel i de situasjoner som krever raskt fokusskifte.

Bruk av spesialisert utstyr

Apparaturen er komplisert og baserer seg i økende grad på data-utstyr. Undersøkelsen skal foretas på pasienter som ofte er kritisk syke, med varierende grad av samarbeidsevne. Det er også registreringer på intensiv avdeling og kuvøseavdeling. Registreringene foregår over tid (30 minutter til 2 timer) slik at det ofte er en svært krevende oppgave å få gode registreringer på kritisk syke pasienter.

Fagets utvikling

Nevrofysiologiingeniør er i de senere år tildelt en økende mengde oppgaver. Opprinnelig (inntil ca 1980) utførte nevrofysiologiingeniører ofte kun EEG. Senere har disse oppgavene tilkommet ved mange av landets nevrofysiologiske avdelinger:

- *Nevrografi
- *Fremkalt respons og elektroretinografi
- *Ambulatorisk EEG
- *Søvnpolygrafi MSLT og respiratorisk polygrafi
- *Langtidsmonitorering/EEG videometri
- *Kvantitative sensoriske tester (Termotest)
- *Autonome funksjonstudier
- *Intraoperativ monitorering
- *Kontinuerlig monitorering av kritisk syke (cEEG)

Nye administrative oppgaver og undervisning av andre er også tilkommet mange steder:

- *bruk av PAS og arbeid med ventelister og timebestilling
- *som veileder for sykepleiestudenter
- *som hjelpelærere for medisinske studenter
- *som veiledere for nevrofysiologiteknikere fra andre sykehus som hospiterer
- *som deltagere i forskningsvirksomhet og kvalitetsutviklingsprosjekter
- *deltagelse i arbeid med prosedyrer i KNF
- *deltagelse i arbeid med nasjonale metodebok i KNF i regi av Norsk Forening for Klinisk Nevrofysiologi
- *deltagelse i planlegging og arrangement av møter og kongresser
- *deltagelse i forbindelse med telemedisinske KNF-tolkninger

Selvstendig arbeid

Det må understrekes at nevrofysiologiingeniører etter endt opplæring arbeider selvstendig med pasienten under registrering av EEG, fremkalt respons, nevrografi og søvnpolygrafi, i nært samarbeid med pasientansvarlig nevrofysiolog. Kvaliteten på de

nevfysiologiske undersøkelser er avhengig av deres kunnskaper og dyktighet. Arbeidet inkluderer også samarbeid med pårørende fordi mange pasienter er barn. Nevrofysiologiingeniør bør rottere i arbeidssituasjonen slik at bred og fleksibel kompetanse opprettholdes i avdelingen.

Litteraturliste

Litteratur for utdanning av nevfysiologi teknikere

Den skriftlige litteraturen er omfattende. Lokale undervisningsansvarlige må foreta et utvalg av litteratur som oppfyller mengden som er angitt i tabellen (120 timer tilsvarer 600 sider). Følgende litteratur kan anbefales:

Oversiktslitteratur

Misulis KE, Head TC. Essentials of Clinical Neurophysiology (3rd ed) Butterworth Heinemann 2003. *Kortfattet bok som dekker hele KNF-feltet.*

Pressier RM, Binnie CD, Cooper R, Robinson R. Neonatal and Pediatric Clinical Neurophysiology. Churchill Livingstone Edinburgh 2007. *Dekker generell EEG, EMG nevrografi og fremkalt respons metode med gode figurer og tabeller.*

Basal Nevrofysiologi

Brodal P. Sentralnervesystemet 5. utgave Universitetsforlaget 2013

Klinisk nevfysiologi

Jørum E, Sand T. Klinisk nevfysiologi i: Gjerstad L, Dietrichs E (red) Nevrologi og Nevrokirurgi: Fra Barn til voksen. 6. utgave Universitetsforlaget 2014

Retningslinjer for metoder i KNF (publisert på nett, se www.nevfysiologi.no).

EEG

Rowan AJ, Tolunsky E. Primer of EEG Butterworth Heinemann 2003

Ebersole J.S. Current clinical electroencephalography. 4th ed. Wolters Kluwer 2014

Fremkalte responsundersøkelser

Chiappa KH (ed). Evoked Potentials in Clinical Medicine. New York: Raven Press, 1997 (3rd ed). (utvalgte kapitler)

Todnem K, Sand T (red). Retningslinjer for metoder i KNF del 2. Skriftserie for leger (DNLF) 2004

EMG

Pease W, Lew H, Johnsen E. Johnsons's Practical Electromyography. 4th ed LWW 2007

Preston D Shapiro B Electromyography and neuromuscular disorders 3rd ed Elsevier 2013

Søvn

Skard-Heier M, Wolland A. Søvn og søvnforstyrrelser, Cappelen 2005

Bjørn Bjorvatn Søvn sykdommer – moderne utredning og behandling, Fagbokforlaget 2013

Kryger M,H. Roth T. Dement W.C. Principles and practice of sleep medicine. 5th ed. 2011

Autonome nervesystem

Knardahl S. Kropp og sjel. Psykologi, biologi og helse. Universitetsforlaget 1998

Nevrologi (klinikk)

Gjerstad L, Dietrichs E (red) Nevrologi og Nevrokirurgi: Fra Barn til voksen. 6 utgave Universitetsforlaget 2014

Nakken KO Epilepsi. 2.utgave Cappelen akademisk 2010

Retningslinjer

American Association of Electrodiagnostic Medicine. Guidelines in electrodiagnostic medicine. The electrodiagnostic medicine consultation. Muscle Nerve Suppl. 1999;8:S73-90.

American Association of Electrodiagnostic Medicine. Guidelines in electrodiagnostic medicine. Risks in electrodiagnostic medicine. *Muscle Nerve Suppl.* 1999;8:S53-69.

American Association of Electrodiagnostic Medicine. Guidelines in electrodiagnostic medicine. Responsibilities of an electrodiagnostic technologist. *Muscle Nerve Suppl.* 1999;8:S17-8.

American Association of Electrodiagnostic Medicine, Campbell WW. Guidelines in electrodiagnostic medicine. Practice parameter for electrodiagnostic studies in ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve Suppl.* 1999;8:S171-205.

American Association of Electrodiagnostic Medicine. Guidelines in electrodiagnostic medicine. Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve Suppl.* 1999;8:S141-67

Stålberg E, Falck B, Gilai A, Jabre J, Sonoo M, Todnem K. Standards for quantification of EMG and neurography. The International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl.* 1999;52:213-20.

Bischoff C, Fuglsang-Fredriksen A, Vendelbo L, Sumner A. Standards of instrumentation of EMG. The International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl.* 1999;52:199-211.

Caruso G, Eisen A, Stålberg E, Kimura J, Mamoli B, Dengler R, Santoro L, Hopf HC. Clinical EMG and glossary of terms most commonly used by clinical electromyographers. The International Federation of Clinical Neurophysiology.

Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl. 1999;52:189-98.

Deuschl G, Eisen A (ed) Recommendations for the practice of Clinical neurophysiology *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl* 52, Elsevier 1999.

Oversiktsartikler

Fuller G. How to get the most out of nerve conduction studies and electromyography. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Jun;76 Suppl 2:ii41-46.

Fuller G, O'Beirne M, Murphy P, Oware A. "EEG happy families": the fun way to learn about common EEG abnormalities. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Jun;76 Suppl 2:ii13-5, ii46. Erratum in: *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Sep;76 Suppl 3:iii47.

Hirsch LJ. Continuous EEG monitoring in the intensive care unit: an overview. *J Clin Neurophysiol.* 2004 Sep-Oct;21(5):332-40.

Kobayashi M, Pascual-Leone A. Transcranial magnetic stimulation in neurology. *Lancet Neurol.* 2003;2:145-56.

López JR. The use of evoked potentials in intraoperative neurophysiologic monitoring. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2004 Feb;15(1):63-84.

MacDonald DB. Safety of intraoperative transcranial electrical stimulation motor evoked potential monitoring. *J Clin Neurophysiol.* 2002 Oct;19(5):416-29.

Mallik A, Weir AI. Nerve conduction studies: essentials and pitfalls in practice. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Jun;76 Suppl 2:ii23-31.

Mills KR. Specialised electromyography and nerve conduction studies.

J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2005 Jun;76 Suppl 2:ii36-40.

Mills KR. The basics of electromyography. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Jun;76 Suppl 2:ii32-5.

Sloan TB, Heyer EJ. Anesthesia for intraoperative neurophysiologic monitoring of the spinal cord. *J Clin Neurophysiol.* 2002 Oct;19(5):430-43.

Smith SJ. EEG in the diagnosis, classification, and management of patients with epilepsy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Jun;76 Suppl 2:ii2-7.

Smith SJ. EEG in neurological conditions other than epilepsy: when does it help, what does it add? *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Jun;76 Suppl 2:ii8-12.

Walsh P, Kane N, Butler S. The clinical role of evoked potentials. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Jun;76 Suppl 2:ii16-22.

Wijdicks EF, Hijdra A, Young GB, Bassetti CL, Wiebe S; Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. Practice parameter: prediction of outcome in comatose survivors after cardiopulmonary resuscitation (an evidence-based review):

