

Sisällys

Lukijalle _____ 5

I KNF osana potilaan hoitoketjua

1 Havainnollisia potilastapauksia 14

Esa Mervaala, Erika Haaksiluoto, Sari-Leena Himanen, Satu Jääskeläinen, Mika Kallio, Sampsa Vanhatalo, Leena Lauronen, Antti Kinnunen, Jussi Toppila, Anniina Alakuijala, Aki Laakso

Laboratoriosta osaksi hoitotiimiä _____ 14

Lihasjeikkous ja tunnottomuus _____ 15

Kipeä tai puutunut _____ 16

Vastasyntyneen kohtaukselliset oireet _____ 20

Lapsen kohtaukselliset oireet _____ 22

Alentuneen tajunnantason ja kohtausoireen selvittely nuorilla ja aikuisilla _____ 24

EEG-monitorointi status epilepticuksen hoitoketjussa _____ 24

Lapsen kuorsaus _____ 27

Poikkeava päiväaikainen väsymys _____ 29

Unissakävely _____ 30

Leikkauksenaikaisen hermovaurion ehkäiseminen: keskusuurteen seudun aivokasvain _____ 31

Masennus ja kipu – kaksi karpästä yhdellä iskulla _____ 33

II Biosignaalit

2 Biosignaalit _____ 36

Sampsa Vanhatalo, Jukka Kortelainen, Lauri Parkkonen, Mervi Könönen

Synty ja mittaaminen _____ 38

Visuaalinen analyysi _____ 38

Laskennalliset analyysit _____ 39

Aivosähkötoiminnan lähdemallintaminen _____ 42

III ENMG

3 Perifeerinen neuromuskulaarijärjestelmä – anatomia ja fysiologia, ENMG-tutkimuksen perusteet 49

Marja Koivu, Antti Puhakka

Motorinen yksikkö ja perifeerinen sensorinen järjestelmä _____ 49

ENMG-tutkimuksen perusteet _____ 51

4 ENMG-tutkimukset _____ 56

Satu Laaksonen, Susanna Westerén-Punnonen, Jussi Toppila, Mika Kallio, Andre Öun, Satu Sandell, Hanna Heinonen, Leena Lauronen, Satu Jääskeläinen, Marja Koivu

Neurografia _____ 56

Neula-EMG _____ 62

Hermo-lihasliitoksen tutkimukset _____ 70

Lasten ENMG-tutkimus _____ 72

Erikoistekniikat _____ 73

5 ENMG-tutkimuksen käyttöalueet	86
<i>Satu Laaksonen, Jussi Toppila, Hanna Heinonen, Satu Sandell, Leena Lauronen</i>	
Paikalliset ääreishermovauriot	86
Polyneuropatiat	95
Lihastaudit	101
Hermo-lihasliitoksen sairaudet, myasteniat	106
6 ENMG-tutkimusten tulkinta	109
<i>Marja Koivu, Susanna Westerén-Punnonen, Antti Puhakka, Andre Öun, Jussi Toppila</i>	
ENMG-tutkimus apuna perifeerisen ja sentraalisen vaurion erottamisessa	109
ENMG apuna perifeerisen hermovaurion paikantamisessa	110
Hermovaurioiden luokittelu ja löydösten tulkinta sekä regeneraation merkit ja niiden aikataulu ENMG-tutkimuksen avulla	110
Paranemisaikataulu ja ennuste	113
7 ENMG-tutkimuksissa huomioitavaa	118
<i>Antti Puhakka, Satu Laaksonen, Satu Jääskeläinen, Jussi Toppila, Anne Enala</i>	
ENMG-tutkimuksen ja tulkinnan virhelähteet sekä laadunhallinta	118
Mittaustekniset virhelähteet	118
Tutkittavasta johtuvat virhelähteet	119
Löydösten tulkintaan liittyvät virhelähteet	119
Viitearvot	120
Laadunhallintajärjestelmän avulla luotettavampiin tutkimustuloksiin	122
Pohdintaa	123

IV EEG

8 EEG:n perusta: synty, rekisteröinti ja tulkinta	126
--	------------

Sampsa Vanhatalo, Leena Lauronen, Hanna Heinonen, Mika Kallio, Esa Mervaala

EEG:n perusta	126
EEG:n rekisteröinti	129
EEG-signaalin arviointi	130
Artefaktat	130

9 Normaali ja poikkeava EEG 132

<i>Leena Lauronen, Sampsa Vanhatalo, Hanna Heinonen, Mika Kallio, Esa Mervaala</i>	
EEG ja aivojen normaalikehitys	132
Hyperventilaatio- ja vilkkuvaloaktivaatiot	136
Normaalivariaatioon kuuluvat taustasta erottuvat ilmiöt	140
Poikkeava EEG	142

10 EEG:n kliininen käyttö ja tulkinta – polikliiniset tutkimukset 150

<i>Leena Lauronen, Jussi Toppila, Markus Müller, Hanna Heinonen, Mika Kallio, Esa Mervaala</i>	
EEG-tutkimusten kirjo	150
EEG-tutkimusten käyttöaiheet	151
Kohtausoireet ja epilepsia	151
Vastasyntyneisyyskauden EEG-tutkimukset neurologisissa ongelmissa	162
EEG enkefalopatioissa ja degeneratiivisissa aivosairauksissa	163
EEG kehityksen poikkeavuuksien ja autismikirjon sairauksien yhteydessä	163
Aivokasvaimet ja muut epäillyt aivojen paikalliset rakenteelliset poikkeavuudet	163
EEG aivoverenkiertohäiriöissä (AVH)	164

11 Päivystys-EEG 166

Anu Muraja-Murro, Leena Lauronen, Jussi Toppila, Hanna Heinonen, Hannu Mikola, Mika Kallio

Tärkeimpiä päivystys-EEG:n löydöksissä käytettäviä termejä	169
--	-----

12	Status epilepticus ja EEG: diagnostiikka ja hoidon monitorointi	171
	<i>Esa Mervaala, Leena Lauronen, Jussi Toppila, Hanna Heinonen, Mika Kallio, Markus Müller</i>	
	EEG SE:n diagnostiikassa ja erotusdiagnoosiikassa ensiavussa ja teho-osastolla	172
	EEG ja SE:n hoidon monitorointi	174
13	EEG:n käyttö teho-osastolla	176
	<i>Anu Muraja-Murro, Leena Lauronen, Hanna Heinonen, Hannu Mikola, Jussi Toppila, Jukka Kortelainen</i>	
	Lasten EEG-rekisteröinnit teho-osastolla	180
14	Video-EEG ja EEG:n pitkäaikaisrekisteröinnit	183
	<i>Esa Mervaala, Leena Lauronen, Maria Peltola, Riikka Mäkinen, Markus Müller</i>	
	Video-EEG	183
	EEG:n pitkäaikaisrekisteröinnit: ambulatoninen EEG	189
15	EEG ja epilepsiakirurgia	192
	<i>Esa Mervaala, Leena Lauronen, Maria Peltola, Riikka Mäkinen, Markus Müller</i>	
	Epilepsiakirurgian perusteita	192
	EEG:n merkitys epilepsiakirurgisessa selvityksessä	194
16	Kallonsisäinen EEG	197
	<i>Maria Peltola, Leena Lauronen, Esa Mervaala</i>	
	Rekisteröintimenetelmät	197
	Leikkausta edeltävät rekisteröinnit	199
	Kallonsisäisen EEG:n analyysi	199
	Stimulaatiot	201
	Elektrokortikografia (EKoG)	201
	Tulokset	201

V Magnetoenkefalografia

17	Magnetoenkefalografia (MEG)	204
	<i>Päivi Nevalainen, Lauri Parkkonen, Juha Wilenius, Erika Haaksiluoto, Jari Kainulainen</i>	
	MEG:n periaatteet	204
	MEG:llä mitattavien biosignaalien synty	205
	Mittaus	207
	MEG-mittaustiedon analysointi	209
	Kliiniset käyttöaiheet ja tulkinta	211
	MEG kliinisessä aivotutkimuksessa	214
	Huomioitavaa	216
	Tulevaisuus	216

VI Uni

18	Unen fysiologia, patofysiologia	220
	<i>Sari-Leena Himanen, Jussi Toppila</i>	
	Sirkadiaaninen ja homeostaattinen säätely	220
	Valveen ja unen neurobiologia	220
	Unen neurofysiologinen säätely	221
	Normaali uni	222
	Unen merkitys	222
	Unenaikaisen hengityksen säätely ja unenaikaisten hengityshäiriöiden fenotyyppi	223
	Aivoverenkierto unessa	223
19	Uni- ja vireystutkimukset KNF-alalla	225
	<i>Sari-Leena Himanen, Anniina Alakuijala, Esa Rauhala, Mirja Tenhunen, Katja Myllymaa, Usko Huuskonen, Anu Muraja-Murro, Anna-Liisa Satomaa, Riikka Mäkinen, Irina Virtanen</i>	
	Kokoyön unirekisteröinnit	225
	Aktigrafia	235
	Vireystilatutkimukset	236

20 Unihäiriöiden KNF-diagnostiikka	239
<i>Sari-Leena Himanen, Anu Muraja-Murro, Usko Huuskonen, Esa Rauhala, Riikka Mäkinen, Anna-Liisa Satomaa, Anniina Alakuijala, Pekka Nokelainen, Irina Virtanen</i>	
Unettomuus	239
Aikuisten enenaikaiset hengityshäiriöt	240
Lasten enenaikaiset hengityshäiriöt	247
Keskushermostoperäiset hypersomniat	249
Vuorokausirytmien häiriöt	251
Parasomniat	252
Enenaikaiset liikehäiriöt	255
Unihäiriöpotilaan ajokyvyn arviointi	257
Uni- ja vireystutkimusten lausunnot	260

VII Herätevasteet

21 Johdanto: herätevasterekisteröintien yleiset periaatteet	262
<i>Satu Jääskeläinen, Leena Lauronen, Sara Määttä</i>	
22 Visuaalisen järjestelmän tutkimukset: VEP, ERG ja EOG	265
<i>Satu Jääskeläinen, Hannu Mikola, Leena Lauronen, Urho Sompa</i>	
Fysiologia ja patofysiologia	266
Tutkimuksen kulku	269
Käyttöaiheet	272
Tulkinta	274
23 Kuulojärjestelmän tutkimukset (BAEP, aivorunkoaudiometria)	278
<i>Jukka Vanhanen, Leena Lauronen, Minna Valkonen-Korhonen</i>	
Fysiologia ja patofysiologia	278
Tutkimuksen kulku	281
Käyttöaiheet	282
Tulkinta	283

24 Somatosensorisen järjestelmän tutkimukset (SEP, CHEP, LEP)	285
<i>Päivi Nevalainen, Erika Haaksiluoto, Satu Laaksonen, Leena Lauronen, Satu Jääskeläinen</i>	
Tuntoherätevasteet (somatosensory evoked potential, SEP)	285
CHEP (contact heat evoked potential)	291
LEP (laser evoked potential)	294
25 Liikeradan tutkimukset (MEP)	296
<i>Sara Määttä, Laura Säisänen, Selja Vaalto</i>	
Transkraniaalisen magneettistimulaation (TMS) fysiologiaa	296
Erilaisia TMS-tutkimusparadigmoja	298
Transkraniaalisen magneettistimulaation kliininen käyttö	301
Tulevaisuuden mahdollisuuksia	307
26 Kognition ja tajunnan tutkimukset (MMN, P300)	308
<i>Miika Suomela, Hannu Mikola, Minna Valkonen, Sara Määttä</i>	
Fysiologia ja patofysiologia	308
Tutkimuksen kulku	316
Käyttöaiheet	319
Tulkinta ja muuta huomioitavaa	321
Tulevaisuuden mahdollisuuksia	321
<hr/>	
VIII Intraoperatiivinen neurofysiologinen monitorointi	
27 Intraoperatiivinen neurofysiologinen monitorointi (IOM) eri leikkauksissa	324
<i>Erika Haaksiluoto, Päivi Nevalainen, Santeri Aura, Anna-Liisa Satomaa, Herkko Mattila, Anitta Vilppula, Tuula Ojala, Jani Katisko</i>	
Yleistä leikkausmonitoroinnista	324
Ortopediset selkäleikkaukset	326
Takakuopan kasvainten leikkaukset	330

Liike- ja puhealueiden paikantaminen ja monitorointi aivoleikkauksissa	333
Selkäydinleikkaukset (kasvaimet, liekaantunut ydin)	339
Aivorungon leikkaukset	343
Verisuonikirurgia	346
Syväaivostimulaattorin asennus	347
Muita intraoperatiivisia neuromonitorointeja	349
Lähitulevaisuuden haasteita ja mahdollisuuksia	350

IX Navigoitu TMS (nTMS) ja neuromodulaatio

28 Navigoitu TMS (nTMS) ja neuromodulaatio	354
<i>Selja Vaalto, Petro Julkunen, Laura Säisänen, Satu Jääskeläinen, Jelena Hyppönen, Janika Paavola, Tuomo Starck, Usko Huuskonen, Mika Kallio, Sara Määttä, Hanna Heinonen, Sari-Leena Himanen, Elisa Kallioniemi, Anastasia Shulga, Risto Ilmoniemi</i>	
Käytäntö	354
Laitteisto	355
Kliiniset käyttöaiheet	356
Muut nTMS-menetelmän kliiniset sovellukset	370
Huomioitavaa	373
NTMS:n tulevaisuuden sovelluksia	374

X Multimodaalinen neurokuvantaminen

29 Multimodaalinen neurokuvantaminen	378
<i>Erika Haaksiluoto, Eero Salli, Mervi Könönen, Esa Mervaala, Vesa Kiviniemi, Leena Lauronen, Viljami Sairanen, Juho Joutsa, Hanna Halme, Ritva Vanninen, Jaana Perkola, Tommi Hälli, Sampsa Turunen, Linda Kuusela, Veikko Jousmäki, Hanna Heinonen, Jussi Toppila, Mika Kallio</i>	

Multimodaalisen kuvantamisen käyttö kliinisessä neurofysiologiassa	378
Menetelmiä	379
Esimerkki multimodaalisen neurokuvantamisen käytöstä epilepsiakirurgiaprosessissa	394

XI Kvantitatiiviset tuntokynnysmittaukset

30 Tuntokynnysmittaukset	400
<i>Satu Jääskeläinen, Jelena Hyppönen, Mika Kallio, Jussi Toppila, Satu Laaksonen</i>	
Psykofysiikan ja tuntokynnysmittausten perusteet	400
Värinätunnon, termisen aistin, kosketus- ja kiputunnon mittaukset	402
Tuntokynnysmittauksissa huomioitavaa	406

XII Autonominen hermosto

31 Autonomisen hermoston mittaukset	410
<i>Mika Kallio, Irina Virtanen, Tomi Laitinen, Mikko Tulppo, Sari-Leena Himanen, Susanna Westerén-Punnonen</i>	
Fysiologia	410
Käyttöaiheet	411
Tutkimusmenetelmät	411

XIII KNF-laitetekniikka

32 Laitteet, luokitukset, standardit ja turvallisuus	422
<i>Petro Julkunen, Henri Jäppinen, Mirja Tenhunen, Antti Kulkas, Antti Saastamoinen, Anu Holm, Tuomo Starck, Eero Ahtola, Tommi Hälli, Esa Mervaala</i>	
Lääkintälaitteen määritelmä	422
Laitteiden luokitukset ja standardit	422
Vahvistimet ja mittauselektronikka	424

Kotirekisteröintilaitteet _____	425
Sähköturvallisuus _____	426

33 Elektrodit, anturit ja stimulaattorit _____ 428

Petro Julkunen, Henri Jäppinen, Mirja Tenhunen, Antti Kulkas, Antti Saastamoinen, Anu Holm, Tuomo Starck, Eero Ahtola, Tommi Hälli, Esa Mervaala

Elektrodit _____	428
Anturit _____	429
Stimulaattorit _____	431

Hakemisto _____ 434