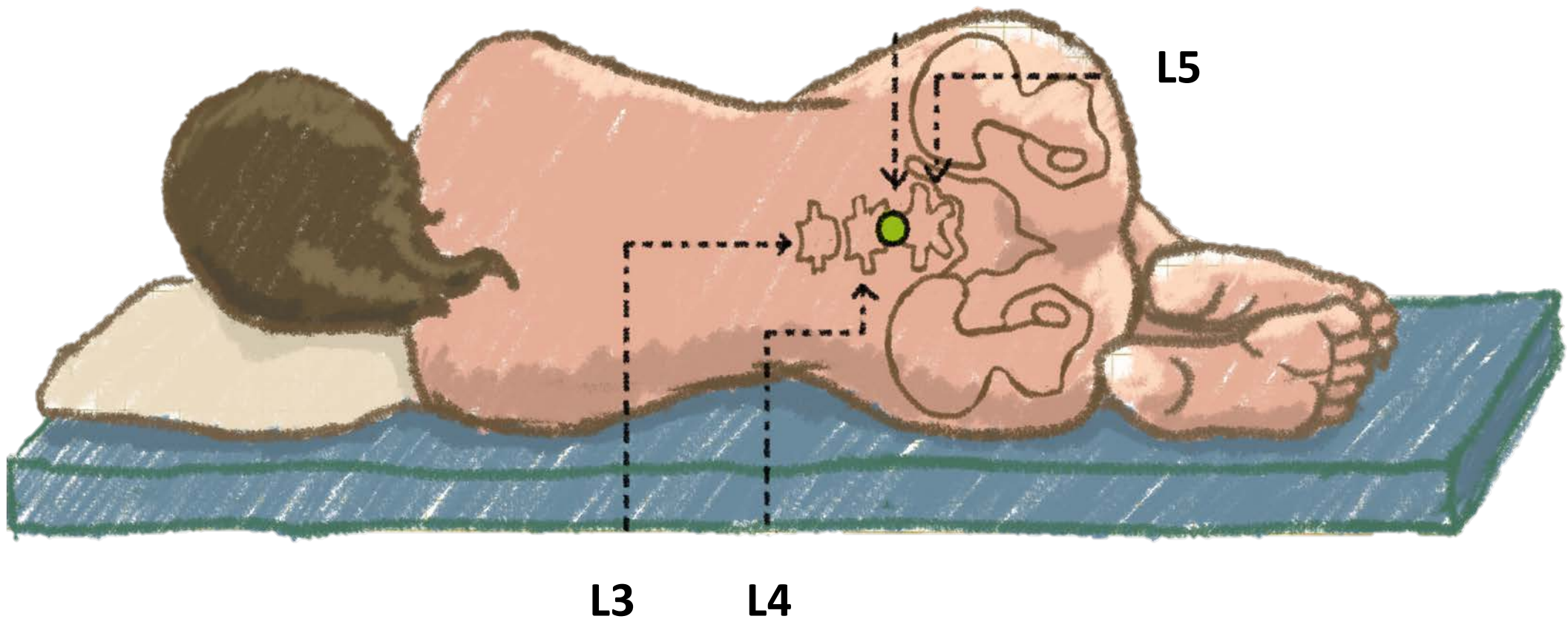


Tutkimusten ydin

Mikko Kallela, Olli Häppölä
Helsingin yliopisto
HYKS Meilahden sairaala

Pistos-
paikka



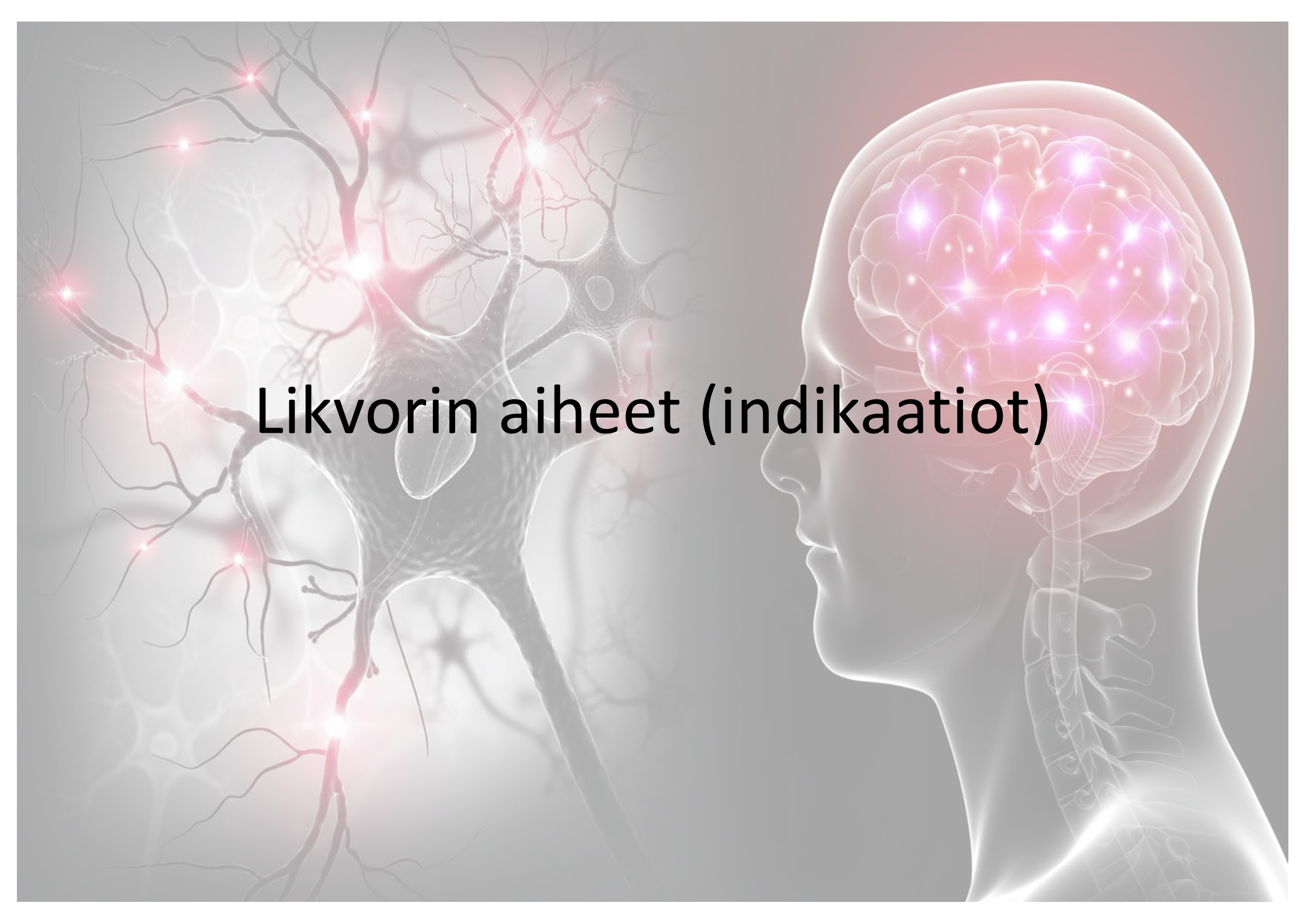
Jaksokirja - oppimistavoitteet

- Tietää lannepiston indikaatiot, kontraindikaatiot ja riskit sekä, osaa suorittaa lannepiston ja tulkita päivystystutkimusten tuloksen
- Tunnistaa yleisimmät päivystysaikaisen TT-tutkimuksen tyypilliset löydökset (aivoinfarkti, aivoverenvuotojen eri tyypit, aivokontuusio ja paineinen hydrokefalus) ja osaa tehdä oikeat johtopäätökset jatkohoidosta
- Tietää tietokonetomografian (TT) indikaatiot, kontraindikaatiot ja riskit
- Tietää kaulasuonten ultraäänitutkimuksen, EEG:n ja ENMG:n indikaatiot
- Tietää hermoston magneettikuvauksen indikaatiot, kontraindikaatiot ja riskit
- Tietää EEG:n indikaatiot
- Ymmärtää tavallisimpien EEG- ja ENMG-löydösten merkityksen

Punainen = hallitse, osaa käyttää tai soveltaa

Sininen = tiedä, tunnista, ymmärrä

Vihreä = erityisosaamista, hyödyllistä neurologiasta kiinnostuneille

The background of the slide features a composite illustration. On the left, a large, detailed neuron is shown with its cell body and branching dendrites and axons. Several points along the axon and at the dendritic junctions are highlighted with bright red, glowing spots. On the right, a profile of a human head is shown in a light gray, semi-transparent style. Inside the head, the brain is depicted with numerous bright purple and pink glowing spots, suggesting neural activity or specific regions of interest. The overall color palette is soft, with grays, pinks, and purples.

Likvorin aiheet (indikaatiot)

TAULUKKO 1. Diagnostisen aivo-selkäydinnesteenäytteen yleisimmät ottoaiheet.

Diagnostinen kysymys	Huomioitavaa
Päivystysaiheet – epäilty sairaus	
Bakteerimeningiitti	
Virusenkefaliitti (Virusmeningiitti)	Erityisesti herpesenkefaliittiepäilyssä Mikäli oirekuva selvä, ei välttämätön
Myeliitti	
Polyradikuliitti	Aivo-selkäydinnesteen proteiinipitoisuuden suureneminen varhaisin tutkimuslöydös
Lukinkalvonalainen verenvuoto	Mikäli oireiden alusta > 6 h ja pään TT normaali
Autoimmuunienkefaliitti	Päivystyksellinen tai kiireetön
Kiireettömät aiheet – epäilty sairaus	
MS-tauti	Tärkein tutkimus oligoklonaaliset jaokset
Neuroborrelioosi	Aivo-selkäydinnesteen CXCL13-kemokiinipitoisuus sekä aivo-selkäydinnesteen ja seerumin <i>Borrelia burgdorferi</i> -vasta-ainepitoisuudet
CIDP/krooninen polyradikuliitti	Proteiinipitoisuus suurentunut noin 90 %:lla potilaista
Keskushermoston vaskuliitti	Aivo-selkäydinnestelöydökset epäspesifisiä
Neurosarkoidoosi	Aivo-selkäydinnestelöydökset epäspesifisiä
Neurosyfilis	<i>Treponema pallidum</i> todetaan FTA-absorptio-menetelmällä
Keskushermoston hitaat virusinfektiot (PML, CJD)	PML:ssä JCV-PCR CJD:ssä 14-3-3-proteiinipitoisuus suurentunut
Paraneoplastiset tilat	
Keskushermoston syövät (leukemia, lymfooma)	Sytologinen näyte, virtaussytometria
Aivokalvolle levinnyt syöpä	Sytologinen näyte
Alzheimerin tauti	Analytiikka (beeta-amyloidi 42-, tau- ja fosfo-tau-proteiinit) keskitetty KYS:ään

CIDP = krooninen tulehduksellinen demyelinoiva polyneuropatia, JCV = John Cunningham -virus, PML = etenevä multifokaalinen leukoencefalopatia, FTA = fluorescent treponemal antibody, CJD = Creutzfeldt–Jakobin tauti, KYS = Kuopion yliopistollinen sairaala, PCR = nukleiinihapon osoitus polymeraasiketjureaktiolla

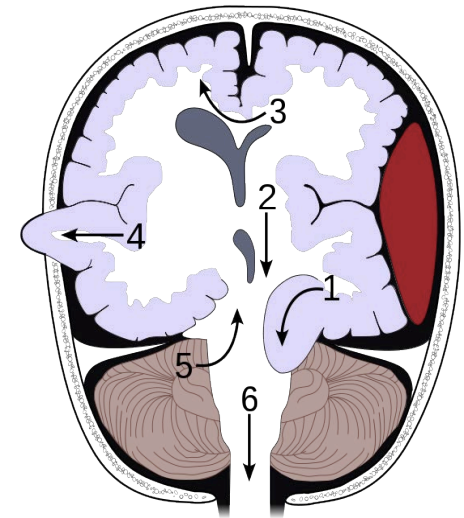
The background of the slide features a stylized illustration. On the left, a large neuron is depicted with its cell body and branching dendrites and axons. Several points along the axon and dendrites are highlighted with bright red, starburst-like light effects. On the right, a profile of a human head is shown, with the brain visible inside. The brain is filled with numerous small, bright purple and pink starburst-like light effects, suggesting neural activity or a specific focus. The overall color palette is soft, with shades of grey, white, red, and purple.

Likvorin vasta-aiheet

(kontraindikaatiot)

Varo – lannepisto voi olla vaarallinen - herniaatiovaara on lisääntynyt

- Alentunut vastustuskyky (immunosuppressio)
- Tiedossa oleva keskushermostosairaus (kasvain, aivohaveri, aivoabsessi)
- Kouristuskohtaus (voi viitata neurologiseen paikallislöydökseen)
- Salpausnysty (staasipapilla)
- Alentunut tajunnantaso
- Neurologinen paikallislöydös



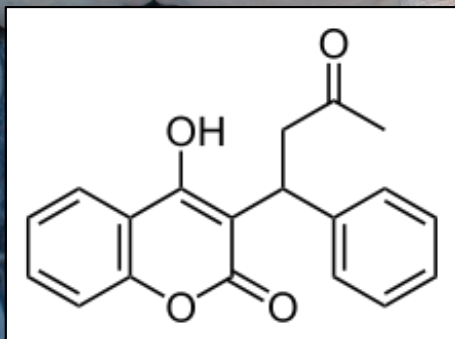


Laskeva tajunnantaso, kouristelu, paikallislöydös, salpausnysty,
immunosuppressio = herniaatiovaara

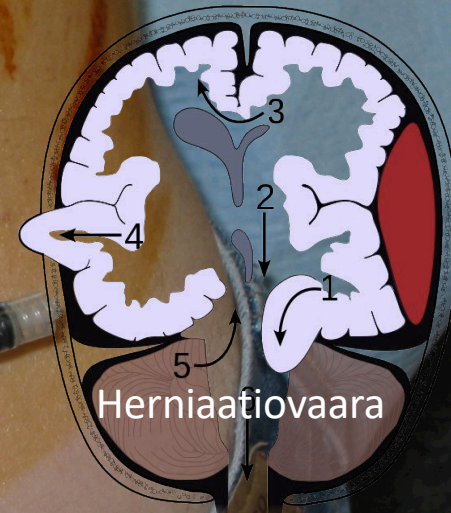
Vasta-aiheet pähkinäkuoressa



Salpausnysty
(staasipapilla)



Antikoagulaatio
(kuvassa varfariinin kaava)



Pistospaikan infektio

Lannepiston komplikaatioita

Lannepiston komplikaatio	Yleisyys	Varotoimenpiteet
Päänsärky	10-30%	Hoitona kofeiinitippa, tarvittaessa veripaikka
Meningiitti	Hyvin harvinainen	Steriili pistostekniikka, maskin käyttö suositeltavaa
Verenvuoto spinaalikanavaan, hematooma	Hyvin harvinainen	Muista trombosyyttien (> 50-80) ja INR:n (> 1.4-1.7) varorajat, edellisestä tromboosiprofylaksiannoksesta > 12 t.
Aivoherniaatio	Äärimmäisen harvinainen	Muista kontraindikaatiot
Spinaalikanavan epidermoidikasvain	Äärimmäisen harvinainen	Aseta neulan terä aina paikoilleen ennen kuin työnnät sitä eteenpäin - terän tulee olla myös paikoillaan, kun neula vedetään tutkimuksen lopussa pois
VI-aivohermon (n. abducens) pareesi	Äärimmäisen harvinainen	Saattaa johtua pistoksen aiheuttamasta likvoripaineen laskusta, korjaantuu päivissä tai viikoissa.
Selkäkipu (joskus radikulaarinen kipu)	Paikallinen kipu yleistä, pitempiaikainen harvinaista	Varmista että potilas on parhaassa mahdollisessa asennossa ennen pistosta, näin sopiva pistossuunta löytyy nopeasti

7.2.1 Post-dural (post-lumbar) puncture headache

A. Headache that worsens within 15 min after sitting or standing and improves within 15 min after lying, with ≥ 1 of the following and fulfilling criteria C and D:

1. neck stiffness; 2. tinnitus; 3. hypacusia;
4. photophobia; 5. nausea

10-30%

B. Dural puncture has been performed

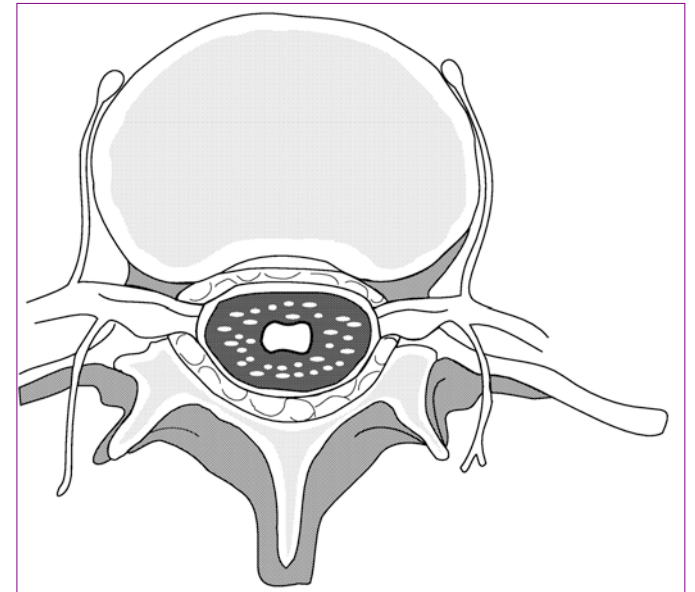
C. Headache develops within 5 d after dural puncture

D. Headache resolves either:

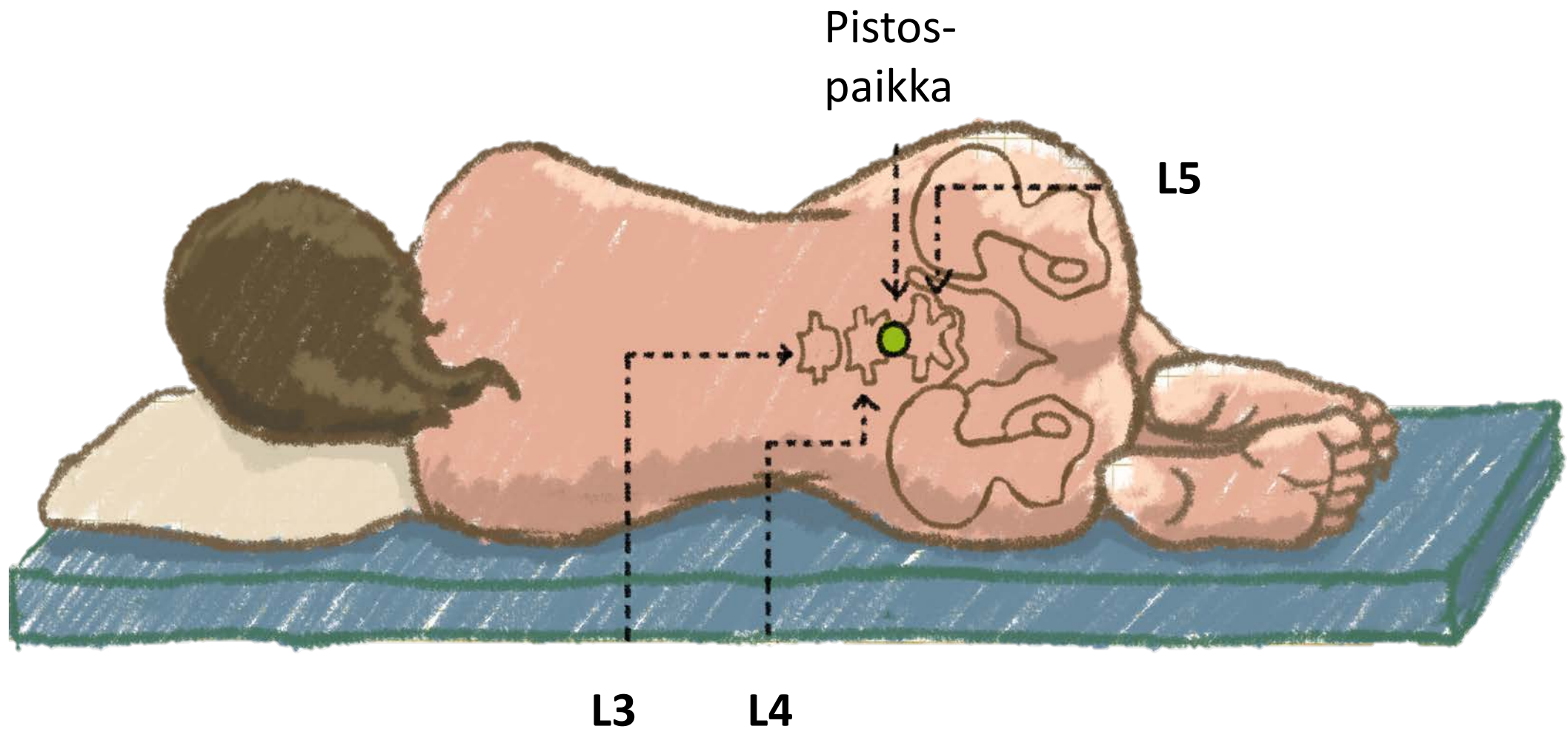
1. spontaneously within 1 wk
2. within 48 h after effective treatment of the spinal fluid leak

Postpunktionaalisen päänsäryn hoito

- Kofeiinitippa
 - Kofeiini iv. (500 mg / 1000 ml NaCl 0.9 1 tunnissa, tarv. sama annos uudelleen 2 tunnissa)
- Veripaikka
 - Anestesiakollegan konsultaatio



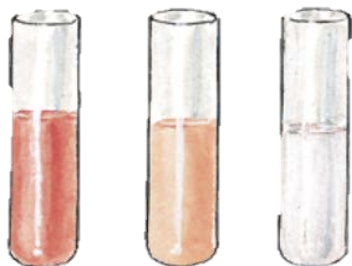
Likvorilöydöksen tulkinta



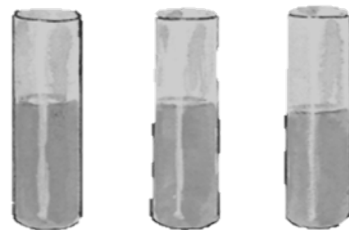
Likvorin ulkonäkö

Kliininen tilanne	Selkäydinnesteen (likvorin) ulkonäkö
Normaali	Väritön, kirkas
Artefaktainen näyte (artefakta = menetelmästä tai sen virheellisestä käytöstä aiheutunut virheellinen tulos)	Näyte hyytyy, alkuun veriviiruja mutta kirkastuu Sentrifugoinnin jälkeen kirkas
Bakteerimeningiitti	Maitomainen, samea
SAV = lukinkalvon alainen verenvuoto	"Puolukkamehu" = tasaisen verinen, juokseva Sentrifugoinnin jälkeen keltainen ("ksantokrominen")
Polyradikuliitti (Guillain Barren syndrooma) tai muu tila, jossa proteiinipitoisuus korkea (BBB-vaurio, vanha vuoto)	Keltainen

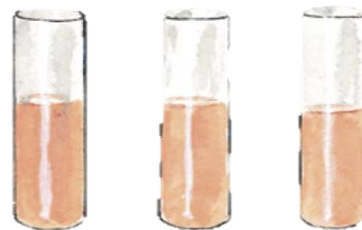
Viite: Kari-Pekka Saastamoinen. Lääkärin käsikirja 2.12.2009.



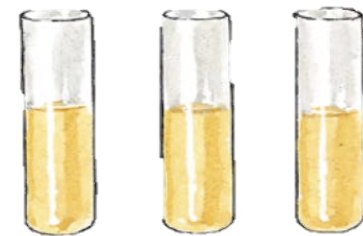
Artefaktainen



Samea - purulentti



Verinen



Keltainen –
ksantokrominen

Likvorin tulkinta

Selkäydinneste (likvori)	Normaaliarvot	Patologisia arvoja
Volyymi	150 ml	
Paine	150-180 mmH ₂ O (65-200 mmH ₂ O = 5-15 mmHg)	Nousee monien tautitilojen yhteydessä
Ulkonäkö	Kirkas ja väritön	Samea (bakteerimeningiitti), tasaisen verinen (SAV), keltainen (polyradikuliitti, SAV 4-6 tuntia ennen näytteen ottoa)
Glukoosi	> 40% seerumin glukoosipitoisuudesta, > 40 mg/dl	Bakteeritauti < 40%, virustauti > 40%, granulomatoottinen tauti < 40% Likvorin matalan glukoosin muistisääntö = Tubi - Tatti (sieni) - Tuumori
Punasolut	Ei punasoluja	Koholla näytteen ottoon liittyvässä vuodossa (artefakta) tai verenvuodossa likvoritilaan (kuten SAV). Osittainen eltaisuus (ksantokromia) kehittyy 4-6 tunnin sisällä vuodosta
Valkosolut	Alle 5 / mm ³ , pääasiassa lymfosyyttejä	Bakteeritauti > 500 (polymorfonukleaarisia), virustauti 100-500, granulomatoottinen tauti < 10 - 1000
Proteiini	15-45 mg/dl (=150-450 mg/l)	Bakteeritauti > 100 mg/dl, virustauti < 120 mg/dl, granulomatoottinen tauti > 50 mg/dl
IgG-indeksi	IgG indeksi < 0.6	IgG-indeksi koholla ja oligoklonaalisten jaokkeiden esiintyminen likvorissa viittaavat tulehdukselliseen keskushermostosairauteen (kuten MS-tautiin)
Oligoklonaaliset jaokkeet	Ei oligoklonaliteettia	
Albumino-sytolyttinen dissosiaatio	Ei todeta normaalisti	Proteiinipitoisuuden ja solumäärän eriytyminen todetaan polyradikuliitissa (Guillain-Barre oireyhtymä), jossa proteiini on selvästi koholla mutta valkosolut viitealueella

Viite: Kirjassa Mayo Clinic Board Review 2015



Bakteeri- meningiitti

L. A. MARTY, M.D.
KANSAS CITY, MO.

Kuva: Wikipedia

Meningiittilikvori – virus vs bakteeri

Likvori	Virus	Bakteeri
Ulkonäkö	kirkas	samea
Glukoosi	2-4 mmol/l	< 2 mmol/l
Proteiini	500-800 mg/l	> 1000 mg/l
Leukosyytit	< 200 x 10⁶/l	> 1000 x 10⁶/l
Leuk. erottelu	lymfosyyttivaltainen	polymorfonukleaarinen
Gramvärjäys	negatiivinen	positiivinen (usein)
Kliininen kuva	lievä	raju
S-CRP	< 40 mg/l	> 40 mg/l

Kuume,
Päänsärky,
Niskajäykkyys,
Sekavuus

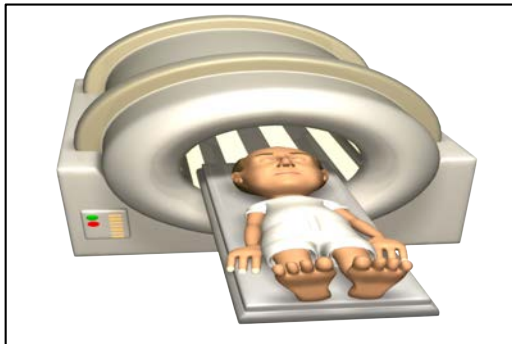


Veriviljelyt x 2

CRP, prokalsitoniini
Pvk+t, na, k, krea, glu



Likvori - bakteerivärjäys ja -
viljely, solut, proteiini,
glukoosi, lisäputkia



Pään TT – lääkityksen
aloituksen jälkeen
ennen likvoria, jos epäily
herniaatiovaarasta



Lääkityksen aloitus 30 min

Aivotulehdus = enkefaliitti



Aiheuttajia:

Bakteeri

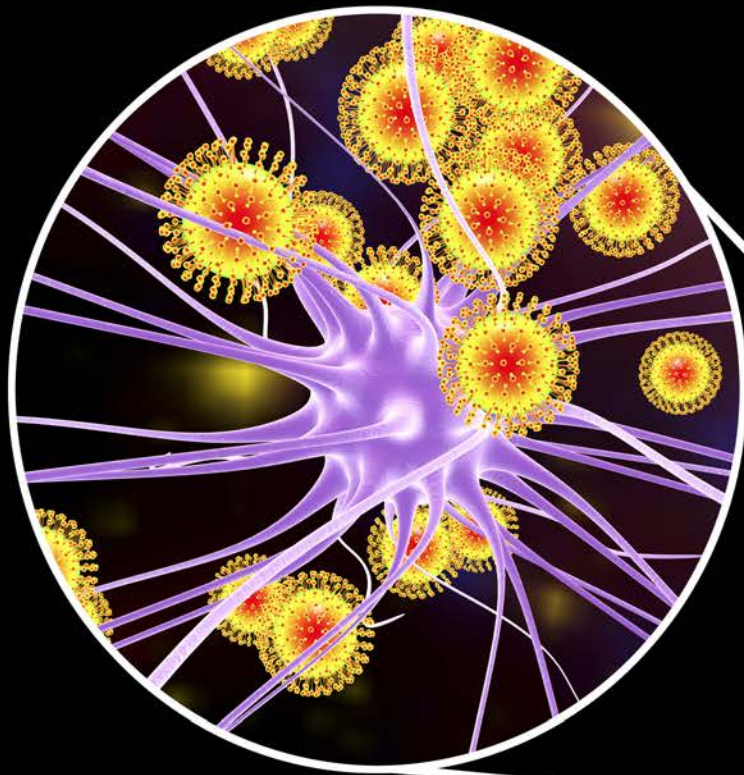
Virus

Sieni

Muu mikrobi

Immunologinen mekanismi

Aivotulehdus = enkefaliitti
= aivokudoksen tulehdus



Meningiitti = aivokalvon tulehdus)

Aivotulehdusen (enkefaliitin) määritelmä	Tarkennus	Huomio
Pääkriteerit		
Muutos käytöksessä	Kesto ainakin 24 tuntia	Ei muuta selitystä
Lisäkriteerit		
Kuume	$\geq 38^{\circ}$	3 vuorokauden (72 tuntia) aikana ennen tai jälkeen oireiston alkamisesta
Epileptinen kohtaus	Yleistynyt tai paikallisalkuinen kohtaus	Ei selity aiemmin todetulla epilepsia tai kouristusalttiudella
Uusi neurologinen puutosoire		Kuten afasia, apraksia, neglect, hemipareesi
Likvorin valkosolut	> 5 solua / uL	
Muutos aivojen kuvantamistutkimuksessa	Uusi tai akuutti aivoparenkymimuutos, joka sopii enkefaliittiin	Muutos ei selity paremmin muulla syyllä
EEG-muutos	EEG-löydös, joka sopii enkefaliittiin	Löydös ei selity paremmin muulla syyllä

Meningoenkefaliitti - laboratoriokeet

CRP, La, TVK, K, Na, Krea, INR, Alat, veriviljely x2

Li-solut, Li-prot , Li-Gluk,
Li-bakt värj +viljely
Li-HHV-Nh2, Li-EvirNhO,
5 varaputkea

S-BorrAb (3552), Li-BorrAb, HIV-va, s-Neu, s-TPHA, Li-FTAAb, s-TBEAb, Li-TBC-vilj., -värj. ja –NhO, nenänielun-RvirAg, Li-(nenänielun) mykoplasma-PCR, Li-JCVNhO

HHNV-Nh2 = Herpes simplex tyyppi 1 ja 2 sekä Varicella zoster, nukleiinihappo

EvirNhO = Enterovirus, nukleiinihappo

TPHA = Treponema pallidum, hemagglutinaatiotesti, FTA = Treponema pallidum, FTA-absorptio

TBEAb = Puutiaisenkefaliittivirus, vasta-aineet

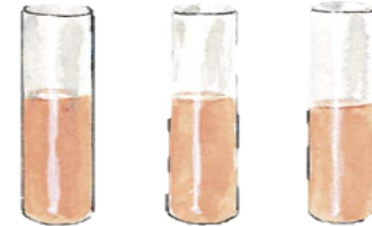
RvirAg = Respiratoristen virusten antigeenit (-AdenAg, -InfAAg, -InfBAg, -Pin1Ag, -Pin2Ag, -Pin3Ag ja –RSVAg)

JCV = John Cunningham virus

Likvoritutkimukset (1)

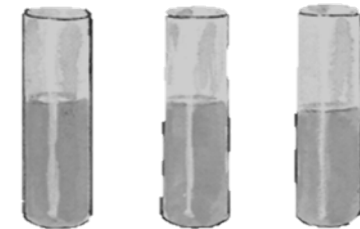
Ulkonäkö

”Verinen”



Tasaisen
punertava

”Purulentti”



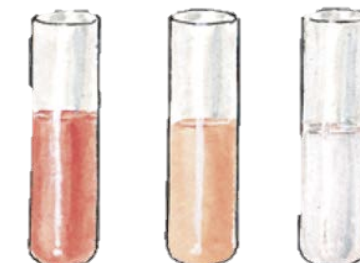
Samea

”Ksantokrominen”



Keltainen

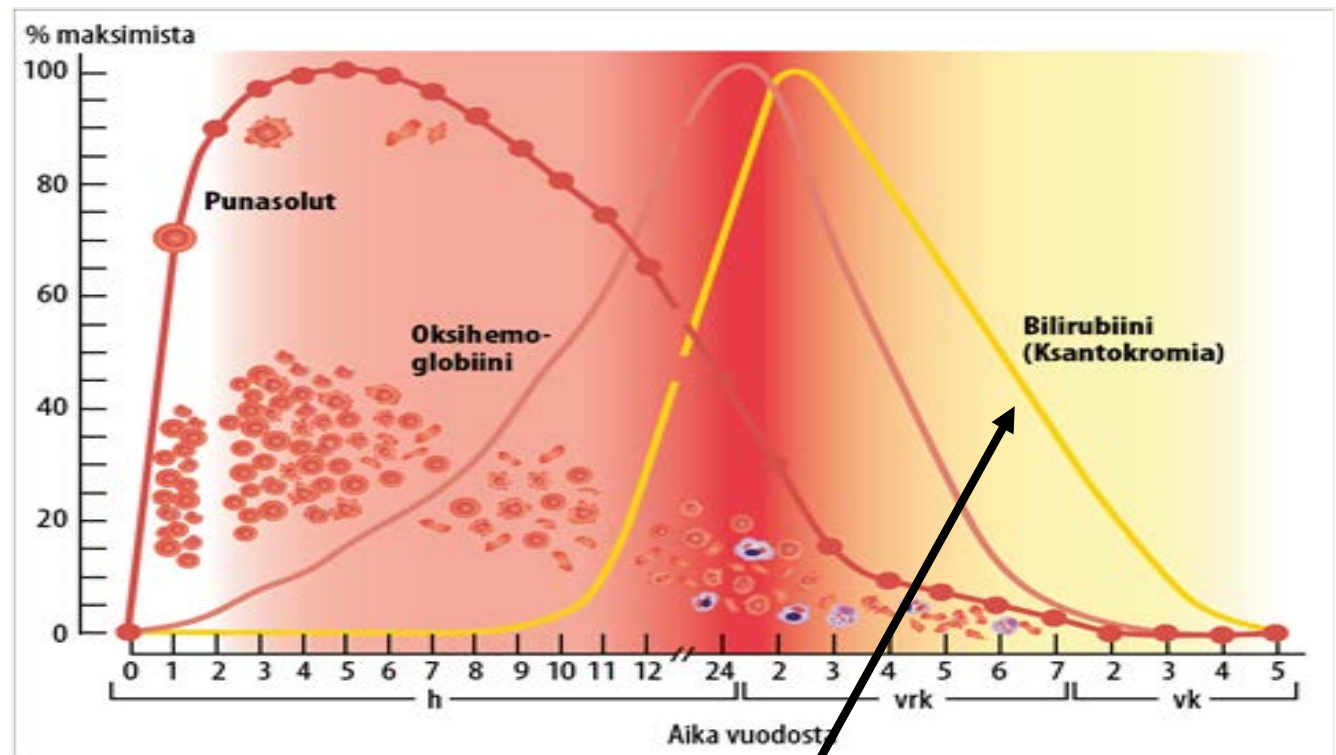
”Artefaktainen”



Kirkastuva

Likvoritutkimukset (2)

- Li-Solut
 - Eryt, leuk
 - Ksantokromia
- Li-Glu
- Li-Prot
- Li-Laktaat



Lindsberg, Uotila. Duodecim 2009

Aivo-selkäydinnesteen keltainen väri (ksantokromia) viittaa todelliseen verenvuotoon, eikä sovi "artefaktaksi" – kuvassa likvori-reaktio SAV:n jälkeen

Likvoritutkimukset (3)

- Li-IgG-Ind, Li-IgG-Oc
 - Immunoglobuliini G, indeksi
 - Immunoglobuliini G, oligoklonaalinen
- Li-ACE (angiotensiini-1-konvertaasi)
- Li-ADA (adenosiinideaminaasi)
- Li-B2Miglo (beeta-2-mikroglobuliini)
- Li-LZM (lysotsyymi)

Likvoritutkimukset (4)

- Li-PAD (patologisanatominen diagnoosi)
- Li-Blastit
- Li-CEA (karsioembryonaalinen antigeeni)

Likvoritutkimukset (5)

- Li-BaktVr (bakteerivärjäys)
- Li-BaktVi (bakteeriviljely)
- Li-Neu (Li-Neurovirus-pakettitutkimus)
 - Kattaa tavallisimmat taudinaiheuttajat
 - Indikaatio: keskushermostoinfektio - meningiitti, enkefaliitti, etenkin ensimmäisen sairausviikon jälkeen

Li-Neu, osatutkimukset

- Li-HSV1AbG, Li-HSV2AbG, Li-HSVAbM
- Li-VZVAbG, Li-VZVAbM
- Li-HHV6AbG, Li-HHV6AbM
- Li-MypnAbG

Likvoritutkimukset (6)

- Li-VirEIA
 - Li-Respiratoriset ja enterovirus vasta-aineet (EIA)
 - Indikaatio: Pitkittynyt tai etiologialtaan avoimeksi jäänyt keskushermostoinfektio

Li-VirEIA, osatutkimukset

- Li-InfAAbG, Li-InfBAbG
- Li-Pin1AbG
- Li-RSVAbG
- Li-AdenAbG
- Li-EvirAbG
- Li-CoB5AbG

Likvoritutkimukset (7)

- Li-TPHA (treponema pallidum, hemagglutinaatiotesti)
- Li-BorrAb (borreliavasta-aineet)

Pakettien (Li-Neu, Li-VirEIA) ulkopuolelle jäävät mm.

- Chlamydia pneumoniae
- EBV
- CMV
- Toxoplasma gondii
- Puutiaisenkefaliittivirus (TBE)
- Inkoovirus
- Japanin enkefaliittivirus
- Puumalavirus
- Denque-virus

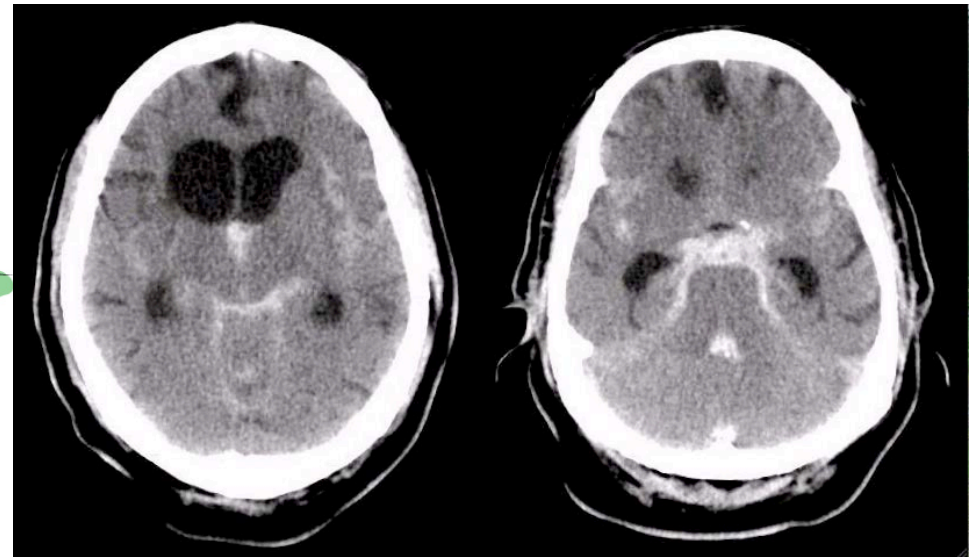
Likvoritutkimukset (9)

- PCR (polymerase chain reaction, polymeraasiketjureaktio)
NHO (nukleiinihapon osoitus) mm.
 - Herpes
 - Borrelia
 - Tuberkuloosi
 - JC-virus

JC-virus aiheuttaa PML:n

PML = progressiivinen multifokaalinen leukoenkefalopatia

Yleisimmät päivystysaikaisen TT-tutkimuksen tyypilliset löydökset (aivoinfarkti, aivoverenvuotojen eri tyypit, aivokontuusio ja paineinen hydrokefalus)



+ johtopäätökset jatkohoidosta

Aivoinfarktin varhaismerkit

Häntätumakkeen pään
tiheysero

Linssitumakkeen
tiheys ja rajat

Aivokuoren
tiheys



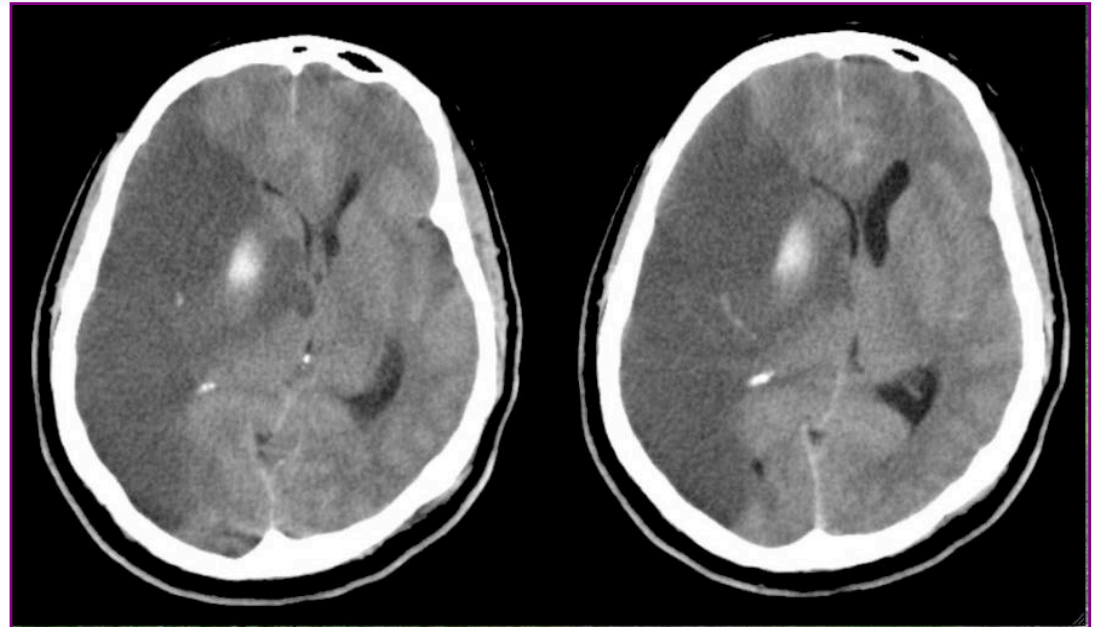
Insulaarinen
aivokuori

Aivourteiden
puoliero

Iskeeminen aivoinfarkti



3 päivää vanha iskeeminen aivoinfarkti: eteisvärinä + vasen hemipareesi + katse pyrkii oikealle



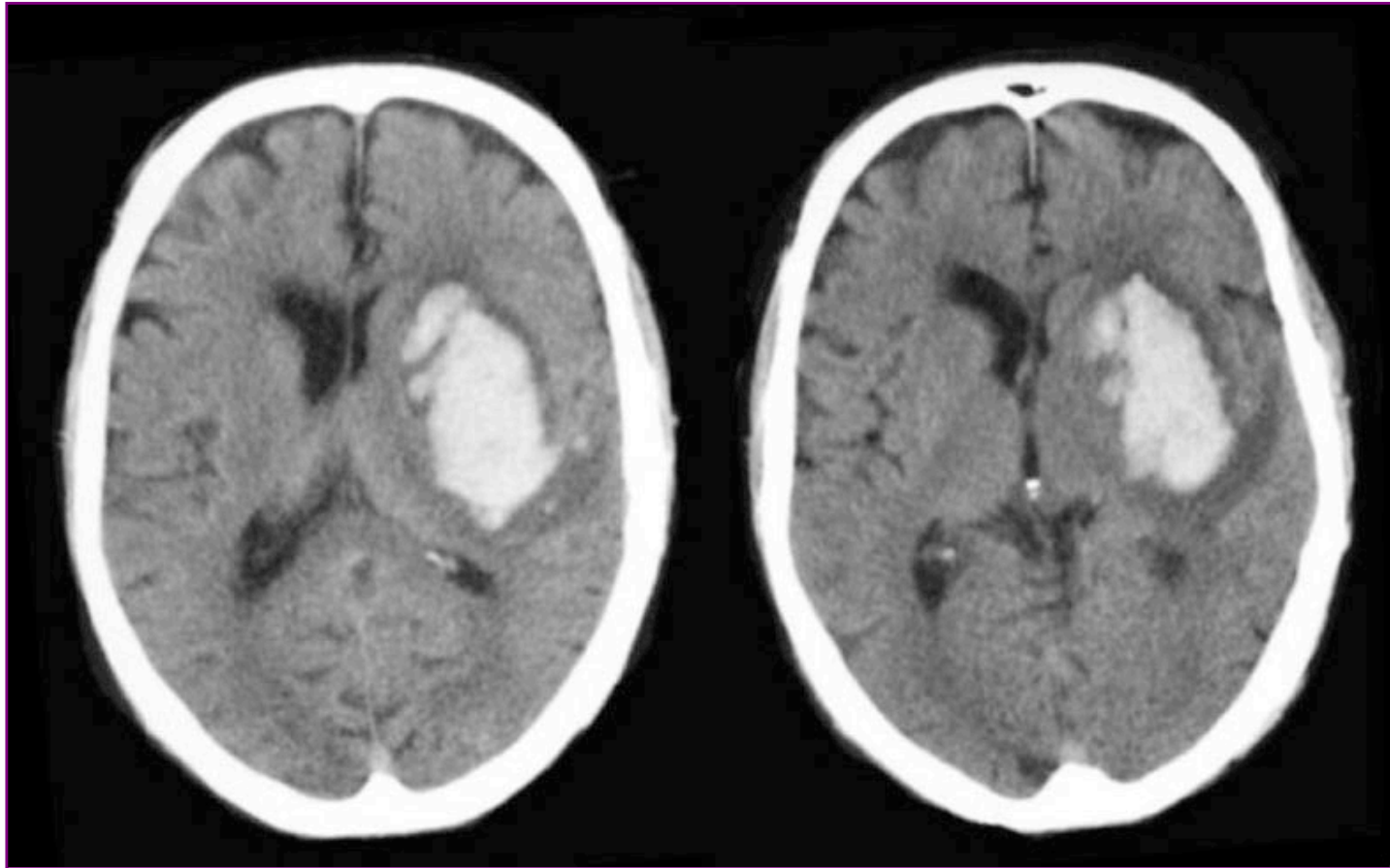
Hoito: liuotushoito (< 4.5 tuntia oireen alusta (harkinta ad 9 tuntia), valtimon sisäinen tukoksen avaaminen (trombektomia, yleensä < 6 tuntia oireen alusta)

Aspiraation esto, aivopaineen -, verenpaineen, hyperglykemian -, kuumeen hoito, (hypotermia)

Tromboosiprofylaksia: pieni molekylaarinen hepariini (LMWH)

Sekundaariprofylaksia: karotiskirurgia, antitromboottinen lääkitys, antikoagulaatio, verenpaineen hoito, statiinit (kaikille)

Verenpainetaudin aiheuttama aivoverenvuoto

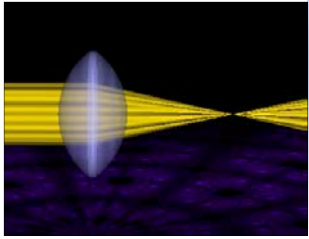


Hoidon suuntaviivat

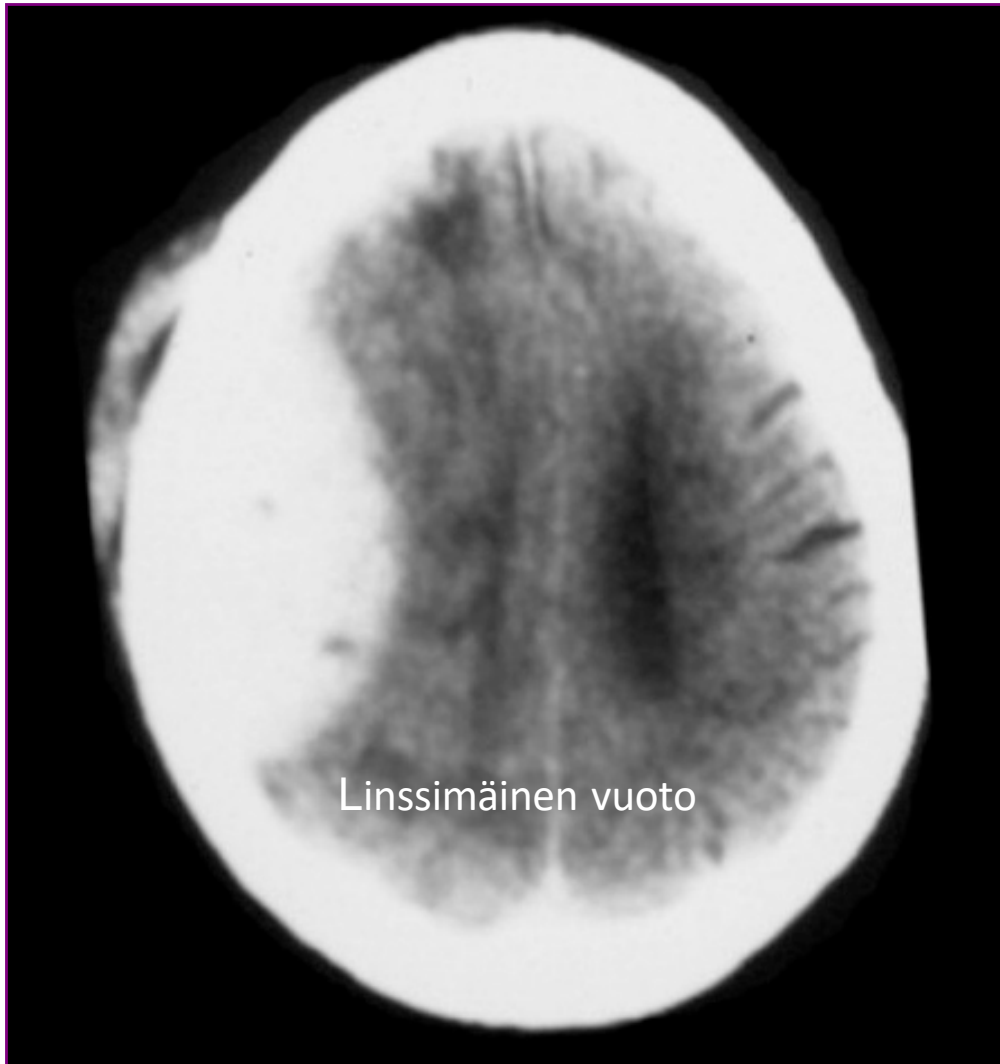
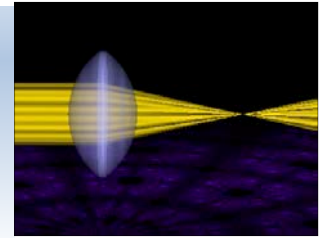
Aspiraation esto

Aivopaineen -,
verenpaineen -,
hyperglykemian -,
kuumeen hoito
Tromboosiprofylaksia

Harvoin Neuro
kirurgia



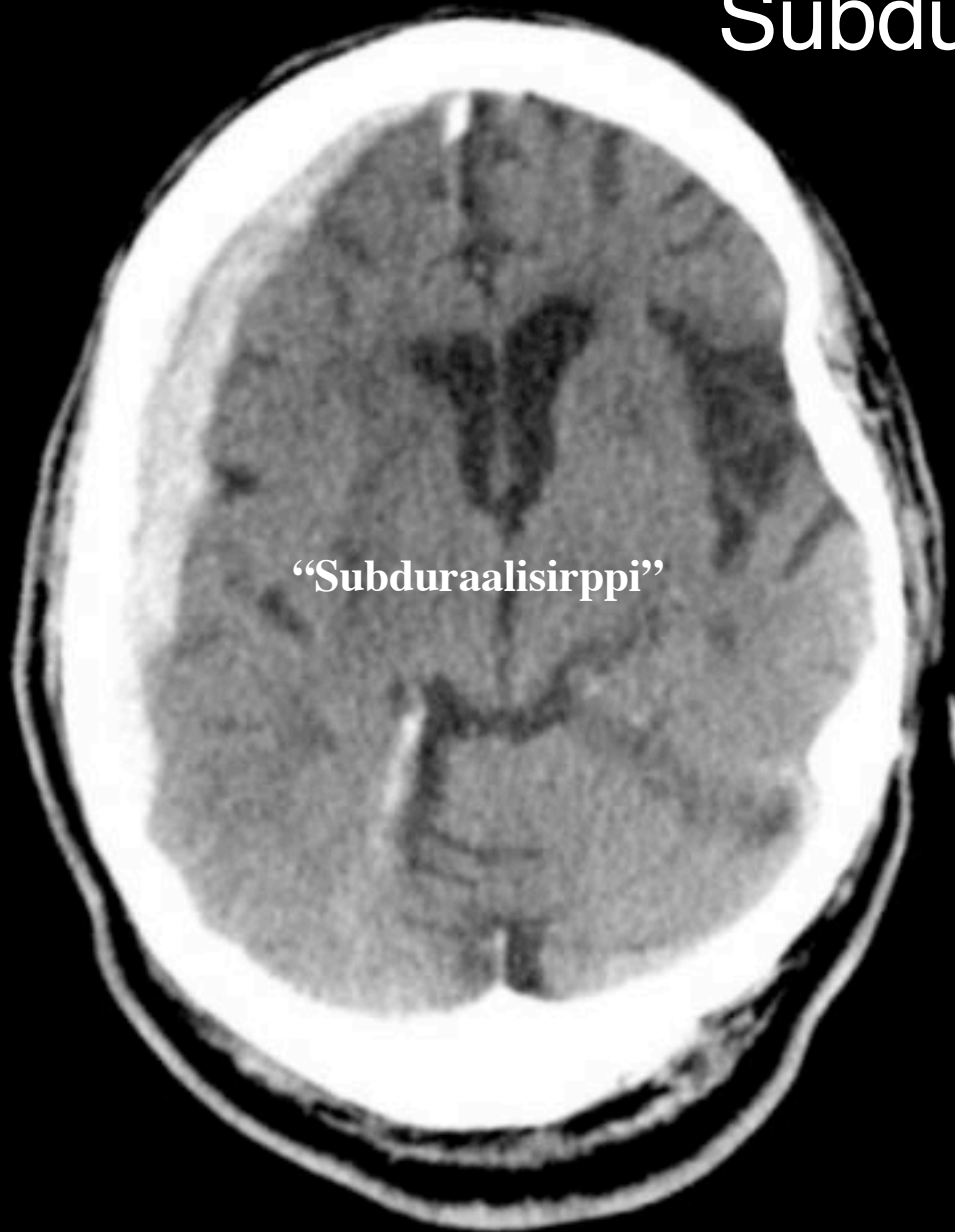
Epiduraalivuoto



Hoito: ABC =
airaway, breathing,
blood pressure,
circulation

Välitön
neurokirurgin
konsultaatio

Subduraalivuoto

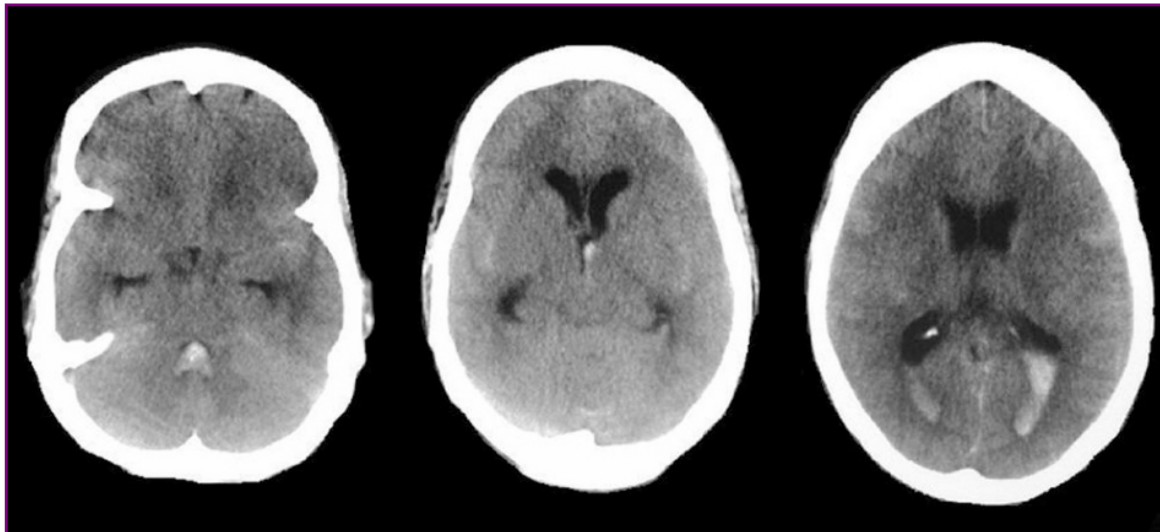
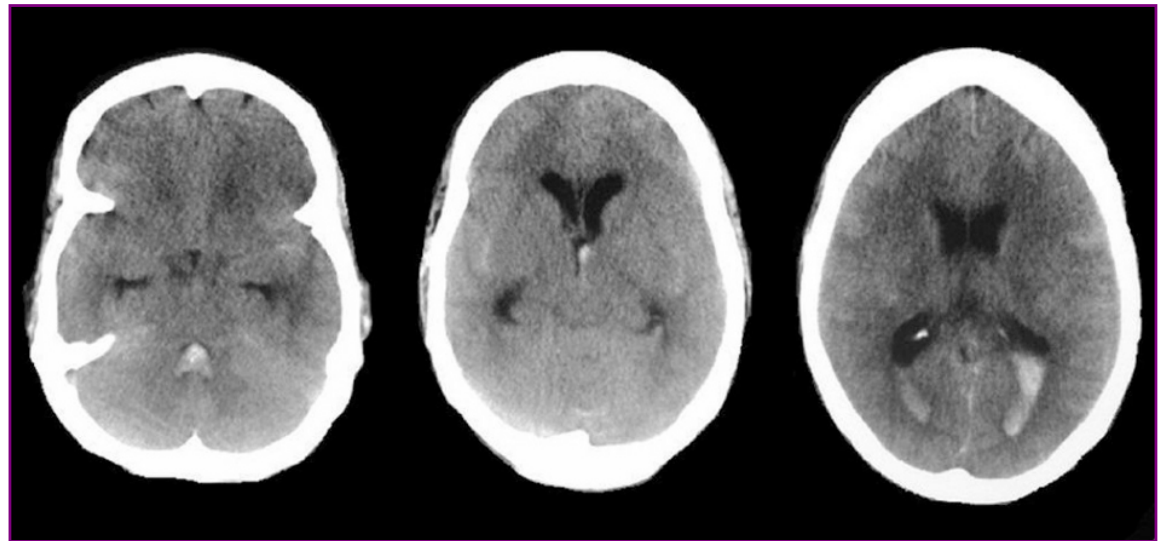
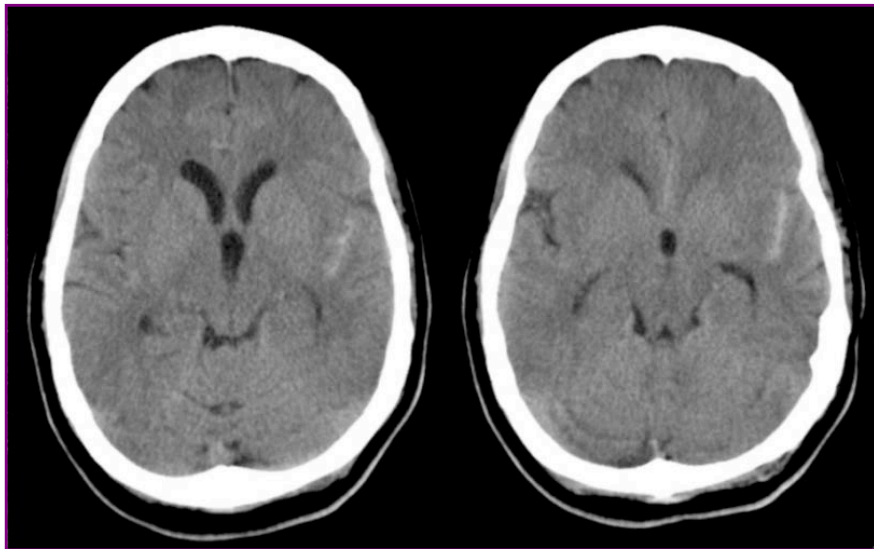
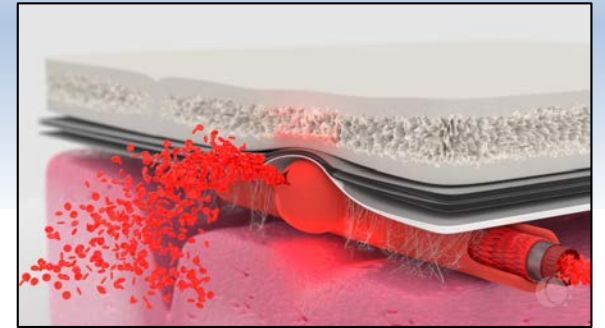


“Subduraalisirppi”



Hoito: ABC = airway, breathing, blood pressure, circulation
Neurokirurgin konsultaatio

Subaraknoidaalivuoto



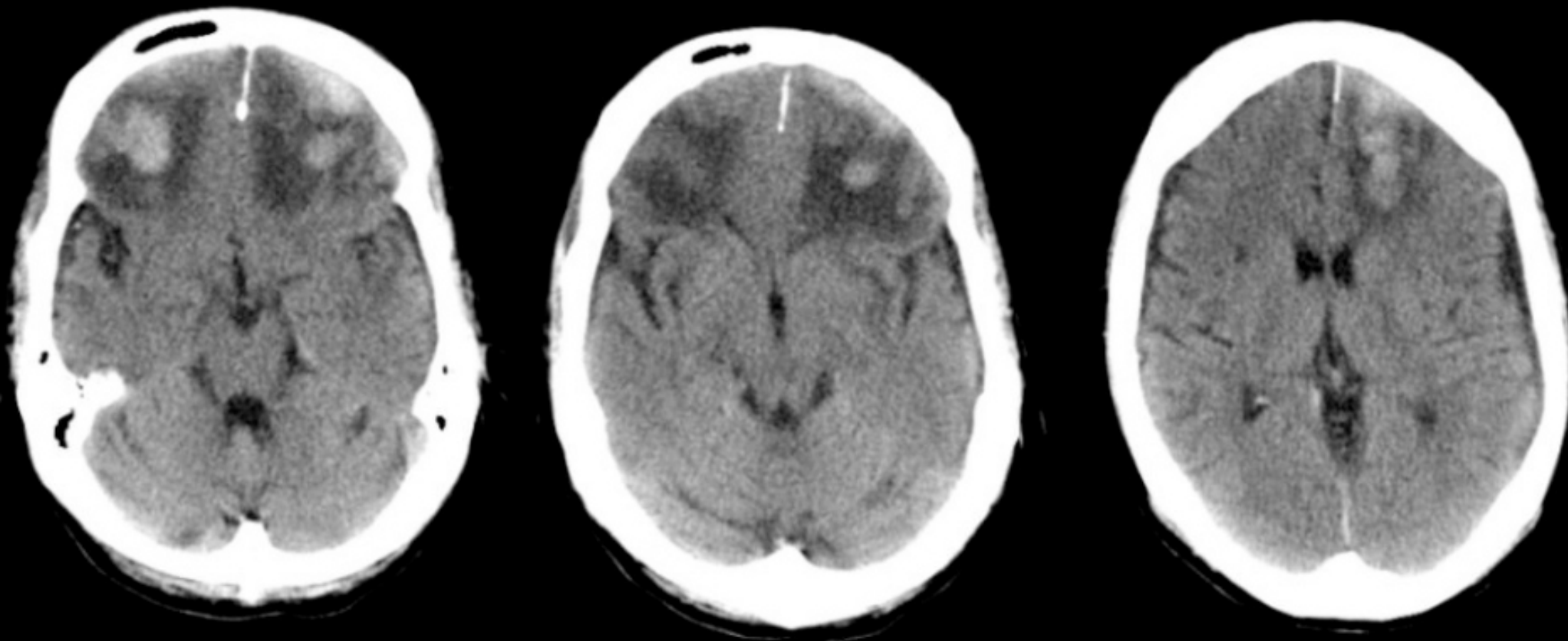
ABC = airway, breathing, blood pressure, circulation

Neurokirurgin konsultaatio

Päänsäryn, pahoinvoinnin,
aivopaineen hoito

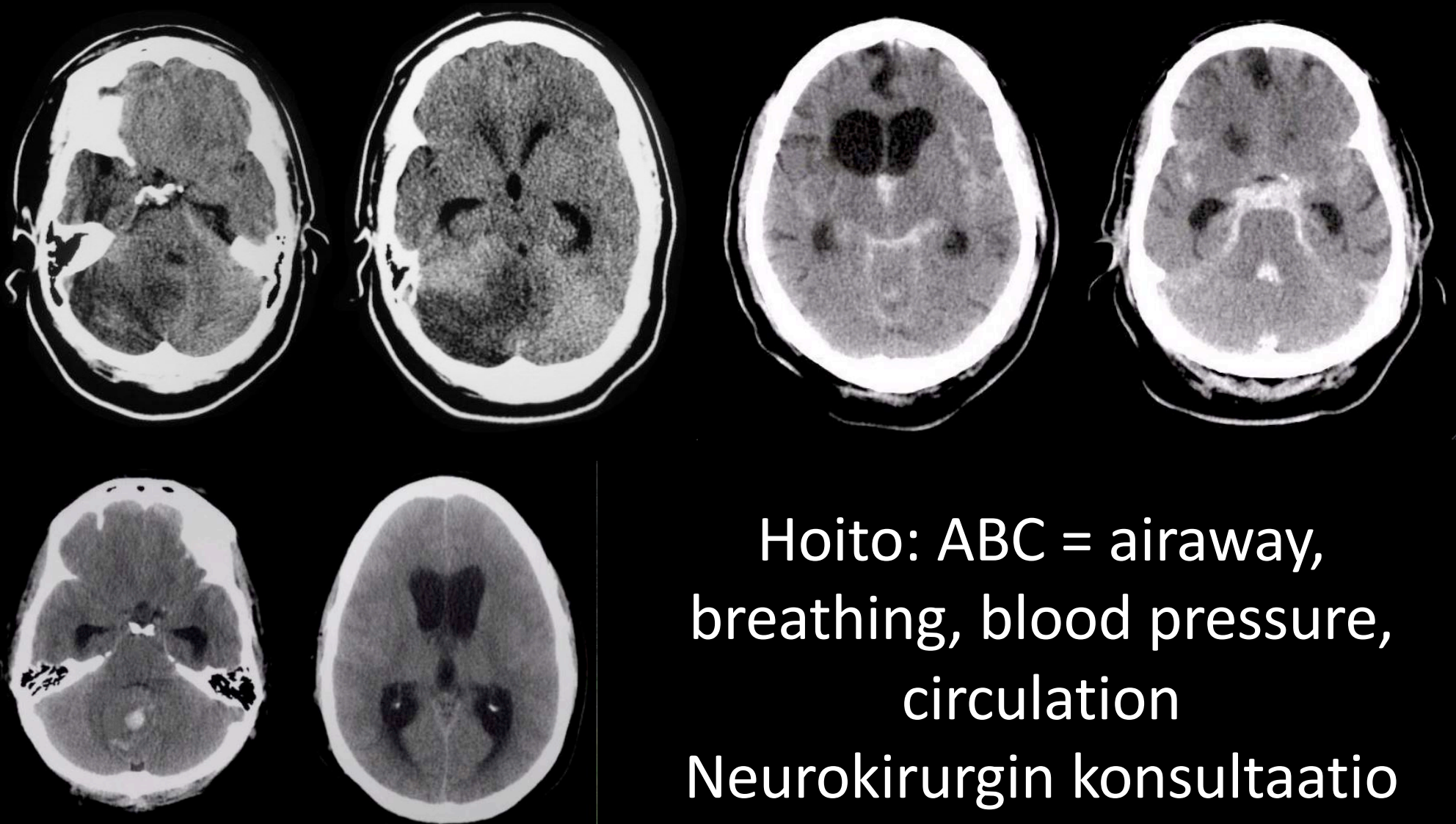
Nimodipiini
(vasospasmin hoito)

Aivokontuusio



Hoito: ABC = airway, breathing, blood pressure, circulation
Neurokirurgin konsultaatio

Paineinen hydrokefalus



Hoito: ABC = airway,
breathing, blood pressure,
circulation
Neurokirurgin konsultaatio

The background features a stylized illustration. On the left, a large, detailed neuron is shown with its cell body and branching dendrites and axons. Some of the branching points are highlighted with bright red and white glowing spots. On the right, a profile of a human head is shown in a light, translucent style. Inside the head, the brain is depicted with numerous bright, multi-colored (pink, purple, and white) glowing spots, suggesting neural activity or data points. The overall color palette is soft, with pinks, purples, and greys.

Hermoston tietokonetomografian (TT) indikaatiot, kontraindikaatiot ja riskit

Tyypilliset pään TT-indikaatiot

- Pään trauma, luuvammat
- Akuutti aivoverenkiertohäiriö (aivoinfarkti, TIA, aivoverenvuoto, subaraknoidaalivuoto)
- Tilaavievä muutos aivoissa (kasvain, abscessi)
- Hydrokefalia (vesipäisyys)
- Kohonneen aivopaineen toteaminen tai poissulku (esim. tajuttomat, meningiittiepäily)

TT (tietokonetomografia)

- Yleisesti ottaen erinomainen kuvantamismenetelmä etenkin akuuteissa tilanteissa
- Mutta: osoittaa huonosti pienet (<1 cm), lähellä luuta, takakuopassa tai spinaalikanavassa sijaitsevat leesiot, ja leesiot jotka ovat aivojen tiheyttä

TT-angiografia

- Kuvantaa aivoverisuonet erinomaisesti ja nopeasti
- Syrjäyttänyt useimmissa indikaatioissa ei-kajoavana DSA-angiografian (digital subtraction angiography)

TT (tietokonetomografia)

- Saatavilla oleva, halpa, nopea (tuottaa kaksiulotteisia aksiaalikuvia)
- Mutta: aiheuttaa säteilyä (1.5 mSv, Thx-rtg 0.01mSv, taustasäteily vuodessa 1-3 mSv)
- Varjoaine voi aiheuttaa munuaisten vajaatoiminnan (tuore krea arvo tarpeen ennen tutkimusta)

mSv = milliSievert

Tietokonetomografian vaaroja

- TT:n sädeannos on huomattava (kts. seuraava sivu)
- Varjoainetutkimuksissa muista
 - jodiallergia on kontraindikaatio
 - Munuaisten vajaatoiminta (nesteytys nefrologin ohjeiden mukaan)
 - Diabetes (nesteytys nefrologin ohjeiden mukaan)
- Raskaana olevat ovat riskiryhmä
 - jos kohtu lähellä tutkimusaluetta

Diagnostisia lääketieteellisiä annoksia:

Tutkimus	Efektiivinen annos (mSv)	Annosta vastaava lukumäärä PA- keuhkokuvia	Annosta vastaava altistumisaika luononsäteilylle
Thx PA	0,03	1	4vrk
Kallo	0,1	3	12vrk
Pään TT	2	70	8kk
Pään TT nat + va	3	105	1v
Perfuusio TT	4	150	1,4v
Kaulavalt. TT-angio	2,4	80	9kk
Aivovalt. TT-angio	4	150	1,4v
Pään PET	5	250	1,7v

mSv = milliSievert

A medical professional in a white lab coat is performing a carotid ultrasound on a female patient lying on a blue examination table. The professional is using a white ultrasound probe on the patient's neck. The patient is wearing a pink top. The background is a clinical setting with white curtains. The text "Tietää kaulaverisuonten kuvantamistutkimuksen indikaatiot" is overlaid on the image.

Tietää kaulaverisuonten kuvantamistutkimuksen indikaatiot

Kaulaverisuonten kuvantaminen ultraäänellä

- Kaulasuonten ultraäänitutkimus on ei-invasiivinen ja helposti saatavilla oleva tutkimus, jota käytetään seulontatutkimuksena selvittäessä kaulavaltimoiden ateroskleroosimuutoksia
- Kaulasuonten ultraääni on altis teknisille häiriöille ja tulkintavirheille määritettäessä stenoosin astetta, jolloin voidaan tehdä sekä yli- että aliarviointeja
- Ennen mahdollista karotisendarterektomiaa ultraäänilöydös ja stenoosin aste varmennetaan kaulavaltimoiden TT- tai MK-angiografialla

Magneettikuvantaminen

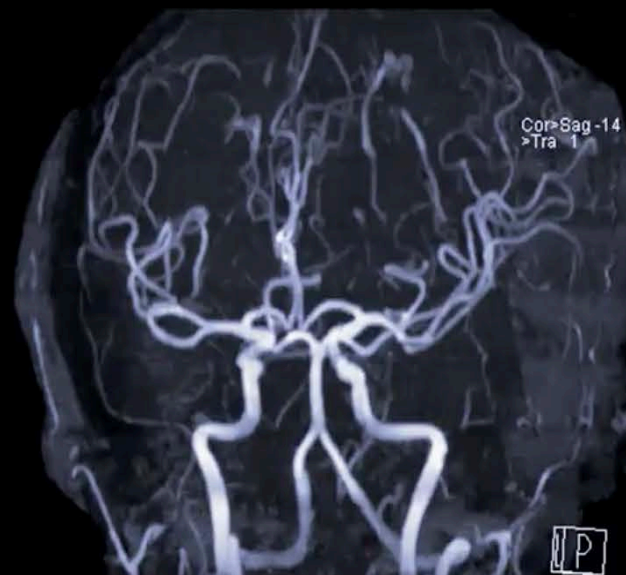
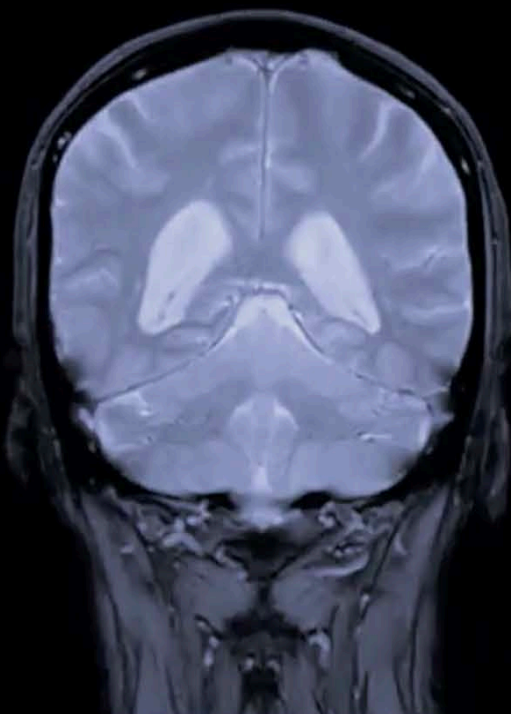
(MK tai MRI = Magnetic Resonance Imaging)





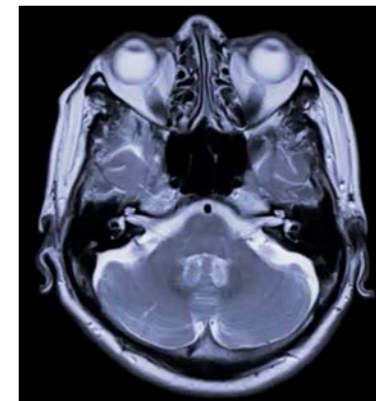
Magneettikuva

Kolmiulotteinen kuva aivoista
+ aivoverisuonista



MK > TT

- Magneettikuvaus (MK) on parempi kuin Tietokonetomografia (TT) mm. seuraavissa tilanteissa:
- Takakuopan, sellan alueen ja selkäytimen kuvantaminen
- MS-tauti, enkefaliitti, epilepsia (esim. kortikaalinen dysplasia tai migraatiohäiriö), aivokasvaimet, aivojen rappeuma sairaudet, aivovaskuliitti



MK – vasta-aiheita

- Ahtaanpaikankammo (klaustrofobia)
- Vierasesineet (kuten sydämen tahdistin, insuliinipumppu, DBS (deep brain stimulation), sirpale aivoissa tai silmässä)

Raskaus ei ole absoluuttinen vasta-aihe

MK-sekvenssejä

- T1 – anatomian kuvantaminen
 - + varjoaine – jos epäily maligniteetista, inflammaatiosta (joihin liittyy veriaivoesteen vaurio)
- T2 – patologian kuvantaminen (näyttää alueet, joissa poikkeavaa turvotusta)

MK-angiografia

Cor>Sag -14
>Tra 1

a. cerebri anterior

a. cerebri media

a. cerebri media

a. carotis interna

a. basilaris

a. carotis interna

a. vertebralis



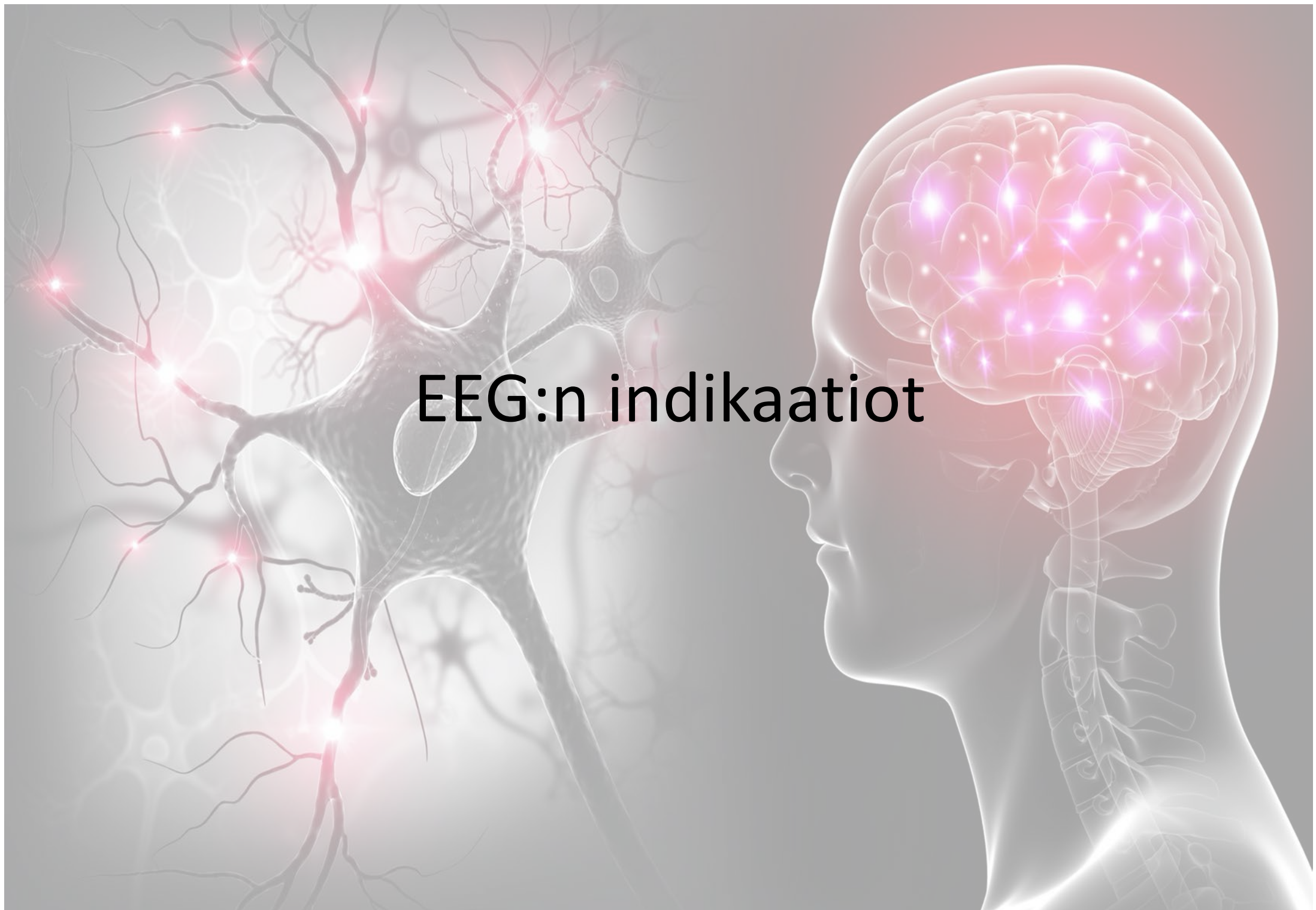
TT vai MK?



- TT parempi
 - Päivystys (nopeus on valttia)
 - Akuutti verenvuoto
 - Luurakenteet (traumat)
 - Rauhaton huonokuntoinen potilas
 - Potilaalla on sydämentahdistin (tai metallia kehossa) tai muu MK-kuvauksen vasta-aihe
- MK parempi
 - Tarkempi, monipuolisempi ja 3-ulotteisempi kuin TT
 - Valkea-aine, takakuoppa, aivorunko, aivokalvot
 - Ei säteile (esim. raskauden aikana turvallisempi kuin TT)

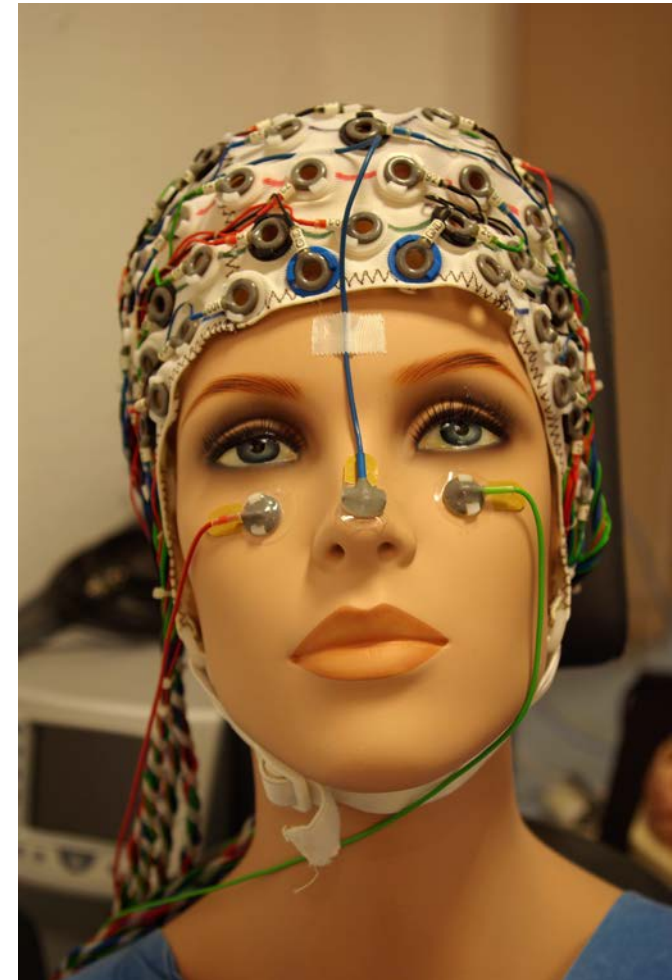
TT = tietokonetomografia
MK = magneettikuvaus

EEG:n indikaattorit

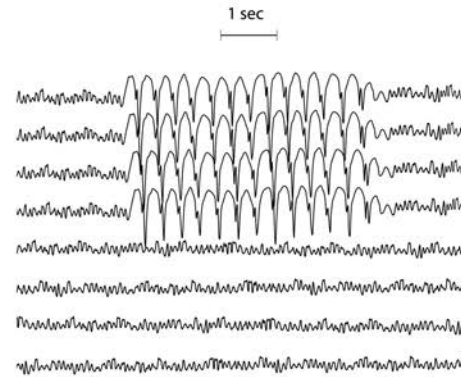


EEG:lla saa tietoa mm. seuraavista aivosairauksista

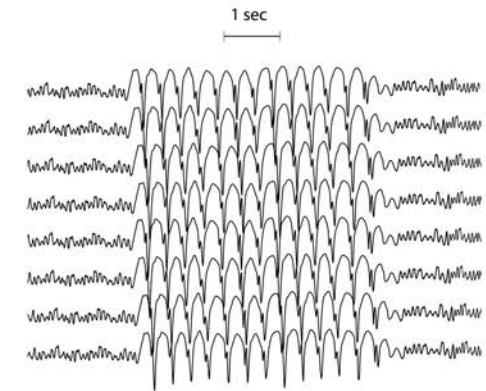
- Epilepsia
- Enkefaliitti
- Metaboliset häiriöt
- Degeneratiiviset taudit
- Aivovammat
- Aivoverenkiertohäiriöt
- Aivokasvaimet
- Intoksikaatiot
- Neurologiset kehityshäiriöt



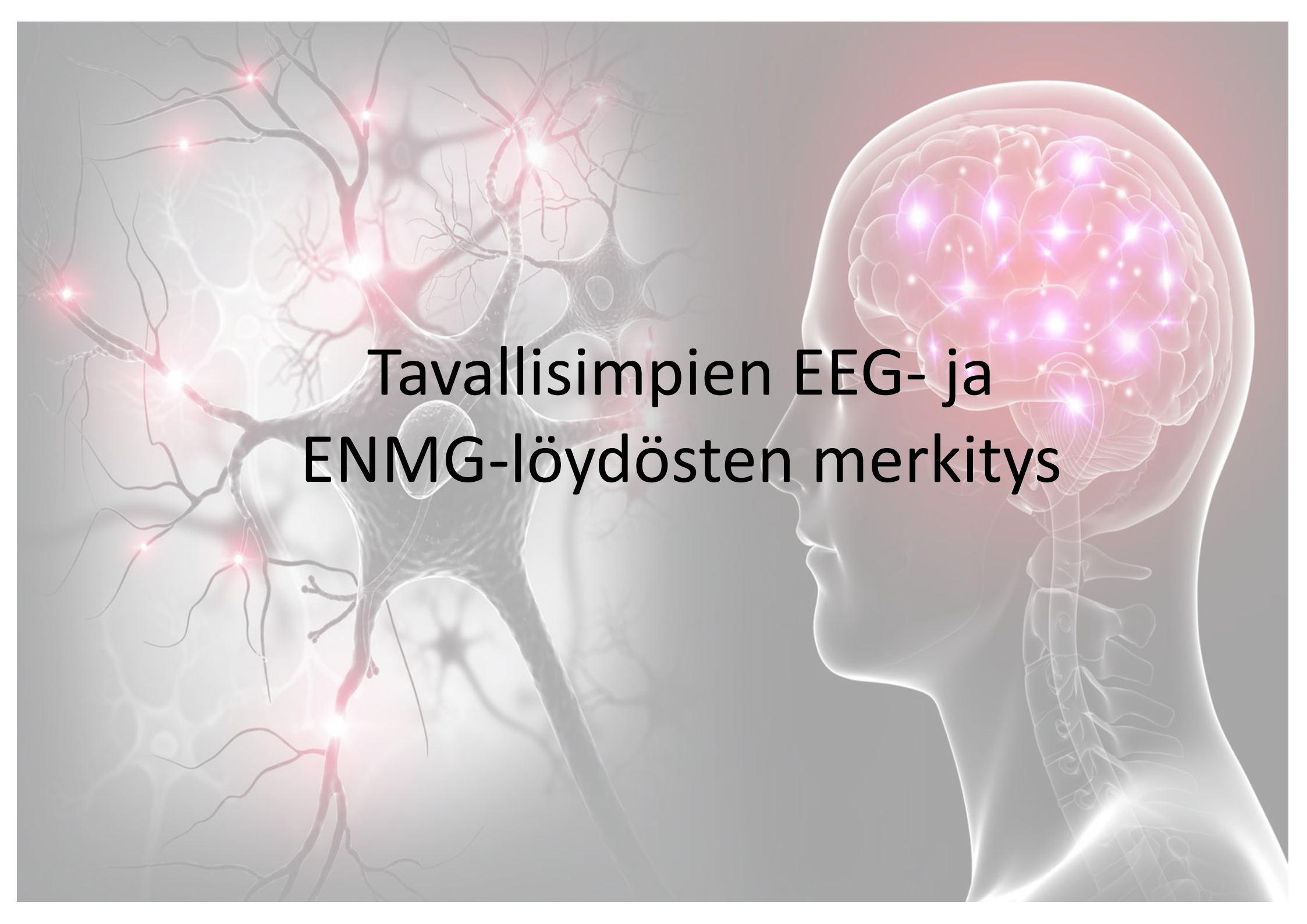
Tärkeä EEG-indikaatio – epilepsian ja epilepsian luokitus



Paikallisalkuinen epileptinen kohtaus



Suoraan yleistyvä epileptinen kohtaus



Tavallisimpien EEG- ja ENMG-löydösten merkitys

EEG = elektroenkefalografia

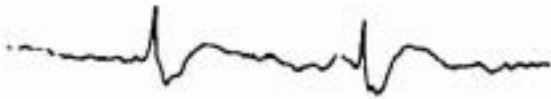
- Rekisteröi aivokuoren hermosolujen postsynaptisia jännite-eroja (potentiaaleja)
- Ainoa rutiinikäytössä oleva (ei-kajoava, reaaliaikainen) hermosolujen aktiivisuuden tutkimusmenetelmä
- Indikaatioita: epilepsia, unihäiriöt (mm. narkolepsia), enkefalopatiat (metaboliset, infektion, iskemian tai trauman aiheuttamat)
- Eritysindikaatiot: CJD (Creutzfeldt-Jakob Disease), SSPE (Subakuutti Sklerosoiva Panenkefaliitti)

Epileptisiä aaltomuotoja

**TERÄVÄT
AALLOT**



PIIKIT



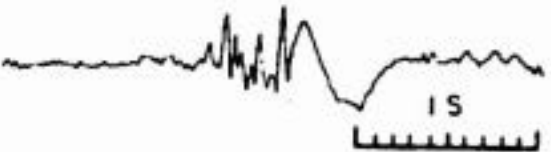
**PIIKKI-
HIDASAALLOT**



MONIPIIKIT



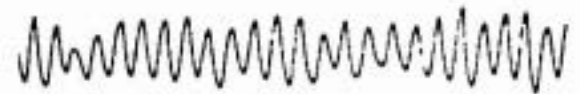
**MONIPIIKKI-
HIDASAALTO**



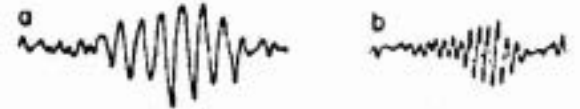
**RYTMISIÄ
SÄÄNNÖLLISIÄ
AALTOJA**



**SINUSOIDAALISIA
AALTOJA**



**SPINDELIT
(ALFA, BETA)**



**EPÄSÄÄNNÖLLISIÄ,
EI-RYTMISIÄ
AALTOJA**



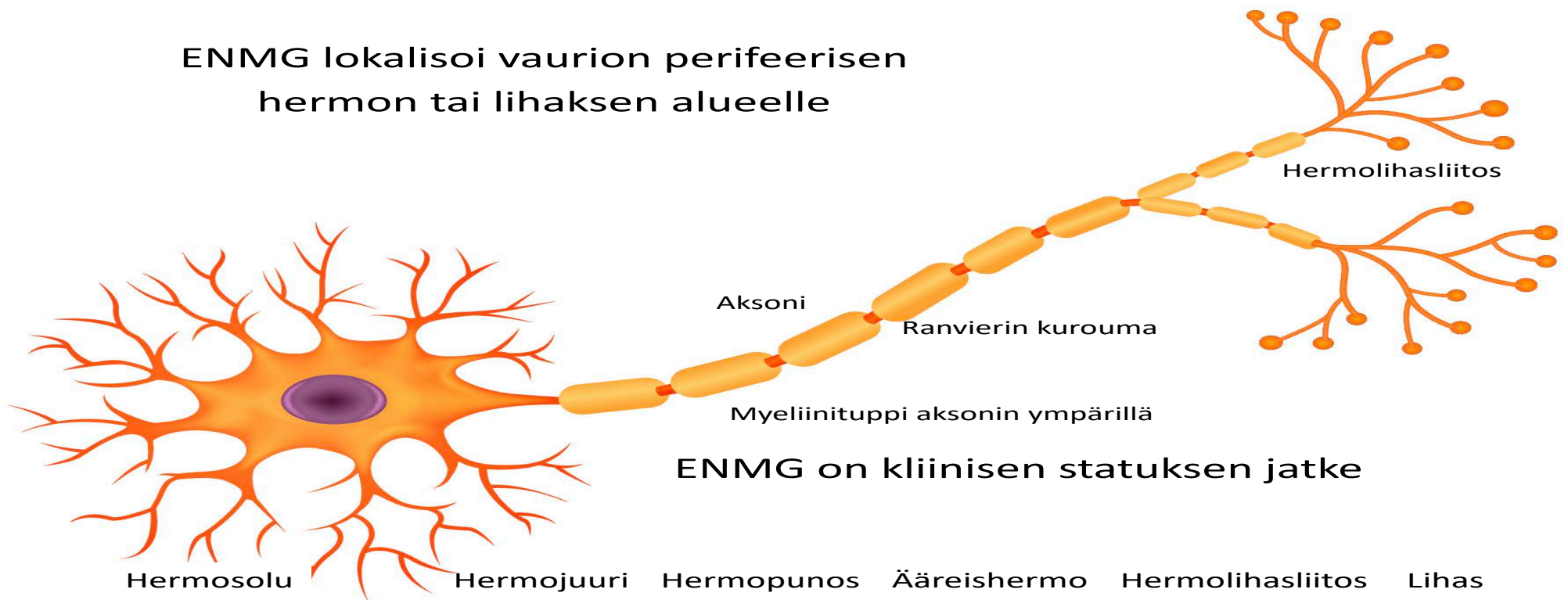
KOMPLEKSEJA



Tavallisimpien ENMG-löydösten merkitys

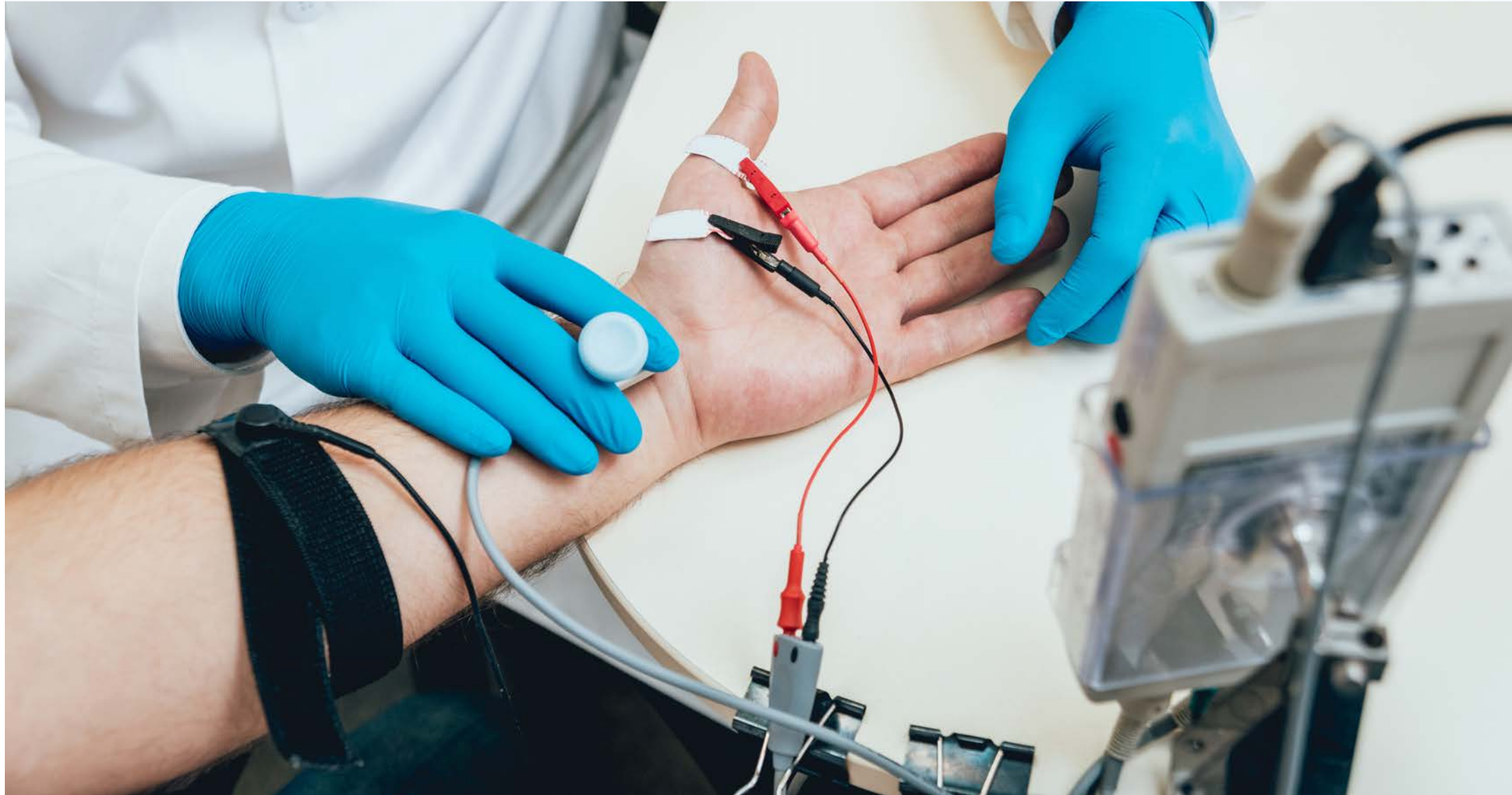
ENMG = elektroneuromyografia

ENMG lokalisoi vaurion perifeerisen
hermon tai lihaksen alueelle



ENMG on kliinisen statuksen jatke

ENMG:n indikaatiot ja ENMG-lausunnon/tuloksen merkitys



ENMG-tutkimuksen aiheet (1)

- Paikalliset ääreishermostojen vauriot
 - Hermopinteet
 - Hermostojuurten vauriot
 - Hermostovammat
- Hermostotulehdukset
- Monihermostovauriot (polyneuropatiat)
 - Sokeritautiin liittyvä monihermostovauriot
 - Tulehdukselliset monihermostovauriot

ENMG-tutkimuksen aiheet (2)

- Lihashermojen taudit
 - ALS- tauti
- Lihastaudit
 - Lihastulehdukset
 - Perinnölliset lihastaudit
- Hermo-lihasliitoksen sairaudet
 - Myasthenia gravis

Diagnoosi tai tila	ENMG:n suositeltava ajankohta (oireiden alusta)
Hermopinteet ja -kompressiot (ääreishermo)	3 vk–3 kk
Juurivauriot (cauda-oireet: heti)	3 vk–3 kk
Polyneuropatia (aksonaalinen/demyelinoiva)	1 vk–3 kk
Hermovammat	1 vk–3 kk
Lihassairaudet (mm. dystrofiat, myosiitit)	3 vk–3 kk
Motoneuronitaudit (ALS, periytyvät)	1 kk–6 kk
Akuutti polyradikuliitti (AIDP, AMAN, AMSAN)	Heti
Hankitut ääreishermovauriot (immuunitaudit, CIPD, MADSAM, paraneoplastiset)	1 vk–3 kk
Myasteniat (myastenia gravis, myasteeninen oireyhtymä)	1 kk–3 kk
Ei-dystrofinen myotonia (ionikanavahäiriöt)	1 kk–1 v
AIDP: akuutti immuunivälitteinen demyelinoiva polyradikuloneuriitti (Guillain-Barré) AMAN: akuutti motorinen aksonaalinen neuropatia AMSAN: akuutti motorinen ja sensorinen aksonaalinen neuropatia CIPD: krooninen immuunivälitteinen demyelinoiva polyradikuloneuriitti MADSAM: Lewis-Sumner oireyhtymä, krooninen hermovasteen salpautuminen	

VAHVUUDET

ENMG on asiantuntijan konsultaatio, neuropatiadiagnostiikan ”kultainen standardi”

- **vaurioiden ennuste, jatkotoimenpiteiden tarve**

Hermovaurioiden paikannusdiagnostiikka (mm. lyhtytsegmenttimittaukset tarvittaessa)

- **esim. n. ulnaris -vaurion paikantaminen epikondylyksen ylä- tai alapuolelle**

Juurivaurioiden paikantaminen ja löydösten vertaaminen kuvantamistutkimuksiin

- **motorinen etujuuri/ sensorinen takajuuri/vaurio sensorisen paraspinaaliganglion ylä- tai alapuolella/posteriorisen juurihaaran vaurio/”failed back” -oireyhtymä**

Aksonaalisen ja demyelinoivan vaurion erottaminen, vaurion voimakkuuden arviointi

Neuropaattisen kivun varhaisdiagnostiikka paksujen hermosäikeiden osalta

Neuromuskulaaristen yleissairauksien erotusdiagnostiikka

- **polyneuropatiat/motoneuronitaudit/lihassairaudet/myasteniat**

Akuuteissa tilanteissa neurografialla saadaan tärkeää diagnostista tietoa jo ennen fibrillaatiotoiminnan kehittymistä lihaksiin (esim. AIDP)

Ohjaa lihasbiopsiaa diagnostiikan kannalta sopivasti vaurioituneeseen lihakseen

Spesifiset hermovauriot

- **mm. Meralgia paresthetica, Mortonin neuropatia, N. suprascapulariksen vaurio**

RAJOITUKSIA

Voidaan tutkia vain paksuja hermosäikeitä (ohutsäietutkimuksiin eri tekniikka)

Vaatii hyvän lähetteen ja kysymyksenasettelun, jotta tutkimus voidaan kohdentaa oikein

Lievän ja keskivahvan hermovaurion myöhäisdiagnostiikka hankalaa

Lhassairauksien erotusdiagnostiikka vaatii yleensä myös lihasbiopsian

Paikoitellen pitkät jonot tutkimukseen

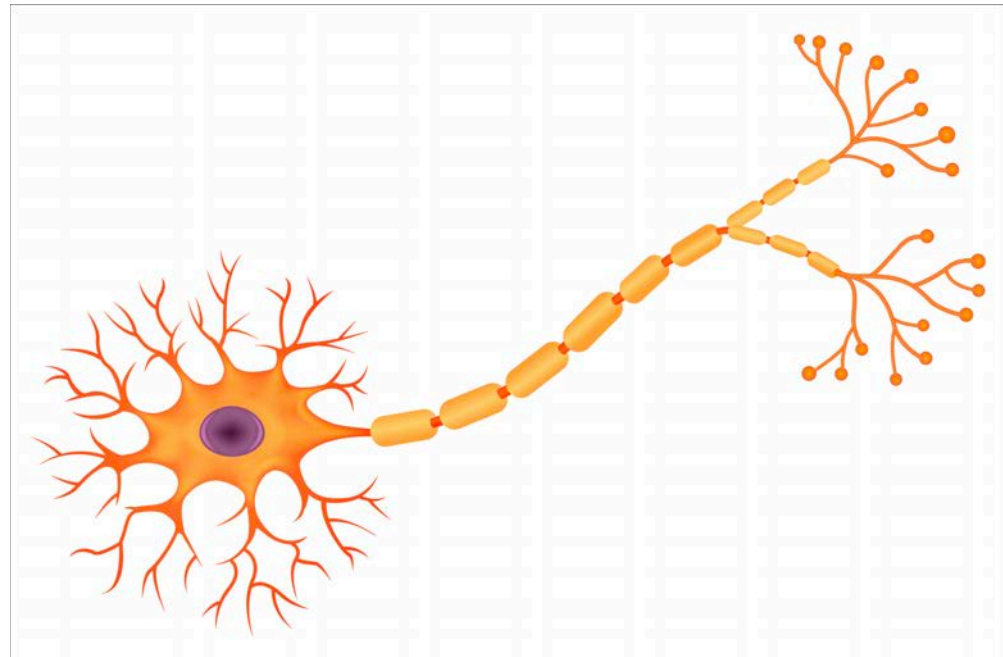
ENMG:n kohdentamisen standardisointi eri kysymyksenasetteluissa on vasta kehitteillä



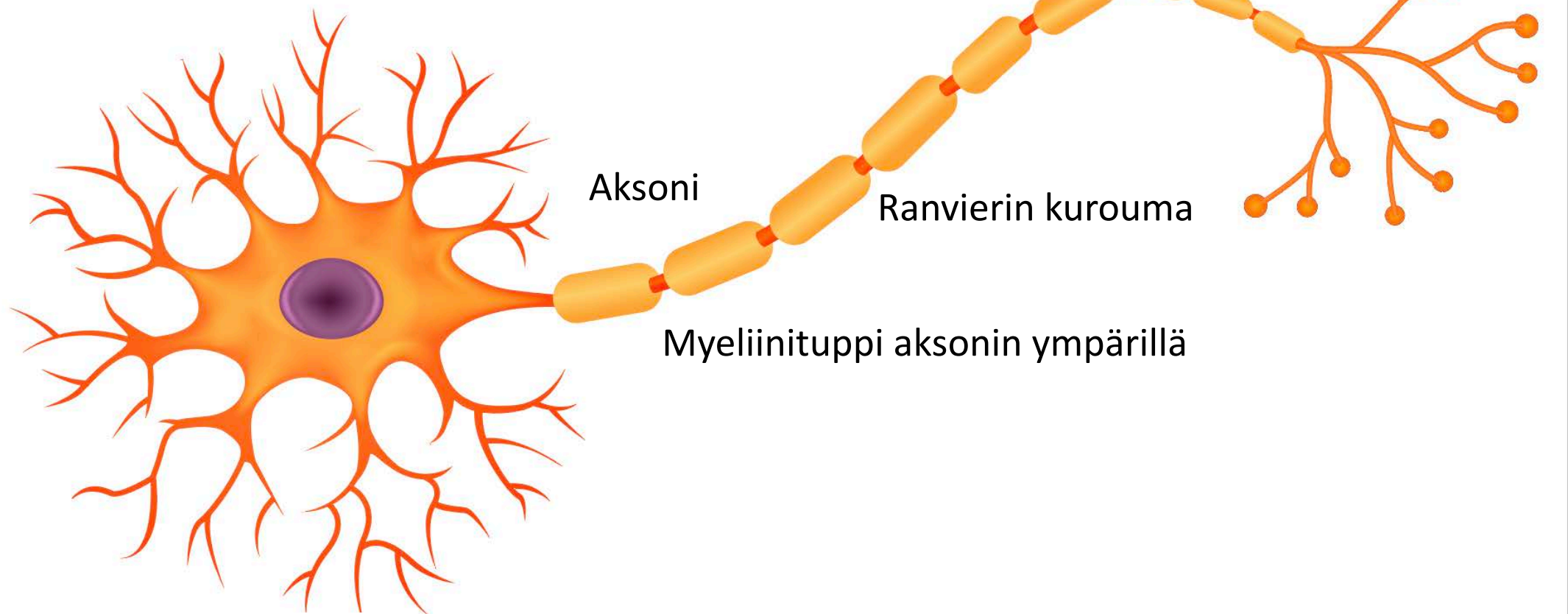
ENMG-tutkimuksen menetelmistä, mitattavista suureista ja löydöksistä

ENMG - tutkimusmenetelmiä

- Perifeerinen hermo
 - Neurografia:
 - Hermon johtonopeus (CV = conduction velocity) - motorinen, sensorinen
 - Lihaksen aktiopotentiaali (CMAP = combined muscle action potential, sekä lihassytt että hermosäikeet vaikuttavat potentiaaliin)
- Hermolihasliitos:
 - Toistostimulaatioon
 - Yksisäie-ENMG (jitter)
- Lihask
 - Elektromyografia (EMG)



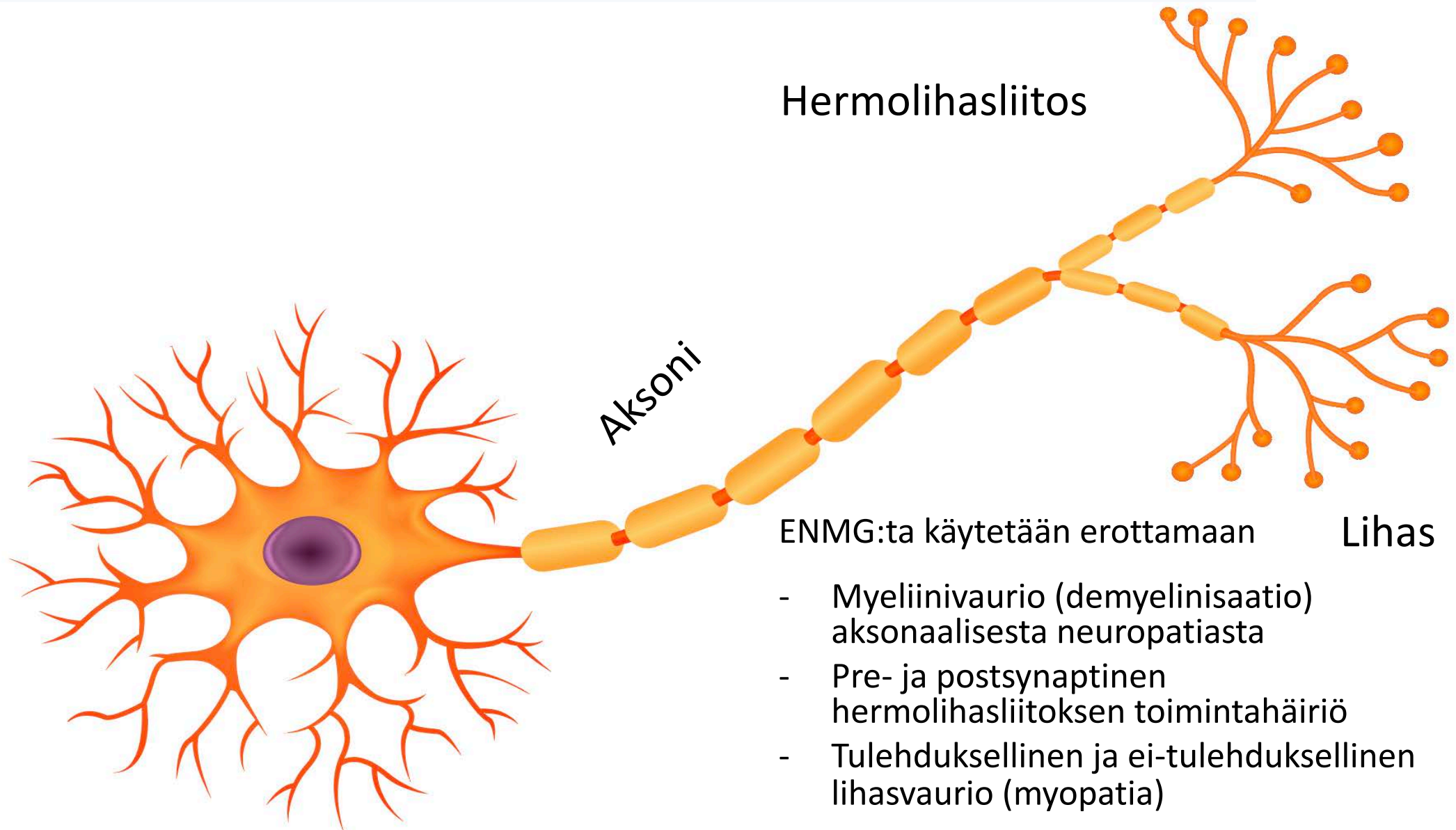
ENMG paikallistaa vaurion
perifeerisen hermon tai lihaksen
alueelle - ENMG on kliinisen
statuksen jatke



Hermosolu Hermojuuri Hermopunos Ääreisherma Hermolihasliitos Lihaks

ENMG = elektroneuromyografia

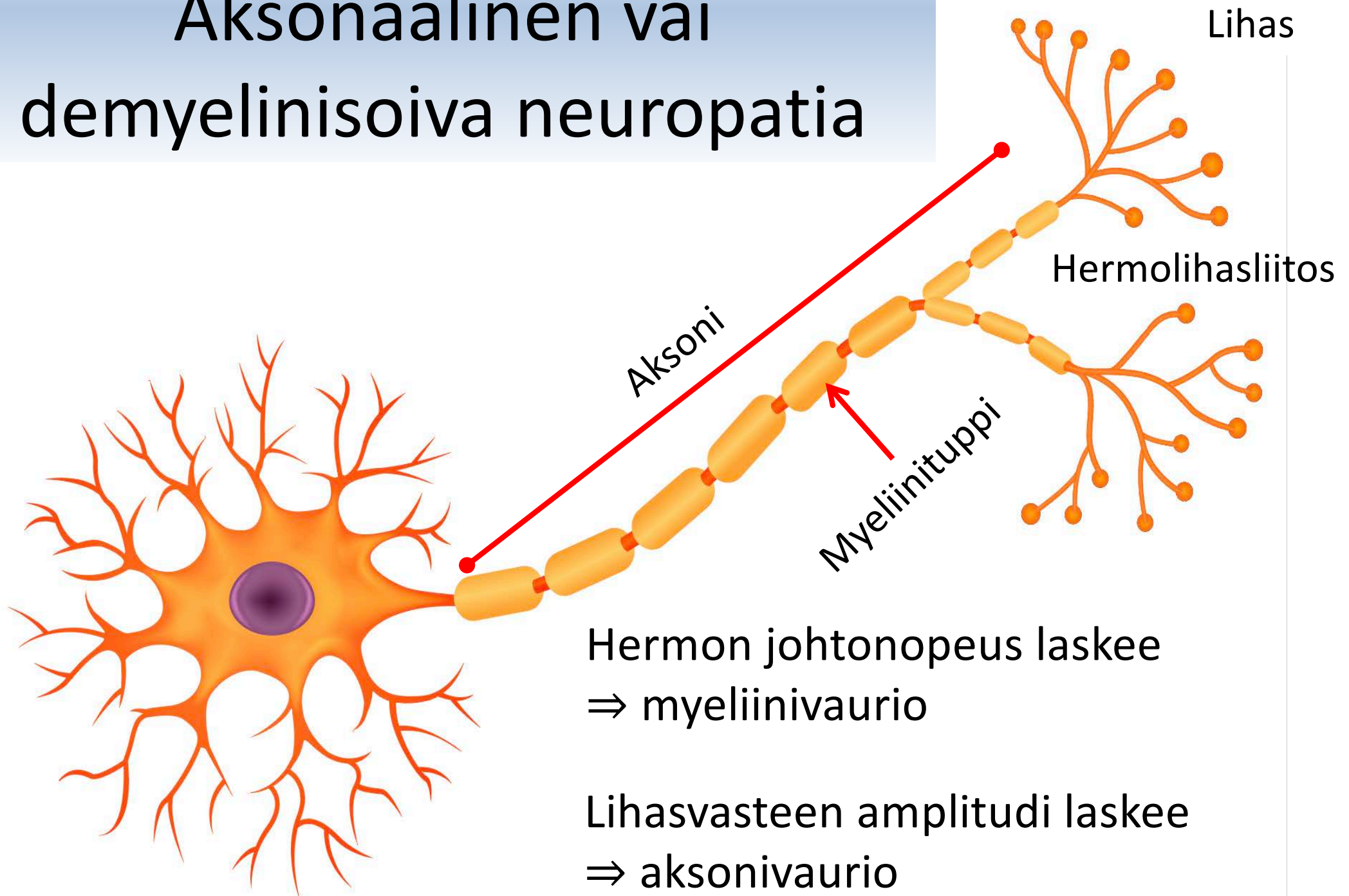
Lihas



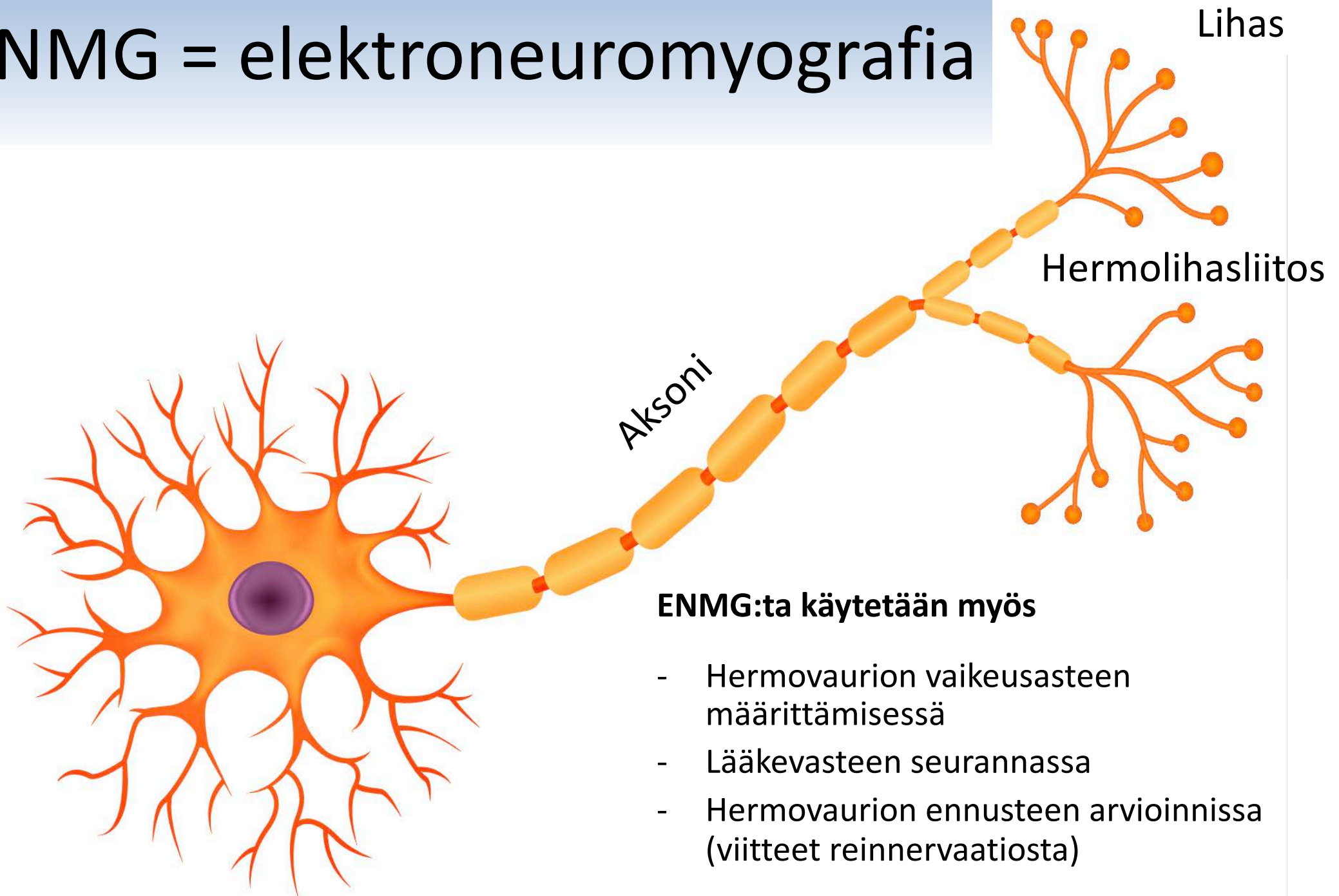
ENMG:ta käytetään erottamaan

- Myeliinivaurio (demyelinisaatio) aksonaalisesta neuropatiasta
- Pre- ja postsynaptinen hermolihasliitoksen toimintahäiriö
- Tulehduksellinen ja ei-tulehduksellinen lihasvaurio (myopatia)

Aksonaallinen vai demyelinisoiva neuropatia



ENMG = elektroneuromyografia

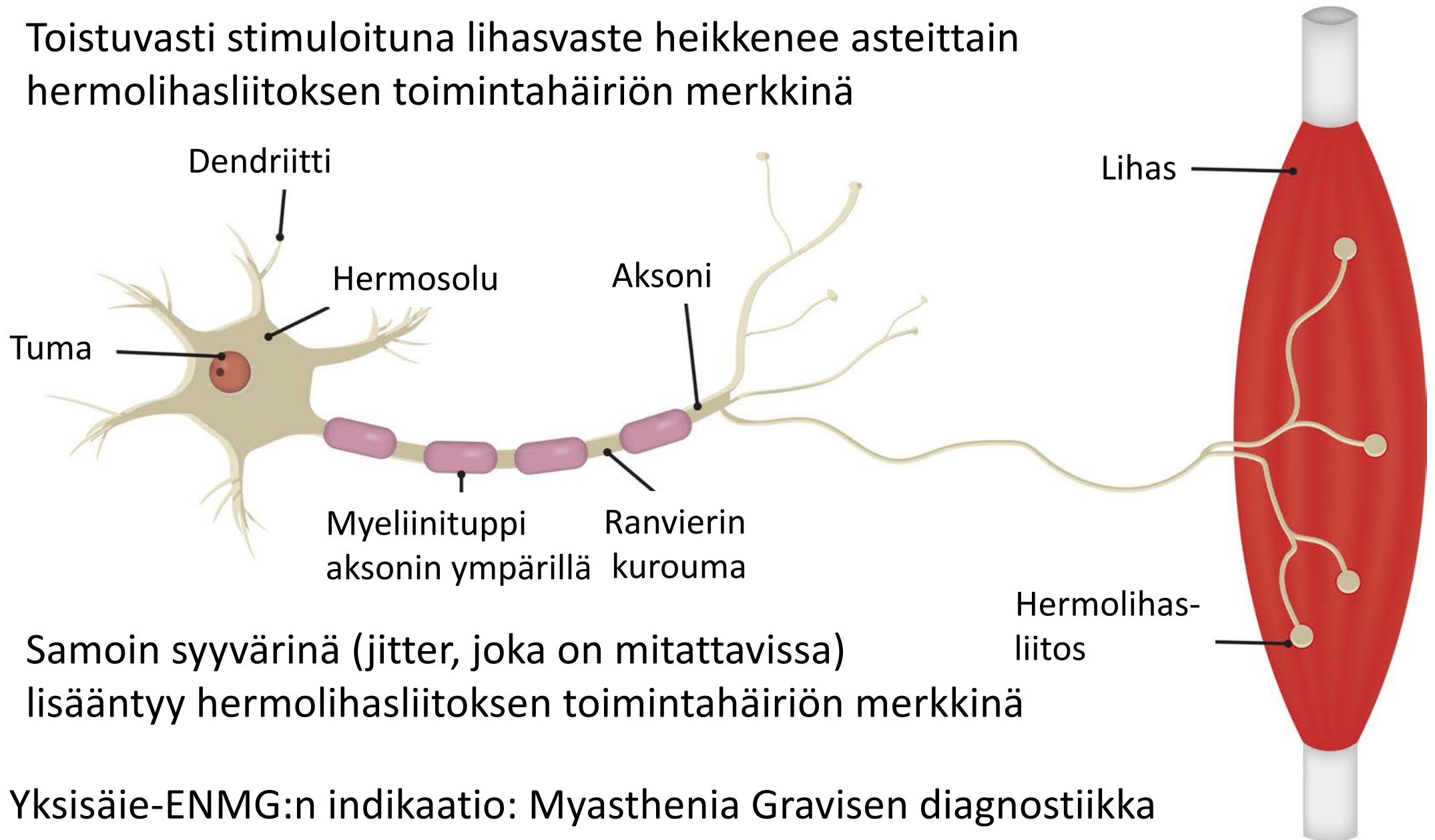


ENMG:ta käytetään myös

- Hermovaurion vaikeusasteen määrittämisessä
- Lääkevasteen seurannassa
- Hermovaurion ennusteen arvioinnissa (viitteet reinnervaatiosta)

Toistostimulaatio, yksisäie-ENMG

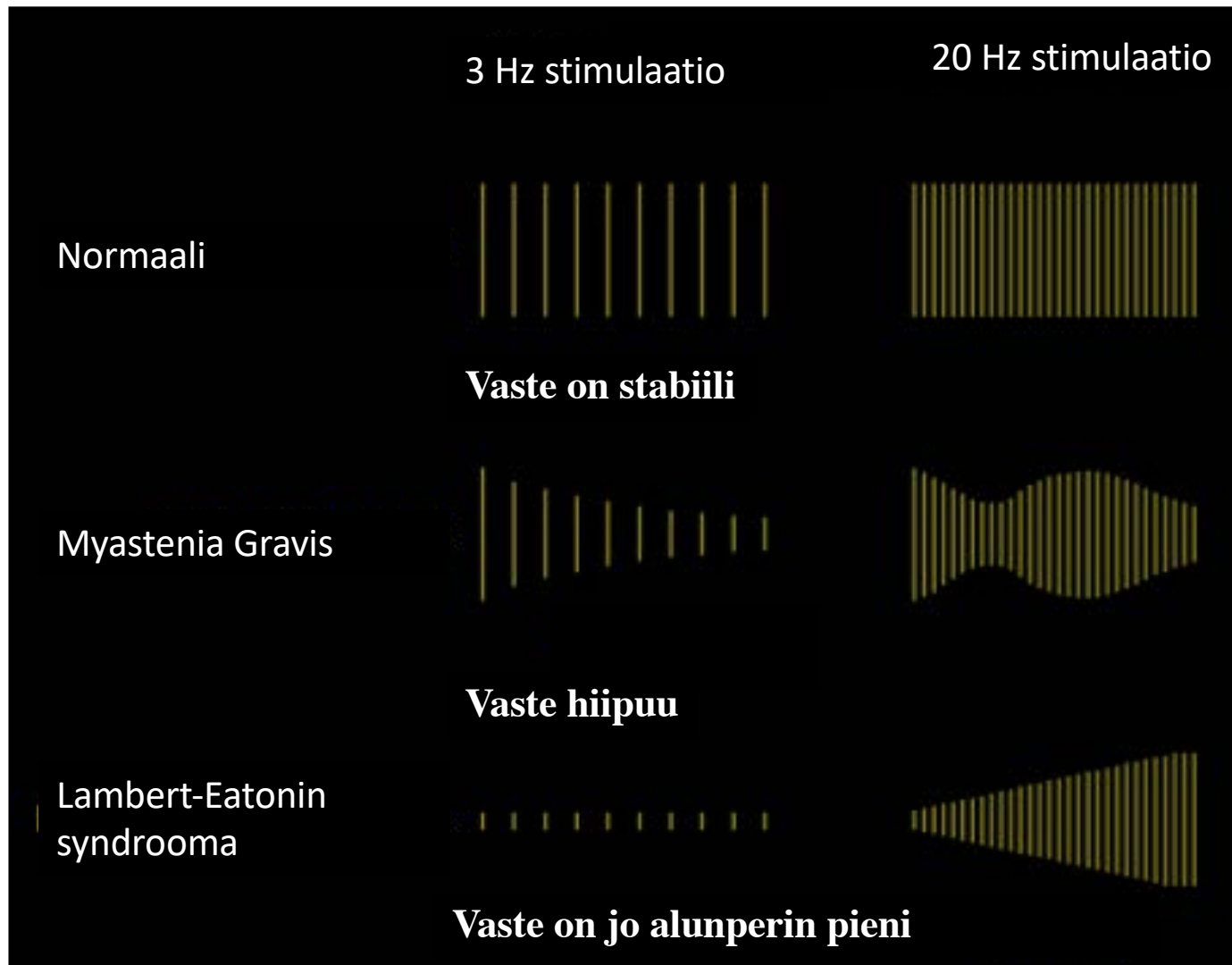
Toistuvasti stimuloituna lihasvaste heikkenee asteittain
hermolihaskliitoksen toimintahäiriön merkinä



Samoin syvävärinä (jitter, joka on mitattavissa)
lisääntyy hermolihaskliitoksen toimintahäiriön merkinä

Yksisäie-ENMG:n indikaatio: Myasthenia Gravisen diagnostiikka

Toistostimulaatio



Annettaessa motoriseen hermoon ärsykettä vaste yleensä pysyy stabiilina (normaali)

Myasteniassa vaste pienenee toistuvassa stimulaatiossa yli 10 % verrattaessa 1 ja 4 M-aaltoa keskenään. (postynaptinen vaurio)

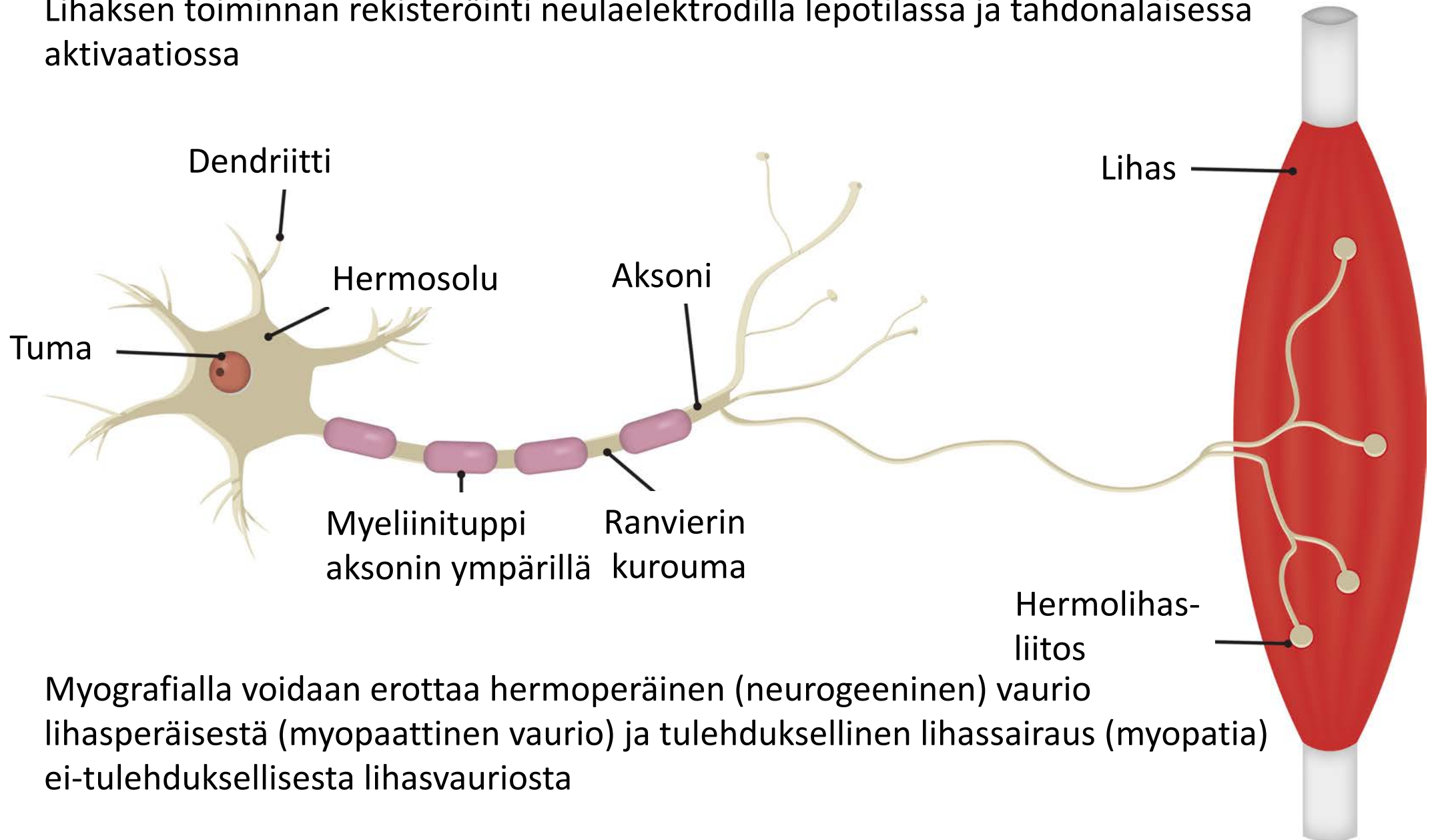
Lambert-Eatonin syndroomassa vasteet ovat kauttaaltaan pieniä (jo ensimmäisestä aallosta lähtien)

Yksisäie-ENMG (jitter)

- Yksisäie ENMG:lla selvitetään yksittäisten lihassyiden sähköistä toimintaa ohuella neulaelektrodilla epäiltäessä neuromuskulaarista transmissiohäiriötä (esim. myasthenia gravis) tai vaihtelevaa lihasheikkousoireistoa
- Tutkimus voidaan liittää toistostimulaatioon ja neula-EMG tutkimukseen

Lihassähkötkutkimus (myografia)

Lihaksen toiminnan rekisteröinti neulaelektrodilla lepotilassa ja tahdonalaisessa aktivaatiossa



Myografialla voidaan erottaa hermoperäinen (neurogeeninen) vaurio lihasperäisestä (myopaattinen vaurio) ja tulehduksellinen lihassairaus (myopatia) ei-tulehduksellisesta lihasvauriosta



Tutkimusten merkitys

Oire tai statuslöydös



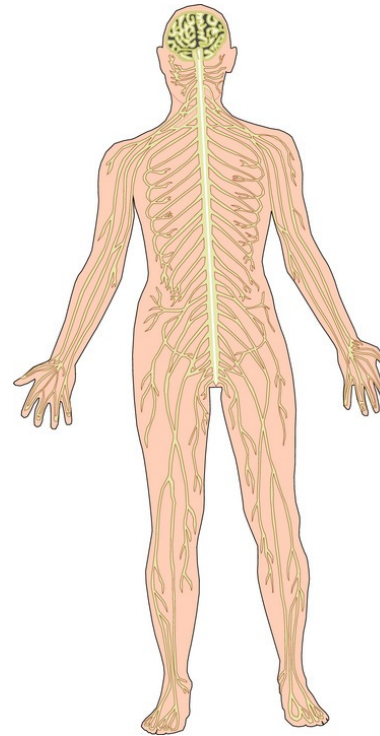
Yleisluonteinen
tai paikallinen
ongelma

1. Perifeerinen vai
sentraalinen

2. Neurologinen
taso

Jatkotutkimukset

Neuroradiologia
Selkäydinneste
Laboratoriokokeet
Neurofysiologia
Hermolihasbiopsia
Obduktio

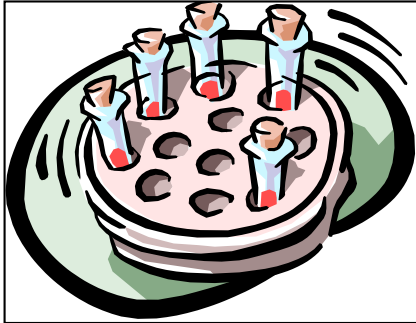


Etiologia

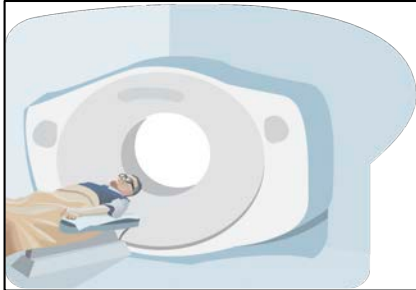


Neurodiagnostiikka

Neurologiset tutkimukset



Laboratoriotutkimukset



Neuroradiologia



Likvoritutkimukset



Neurofysiologia

Kudosnäytteet ja obduktiot

Esimerkkejä neurodiagnostiikasta - päänsärky

Pään tietokonetomografia (TT)	
Indikaatiot päänsärkypotilaalla	SAV-diagnostiikka, traumapotilaat
Edut	Päivystyksen perustutkimus, kuvausaika lyhyt, hyvä saatavuus ja hinta, osoittaa akuutin vuodon ja kallon luurakenteet hyvin
Muuta huomattavaa	Säderasitus on huomioitava
Pään magneettitutkimus (MK)	
Indikaatiot päänsärkypotilaalla	Sekundaarisen päänsäryn diagnostiikka
Edut	Päänsärkypotilaan ensisijainen jatkotutkimus Kuvantaa mm. takakuopan, aivojen valkean aineen, aivokalvot paremmin kuin TT
Muuta huomattavaa	Ei aiheuta säderasitusta, kontraindikaatiot huomioitava (tahdistimet, kallonsisäiset vierasesineet)
Likvori	
Indikaatiot päänsärkypotilaalla	Meningiitin diagnostiikka Vahva SAV-epäily vaikka TT normaali
Edut	Tärkein tutkimus kun epäillään keskushermostoinfektiota, antaa lisätietoa inflammatorista sairautta epäiltäessä (mm. aivovaskuliitti)
Muuta huomattavaa	Kontraindikaatiot: staasipapilla, nopea tajunnan lasku, neurologinen paikallislöydös (epäily tilaa vievästä prosessista kallon sisällä), infektio näytteenottoalueella, vuototaipumus tai verenohennuslääkitys (INR > 1,7, trombosyytit < 40-80 E9/l, pienimolekyläarisen hepariinin annosta < 12 tuntia)
Laboratoriotutkimukset	
P-CRP, B-PVK, veriviljely x 2	Bakteerimeningiitin perustutkimukset (likvorin ohella)
Lasko (La), C-reaktiivinen proteiini (CRP)	Tärkeitä ohimovaltimotulehduksen (temporaaliarteriitti) diagnostiikassa
Pieni verenkuvaa (PVK)	Perustutkimus, paljastaa mm. anemian
Na, K, krea	Nestetasapainon perustutkimuksia
Muut tutkimukset	Vain poikkeustapauksissa
Kudosnäyte (biopsia)	
Ohimovaltimobiopsia, aivobiopsia	Tarpeen ohimovaltimotulehduksen (temporaaliarteriitti) ja aivoverisuonten tulehduksen (vaskuliitti) diagnostiikassa

SAV = subarahnoidaalivuoto = lukinkalvonalainen verenvuoto

Esimerkkejä neurodiagnostiikasta - sekavuus

Kliininen tutkimusmenetelmä	Ydinkohdat	Kommentti
Laboratorio	Verensokeri, CRP, täydellinen verenkuva, elektrolyytit (Na, K), kreatiniini, Ekg, TnT, ALAT, AFOS, PLV+uricult,	Muita tutkimuksia harkinnan mukaan: verikaasuanalyysi, lasko, kalsium, fosfaatti, täydentävät maksakokeet (mm. bilirubiini, NH ₄), INR, urea, albumiini, kilpirauhaskokeet, kortisoli, tiamiini (=B1-vitamiini), B12-vitamiini, folaatti, tumavasta-aineet, kilpirauhasvasta-aineet, veriviljely x 2, ja lääkepitoisuudet (virtsa+veri)
Likvori	Jos keskushermostoinfektio on mahdollinen	Solut, proteiini, glukoosi, bakteerivärjäys ja viljely, 2-5 varaputkea jatkotutkimuksia varten
Radiologia	Thx-rtg (keuhkokuva)	Perustutkimus
	Neuroradiologia	Pään TT tai MK ovat paikallaan, jos neurologisia esiintyy neurologisia puutosoireita - tai anamneesi, status, laboratoriokokeet tai thx-rtg eivät selvitä tilannetta
Aivosähköfilmi (EEG)	Jos on epäily epileptisestä kohtauksesta tai sen jälkitilasta	Yleinen hidastuneisuus, trifaasiset aallot ovat viitteellisiä metaboliselle aivotoiminnan häiriölle (enkefalopatia), EEG selkeyttää myös metabolisen häiriön vaikeusasteen arviointia
Psykiatrin konsultaatio	Kun on epäily primaarista psyykkisestä sekavuuden aiheuttajasta	Elimelliset sairaudet suljetaan pois vaikka perussyy olisikin psyykinen, sekavuus johtuu usein useammasta kuin yhdestä syystä

CRP = C-reactive protein, Na = natrium, K = kalium, Ekg = elektrokardiografia, ALAT = alaniinileusiinitransaminaasi, AFOS = alkaalinen fosfataasi, NH₄ = ammoniakki, INR = international normalised ratio, Thx-rtg = keuhkokuva, TT = tietokonetomografia, MK = magneettikuvaus