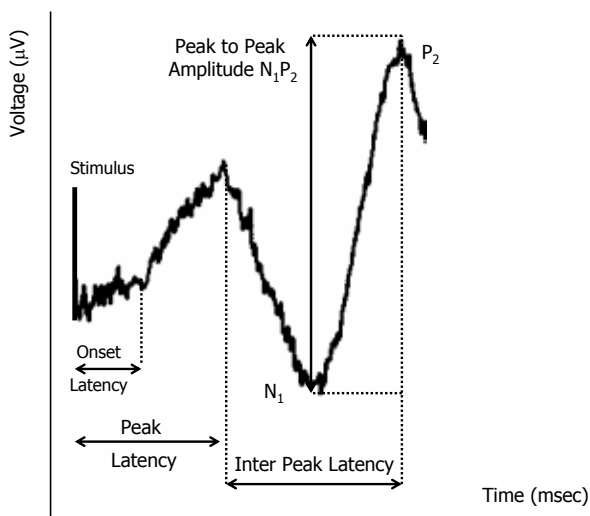


Herätevasteet kraniotomioissa ja spinaalikirurgiassa

Pia Puolakka

Herätevasteella (evoked response) eli herätepotentialilla (evoked potential, EP) tarkoitetaan ulkoisen ärsyksen aiheuttamaa hetkellistä muutosta elimistön sähköisessä toiminnassa. Niiden käyttö neurokirurgiassa on houkuttelevaa, koska niiden avulla voidaan ainakin teoriassa minimoida kirurgiasta aiheutuvaa haittaa ja ylläpitää homeostaasia toimenpiteen aikana.

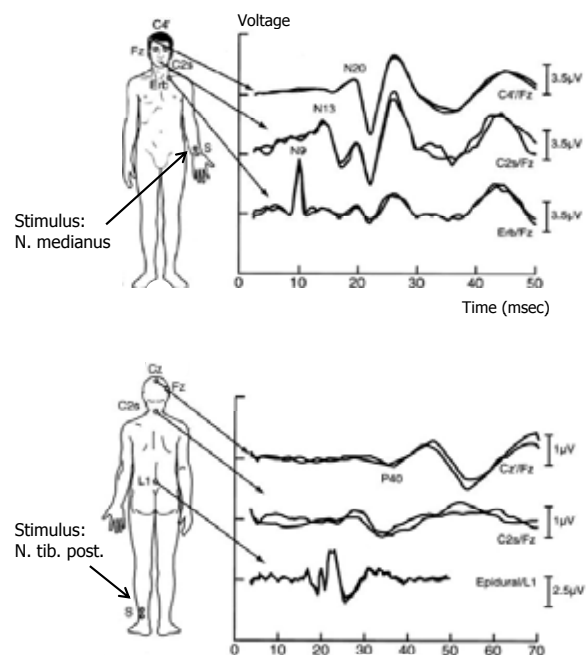
Herätevasteella (evoked response) eli herätepotentialilla (evoked potential, EP) tarkoitetaan ulkoisen ärsyksen aiheuttamaa hetkellistä muutosta elimistön sähköisessä toiminnassa¹. Yleensä herätevasteet esitetään kahden mittauselektrodin välisenä jännitteenä (μV) ajan (ms) funktiona. Mitattavat suureet ovat amplitudi ja latenssi (Kuva 1.).



Kuva 1. Herätevaste eli jännite ajan funktiona. Kaavakuvaesitys.

Herätevasteista

Herätevasteet jaetaan ryhmiin sen mukaan, mihin aistiin ärsyke kohdistuu. Kliinisessä käytössä leikkaussaleissa ovat sekä tuntoradaston (SEP) että motorisen radaston tuottamat vasteet, mutta harvemmin myös näköradaston tuottamat visuaaliset (VEP) ja kuuloradaston tuottamat audi-



Kuva 2. SEP-vasteita eri tasoilta. Yläkuvassa stimulaatiopaikkana n. medianus. Alemmassa kuvassa stimulaatiopaikkana n. tibialis posterior.

tiiviset (BAEP, MLAEP) vasteet. Leikkauksen aikana voidaan mitata myös suoralla hermostimulaatiolla aikaan saatua lihassupistusta (EMG), tai spinaalikirurgiassa samanaikaisesti sekä sensorista että motorista radastoa bulbo cavernosusrefleksin avulla²⁻⁴.

Herätevasteet voidaan myös jakaa mittauskohdan perusteella kortikaalisiin ja subkortikaalisiin vasteisiin. Esimerkiksi SEP:ssä stimuloidaan yleensä joko nervus medianusta tai nervus tibialis posterioria, ja vasteita mitataan eri tasoilta (Kuva 2.). Subkortikaalisia vasteita määritettäessä mitaus- ja vastepaikan välillä on aina vähemmän synapseja kuin kortikaalisten vasteiden kyseessä ollen. Tämän vuoksi johtumista sanotaan aksonaaliseksi. Kortikaaliset vasteet muodostuvat nimensä mukaisesti korteksilla. Vasteiden syntyminen edellyttää runsasta synapsivälitteistä johtumista, josta syystä kortikaaliset vasteet ovat hyvin herkkiä mm. anestesia-aineiden vaikutukselle – anesteetitahan vaikuttavat pääasiassa synapseissa^{2,5}.

Herätevasteet monitorointimenetelmänä

Neurologista vauriota pidetään mahdollisena, jos toimenpiteen aikana herätevastemittauksissa tulee yli 50 %:n lasku amplitudissa ja/tai yli 10 %:n nousu latenssissa. Näistä kahdesta amplitudin laskua pidetään luotettavampana. Tiedetään myös, että iskemiavaiheessa, vauriota ennakoiden, voi tulla piikkimäinen amplitudin nousu ennen laskua⁵.

Luotettavan leikkauksenaikaisen monitorointitutkimuksen tekeminen on vaikeaa, sillä neurologisen vaurion todennäköisyys on joka tapauksessa pieni, ja mukana on monitoroinnin lisäksi monia muuttujia. Käytännöt vaihtelevat maittain ja keskuksittain. Ehdottomina indikaatioina voidaan kuitenkin pitää nervus facialiksen monitorointia EMG:n avulla akustikusneurinoomaleikkauksessa sekä SEP:n ja MEP:n monitorointia skolioosikirurgiassa.

Herätevastemittauksia voitaisiin hyödyntää myös spinaalivammoissa ja -tuumoreissa, takakuoppakraniotomioissa, nervus trigeminuksen dekompressioleikkauksissa sekä leikkauksen aikaisen fysiologian optimoinnissa²⁻⁴. Tiedetään nimittäin, että herätevasteet ovat herkkiä erilaisille fysiologisille muuttujille. Nämä nähdään tutkimuksen virhelähteinä, jotka tulee ottaa huomioon tuloksia tulkittaessa. Samalla ne voidaan myös pyrkiä korjaamaan optimaaliselle tasolle. Näitä ns. virhelähteitä on mm. verenpaine, lämpötila, hiili-

dioksiditaso, hypoksia, vuoto eli hemodiluutio ja edelleen myös anestesia-aineet^{2,5}.

Anestesia-aineiden vaikutus herätevasteisiin

Lähes kaikki anestesia-aineet vaimentavat herätevasteita. Iv-anestesia-aineet vaikuttavat herätevasteisiin kuitenkin vähemmän kuin inhalaatioanesteetit ja uudet inhalaatioanesteetit kuten sevofluraani ja desfluraani vähemmän kuin vanhat eli isofluraani ja halotaani^{2,5-6}. Useimmissa yksiköissä onkin suositus ja käytäntö valita puhdas iv-anestesia, mikäli toimenpiteen aikana on tarkoitus monitoroida herätevasteita^{3,5-6}. Muista anestesia-aineista poiketen ketamiini ja etomidaatti jopa voimistavat kortikaalisia vasteita, mutta muut vasta-aiheet estävät niiden hyödyntämistä^{2,5-6}. α 2-agonistit klonidiini ja dexmedetomidiini ovat herätevasteneutraaleja, joten niitä voidaan tarvittaessa käyttää adjuvantteina^{2,5}. Opioidilla on vain vähäinen vaikutus herätevasteisiin ja ne ovatkin suositeltavia^{2,5-6}. Lihaselaksantit ovat luonnollisesti vasta-aiheisia, mikäli on tarkoitus mitata motorisia vasteita, mutta muutoin ne teoriassa jopa parantavat muiden herätevasteiden laatua vähentämällä lihaksista tulevaa artefaktia^{2,5-6}.

Lääkkeitä annosteltaessa tärkeintä on annostelun tasaisuus, josta voidaan varmistua käyttämällä infusioita^{2-3,5-6}. Koska tavoitteena on myös nopea anestesiasta toipuminen, valitaan infusoitaviksi aineiksi yleensä lyhytvaikutteiset propofoli ja remifentaniili. Mikäli anestesia-aineita muutetaan, kestää 5–8 minuuttia ennen kuin mittaukset tasaantuvat⁵. Jatkuva kommunikaatio salissa anestesioinnin, neurofysiologin ja neurokirurgin välillä on siis oleellista.

Lopuksi

Herätevasteiden käyttö neurokirurgiassa olisi siis houkuttelevaa. Niiden avulla voitaisiin minimoida kirurgiasta aiheutuvaa haittaa sekä optimoida fysiologiaa toimenpiteen aikana. Toisaalta mittausten toteuttaminen on edelleen suhteellisen työlästä, eikä kliinisellä neurofysiologialla ole välttämättä mahdollisuuksia lisätä palvelujaan leikkauksaleihin. Kuopiossa 20.–21.9.2007 pidettyjen Neurokirurgipäivien yhteydessä pidetyssä neuroanestesia-alajaoksen symposiumissa herätevasteet innostivat ainakin läsnäolijat vilkkaaseen keskusteluun sekä laajemman neuromonitorointisymposiumin suunnitteluun vuodelle 2008. □

Kirjallisuusluettelo:

1. Kliininen neurofysiologia. Partanen J, Falck B, Hasan J, Jäntti V, Salmi T, Tolonen U. Kustannus Oy Duodecim, Helsinki 2006.
2. Anesthesia and Neurosurgery. Cottrell, Smith. Mosby, St Louis 2001.
3. Sala F, Krzan M, Deletis V. Intraoperative neurophysiological monitoring in pediatric neurosurgery: why, when, how? *Child's Nerv Syst* 2002; 18: 264–87.
4. Soundararajan N, Cunliffe M. Anaesthesia for spinal surgery in children. *BJA* 2007; 99: 86–94.
5. Banoub M, Tezlaff J, Schubert A. Pharmacologic and physiologic influences affecting sensory evoked potentials. *Anesthesiology* 2003; 99: 716–37.
6. Sloan T. Anesthetic effects on electrophysiologic recordings. *Journal of Neurophysiology* 1998; 15: 217–26.

Pia Puolakka

LL, anesthesiologian ja tehohoidon erikoislääkäri
TAYS, anestesiayksikkö
pia.puolakka[a]pshp.fi