

Atte Sivula, Teemu Luoto, Jani Heinilä, Heini Huhtala, Sari Karlsson, Arvi Yli-Hankala ja Jaakko Långsjö

FOUR-pisteytys tehohoitopotilaan tajunnantilan seurannassa: ensimmäiset kokemukset suomennetun version käytöstä

JOHDANTO. Tutkimuksen tarkoituksena on lisätä Full Outline of UnResponsiveness -tajunnantilamittarin (FOUR) tunnettuutta Suomessa, julkaista sen suomenkielinen versio sekä tutkia FOURin käyttökelpoisuutta suomalaisten tehohoitopotilaiden hoidossa.

MENETELMÄT. Analysoimme takautuvasti 1.1.–31.10.2015 Taysissa hoidettujen aikuisten tehohoitopotilaiden hoitajakson suurimmat Glasgow'n kooma-asteikon (GCS) ja FOUR-pistemäärät. Päätemuuttujina käytettiin sairaalakuolleisuutta sekä kuolleisuutta yhden kuukauden kuluessa tehohoidon alusta.

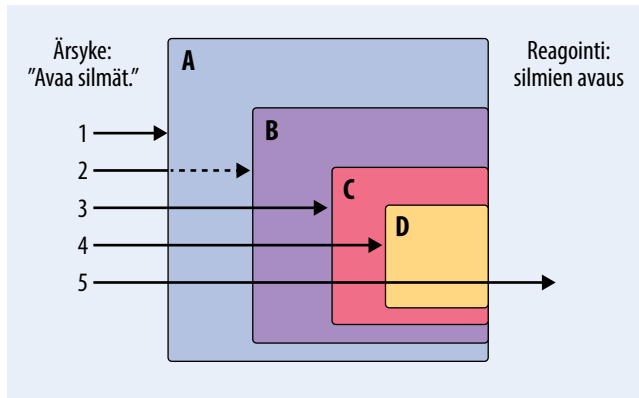
TULOKSET. FOURin suomenkielinen käännös toimi vertailukelpoisesti aiempiin kansainvälisiin tutkimuksiin nähden. FOUR ja GCS olivat yhtä käyttökelpoisia ennustamaan kuolleisuutta sairaalassa ja kuukauden kuluessa tehohoidon alusta.

PÄÄTELMÄT. FOUR vaikuttaa vähintään yhtä hyvältä tehohoitopotilaiden kuolleisuuden ennustajalta kuin GCS.

Ihmisen tajunnan neurobiologinen tausta on edelleen yksi suurimmista ratkaisemattomista mysteereistä. Käytännön lääketieteessä emme voi välttyä kohtaamasta erilaisia tajunnanhäiriötiloja, joten tajunnan paremmalle ymmärtämiselle on selvä tarve potilaiden hoidon kannalta. Kliinisen lääketieteen kannalta on mielekästä jakaa tajunta **heräteltävyyteen**, joka syntyy aivorungon ja talamuksen arousal-ratojen aktiivisuuden seurauksena, ja **tietoisuuteen**, jonka ajatellaan syntyvän aivokuorella sen eri osien toiminnallisen yhteistyön tuloksena (1,2). Potilasta havainnoimalla voidaan usein päätellä, kummassa tajunnan peruskivessä tajunnanhäiriön syy (enemmän) piilee. Esimerkiksi aivovamman seurauksena potilas saattaa jäädä vegetatiiviseen tilaan, jossa hän avaa silmänsä ärsykkeiden myötä (puhe, kova ääni, kipu), mutta silmät avattuaan ei osoita minkäänlaisia tietoisuuden merkkejä (katseen kohdistaminen, ympäristön tapahtumien seu-

raaminen, kehotusten noudattaminen, kommunikaatio) (3). Tällöin potilas on heräteltävissä, mutta aivokuori on niin pahoin vaurioitunut, ettei hän kykene käsittelemään ympäristöstä tulevaa informaatiota tietoisesti.

Tajuntaa itsessään ei kyetä mittaamaan. Joudummekin nojautumaan potilaan kykyyn ilmaista itseään motorisesti. Koska reagoimattomuus ei kuitenkaan takaa tajuttomuutta, potilas saattaa saada todellista tajunnantilaansa sykememmän diagnoosin (**KUVA 1**) (4). Esimerkiksi loukkuhalvauksessa (locked-in -tila) potilas on motoristen ratojensa vaurioitumisen seurauksena halvaantunut ja kykenee liikuttamaan usein vain silmiään, mutta on silti täysin tajuissaan ja selvillä ympäristön tapahtumista (5). Lisäksi huolestuttavan suurella osalla (jopa 40 %) vegetatiivisiksi diagnosoiduista potilaista tajunta onkin todellisuudessa parempi, vaikka tämä ei ilmene normaaleissa kliinisissä tutkimuksissa (6). Tällaisen minimaalisen tietoisuuden tilan



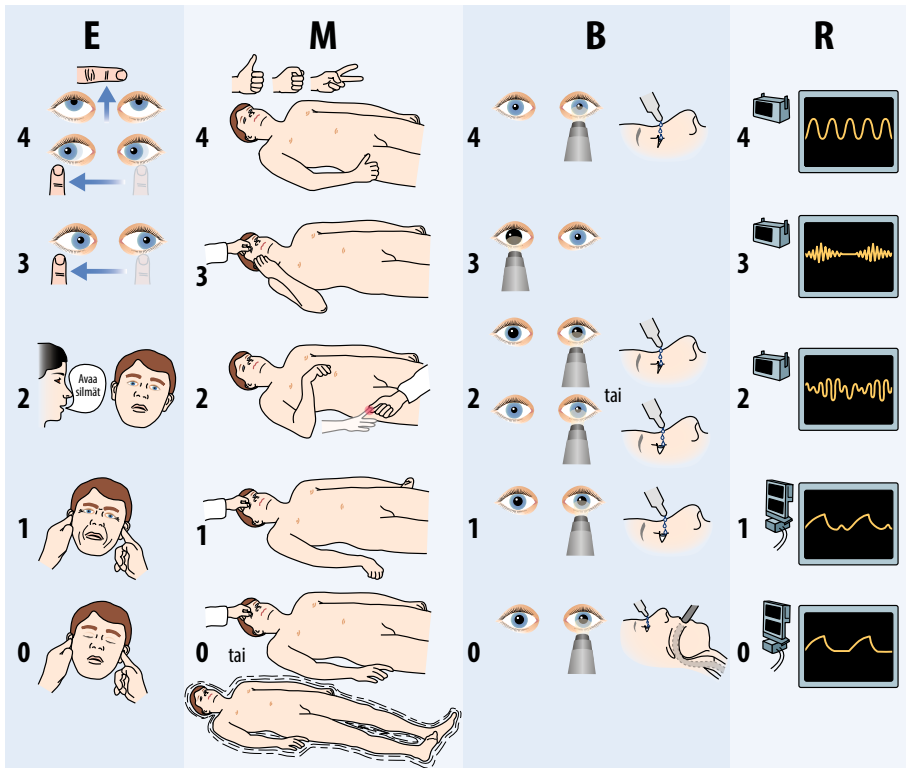
KUVA 1. Tajuiheen reagoitokykyyn vaikuttavat tekijät (4). Aistiärsyke johtaa mielekkääseen vasteeseen vain silloin, kun kaikki tajuiheen prosessoinnin osatekijät (A, tajuihin tila; B, tietoisuus ärsykkeestä ja kyky sen ymmärtämiseen) ja toiminnallinen valmius (C, halu ja aikomus reagoida; D, kyky reagoida) toimivat normaalisti. Nuolet kuvaavat ärsyksen prosessointia eri tajunnantiloissa. 1. Mikään ärsyke ei saavuta tajuntaa (esimerkiksi aivokuolema, erittäin syvä anestesia). 2. Unennäkö normaalin unen tai anestesian aikana, jolloin ympäristön ärsykkeet voivat (eivät kuitenkaan välttämättä) vaikuttaa unisältyöhön (stimulusinkorporaatio). 3. Haluttomuus reagoida. 4. Kyvyttömyys reagoida (esimerkiksi hereilläolo anestesiassa relaksoituna). 5. Ärsyke johtaa mielekkääseen reagointiin (normaali valveillaolo).

(minimal conscious state, MCS) erottaminen vegetatiivisesta tilasta on ensiarvoisen tärkeää, koska tiloilla on täysin erilainen toipumisenuste (7,8).

Kliininen ympäristö aiheuttaa erityisiä haasteita potilaan tajunnantilan tutkimiselle. On käytettävä tarpeeksi yksinkertaisia, nopeita, luotettavasti toistettavia ja objektiivisia mittareita. Näistä tunnetuin ja laajimpaan käyttöön levinnyt on vuonna 1974 kehitetty Glasgow'n kooma-asteikko (GCS) (9). GCS:ssä annetaan potilaalle pisteitä kolmella osa-alueella: silmien avaaminen (1–4 pistettä), puhekyky (1–5 pistettä) ja paras liikevaste (1–6 pistettä). Täysin terve ja normaalisti tajuihissaan oleva potilas saa 15 GCS-pistettä. Vaikka GCS on vakiintunut käyttöön, sitä on myös kritisoitu. Erityisesti GCS:n kokonaispisteiden luotettavuudessa ja arvioijien välisessä toistettavuudessa on puutteita (10). GCS:n puhekomponentin vuoksi intuboidun potilaan pisteiden määrittäminen ei onnistu luotettavasti. Näiden potilaiden tutkimisessa GCS:n käyttö on myös epä johdonmukaista, sillä osa arvioijista antaa potilaalle minimipisteet puhekomponentista, kun taas osa arvioi pisteet muiden toimintojen perusteella (11). Puhekomponentin tarkkuutta vähentää lisäksi tilojen **orientoitunut** (5 pistettä) ja **se-**

kava (4 pistettä) välinen tulkinnanvaraisuus. Lisäksi GCS-pisteytys painottaa liikevasteen arviointia (12).

Vuonna 2005 kehitetyn tajunnantilamittarin, FOUR-pisteytyksen (Full Outline of Un-Responsiveness), tavoitteena on ollut ratkaista GCS:n ongelmat (KUVA 2) (13). FOUR-pisteytyksessä potilas saa pisteitä neljällä osa-alueella: silmät, liikevaste, aivorunkoheijasteet ja hengitys. Jokaisesta osa-alueesta annetaan 0–4 pistettä, jolloin kokonaispistemäärä on 0–16 pistettä. Täydet 16 pistettä tarkoittavat hereillä olevan potilaan normaalia tajuntaa ja 0 pistettä aivokuolemaa. Kaikista osa-alueista annetaan yhtä paljon pisteitä, jolloin mitään osa-alueista ei painoteta toista enempää. Kun GCS:ssä tutkitaan vain silmien avautumista, FOURissa silmien liikkeitä tutkitaan laajemmin (katseella seuraaminen ja silmien räpyttäminen pyydetäessä). Näin FOUR kykenee tunnistamaan loukkuhalvauksen (potilas kykenee toistetusti räpyttämään silmiään pyydetäessä) ja erottamaan vegetatiivisen tilan MCS:stä, jälkimmäisessä havaitun katseen seuraamisen perusteella (3,5,13–16). FOUR-pisteytys kuvaa intuboitujen potilaiden tilaa paremmin kuin GCS, sillä puhekykyä ei arvioida. FOUR-pisteytyksellä on todettu olevan hyvä arvioijien välinen tois-



Silmät (E)

- 4 Silmät auki, seuraa katseella tai räpäyttää silmiä pyynnöstä
- 3 Silmät auki, mutta ei seuraa katseella
- 2 Silmät kiinni, mutta kova ääni saa ne aukeamaan
- 1 Silmät kiinni, mutta kipu saa ne aukeamaan
- 0 Silmät pysyvät kiinni kipuärsykkeestä huolimatta

Liikevaste (M)

- 4 Peukalo pystyyn, käsi nyrkkiin tai rauhanmerkki pyynnöstä
- 3 Paikantaa kivun
- 2 Koukistaa kivusta
- 1 Ojentaa kivusta
- 0 Ei vastetta kipuun tai yleistynyt myokloninen status epilepticus

Aivorunkoheijasteet (B)

- 4 Mustuais- ja sarveiskalvoheijasteet toimivat
- 3 Toinen mustuainen laaja ja valoon reagoimaton
- 2 Mustuais- tai sarveiskalvoheijasteet puuttuvat
- 1 Mustuais- ja sarveiskalvoheijasteet puuttuvat
- 0 Mustuais-, sarveiskalvo- ja yskäheijaste puuttuvat

Hengitys (R)

- 4 Ei intuboitu, tasainen hengitys
- 3 Ei intuboitu, Cheyne–Stokesin (tiheä/katkonainen) hengitys
- 2 Ei intuboitu, epätasainen hengitys
- 1 Intuboitu, omia hengityksiä
- 0 Intuboitu, ei omia hengityksiä

Ohjeita asteikon yksittäisten osioiden arvioimiseksi:

Silmät (E = "Eye")

Määritä paras mahdollinen vaste vähintään kolmen yrityksen perusteella.

E4: potilas pystyy toteuttamaan vähintään kolme motorista tehtävää (esim. "katso ylös", "katso alas", "räpäytä kaksi kertaa"). Jos potilaan silmät ovat kiinni, ne tulee avata, jotta voidaan arvioida katseen seuraamiskykyä. Yhden silmän tutkiminen riittää, jos potilaalla on kasvovammoja tai voimakas luomiturvotus. Jos katse ei seuraa vaakasuuntaista liikettä, testataan pystysuuntaisen liikkeen seuraamista. Vaihtoehtoisesti on kirjattava, kykeneeko potilas pyynnöstä räpäyttämään silmiään kahdesti. Näin voidaan tunnistaa mahdollinen loukkuhalvaus (potilas on täysin tajuissaan).

E3: potilaan silmät auki, mutta katse ei seuraa liikettä.

E2: kova ääni saa potilaan avaamaan silmänsä.

E1: kipuärsyke saa potilaan avaamaan silmänsä.

E0: edes kipuärsyke ei saa potilasta avaamaan silmiään.

Liikevaste (M = "Motor")

Määritä yläraajojen paras mahdollinen vaste.

M4: potilas pystyy tekemään vähintään yhden kolmesta pyydetystä käsiliiikkeestä (peukalo pystyyn, käsi nyrkkiin tai rauhanmerkki) jommalla kummalla kädellä

M3: potilas koskettaa tutkijan kättä sen jälkeen kun tutkija tuottaa kipua painamalla leukanivelitä tai silmänpäälyshermoa (paikantaa).

M2: kipuärsyke aiheuttaa yläraajojen koukistusta.

M1: kipuärsyke aiheuttaa ojennusvasteen.

M0: ei liikevastetta tai myokloninen status epilepticus.

Aivorunkoheijasteet (B = "Brainstem reflexes")

Määritä paras mahdollinen vaste. Tutki mustuaisreaktiot ja sarveiskalvoheijasteiden toiminta. Paras tapa sarveiskalvoheijasteen toiminnan testaamiseksi on tiputtaa 2–3 tippaa steriilää keittosuolaa sarveiskalvolle 10–15 cm:n korkeudelta (näin voidaan välttää toistuvasta testaamisesta aiheutuva sarveiskalvovaurio). Myös pumpulipuikkoja voidaan käyttää. Henkitorvi-imun aiheuttamaa yskäheijastetta testataan vain, jos mustuais- ja sarveiskalvoheijasteet puuttuvat.

B4: mustuais- ja sarveiskalvoheijasteet toimivat.

B3: toinen mustuainen on laaja ja valoon reagoimaton.

B2: joko mustuais- tai sarveiskalvoheijasteet puuttuvat.

B1: mustuais- ja sarveiskalvoheijasteet puuttuvat.

B0: mustuais-, sarveiskalvo- ja yskäheijaste (henkitorvi-imua käyttämällä) puuttuvat.

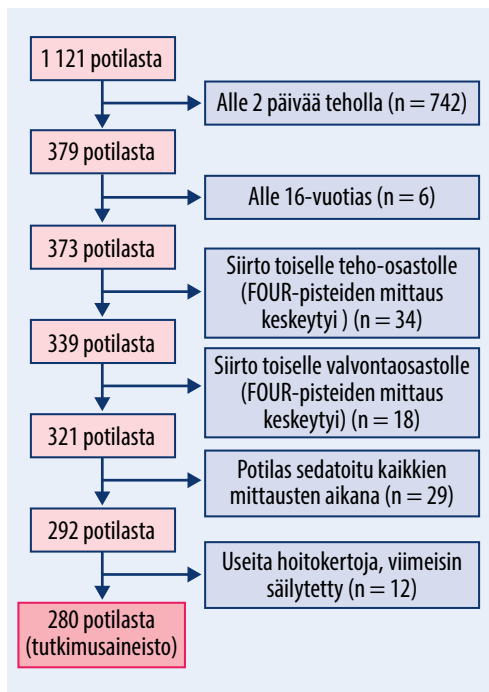
Hengitys (R = "Respiration")

Määritä intuboitamaton potilaan spontaani hengitys asteikolla:

R4 tasainen **R2** epätasainen tai **R3** Cheyne–Stokesin hengitys. Jos potilas on hengityskoneessa, arvioi painekäyrältä spontaanien tai potilaan laukaisemien tuettujen hengityslikkeiden esiintymistä **R1**.

Potilaan omat hengitykset hengityskoneessa määritetään hengityskoneen näytöltä. Potilaan hengitystä arvioitaessa ei säädetä hengityskonetta, vaan arviointi tehdään mieluiten PaCO₂-arvon ollessa normaalilla viitealueella. Potilaalle saatetaan joutua tekemään hengitystestiä, kun hänellä ei todeta omia hengityksiä **R0**.

KUVA 2. FOUR-pisteytyksen suomennos.



KUVA 3. Tutkimusaineisto ja poissulkukriteerit.

tettavuus, ja se on yhtä tarkka tai hieman tarkempi kuin GCS ennustamaan vakavasti sairaiden potilaiden kuolleisuutta (13,15,17–28). FOUR on käännetty useille kielille, ja käännösten validointitutkimuksissa FOURin arvioijien välinen toistettavuus ja kuolleisuuden ennustuskyky on todettu hyväksi (28–32).

Tampereen yliopistollinen sairaala on ensimmäisenä sairaalana Suomessa ottanut FOUR-pisteytyksen rutiinimaiseen käyttöön tehohoitopotilaiden tajunnantilan seurannassa. FOURista ei ole aikaisemmin julkaistu virallista suomenkielistä käännöstä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena onkin lisätä FOUR-pisteytyksen tunnettuutta Suomessa ja julkaista FOURin virallinen suomenkielinen versio vapaasti käytettäväksi. Raportoimme myös ensimmäiset kokemukset FOURin suomenkielisen version käytöstä. Käyttökelpoisuuden arvioimiseksi vertasimme FOURin ja GCS:n kykyä ennustaa tehohoitopotilaiden kuolleisuutta sairaalassa sekä kuukauden kuluttua tehohoidon alusta. Hoitajien kokemuksia FOURin käytöstä kerrotettiin kyselylomakkeen avulla.

Menetelmät

Tähän takautuvaan tutkimukseen otettiin mukaan Taysin teho-osastolla 1.1.–31.10.2015 hoidetut 1121 potilasta, joiden tajunnantilaa seurattiin sekä GCS- että FOUR-pisteiden avulla. Tutkimusaineistoksi valikoitui poissulkukriteerien jälkeen 280 potilasta (KUVA 3). Tutkimuksella oli Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Tiedekeskuksen johtajan ja Taysin tehohoidon vastuualueen ylilääkärin luvat.

Teho-osastomme rutiinien mukaisesti hoitaja mittasi GCS-pisteet tunnin ja FOUR-pisteet kolmen tunnin välein. Hoitajille opetettiin FOUR-pisteiden tutkimisen teoreettinen tausta luennoilla, minkä jälkeen heitä opastettiin pisteiden määrittämisessä potilashoidon yhteydessä. Hoitajilla oli käytössään laminoitu FOUR-pisteytysohje. FOUR-pisteytysjärjestelmän virallinen suomennos laadittiin yhteistyössä kielenkääntäjän kanssa ja FOURin alkuperäisen kehittäjän suostumuksella.

Sedaation vaikutus tajunnantilaan pyrittiin sulkemaan huolellisesti pois. Yli vuorokauden kestäneen jatkuvana infuusiona toteutetun sedaation (propofoli, midatsolaami, fentanyl, deksmedetomidini) jälkeen tarkasteluun hyväksyttiin pisteet, jotka mitattiin aikaisintaan 24 tunnin kuluttua infuusion lopettamisesta. Jos sedaatio kesti alle vuorokauden, hyväksyttiin mittaukset sedaation pituutta vastaavan tauon jälkeen. Kerta-annoksina laskimoon annostellun fentanyylin jälkeen ensimmäiset tarkasteluun hyväksytyt GCS- ja FOUR-pisteet mitattiin aikaisintaan yhden tunnin kuluttua lääkkeen antamisesta. Varsinaiseen analyysiin otettiin potilaiden suurin GCS- ja FOUR-pistemäärä hoitajakson aikana.

Henkitorviavannepotilailla GCS:n puhevas-teesta tulisi antaa pienimmät pisteet (1 piste) ja FOURin hengitysvasteesta suurimmat (4 pistettä), jos käytössä ei ole hengitysapulaitteita (esimerkiksi oman hengityksen painetukea). Henkitorviavannepotilaiden huulilta lukeminen hyväksyttiin GCS-asteikossa täysiksi pisteiksi (5 pistettä), mutta kirjoittaminen ja aakkostaulun käyttö johtivat pienimpään pistemäärään. Näiden potilaiden väärin pisteytetyt arvot korjattiin ennen analyysia.

Sairauden vakavuutta arvioivat SAPS-pisteet (Simplified Acute Physiology Score) mitattiin ensimmäisen vuorokauden aikana ja APACHE II -pisteet (Physiologic Assessment and Chronic Health Evaluation II) heti potilaan saavuttua teho-osastolle. Elinhäiriöiden vaikeutta kuvaavat SOFA-pisteet (Sequential Organ Failure Assessment) mitattiin 24 tunnin kuluttua potilaan saapumisesta teho-osastolle, ja niitä seurattiin päivittäin. Potilaan lähdettyä teho-osastolta SOFA-pisteiksi huomioitiin samana tai korkeintaan edellisenä vuorokautena mitatut pisteet.

Korrelaatiota mitattiin Spearmanin korrelaatiokertoimella. FOUR- ja GCS-pisteiden kykyä ennustaa kuolleisuutta tutkittiin ROC-käyrän (receiver operating characteristic curve) alle jäävän pinta-alan (AU-ROC) avulla. Lisäksi ROC-analyysi tehtiin erikseen potilasjoukolle, josta suljettiin pois ne potilaat, joilla todettiin täydet tajuntapisteet koko hoitajakson ajan. FOUR- ja GCS-pisteitä kuoleman riskitekijöinä tarkasteltiin logistisella regressiolla määrittelmällä pisteille kerroinsuhde (odds ratio, OR). Analyysi tehtiin myös vakioituna potilaan iän, tehohoitoajan, hengityslaitteiden keston sekä SOFA-pisteiden suhteen. Kaikki tilastolliset analyysit tehtiin sairaalakuolleisuuden ja yhden kuukauden kuolleisuuden suhteen. Tiedot jälkimmäisestä saatiin Tehohoidon laatukonsortion tietokannasta (Tieto Healthcare & Welfare Oy). Analyysit laskettiin IBM SPSS Statistics -ohjelman versiolla 21.

Hoitajien kokemuksia FOUR-pisteytyksen käytöstä arvioitiin kyselylomakkeella. Lomakkeessa kysyttiin taidosta mitata FOUR- ja GCS-pisteet, laminoidun FOUR-ohjeen hyödyllisyydestä, FOUR-mittaukseen kuluva ajasta, lisäopetuksen tarpeesta sekä FOUR-pisteytyksen osa-alueiden mittauksen vaikeudesta.

Tulokset

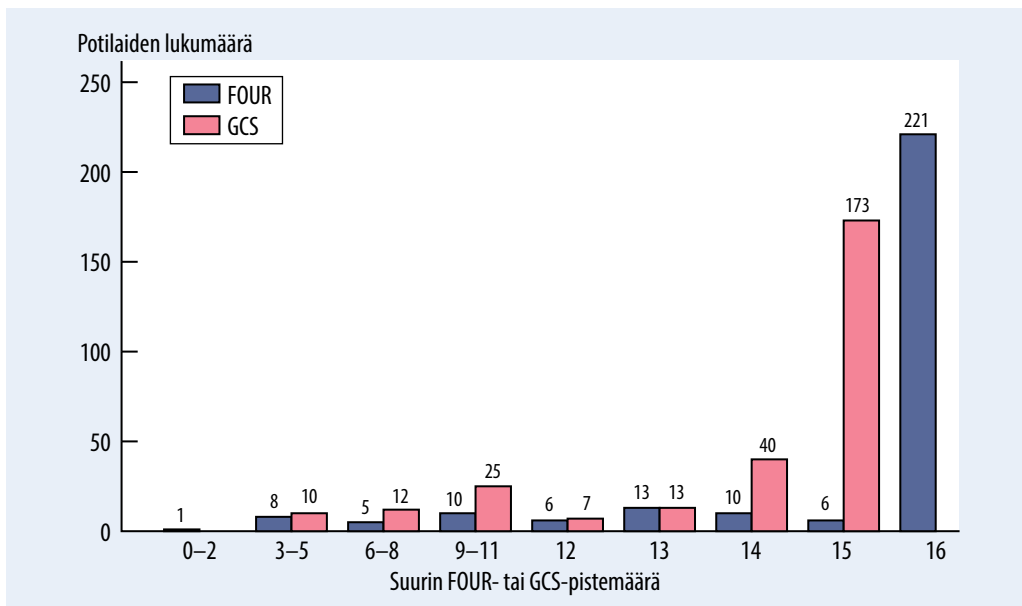
Potilastiedot on esitetty **TAULUKOSSA 1**. FOUR- ja GCS-kokonaispisteiden määrät on esitetty **KUVASSA 4**. Potilaista 79 % saavutti suurimmat FOUR-pisteet (16 pistettä) ja 62 % suurimmat GCS-pisteet (15 pistettä) hoitajaksonsa aikana. Kaikki otoksemme potilaat, joiden

TAULUKKO 1. Potilaiden tietoja (n = 280).

Ikä ja hoitoaika	Medi- aani	Vaihtelu- väli
Ikä (v)	62	17–92
Tehohoitoaika (pv)	4	2–36
Hengityslaitteiden aika (pv)	1	0–19
Tehohoidon pisteytykset	Medi- aani	Vaihte- luväli
SOFA	8	0–18
SOFA teholta lähtiessä	3	0–23
APACHE II	20	0–42
SAPS	37	2–92
Sukupuoli	n	%
Mies	163	58,2
Nainen	117	41,8
Kuolleisuus	n	%
Teho-osastolla	8	2,9
Sairaalassa	20	7,1
Kuukauden kuluessa hoidon alusta	34	12,1
Puolen vuoden kuluessa hoidon alusta	47	16,8
Hengityshoito	n	%
Intuboitu	155	55,4
Henkitorviavanne	47	16,8
Yleisimmät perussairaudet	n	%
Verenkiertoelimistön sairaudet	109	38,9
Endokriiniset, ravitsemukseen ja aineenvaihduntaan liittyvät	63	22,5
Hengityselinten sairaudet	56	20,0
Yleisimmät tehohoito- diagnoosit (APACHE IV)	n	%
Neurologiset sairaudet	115	41,1
Vammat	49	17,5
Hengityselinten sairaudet	46	16,4

hoitajakson suurin FOUR-pistemäärä jäi enintään seitsemään, kuolivat kuukauden kuluttua tehohoidon alkamisesta. Kuolleisuusosuudet FOUR-pisteittäin kuukauden kuluttua tehohoidon alkamisesta on esitetty **KUVASSA 5**.

FOUR- ja GCS-kokonaispisteiden välinen korrelaatiokerroin oli 0,721 ($p < 0,001$). FOUR- ja GCS-pisteiden AU-ROC-arvot ja



KUVA 4. Potilaiden suurimpien FOUR- ja GCS-kokonaispisteiden jakauma.

95 %:n tarkkuuden raja-arvot (mittari tunnista 95 % elossa olevista raja-arvon yläpuolelta) herkkyyksineen on esitetty **TAULUKOSSA 2**. Tulokset on esitetty kaikista potilaista sekä erikseen potilasjoukosta, josta poistettiin koko hoitajakson ajan täydet pisteet saaneet. AU-ROC-arvot eivät kummassakaan analyysissä poikenneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan GCS:n ja FOURin välillä.

Logististen regressioanalyysien tulokset ja kerroinsuhteet on esitetty **TAULUKOSSA 3**. Kaikissa vakioituissa malleissa FOUR- ja GCS-pisteet olivat tilastollisesti merkitsevimmät kuolleisuuden riskitekijät.

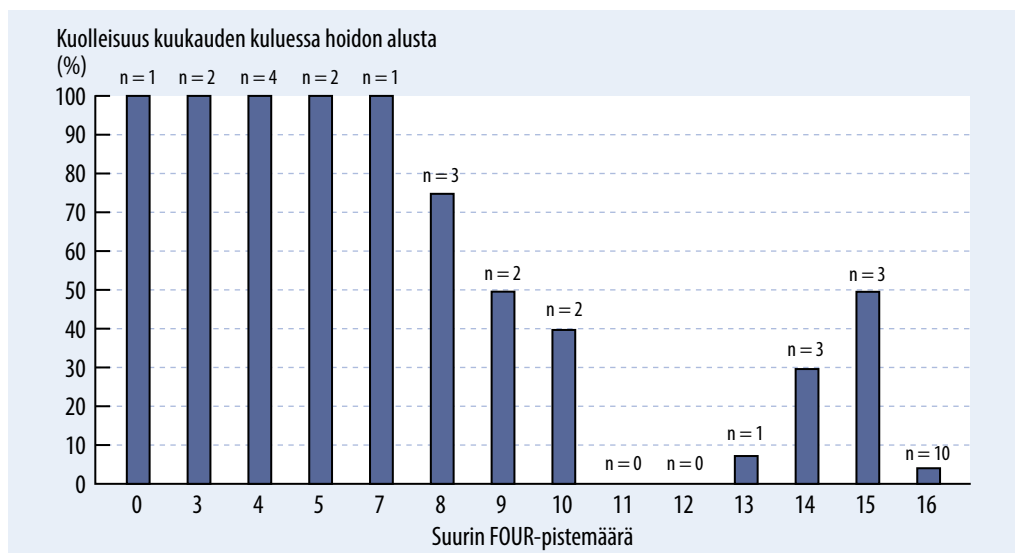
Kyselyyn vastasi 24 hoitajaa, joista kaikki kokivat osaavansa tutkia potilaan GCS-pisteet ja 22 (92 %) FOUR-pisteet. Kyselyyn vastanneista hoitajista GCS-pisteiden mittaamisen koki haastavaksi kolme (13 %) ja FOUR-pisteiden seitsemän (29 %). Hoitajista 19 (83 %) koki laminoituneen FOUR-ohjeen hyödylliseksi apuvälineeksi ja 22 (96 %) riittäväksi avuksi tutkimuksen suorittamiseen. Kahdeksan (35 %) ilmoitti tarvitsevansa lisää opetusta tai ohjausta FOUR-pisteiden mittaamisesta. Hoitajien mukaan FOUR-pisteytyksen osa-alueista helpointa oli mitata hengitys ja vaikeinta aivorunkoheijasteet. Hoitajien arvioima FOUR-pisteiden

mittaamiseen kuluvan ajan mediaani oli kaksi minuuttia.

Pohdinta

Tutkimuksen tarkoituksena on lisätä FOUR-pisteytyksen tunnettuutta Suomessa, raportoida ensimmäiset kokemukset suomenkielisen version käytöstä sekä verrata FOURin ja GCS:n kykyä ennustaa tehohoitopotilaiden kuolleisuutta. GCS ja FOUR ennustivat kuolleisuutta hyvin ja yhdenvertaisesti, ja molempia mittareita käytettäessä kuolemanriski pieneni, kun pisteet suurenivat. FOUR ja GCS olivat tilastollisesti merkitsevimmät kuolleisuuden ennustetekijät, kun aineisto vakioitiin iän, tehohoitoajan, hengityslaittehoidon keston ja SOFA-pisteiden osalta.

FOURin suomenkielinen versio toimi vertailukelpoisesti aikaisempiin kansainvälisiin julkaisuihin nähden (13,17,19,22,24,28,29). Laajassa 1645 yleistehoitopotilaan tutkimuksessa todettiin lähes samat sairaalakuolleisuuden ennustearvot FOURia (AU-ROC 0,702) ja GCS:ää (AU-ROC 0,684) käytettäessä kuin omassa aineistossammekin. Myös yhdysvaltalais tutkimus totesi FOURin ja GCS:n sairaalakuolleisuuden ennustajina samanarvo-



KUVA 5. Potilaiden kuolleisuus kuukauden kuluessa hoidon aloituksesta suurimpien FOUR-pisteiden mukaan. Pylväiden päällä oleva luku kertoo kuolleiden potilaiden määrät kussakin pisteryhmässä (yhteensä n = 34).

siksi, mutta FOURin merkittävästi paremmaksi tehohoitokuolleisuuden ennustajaksi (22).

Kun analysoimme vain tajunnanhäiriöiset potilaat, molempien mittareiden suorituskyky parani. Aikaisemmissakin neurologisiin tai aivovammapotilaisiin keskittyvissä tutkimuksissa FOURin ja GCS:n ennustearvo sairaalakuolleisuuden osalta on osoittautunut jopa erinomaiseksi. Yleensä mittarit on todettu yhdenvertaisiksi, mutta on saatu myös näyttöä FOURin paremmuudesta (13,19,23,24,28,29).

FOUR-pisteytystä kehitettäessä on pyritty korjaamaan GCS:n puutteita. FOUR-pisteytys huomioi potilaan aivorunkoheijasteet (mustuaisreaktio, sarveiskalvoheijaste ja nieluheijaste) (KUVA 2), joita ei tutkita lainkaan GCS-pisteytyksessä. Mustuaisreaktio testataan osoittamalla valoa potilaan silmään, jolloin molempien silmien mustuaiset supistuvat. Valovaste välittyy toista aivohermoa (näköhermo, nervus opticus) pitkin keskiaivoihin, joista pupillin supistumiseen johtava viesti välittyy silmiin kolmannen aivohermon (silmän liikehermo, nervus oculomotorius) välityksellä. Sarveiskalvoheijaste testataan ärsyttämällä potilaan sarveiskalvoa silmätipalla, jolloin potilas normaalisti räpäyttää silmiään. Vaihtoehtoisesti sarveiskalvoheijaste voidaan tutkia kos-

kettamalla sarveiskalvoa esimerkiksi steriilin taitoksen kulmalla, mutta tällöin vaarana on sarveiskalvon vaurioituminen usein toistettujen tutkimusten seurauksena. Käytännössä havaitsimme, että joillekin potilaille silmätipa ei ole tarpeeksi voimakas ärsyke saamaan aikaan sarveiskalvoheijastetta, vaikka heijaste saadaan esiin steriilillä taitoksella. Sarveiskalvon tunto välittyy viidennen aivohermon (kolmoishermo, nervus trigeminus) silmähermohaaran (nervus ophthalmicus) kautta aivorunkoon. Heijasteisesta liikevasteesta huolehtii seitsemäs aivohermo (kasvohermo, nervus facialis), joka hermottaa silmäluomen sulkeutumista. Yskäheijaste testataan ärsyttämällä potilaan ylähengitysteitä, ja se kertoo kymmenennen aivohermon (kiertäjähermo, nervus vagus) ja ydinjatkeen toiminnasta. Aivorungon ja hermoratojen toiminta voi häiriintyä esimerkiksi vamman, aivoverenkiertohäiriön, verenvuodon tai kasvaimen suorana tai välillisenä (kohonnut kallonsisäinen paine) seurauksena. FOUR-pisteytyksessä aivorunkoheijasteiden rutiinimaisella tutkimisella voidaan havaita potilaan tilan muutokset ja määrittää aivorunkovaurion taso. FOUR antaakin enemmän tärkeää ja mahdollisesti toimenpiteisiin johtavaa tietoa potilaasta kuin GCS.

TAULUKKO 2. Kaikkien potilaiden sekä potilaiden, joilla havaittiin tajunnanhäiriö suurimpien FOUR- ja GCS-pisteiden AU-ROC-arvot sekä 95 %:n tarkkuuden raja-arvot (mittari tunnistaa 95 % elossa olevista raja-arvon yläpuolelta) ja herkkyydet.

		Kuolleisuus kuukauden kuluessa hoidon alusta				Sairaalakuolleisuus			
		AU-ROC	95 %:n luottamusväli	95 %:n tarkkuus (raja-arvo)	Herkkyyden raja-arvolla (%)	AU-ROC	95 %:n luottamusväli	95 %:n tarkkuus (raja-arvo)	Herkkyyden raja-arvolla (%)
Kaikki potilaat	FOUR	0,806	0,709–0,902	12,5	50	0,729	0,593–0,865	9,5	40
	GCS	0,796	0,699–0,893	10,5	53	0,675	0,531–0,820	8,5	40
Tajunnanhäiriöiset	FOUR	0,879	0,800–0,958	10,5	65	0,844	0,727–0,960	8,5	54
	GCS	0,830	0,738–0,922	9,5	52	0,723	0,574–0,872	7,5	35

TAULUKKO 3. Suurimpien FOUR- ja GCS-pisteiden kerroinsuhteet (OR) vakioimattomina ja vakioituina käyttäen potilaan ikää, tehohoitoaikaa, hengityslaitteiden kestoja sekä SOFA-pisteitä vakioivina muuttujina. OR ilmoittaa kuolemanriskin vähenemän jokaista FOUR/GCS-pisteen nousua kohden.

	Kuolleisuus kuukauden kuluessa hoidon alusta				Sairaalakuolleisuus			
	Vakioimaton kerroinsuhde	95 %:n luottamusväli	Vakioitu kerroinsuhde	95 %:n luottamusväli	Vakioimaton kerroinsuhde	95 %:n luottamusväli	Vakioitu kerroinsuhde	95 %:n luottamusväli
FOUR	0,628	0,544–0,725	0,679	0,579–0,796	0,758	0,678–0,847	0,757	0,660–0,868
GCS	0,656	0,579–0,743	0,696	0,598–0,811	0,774	0,699–0,871	0,798	0,689–0,925

Teho-osastolla moni potilas intuboidaan hengityksen tukihoidojen toteuttamiseksi. Omassa aineistossamme yli puolet potilaista intuboitui hoitajakson aikana (TAULUKKO 1). Periaatteessa GCS ei sovellu lainkaan intuboitujen potilaiden tajunnantilan seuraamiseen, koska puhevastetta ei voida luotettavasti tutkia. FOUR-pisteytyksessä puhevaste on korvattu hengityksen arvioinnilla. Intuboitu potilas saa 0–1 pistettä sen mukaan, havaitaanko omia hengitysyryityksiä vai ei. Henkitorviavannepotilaat muodostavat FOUR-pisteytyksessä oman erityisryhmänsä. Vieroitusta hengityslaitteidosta voidaan nopeuttaa henkitorviavanteella, jota potilaat sietävät paremmin kuin intubaatioputkea. Henkitorviavanteen syy voi olla myös todettu nieluhalvaus, joka sinällään ei heijasta potilaan tajunnantilaa. Henkitorviavanteen kautta hengittävät potilaat pisteytetäänkin FOUR-pisteytyksessä intuboiduiksi vain, jos he tarvitsevat koneellista hengitystukea, esimerkiksi painetukea omille hengitysyryityksilleen (FOUR-pisteytyksen kehittäjän Eelco Wijdicksin henkilökohtainen tiedonanto). Henkitorviavanteen kautta täysin itsenäisesti hengittävän potilaan pistemäärän määrää

hengityksen rytmi (tasainen, epätasainen tai Cheyne–Stokesin hengitys). Hengitysavun tarve ja hengityksen rytmi kertovat potilaan ydinjatkeen toiminnasta.

Loukkuhalvauksesta kärsivä potilas on täysin tajuissaan, mutta yleensä silmänliikkeitä lukuun ottamatta halvaantunut (5). Loukkuhalvauspotilaat ovat täysin selvillä ympäristön tapahtumista mutta kykenemättömiä osoittamaan tätä motorisesti. Oireyhtymä johtuu yleensä verenkierron estymisestä kallonpohjavaltimeon (arteria basilaris) suonitusalueella, mikä johtaa aivosillan (pons) etuosan ja sen alueella kulkevien liikeratojen vaurioitumiseen. Vauriosta huolimatta potilaan tajunnan säätely säilyy, sillä aivosillan takaosassa sijaitsevat aivojen heräteltävyydelle välttämättömät arousal-tumakkeet toimivat normaalisti (33). Oireyhtymän diagnosointi on ongelmallista, sillä diagnoosiin päästään keskimäärin yli kahden kuukauden kuluttua aivosillan vaurioitumisesta (34). Koska FOUR tutkii silmien liikkeitä (muun muassa silmien tahdonalainen räpyttäminen), se tunnistaa loukkuhalvauksen ja voi nopeuttaa diagnosointia (13). Diagnoosin jälkeen loukkuhalvauspotilaiden elinajan odote pitenee

mielekkään hoidon myötä. Vaikka oireyhtymän aiheuttama halvaus onkin vaikea, loukkuhalvauspotilaat kokevat elämänsä laadukkaaksi ja kykenevät kommunikoimaan esimerkiksi puhesyntetisaattorin tai internetin avulla (33,34).

MCS-potilaat eivät pahimmassa tapauksessa kykene välittämään omia ajatuksiaan ja toivetaan, mutta kykenevät alkeellisiin, tahdonalaisiin liikkeisiin ja katseella seuraamiseen (16). Vegetatiivisessa tilassa katseella seuraamista ei esiinny, joten FOUR kykenee erottamaan tilat toisistaan (14,15). Potilaan hoidon kannalta MCS:n ja vegetatiivisen tilan erottaminen on tärkeää: toisin kuin vegetatiiviset potilaat, MCS-potilaat voivat kokea kipua ja tarvita siihen lääkitystä (35). MCS-potilaat myös hyötyvät kuntoutuksesta, koska tilan ennuste on huomattavasti vegetatiivista tilaa parempi (7,8,36).

Hoitajien mukaan GCS-pisteiden tutkiminen on helpompaa kuin FOUR-pisteiden. Tämä selittynee sillä, että FOUR-pisteiden mittaamisesta ei ole ehtinyt karttua kokemuksta. Lähes kaikki hoitajista kokivat laminoidun, suomenkielisen FOUR-version riittäväksi avuksi pisteiden mittaamiseen, mutta silti yli kolmasosa koki tarvitsevansa lisäopetusta. Erityisen vaikeaksi koettiin aivorunkoheijasteiden tutkiminen, mikä onkin tavanomaisesti ollut lääkärin tehtävä. Hoitajalähtöinen ja nykyistä tarkempi potilaan neurologisen tilan seuraaminen palvelee kuitenkin sekä potilasta että lääkärää. Tämä korostuu erityisesti kiireisenä päivystysaikana. Jo ennen FOUR-pisteytyksen käyttöönottoa Taysin teho-osastolla työskentelevät hoitajat olivat seuranneet rutiinimaisesti potilaiden mustuaisten kokoa ja heijasteiden toimivuutta. Sarveiskalvoheijasteen tutkiminen ei ole ylitsempäämätön lisätehtävä, mikäli hoitohenkilökunta suhtautuu uuden oppimiseen myönteisesti. Tästä huolimatta kyselemme osoitti, että aivorunkoheijasteiden osalta kertaus on tarpeen.

Molempien mittareiden suorituskyvyn parantaminen tajunnanhäiriöisten potilaiden alaryhmässä puoltaa näiden käyttöä erityisesti tutkittaessa neurologisia ja neurokirurgisia potilaita, joiden tajunnan heikkenemisen riski on suurentunut. Tutkimus on ainakin hoidon alkuvaiheessa syytä toistaa suhteellisen usein.

Ydinasiat

- ▶ FOUR on vuonna 2005 Yhdysvalloissa kehitetty tajunnantilamittari, jota ei ole aiemmin käännetty suomeksi.
- ▶ FOUR huomioi aivorunkoheijasteiden tilan, tutkii silmien liikkeitä ja katseen seuraamista sekä on GCS:ää yksiselitteisempi intuboitujen potilaiden tilaa arvioitaessa.
- ▶ FOURin suomenkielinen käännös toimii vertailukelpoisesti aiempiin kansainvälisiin tutkimuksiin nähden.
- ▶ FOUR ja GCS ennustivat yhtä hyvin sairaalakuolleisuuden ja kuolleisuutta kuukauden kuluttua tehohoidon alusta.
- ▶ Hoitajien mukaan FOURin käyttäminen on hieman vaikeampaa kuin GCS:n, mikä johtunee kokemuksen puutteesta.

Näin hoitohenkilökunta myös harjaantuu tutkimuksen tekoon, mikä lopulta parantaa tutkimustulosten luotettavuutta. Osastomme käytäntö tutkia GCS-pisteet tunnin ja FOUR-pisteet kolmen tunnin välein on osoittautunut toimivaksi. Potilaiden voinnin tasaannuttua tutkimistiheyttä voidaan harventaa esimerkiksi yöunien turvaamiseksi.

Tutkimuksemme vahvuutena aikaisempiin verrattuna on suhteellisen suuri 280 potilaan aineisto (13,15,17,19,23,24,27,28). Potilasaineistomme koostui yleistehopotilaista eikä rajoittunut tiettyyn erityispotilasryhmään, kuten monissa aiemmissa tutkimuksissa (19,23,24,25,27). Tuloksemme ovatkin hyvin yleistettävissä suomalaiseseen tehohoitokulttuuriin, jossa yleisteho-osastot ovat tyypillisin osastomalli. Pyrimme noudattamaan erityistä huolellisuutta sedaation vaikutuksen poissulkemiseksi ja valitsimme tarkastelun kohteeksi vain ne ajankohdat, joissa sedaation ei enää ajateltu vaikuttavan tajuntaan. Lisäksi analyysissa käytettiin potilaan hoitojakson suurimpia FOUR- ja GCS-pistemääriä, joihin sedaatiolla oli kaikkein vähiten (jos lainkaan) vaikutusta.

Tutkimuksellamme on myös rajoituksia. Kokemattomuus saattaa johtaa virheisiin FOUR-

pisteiden määrittämisessä. FOUR-pisteitä ei mitattu yhtä usein kuin GCS-pisteitä, mikä vähentää FOUR-pisteiden validiteettia. Tutkimuksen takautuvan luonteen vuoksi emme voineet tutkia arvioijien välistä toistettavuutta. Tämä on kuitenkin todettu aiemmissa tutkimuksissa hyväksi (13,17–21).

Lopuksi

FOURin suomenkielinen versio toimii tulostemme perusteella hyvin. FOUR näyttäisi olevan vähintään yhtä hyvä tehohoitopotilaiden kuolleisuuden ennustaja kuin GCS. GCS-pisteytykseen verrattuna FOUR tuottaa kriittisesti sairaan potilaan voinnista enemmän yksiselitteistä tietoa samalla nopeudella ja toistettavuudella.

Riittäväällä koulutuksella FOUR voisi saavuttaa saman luonnollisen aseman kriittisesti sairaiden potilaiden tajunnantilamittarina kuin GCS-pisteytyksellä on nykyään. GCS-pisteytyksen laaja käyttö asettaa suuren haasteen sen kilpailijoille siitäkin huolimatta, että FOUR-pisteytyksen edut ovat kiistattomat. Laajan tunnettuutensa vuoksi GCS:n kyseenalaistaminenkin tuntuu vaikealta, mikä on johtanut sitä pätevempien mittareiden unohtumiseen. Kertyneiden kokemusten ja tutkimustulosten perusteella FOUR edustaa todellista vaihtoehtoa GCS-pisteytykselle. GCS:n korvaaminen vaatisi kuitenkin FOUR-pisteytyksen laajempaa käyttöönottoa sekä niiden pisteytysjärjestelmien (SOFA, APACHE II, SAPS) päivittämistä, joissa GCS on mukana. ■

ATTE SIVULA, LK

Lääketieteen ja biotieteiden tiedekunta, Tampereen yliopisto

TEEMU LUOTO, LT, kokeellisen neurotraumatologian dosentti, erikoistuva lääkäri

Neurokirurgian vastuuyksikkö, TAYS

JANI HEINILÄ, suunnittelija

Teho-osasto, TAYS

HEINI HUHTALA, statistikko

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta, Tampereen yliopisto

SARI KARLSSON, LT, anesthesiologian ja tehohoidon dosentti, ylilääkäri

Teho-osasto, TAYS

ARVI YLI-HANKALA, professori, ylilääkäri

Ensihoidon, kivunhoidon ja anestesian vastuualue, TAYS

JAAKKO LÅNGSJÖ, LT, anesthesiologian ja tehohoidon dosentti, erikoislääkäri

Teho-osasto, TAYS

SIDONNAISUUDET

Kirjoittajilla ei ole sidonnaisuuksia

SUMMARY

FOUR score in monitoring the level of consciousness of an intensive care patient: first experience of the use of the Finnish language version

BACKGROUND. The goal was to increase the knowledge of Full Outline of UnResponsiveness (FOUR) score in Finland, release its Finnish version and to evaluate its usefulness in Finnish ICU patients.

MATERIALS AND METHODS. The highest FOUR and Glasgow Coma Scale (GCS) scores of the adult ICU patients treated in Tampere University Hospital between 1st January and 31st October 2015 were analyzed retrospectively. In-hospital and 1-month mortality were the primary end-points.

RESULTS. The Finnish version of FOUR performed comparably to previous studies. The ability of FOUR to predict mortality was equal to GCS.

CONCLUSIONS. FOUR is at least equal to GCS in predicting mortality of ICU patients.

KIRJALLISUUTTA

1. Laureys S, Owen AM, Schiff ND. Brain function in coma, vegetative state, and related disorders. *Lancet Neurol* 2004; 3:537–46.
2. Långsjö JW, Lehtimäki K, Ruohonen J, ym. Critical neural targets for (the level of) human consciousness: arousal arrest and unconsciousness after sumatriptan administration. *Brain Inj* 2016;30:1731–6.
3. Jennett B. The vegetative state: medical facts, ethical and legal dilemmas. Cambridge: Cambridge University Press 2002, s. 8–19.
4. Långsjö JW, Alkire MT, Kaskinoro K, ym. Returning from oblivion: imaging the neural core of consciousness. *J Neurosci* 2012;32:4935–43.
5. Recommendations for use of uniform nomenclature pertinent to patients with severe alterations in consciousness. American Congress of Rehabilitation Medicine. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76:205–9.
6. Schnakers C, Vanhauwenhuyse A, Giacino J, ym. Diagnostic accuracy of the vegetative and minimally conscious state: clinical consensus versus standardized neurobehavioral assessment. *BMC Neurol* 2009;9:35.
7. Luauté J. Long-term outcomes of chronic minimally conscious and vegetative states. *Neurology* 2010;75:246–52.
8. Giacino JT, Kalmar K. The vegetative and minimally conscious states: a comparison of clinical features and functional outcome. *J Head Trauma Rehabil* 1997;12:36–51.
9. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 1974;2:81–4.
10. Reith FCM, Van den Brande R, Synnot A, ym. The reliability of the Glasgow Coma Scale: a systematic review. *Intensive Care Med* 2016;42:3–15.
11. Kornbluth J, Bhardwaj A. Evaluation of coma: a critical appraisal of popular scoring systems. *Neurocrit Care* 2011;14:134–43.
12. Bhatti GB, Kapoor N. The Glasgow Coma Scale: a mathematical critique. *Acta Neurochir* 1993;120:132–5.
13. Wijdicks EFM, Bamlet WR, Maramattom BV, ym. Validation of a new coma scale: the FOUR score. *Ann Neurol* 2005;58:585–93.
14. Schnakers C, Giacino J, Kalmar K, ym. Does the FOUR score correctly diagnose the vegetative and minimally conscious states? *Ann Neurol* 2006;60:744–5.
15. Bruno MA, Ledoux D, Lambermont B, ym. Comparison of the Full Outline of UnResponsiveness and Glasgow Liege Scale/Glasgow Coma Scale in an intensive care unit population. *Neurocrit Care* 2011;15:447–53.
16. Giacino JT, Ashwal S, Childs N, ym. The minimally conscious state: definition and diagnostic criteria. *Neurology* 2002;58:349–53.
17. Iyer VN, Mandrekar JN, Danielson RD, ym. Validity of the FOUR score coma scale in the medical intensive care unit. *Mayo Clin Proc* 2009;84:694–701.
18. Kramer AA, Wijdicks EFM, Snavelly VL, ym. A multicenter prospective study of interobserver agreement using the Full Outline of UnResponsiveness score coma scale in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2012;40:2671–6.
19. Sadaka F, Patel D, Lakshmanan R. The FOUR score predicts outcome in patients after traumatic brain injury. *Neurocrit Care* 2012;16:95–101.
20. Stead LG, Wijdicks EFM, Bhagra A, ym. Validation of a new coma scale, the FOUR score, in the emergency department. *Neurocrit Care* 2009;10:50–4.
21. Wolf CA, Wijdicks EFM, Bamlet WR, McClelland RL. Further validation of the FOUR score coma scale by intensive care nurses. *Mayo Clin Proc* 2007;82:435–8.
22. Wijdicks EFM, Kramer AA, Rohs T Jr, ym. Comparison of the Full Outline of UnResponsiveness score and the Glasgow Coma Scale in predicting mortality in critically ill patients. *Crit Care Med* 2015;43:439–44.
23. Okasha AS, Fayed AM, Saleh AS. The FOUR score predicts mortality, endotracheal intubation and ICU length of stay after traumatic brain injury. *Neurocrit Care* 2014;21:496–504.
24. McNett M, Amato S, Gianakis A, ym. The FOUR score and GCS as predictors of outcome after traumatic brain injury. *Neurocrit Care* 2014;21:52–7.
25. Fugate JE, Rabinstein AA, Claassen DO, ym. The FOUR score predicts outcome in patients after cardiac arrest. *Neurocrit Care* 2010;13:205–10.
26. Kasprovicz M, Burzynska M, Melcer T, Kübler A. A comparison of the Full Outline of UnResponsiveness (FOUR) score and Glasgow Coma Score (GCS) in predictive modelling in traumatic brain injury. *Br J Neurosurg* 2016;30:211–20.
27. Nyam TE, Ao KH, Hung SY, ym. FOUR score predicts early outcome in patients after traumatic brain injury. *Neurocrit Care* 2017;26:225–31.
28. Marcati E, Ricci S, Casalena A, ym. Validation of the Italian version of a new coma scale: the FOUR score. *Intern Emerg Med* 2012;7:145–52.
29. Peng J, Deng Y, Chen F, ym. Validation of the Chinese version of the FOUR score in the assessment of neurosurgical patients with different level of consciousness. *BMC Neurol* 2015;15:254.
30. Idrovo L, Fuentes B, Medina J, ym. Validation of the FOUR score (Spanish version) in acute stroke: an interobserver variability study. *Eur Neurol* 2010;63:364–9.
31. Weiss N, Mutlu G, Essardy F, ym. [The French version of the FOUR score: a new coma score]. *Rev Neurol (Paris)* 2009; 165:796–802.
32. Hickisch A, Holmefur M. Swedish translation and reliability of the Full Outline of Unresponsiveness Score. *J Neurosci Nurs* 2016;48:195–205.
33. León-Carrión J, van Eeckhout P, Domínguez-Morales Mdel R. The locked-in syndrome: a syndrome looking for a therapy. *Brain Inj* 2002;16:555–69.
34. Laureys S, Pellas F, Van Eeckhout P, ym. The locked-in syndrome: what is it like to be conscious but paralyzed and voiceless? *Prog Brain Res* 2005;150:495–511.
35. Boly M. Perception of pain in the minimally conscious state with PET activation: an observational study. *Lancet Neurol* 2008;7:1013–20.
36. Bernat JL. Chronic disorders of consciousness. *Lancet* 2006;367:1181–92.