

Matias Yli-Olli

KRANIOPLASTIAN LOPPUTULOKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT
TAPATURMAISEN AIVOVAMMAN JÄLKEEN

Syventävien opintojen kirjallinen työ
Kevätlukukausi 2019

Matias Yli-Olli

KRANIOPLASTIAN LOPPUTULOKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT
TAPATURMAISEN AIVOVAMMAN JÄLKEEN

Kliininen laitos, Neurologia

Kevätlukukausi 2019

Vastuhenkilöt: dos. Jussi Posti ja prof. Jaakko Rinne

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä

YLI-OLLI MATIAS: Kranioplastian lopputulokseen vaikuttavat tekijät tapaturmaisen aivovamman jälkeen

Syventävien opintojen kirjallinen työ, tiivistelmä
Neurokirurgia
Tammikuu 2019

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia, voidaanko tapaturmaiseen aivovammaan tai akuuttihoitoon liittyvillä tekijöillä tai vamman jälkeisen toipumisen asteella ennakoida vakavan komplikaation riskiä kallonkorjausleikkauksen eli kranioplastian jälkeen, mikä vaatisi implantin poiston. Lisäksi halusimme selvittää, miten nämä komplikaatiot vaikuttavat hoidon lopputulokseen.

Tutkimuksessa käytettiin retrospektiivistä kohorttia Turun yliopistollisen keskussairaalan potilaista. Kohorttiin kuuluu 40 potilasta, joilla on vakava tapaturmainen aivovamma, joka on johtanut aivopaineen hallitsemiseksi tehtyyn kallon avausleikkaukseen eli dekompressiiviseen kraniektomiaan ja tätä seuraavaan kranioplastiaan. Aivovammaan liittymättömiä asioita verrattiin 115 potilaan verrokkiryhmään, joille oli tehty dekompressiivinen kraniektomia muista syistä.

Onnistunut kranioplastia korreloi paremman myöhemmän toipumisen tason kanssa, kun taas kranioplastian vakavat komplikaatiot heikensivät potilaan toipumista. Potilailla, jotka olivat toipuneet suotuisasti vuoden kuluttua kranioplastiasta Glasgow Outcome Scale -asteikolla mitattuna, kranioplastiaan liittyvien vakavien komplikaatioiden määrä oli 7 %, kun taas potilailla, joiden toipumisen taso oli arvioitu epäsuotuisaksi, vakavien komplikaatioiden määrä oli 42 % ($p=0.003$). Kohortin potilailla, joilla todettiin tapaturmainen subaraknoidaalitalan vuoto sairaalaan saapua kuvantamistutkimuksissa, 30%:lle ilmaantui vakava kranioplastiaan liittyvä komplikaatio, kun taas potilailla, joilla ei ollut tätä vamma-tyyppiä ei ilmaantunut vakavaa komplikaatiota ($p=0.014$).

Tutkimuksessa havaittiin, että onnistunut kranioplastia tapaturmaisen aivovamman ja dekompressiivisen kraniektomian jälkeen ennustaa suotuisaa toipumista vuoden kuluttua kranioplastiasta, kun taas kranioplastian vakavat komplikaatiot heikentävät potilaat toipumista. Potilaan toipumisen taso ennen kranioplastiaa ei ennusta kranioplastian onnistumista tai epäonnistumista. Voidaankin ajatella, että potilaan neurologinen vointi ennen kranioplastiaa ei vaikuta komplikaatioiden ilmaantumiseen ja että onnistuessaan kranioplastia parantaa potilaiden toipumisprosessia.

Potilaan tapaturmainen subaraknoidaalivuoto kuvantamistutkimuksissa on suuri riskitekijä vakavalle komplikaatiolle, joka suurentaa riskiä implantin poistamiselle. Muut tapaturmaan liittyvät kliiniset- tai kuvantamislöydökset eivät ennustaneet kranioplastian komplikaatiota.

Asiasanat: kranioplastia, dekompressiivinen kraniektomia, tapaturmainen aivovamma

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Tapaturmainen aivovamma	1
1.2	Dekompressiivinen kraniektomia	1
1.3	Kranioplastia	1
1.4	Kranioplastian komplikaatiot	2
2	TUTKIMUKSEN TARKOITUS	2
3	MATERIAALIT JA MENETELMÄT	2
4	TULOKSET	3
5	POHDINTA	3
	LÄHTEET	5
	LIITTEET	7

1. JOHDANTO

1.1 Tapaturmainen aivovamma

Tapaturmainen aivovamma määritellään ulkoisen voiman aiheuttamaksi aivotoiminnan muutokseksi tai muuksi rakenteelliseksi vaurioksi. (Menon ym. 2010) Aivovamman vaikeusaste luokitellaan lievään, keskivaikeaan ja vaikeaan. Vaikeusasteen luokittelussa hyödynnetään tapahtumatietoja, potilaan kliinistä tilaa kuvaavia mittareita, kuten Glasgow Coma Scale -asteikkoa, sekä aivojen kuvantamismenetelmiä, kuten tietokonetomografiaa ja magneettikuvausta. Tapaturmaisen aivovamman saaneet potilaat tarvitsevat usein akuuttihoitoa. Vaikeissa tapaturmaisissa aivovammoissa potilaan kallonsisäinen paine saattaa nousta henkeä uhkaavan korkeaksi, vaatien neurokirurgisia toimenpiteitä sen madaltamiseksi, jos konservatiivinen hoito ei tehoa. (Stocchetti ym. 2014) Neurokirurgisiin toimenpiteisiin, kuten dekompressiiviseen kraniektomiaan, joudutaan tapaturmaisen aivovamman saaneen potilaan kohdalla turvautumaan kuitenkin melko harvoin.

1.2 Dekompressiivinen kraniektomia

Dekompressiivinen kraniektomia on neurokirurginen hätätoimenpide, jossa laaja alue kallosta poistetaan ja sen alapuolella oleva kovakalvo avataan. Kallosta irrotettu luupala jätetään pois, jotta aivokudos pääsee laajenemaan ulospäin ja aivopaine laskee. (Timofeev ym. 2012) Indikaatio dekompressiiviselle kraniektomialle on tehohoitoon ja lääkitykseen reagoimaton kohonnut aivopaine, joka voi johtua tapaturmaisesta aivovammasta, sekä muista syistä, kuten aivoinfarktista tai erilaisista aivoverenvuodoista. (De Bonis ym. 2012)

Dekompressiivinen kraniektomia jättää kalloon luupuutoksen. Se altistaa aivokudoksen ilmakehän paineelle ja häiritsee aivoverenkiertoa (Picard ym. 2013) ja aivo-selkäydinnesteen virtausta (Fodstad ym. 1983) ja altistaa myöhemmille neurologisille oireille, kuten epileptisille kohtauksille. (Bijlenga ym. 2007) Dekompressiiviseen kraniektomian jälkeen potilailla saattaa esiintyä oirekvaltaan vaihteleva syndrome of the trephined-niminen tila, jossa esiintyy motorisia, kognitiivisia ja kielellisiä puutosoireita, jotka usein korjaantuvat ainakin osittain kallon korjausleikkauksen eli kranioplastian jälkeen. (Ashayeri ym. 2016)

1.3 Kranioplastia

Modernin neurokirurgisen menettelytavan mukaan potilaan kalloon jäänyt luupuutos korjataan myöhemmin kranioplastia-nimisessä leikkauksessa. Kranioplastialla pyritään myös palauttamaan aivojen verenkierto ja aivo-selkäydinnestekierto fysiologiseen tilaan. Materiaaleina kranioplastiassa käytetään joko potilaan omaa steriilisti pakastettua kallonpalaa, tai vierasperäistä materiaalia, kuten titaania (Honeybul ym. 2016), synteettisiä polymeerejä (Bonda ym. 2015) tai kuitulujitteisia komposiitti-implantteja, jotka on täytetty bioaktiivisella lasilla. (Posti ym. 2015) Kranioplastian on raportoitu parantavan potilaiden kognitiivista, kielellistä ja motorista toipumista tehden toimenpiteen tärkeäksi potilaille, jotka kärsivät tapaturmaisen aivovamman ja dekompressiivisen kraniektomian jälkitiloista. (Ashayeri ym. 2016, Shahid ym. 2017)

Kranioplastian suoritusajankohta dekompressiivisen kraniektomian jälkeen vaihtelee. On ajateltu, että jos kranioplastia suoritetaan liian varhain, aivot eivät ole ehtineet toipua tarpeeksi tapaturmasta. Kallon pitäminen pitkään auki taas häiritsee aivoverenkiertoa ja aivoselkäydinnesteen virtausta. Dekompressiivisen kraniektomian jälkeen aivot ovat myös suuremmassa tapaturmariskissä, sillä mahdollista iskua vaimentamassa ei ole luukudosta. Kranioplastia dekompressiivisen kraniektomian jälkeen on yhdistetty parantuneeseen neurologiseen funktioon ja ilmeisesti kranioplastian suorittaminen kolmen kuukauden kuluessa dekompressiivisestä kraniektomiasta edistää potilaan motorista ja kognitiivista parantumista. (Malcolm ym. 2017)

1.4 Kranioplastian komplikaatiot

Kognitiiviset ja neurologiset puutosoireet ilmaantuvat tyypillisesti potilaille, joille on tehty dekompressiivinen kraniektomia tapaturmaisen aivovamman vuoksi. (Ashayeri ym. 2016) Potilaat ovat tapaturman jälkeen kriittisesti sairaita ja heille kehittyy usein kirurgisia komplikaatioita kranioplastian jälkeen. Nykyisillä kirurgisilla menetelmillä ja erilaisilla implanttimateriaaleilla kranioplastiaan liittyy suuri komplikaatoriski. Tyypillisin komplikaatio kranioplastiaan liittyen on infektio. (Piitulainen ym. 2015) Infektion esiintyessä kallonpala joudutaan usein poistamaan pitkän antibioottihoidon ajaksi, ja tämä saattaa altistaa potilaan motorisille, kognitiivisille ja kielellisille puutosoireille. Oireet usein helpottavat uuden kranioplastian jälkeen. (Biljenga ym. 2007, Ashayeri ym. 2016)

Eri materiaalivalinnoilla kranioplastiassa on pyritty vaikuttamaan komplikaatoriskien vähenemiseen. Potilaan oma luu on ollut aiemmin ensisijainen valinta kranioplastian materiaaliksi, ajatuksena on ollut, että oma luu aiheuttaisi vähemmän hyljintää ja luutuisi paremmin. Muut materiaalit kranioplastiassa ovat kuitenkin osoittautuneet hyväksi vaihtoehdoksi ja eräissä julkaisuissa synteettisten materiaalien on havaittu aiheuttavan vähemmän komplikaatioita kuin potilaan oman luun. (Piitulainen ym. 2015) Suurin riski liittyen oman luun käyttöön on luun resorptio, jota tavataan erityisesti nuorilla potilailla (Korhonen ym. 2018)

2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia, voidaanko tapaturmaiseen aivovammaan tai akuuttihoitoon liittyvillä tekijöillä tai vamman jälkeisen toipumisen asteella ennakoida vakavan komplikaation riskiä kranioplastian jälkeen, mikä vaatisi implantin poiston. Lisäksi halusimme tutkia, miten nämä komplikaatiot vaikuttavat hoidon lopputulokseen.

3. MATERIAALIT JA MENETELMÄ

Tutkimuksessa käytettiin retrospektiivistä kohorttia Turun yliopistollisen keskussairaalan potilaista. Kohorttiin kuuluu 40 potilasta, joilla on vakava tapaturmainen aivovamma, joka on johtanut dekompressiiviseen kraniektomiaan ja tätä seuraavaan kranioplastiaan. Aivovammaan

liittymättömiä asioita verrattiin 115 potilaan verrokkiryhmään, joille oli tehty dekompressiivinen kraniektomia muista syistä. Toipumisen taso määriteltiin Glasgow Outcome Scale -asteikkoa (Wilson ym. 1998) käyttäen aivovammoja käsittelevässä kirjallisuudessa vakiintuneen tavan mukaisesti suotuisaksi (Glasgow Outcome Scale 4-5) ja epäsuotuisaksi (Glasgow Outcome Scale 1-3). (Takala ym. 2016)

Kohortin ja verrokkiryhmän välisiä eroja komplikaatioiden määrässä tutkittiin käyttäen kaksisuuntaista χ^2 -testiä. Komplikaatioiden määrien eroja aikavälien välillä tutkittiin käyttämällä kaksisuuntaista Fisherin tarkkaa testiä, logistista regressioanalyysia ja Omnibussin testejä mallikertoimista. Eroja potilaiden toipumisen tason etenemisessä Glasgow Outcome Scale -asteikolla mitattuna päivä ennen kranioplastiaa ja vuosi kranioplastian jälkeen tutkittiin käyttäen Mann-Whitney U -testiä potilaiden, joiden kranioplastia oli onnistunut, ja potilaiden, joiden kranioplastiassa oli ilmennyt komplikaatioita johtuen implantin poistamiseen välillä. Eroja komplikaatioiden määrässä eri toipumisen taso -ryhmien välillä vuoden kuluttua kranioplastiasta tutkittiin käyttämällä kaksisuuntaista Fisherin tarkkaa testiä, logistista regressioanalyysia ja Omnibussin testejä mallikertoimista.

Potilaiden Glasgow Outcome Scale -asteikon tulosten päivää ennen kranioplastiaa ja vuoden kuluttua kranioplastiasta korrelaatiota kranioplastian onnistumisen ja epäonnistumisen kanssa tutkittiin käyttämällä logistista regressioanalyysia. CRASH-ennustemallin (Perel ym. 2008) muuttujien vaikutusta lopputulokseen ja kranioplastian komplikaatioihin tutkittiin kaksisuuntaisella Fisherin tarkalla testillä sekä logistisella regressioanalyysillä. P-arvoa $< 0,05$ pidettiin merkittävänä.

4. TULOKSET

Potilaan neurologisen ja toiminnallisen toipumisen taso arvioituna päivää ennen kranioplastiaa Glasgow Outcome Scale -asteikolla (Wilson ym. 1998) ei ennustanut vakavaa komplikaatiota, joka johtaisi implantin poistamiseen. Onnistunut kranioplastia korreloi paremman myöhemmän toipumisen tason kanssa, kun taas kranioplastian vakavat komplikaatiot huononsivat potilaan toipumista (Taulukko 1). Potilailla, jotka olivat toipuneet suotuisasti vuoden kuluttua kranioplastiasta Glasgow Outcome Scale -asteikolla mitattuna, kranioplastiaan liittyvien vakavien komplikaatioiden määrä oli 7 %, kun taas potilailla, joiden toipumisen taso oli arvioitu epäsuotuisaksi, vakavien komplikaatioiden määrä oli 42 % ($p=0.003$).

Kohortin potilailla, joilla todettiin tapaturmainen subaraknoidaalitilan vuoto (eräs CRASH-muuttujista) sairaalaan saapua kuvantamistutkimuksissa, 30 %:lle ilmaantui vakava kranioplastiaan liittyvä komplikaatio, kun taas potilailla, joilla ei ollut tätä vammatyyppeä ei ilmaantunut vakavaa komplikaatiota ($p=0.014$). Muut akuuttivaiheen tietokonetomografiassa havaitut kuvantamislöydökset, ikä, tajunnantaso kuvaava Glasgow Coma Scale sairaalaan saapua, kallon ulkopuoliset vammat, tehohoidon kesto, kranioplastiassa käytetyt materiaalit ja kranioplastian suoritusajankohta eivät korreloineet vakavien komplikaatioiden ilmaantuvuuden kanssa.

5. POHDINTA

Tutkimuksessa havaittiin, että onnistunut kranioplastia tapaturmaisen aivovamman ja dekompressiivisen kraniektomian jälkeen ennustaa potilaan suotuisaa toipumista vuoden kuluttua kranioplastiasta, kun taas kranioplastian vakavat komplikaatiot heikentävät potilaan toipumista. Potilaan toipumisen taso ennen kranioplastiaa ei ennusta kranioplastian onnistumista tai epäonnistumista. Voidaankin ajatella, että potilaan neurologinen vointi ennen kranioplastiaa ei vaikuta komplikaatioiden ilmaantumiseen ja että onnistuessaan kranioplastia parantaa potilaiden toipumisprosessia.

Potilaan tapaturmainen subaraknoidaalivuoto kuvantamistutkimuksissa on suuri riskitekijä vakavalle komplikaatiolle, joka suurentaa riskiä implantin poistamiselle. Muut tapaturmaan liittyvät kliiniset- tai kuvantamislöydökset eivät ennustaneet kranioplastian komplikaatiota. Jos potilaan vamma vaati teho-osastojakson, tämän pituudella ei vaikuttanut olevan yhteyttä kranioplastian komplikaatioihin.

Tutkimuksessa oli mukana myös verrokkiryhmä, joille tehtiin dekompressiivinen kraniektomia muista syistä kuin tapaturmaisen aivovamman vuoksi ja vastaavasti kranioplastia tämän jälkeen. Tavoitteena oli tutkia, löydetäänkö ryhmien välillä eroja kranioplastian komplikaatioissa. Kranioplastian komplikaatioiden lukumäärässä ei ollut eroa ryhmien välillä, joten tulosten perusteella voidaan todeta, että tapaturmaisen aivovamman saaneilla potilailla ei ole muita kranioplastiaryhmiä suurempaa riskiä sairastua implantin poistoa vaativaan vakavaan komplikaatioon.

Tupakoinnin, jonka on todettu lisäävän haavan infektion riskiä (Sorensen ym. 2003), ei tässä tutkimuksessa havaittu lisäävän kranioplastian komplikaation riskiä kummassakaan ryhmässä. Aiemmin tutkimuksissa havaittujen kranioplastian komplikaatioiden riskitekijöiden kuten iän (Schwarz ym. 2016) ja diabeteksen (Zanaty ym. 2014) ei havaittu tässä tutkimuksessa lisäävän kranioplastiaan liittyvien komplikaatioiden riskiä. Myöskään erilaisilla kranioplastiassa käytettyjen materiaalien välillä ei havaittu olevan kohonnuttua komplikaatoriskiä. Kranioplastian suorittamisen kolmen kuukauden kuluessa dekompressiivisesta kraniektomiasta on raportoitu edistävän potilaan motorista ja kognitiivista parantumista. (Malcolm ym. 2017) Tässä tutkimuksessa kranioplastian ajoituksella ei havaittu olevan vaikutusta komplikaatioiden ilmaantumiseen. On kuitenkin mahdollista, että laajemmalla tutkimuksen otoskoolla eroja olisi havaittu näiden muuttujien tapauksessa.

Tutkimuksen heikkoutena voidaan edellä mainitusti pitää varsin pientä kohorttia. Dekompressiivinen kraniektomia on neurokirurginen hätätoimenpide ja suoritetaan traumaattisesta aivovammasta kärsivälle potilaalle, jos aivopainetta ei saada hallintaan muilla toimenpiteillä. Dekompressiivinen kraniektomia aivovammapotilaalle, ja vastaavasti kranioplastia tämän jälkeen, ovat toimenpiteitä, joita ei kovin usein jouduta suorittamaan ja tämä osittain selittää kohortin pienuutta. Lisäksi tutkimus retrospektiivinen, joten potilaan toipumisasteen arvioinnissa voi olla epätarkkuuksia systemaattisen tutkimusprotokollan mukaisen arviointimenetelmän puuttuessa.

Tutkimuksen johtopäätös on, että ilman komplikaatioita onnistunut kranioplastia ennustaa potilaan suotuisaa toipumista vakavan aivovamman jälkeen. Toinen tärkeä havainto on, että potilaan toipumisen taso ennen kranioplastiaa ei ennusta kranioplastian onnistumista tai epäonnistumista. Tämän tutkimuksen tulosten ja aiemman kirjallisuuden perusteella voidaan ehdottaa, että huonokuntoistenkin aivovammapotilaiden kallon luupuutosten korjaamista tulisi harkita varhaisessa vaiheessa, sillä toimenpide saattaa parantaa näiden potilaiden kuntoutumista.

LÄHTEET

Ashayeri K, M Jackson E, Huang J, Brem H, R Gordon C. Syndrome of the Trepined: A Systematic Review. *Neurosurgery* 2016;79:525-534.

Bijlenga P, Zumofen D, Yilmaz H, Creisson E, de Tribolet N. Orthostatic mesodiencephalic dysfunction after decompressive craniectomy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007;78:430-433.

Bonda DJ, Manjila S, Selman WR, Dean D. The Recent Revolution in the Design and Manufacture of Cranial Implants: Modern Advancements and Future Directions. *Neurosurgery* 2015;77:814-824.

De Bonis P, Frassanito P, Mangiola A, Nucci CG, Anile C, Pompucci A. Cranial repair: how complicated is filling a "hole"?. *J Neurotrauma* 2012;29:1071-1076.

Fodstad H, Love JA, Ekstedt J, Friden H, Liliequist B. Effect of cranioplasty on cerebrospinal fluid hydrodynamics in patients with the syndrome of the trephined. *Acta Neurochir (Wien)* 1984;70:21-30.

Honeybul S, Morrison DA, Ho KM, Lind CR, Geelhoed E. A randomized controlled trial comparing autologous cranioplasty with custom-made titanium cranioplasty. *J Neurosurg* 2016;126:81-90.

Korhonen TK, Tetri S, Huttunen J, Lindgren A, Piitulainen JM, Serlo W, Vallittu PK, Posti JP. Predictors of primary autograft cranioplasty survival and resorption after craniectomy. *J Neurosurg* 2018;1:1-8.

Malcolm JG, Rindler RS, Chu JK, Chokshi F, Grossberg JA, Pradilla G, Ahmad FU. Early Cranioplasty is Associated with Greater Neurological Improvement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurosurgery* 2017;82:278-288.

Menon DK, Schwab K, Wright DW, Maas AIR, and the Demographics and Clinical Assessment Working Group of the International and Interagency Initiative toward Common Data Elements for Research on Traumatic Brain Injury and Psychological Health. Position statement: definition of traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91:1637-40.

Perel P, Arango M, Clayton T, Edwards P, Komolafe E, et al. MRC CRASH Trial Collaborators, Predicting outcome after traumatic brain injury: practical prognostic models based on large cohort of international patients. *BMJ* 2008;336:425–9.

Picard NA, Zanardi CA. Brain motion in patients with skull defects: B-mode ultrasound observations on respiration-induced movements. *Acta Neurochir (Wien)* 2013;155:2149-2157.

Piitulainen JM, Kauko T, Aitasalo KM, Vuorinen V, Vallittu PK, Posti JP. Outcomes of cranioplasty with synthetic materials and autologous bone grafts. *World Neurosurg* 2015;83:708-714.

Posti J, Piitulainen J, Hupa L, Fagerlund S, Frantzén J, Aitasalo KMJ, Vuorinen V, Serlo W, Syrjänen S, Vallittu P. A glass fiber-reinforced composite - bioactive glass cranioplasty implant: A case study of an early development stage implant removed due to a late infection. *J Mech Behav Biomed Mater* 2015;55:191-200.

Schwarz F, Dünisch P, Walter J, Sakr Y, Kalff R, Ewald C. Cranioplasty after decompressive craniectomy: is there a rationale for an initial artificial bone-substitute implant? A single-center experience after 631 procedures. *J Neurosurg* 2016;124:710-5.

Shahid A, Mohanty M, Singla N, Mittal B, Gupta S. The effect of cranioplasty following decompressive craniectomy on cerebral blood perfusion, neurological, and cognitive outcome. *J Neurosurg* 2017;128:229-335.

Sorensen L, Karlsmark T, Gottrup F. Abstinence from smoking reduces incisional wound infection: a randomized controlled trial. *Ann Surg* 2003;238:1-5.

Stocchetti N, Maas AI. Traumatic intracranial hypertension. *N Engl J Med* 2014;370:2121-30.

Takala RS, Posti JP, Runtti H, Newcombe VF, Outtrim J, Katila AJ, Frantzén J, Ala-Seppälä H, Kyllönen A, Maanpää HR, Tallus J, Hossain MI, Coles JP, Hutchinson P, van Gils M, Menon DK, Tenovuo O. Glial Fibrillary Acidic Protein and Ubiquitin C-Terminal Hydrolase-L1 as Outcome Predictors in Traumatic Brain Injury. *World Neurosurg*. 2016 Mar;87:8-20

Timofeev I, Santarius T, Koliás AG, Hutchinson PJ. Decompressive craniectomy - operative technique and perioperative care. *Adv Tech Stand Neurosurg* 2012;38:115-136.

Wilson JT, Pettigrew LE, Teasdale GM. Structured interviews for the Glasgow Outcome Scale and the extended Glasgow Outcome Scale: guide- lines for their use. *J Neurotrauma* 1998;15:573-85.

Zanaty M, Chalouhi N, Starke R, Chitale R, Hann S, Bovenzi C, et al. Predictors of infections following cranioplasty: a retrospective review of a large single center study. *ScientificWorldJournal* 2014;2014:356042.

LIITTEET

Taulukko 1. Glasgow Outcome Scoren (A) päivää ennen kranoplastiaa ja (B) vuosi kranoplastian jälkeen korrelaatio kranoplastian onnistumisen ja implantin poistoon johtaneen komplikaation kanssa tutkittuna logistisella regressioanalyysillä.

A				n	Kranioplastian onnistuminen			Implantin poistoon johtanut komplikaatio		
					B	Exp(B)	p-arvo	B	Exp(B)	p-arvo
	GOS päivää ennen kranio-plastiaa	Implantin poistoon johtanut komplikaatio n	Implantin poistoon johtanut komplikaatio %							
Epäsuotuisa	GOS 2	2	33.3	6	-1.78	0.17	0.097	1.78	5.93	0.097
	GOS 3	2	15.4	13						
Suotuisa	GOS 4	3	17.6	17						
	GOS 5	1	25	4						
B				n	Kranioplastian onnistuminen			Implantin poistoon johtanut komplikaatio		
					B	Exp(B)	p-arvo	B	Exp(B)	p-arvo
	GOS vuoden kuluttua kranio-plastiasta	Implantin poistoon johtanut komplikaatio n	Implantin poistoon johtanut komplikaatio %							
Epäsuotuisa	GOS 2	3	100	3	2.49	12.11	0.022	-2.49	.083	0.022
	GOS 3	2	22.2	9						
Suotuisa	GOS 4	2	10.5	19						
	GOS 5	0	0	9						

Lyhenteet: GOS, Glasgow Outcome Score; n, lukumäärä; B, logistisen regressiomallin kerroin; Exp(B), ristitulosuhde. Tilastollisesti merkittävät löydökset ovat merkitty lihavoidulla.