

Valtteri Hovi

LIKVORKIERRON HÄIRIÖIDEN HOITO VENTRIKULOSTOMIAN JÄLKEEN

Tampereen yliopistollisessa sairaalassa vuosina
1994–2020

Lääketieteen ja terveysteknologian tiedekunta
Syventävien opintojen opinnäytetyö
Tammikuu 2025

TIIVISTELMÄ

Valtteri Hovi: Likvorkierron häiriöiden hoito ventrikulostomian jälkeen: Tampereen yliopistollisessa sairaalassa vuosina 1994–2020
Syventävät opinnot
Tampereen yliopisto
Lääketieteen ja terveysteknologian tiedekunta
Tammikuu 2025

Akuutti likvorkierron häiriö on neurokirurginen hätätilanne, joka voi hoitamattomana johtaa potilaan menehtymiseen kallonsisäisen paineen kohotessa. Kohonnut kallonsisäinen paine (ICP) vähentää aivojen perfuusiopainetta, mikä voi pahimmillaan johtaa aivokudoksen hypoksiaan ja palautumattomaan vaurioon.

Ventrikulostomia on ensisijainen neurokirurginen menetelmä kohonneen kallonsisäisen paineen hoidossa, ellei aivopaineen nousun syy ole tiedossa ja mahdollista hoitaa muilla keinoilla. Ventrikulostomiassa potilaan aivokammioon viedään katetri kalloon tehdyn porareian kautta, mikä mahdollistaa aivo-selkäydinnesteen monitoroinnin ja ICP:n kontrolloinnin. Ventrikulostomiasta tulisi kuitenkin mahdollisimman nopeasti vieroittaa, sillä avoimena systeeminä se altistaa potilaan infektioille. Likvorkierron häiriön kroonistuessa potilaalle harkitaan aivokammiosuntin asentamista. Sunttiletkusto on suljettu systeemi, jossa likvorvirtaus ohjataan ihonalaisesti potilaan aivokammioista joko vatsaonteloon tai laskimokiertoon. Sunttiletkuston läppälaitte mahdollistaa likvorvtauksen kontrolloinnin, mutta tukkeutuessaan likvorkierron epäpuhtauksista, kuten verestä, se lisää potilaiden korjausleikkausten tarvetta.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka monelle TAYS:ssa vuosina 1994–2020 ventrikulostomian saaneelle potilaalle asennettiin lopulta sunttiletkusto, ja kuinka suuri osa suntin saaneista joutui korjausleikkaukseen, eli revisioon.

Tutkimusaineisto pohjautuu Tampereen yliopistollisen sairaalan Hydrokefalia-tietokantaan, joka sisältää tiedon 3312:lle TAYS:n potilaalle tehdyistä neurokirurgisista AAF-toimenpiteistä. Tietokannasta muodostettiin aineisto, johon koottiin kaikki vuosina 1994–2020 ventrikulostomian saaneet potilaat (toimenpidetikodi AAF00). Toimenpidetikodien AAF05, AAF10 ja AAF15 avulla aineistosta identifioitiin potilaat, jotka olivat saaneet ventrikulostomian jälkeen suntin likvorkierron häiriön hoitoon. Toimenpidetikodien avulla aineistosta määritettiin potilaat, jotka joutuivat suntin jälkeiseen korjausleikkaukseen. Suntin saaneiden potilaiden läppälaitteen malli määritettiin sähköisten ja paperisten potilaskertomustekstien perusteella. Samalla revisioon päätyneiden potilaiden leikkauskertomuksista selvitettiin syy suntin toimimattomuudelle.

Aineiston 1116:sta ventrikulostomiapotilaasta 26,1 %:lle (n = 291) asennettiin suntti, yleisimmin 24 vuorokauden kuluttua ventrikulostomiasta. Suntin saaneista potilaista korjausleikkaukseen joutui yhteensä 127 (43,6 %), mediaaniajan suntista revisioon ollessa 35 vuorokautta. Ajallisella viiveellä ventrikulostomiasta sunttiin ei havaittu olevan tilastollista merkitsevyyttä reavisoiden ilmaantuvuutta tarkasteltaessa (p = 0.146). Myöskään suntin läppämallilla ei havaittu olevan vaikutusta revisioon päätyneen riskissä. Toisaalta sunttiläppien vertailtavuutta heikensi asennettujen OSV II-läppien suuri lukumäärä verrattuna muihin asennettuihin läppämalleihin (n = 216; 74,2 %).

Mitä nopeammin likvorkierron häiriöstä kärsivälle potilaalle asennetaan suntti, sen parempi, jotta ventrikulostomiaan liittyvä infektoriski minimoidaan. Tutkimuksemme mukaan ventrikulostomian ja ventrikulostomian jälkeisen suntin laiton jälkeen potilaiden olisi hyvä käydä kontrollissa noin kuukauden kuluttua toimenpiteestä.

Avainsanat: neurokirurgia; ventrikulostomia; ventrikuloperitoneaalinen suntti; revisio

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

- Ei
- Kyllä

Sisällys

| | |
|---|----|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 1.1 Akuutti hydrokefalia | 1 |
| 1.2 Hydrokefalian neurokirurginen hoito | 1 |
| 1.3 Tutkimuksen tavoite | 3 |
| 2 TUTKIMUSMETODI | 4 |
| 2.1 Aineisto | 4 |
| 2.2 Menetelmät | 5 |
| 3 TULOKSET | 6 |
| 3.1 Sunttipotilaiden ikä ja sukupuolijakauma | 6 |
| 3.2 Diagnoosiluokat | 8 |
| 3.3 Sunttityypit | 9 |
| 3.4 Revisiot | 11 |
| 3.4.1 Ajallisen viiveen yhteys revisioon | 12 |
| 3.4.2 Diagnoosiluokkien yhteys revisioon | 13 |
| 3.4.3 Sunnin läppämallin yhteys revisioon | 13 |
| 3.5 Regressioanalyysit | 14 |
| 4 POHDINTA | 16 |
| 4.1 Hydrokefalian alkuperän vaikutus | 16 |
| 4.2 Ajallisen viiveen ja läppälaitteen mallin vaikutus | 17 |
| 4.3 Vahvuudet ja heikkoudet | 17 |
| 5 JOHTOPÄÄTÖKSET | 18 |
| LÄHTEET | 19 |

1 JOHDANTO

1.1 Akuutti hydrokefalia

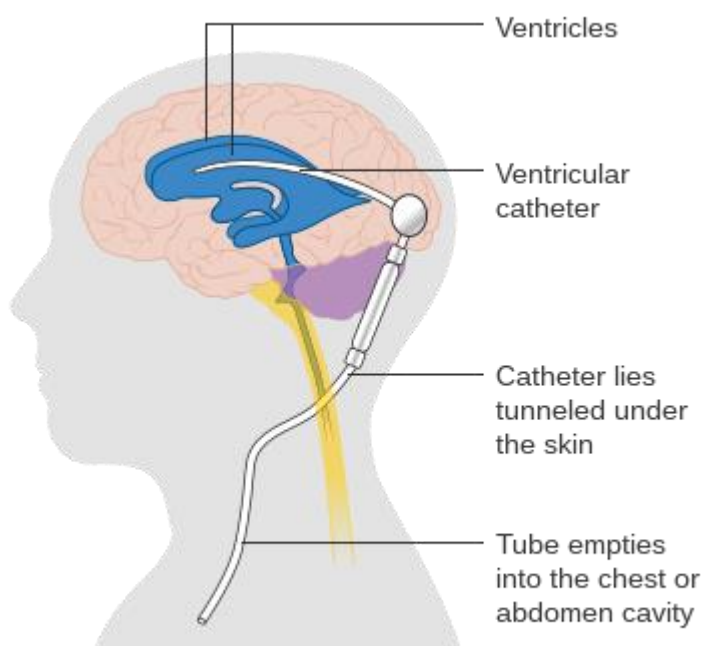
Akuutti likvorkierron häiriö, eli hydrokefalia, johtaa hoitamattomana kallonsisäisen paineen (ICP = intracranial pressure) nousuun, mikä on potilaalle hengenvaarallinen tila. Kohonnut kallonsisäinen paine vähentää aivojen perfuusiopainetta, aiheuttaa aivojen hypoksiaa ja voitaten hoitamattomana johtaa potilaan kuolemaan. (1) Terveellä aikuisella kallonsisäinen paine vaihtelee välillä 5–15 mmHg, kun taas kohonneen ICP:n hoidon aloittamisen raja-arvoksi suositellaan 22 mmHg:n painetta (2,3). Hydrokefalian esiintyvyyden on arvioitu olevan 85/100 000 ja suurimmillaan esiintyvyys on vastasyntyneillä sekä ikäihmisillä (4). Hydrokefalia voidaan jakaa mekanisminsa mukaan joko obstruktiiviseen tai kommunikoivaan hydrokefaliaan. Obstruktiivinen hydrokefalia syntyy, kun likvornesteen normaali virtaus aivokammioista toiseen on estynyt esimerkiksi aivokasvaimen aiheuttaman kompression vuoksi. Kommunikoiva hydrokefalia johtuu likvornesteen puutteellisesta reabsorptiosta tai liiallisesta muodostuksesta, mikä johtaa kallonsisäisen paineen nousuun. Yleisin syy kommunikoivan hydrokefalian taustalla on subaraknoidaalivuodon aiheuttama fibriinikertymä, joka estää likvorin normaalin reabsorption granulaatioissa. (5)

1.2 Hydrokefalian neurokirurginen hoito

Aivopaineen kohotessa akuutisti, on ensisijaisen tärkeää laukaista paine mahdollisimman nopeasti. Aivokammioavanne eli ventrikulostomia on ensisijainen neurokirurginen menetelmä tähän tarkoitukseen, ellei aivopaineen nousun syy ole tiedossa ja mahdollista hoitaa, kuten esimerkiksi kasvaimen aiheuttamassa obstruktiivisessa hydrokefaliassa. Ventrikulostomiassa potilaan aivokammioon viedään katetri kalloon tehdyn porareiän kautta, minkä avulla kohonneen ICP:n aiheuttama henkeä uhkaava tila pyritään purkamaan. Ventrikulostomian avulla aivo-selkäydinnesteen eli likvorin monitorointi helpottuu. Ventrikulostooma mahdollistaa muun muassa ICP:n mittaamisen ja likvornesteen määrän, proteiini- sekä solupitoisuuden seurannan. Avoimena systeeminä ventrikulostomia on vain väliaikainen ratkaisu, sillä sen infektoriski lisääntyy ajan myötä (6). Ventrikulostomia-peräisen infektion on tutkittu pidentävän aivokammioavanteen tarvetta ja sairaalassaoloaika. Tämän vuoksi olisi

hyödyllistä tietää, missä vaiheessa aivokammioavanne kannattaisi vaihtaa ventrikkelisunttiin, jotta infektiolta välttyttäisiin. (7)

Jos likvorkierron häiriö kroonistuu, harkitaan potilaalle aivokammiosuntin asentamista. Sunttiletkusto muodostaa suljetun systeemin, missä likvorneste ohjataan ihonalaisesti potilaan vatsaonteloon (ventrikuloperitoneaalinen suntti) tai laskimokiertoon (ventrikuloatriaalinen suntti). Sunttiletkuston läppälaite estää liiallisen likvornesteen läpivirtauksen ja toisaalta myös takaisinvirtauksen periferiasta kohti aivokammiota. Likvorin epäpuhtaudet, kuten likvorin veripitoisuus, ovat riski läppälaitteen tukkeutumiselle. Tämän vuoksi ennen sunttiletkuston asentamista tulee varmistaa likvorin kirkastuminen. Läppälaitteen tukkeutuminen lisää korjausleikkauksien, eli revisioiden, tarvetta, mikä aiheuttaa terveydenhuollolle lisäkustannuksia ja potilaalle lisääntyneitä hoidollista kuormaa. (8)



Kuva 1: Havainnollistava kuva ventrikkelisuntista. Cancer Research UK. 30.7.2014. Viitattu 10.6.2022. Saatavissa https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram_showing_a_brain_shunt_CRUK_052.svg

Tutkimuksellinen näyttö likvorin proteiini- ja veripitoisuuksien vaikutuksesta suntin toimintaan on ristiriitaista ja vaatii tarkempia lisäselvityksiä. Tämän lisäksi kirjallisuudessa on

hyvin vähän tietoa siitä, milloinka aivokammioavanne olisi järkevintä vaihtaa ventrikkelisunttiin. (9,10) Yksi tämän tutkimuksen keskeisistä tavoitteista on arvioida tuo ajallinen viive toimenpiteiden välillä ja samalla verrata sitä korjausleikkausten myöhempään ilmaantuvuuteen, minkä avulla pystymme arvioimaan turvallisen ajankohdan sunnin asentamiselle. Sunttien läppälaitteista on markkinoilla useita erilaisia vaihtoehtoja ja niitä on pyritty kehittämään viime vuosikymmenien aikana kliinisesti toimivammiksi ja kestävämmiksi. Läppälaitteiden kehityksessä on pyritty vähentämään niiden tukkeutumista ja muita toiminnallisia häiriöitä, mutta näyttö uuden sukupolven läppälaitteiden paremmuudesta on ristiriitaista. (11)

Taulukko 1: Neurokirurgiset AAF-toimenpiteet

| Toimenpide | Koodi |
|---|--------------|
| <i>Ventrikulostomia</i> | AAF00 |
| <i>Ventrikuloperitoneaalinen suntti</i> | AAF05 |
| <i>Lumboperitoneaalinen suntti</i> | AAF10 |
| <i>Ventrikuloatriaalin suntti</i> | AAF15 |
| <i>Sunttirevisio</i> | AAF20 |
| <i>Suntin/ventrikulostooman poisto</i> | AAF25 |

1.3 Tutkimuksen tavoite

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää Tampereen yliopistollisen sairaalan (TAYS) vuosien 1994–2020 potilasaineistoista, kuinka monelle ventrikulostomian saaneelle potilaalle lopulta asennettiin sunttiletkusto. Lisäksi tutkimuksessa selvitetään ajallinen viive ventrikulostomiasta sunnin laittoon. Ajallista viivettä verrataan korjausleikkauksien ilmaantuvuuteen ja samalla selvitetään niiden mahdollinen syy-yhteys. Sunttipotilaiden läppälaitteiden mallit määrittämällä voidaan tarkastella, onko korjausleikkaukseen päätyemisessä eroa eri sunttiläppien välillä. Lisäksi tutkimuksella pyritään selvittämään, miten potilaiden alkuperäisen hoidon diagnoosi vaikuttaa sunnin saamiseen sekä korjausleikkauksien ilmaantuvuuteen.

2 TUTKIMUSMETODI

2.1 Aineisto

Tutkimuksen aineisto pohjautuu Tampereen yliopistollisen sairaalan (TAYS) Hydrokefalia-tietokantaan. Hydrokefalia-tietokanta sisältää tiedon 3312:lle TAYS:n potilaalle tehdyistä neurokirurgisista AAF-toimenpiteistä, toimenpiteiden päivämäärät ja diagnostiset syyt tehtyjen toimenpiteiden taustalla. Tietokannasta muodostettiin aineisto, johon poimittiin kaikki vuosina 1994–2020 TAYS:ssa ventrikulostomian saaneet potilaat (toimenpidekoodi AAF00). Kyseisenä ajankohtana ventrikulostomian saaneita potilaita oli lopulta 1116. Tunnistetiedot sisältävä aineisto säilytettiin Pirkanmaan sairaanhoitopiirin (PSHP) tietoturvaohjeistuksen mukaisesti Lokero-tietokannassa.

Ventrikulostomia-aineiston täydennys tutkimuksen vaatimaan lopulliseen muotoon suoritettiin alkuvuonna 2022. Toimenpidekoodien (AAF05, AAF10 ja AAF15) avulla aineistosta identifioitiin potilaat, jotka olivat saaneet ventrikulostomian jälkeen suntin kroonistuneeseen likvorkierron häiriöön. Sunttipotilaita oli lopulta 291, joille määritettiin sähköisistä ja paperisista leikkauskertomuksista suntin läppälaitteen malli. Lisäksi potilaskertomusteksteistä täydennettiin ventrikulostomian saaneille potilaille alkuperäisen hoidon diagnoosikoodit. Diagnoosikoodien kategorisointi kuuteen eri luokkaan on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2: Potilaiden alkuperäisen diagnoosiluokan jaottelu aineistossa.

| Diagnoosiluokka | Sisällytetyt ICD-10-koodit |
|---|---|
| <i>Hydrokefalia</i> | G91- ja G94-alkuiset + Q05.2, Q05.1, Q03.9 |
| <i>Aivoverenvuoto</i> | I60- ja I61-alkuiset + I69.0 |
| <i>Kasvaimet</i> | C- ja D-alkuiset |
| <i>Aivoverenkierron häiriö (muu kuin vuoto)</i> | I62-I68-alkuiset, I69.3, I77-alkuiset, P52.2, P52.9, Q28-alkuiset |
| <i>Traumat</i> | S02-, S06- ja S09-alkuiset |
| <i>Epäselvät</i> | lopun aineistossa esiintyneet diagnoosikoodit |

Ennen lopullisia tilastoanalyysyjä määritettiin toimenpidekoodeja tarkastelemalla potilaat, jotka päätyivät lopulta suntin jälkeiseen revisioon. Revisioksi laskettiin ensimmäisen suntin jälkeen tehdyt toimenpiteet (toimenpidekoodit AAF00, AAF05, AAF10, AAF15, AAF20, AAF25). Revisio määritettiin tässä tutkimuksessa koskemaan kaikkia likvorkiertoon kajoavia neurokirurgisia toimenpiteitä, eikä pelkästään varsinaista sunttirevisiota (AAF20) koskevaa toimenpidettä, jotta potilaiden hoidollinen kuorma huomioitiin mahdollisimman hyvin. Jos kahdelle eri toimenpiteelle oli merkattu samat toimenpidepäivämäärät, laskettiin tapaukset yhdeksi revisioksi. Epäselvissä tapauksissa leikkauskertomuksista tarkastettiin, oliko toimenpiteet suoritettu samassa leikkauksessa, jolloin ne laskettiin yhdeksi revisioksi. Lopuksi aineistoon kirjattiin potilaille ensimmäisen revision päivämäärät sekä tehtyjen revisioiden lukumäärät.

2.2 Menetelmät

Tutkimus toteutettiin retrospektiivisenä kohorttitutkimuksena, jossa potilaiden taudinkulkua tarkasteltiin takautuvasti. Tilastoanalyysija varten aineisto pseudonymisoitiin poistamalla siitä henkilötunnistetiedot. Pseudonymisoinnin jälkeen data siirrettiin IBM SPSS-tilastoanalyysisovellukseen. Lopullinen aineisto sisälsi tiedon siitä, oliko potilas saanut ventrikulostooman jälkeen suntin, ja milloin suntti oli potilaalle asennettu. Ventrikulostomian ja suntin toimenpidepäivämääriä vertailemalla määritettiin ajallinen viive väliaikaisesta ventrikulostomiasta sunttiin. Myös suntin ja revision välinen ajallinen viive määritettiin kirjattujen toimenpidepäivämäärien avulla. Ventrikulostomian ja suntin välistä ajallista viivettä verrattiin revisioiden ilmaantuvuuteen, josta määritettiin niiden mahdollinen syy-yhteys.

Suntti- ja revisiopotilaiden diagnostinen jakauma selvitettiin määritettyjen diagnoosiluokkien avulla (taulukko 2 ja kaavio 2). Monimuuttuja-analyysin avulla tutkimuksessa selvitettiin potilaan diagnoosiluokan aiheuttama riski saada suntti ja päätyä lopulta sunttirevisioon. Diagnoosiluokkien tavoin myös suntin läppämällin vaikutusta revisioon päätymiseen arvioitiin monimuuttuja-analyysin avulla.

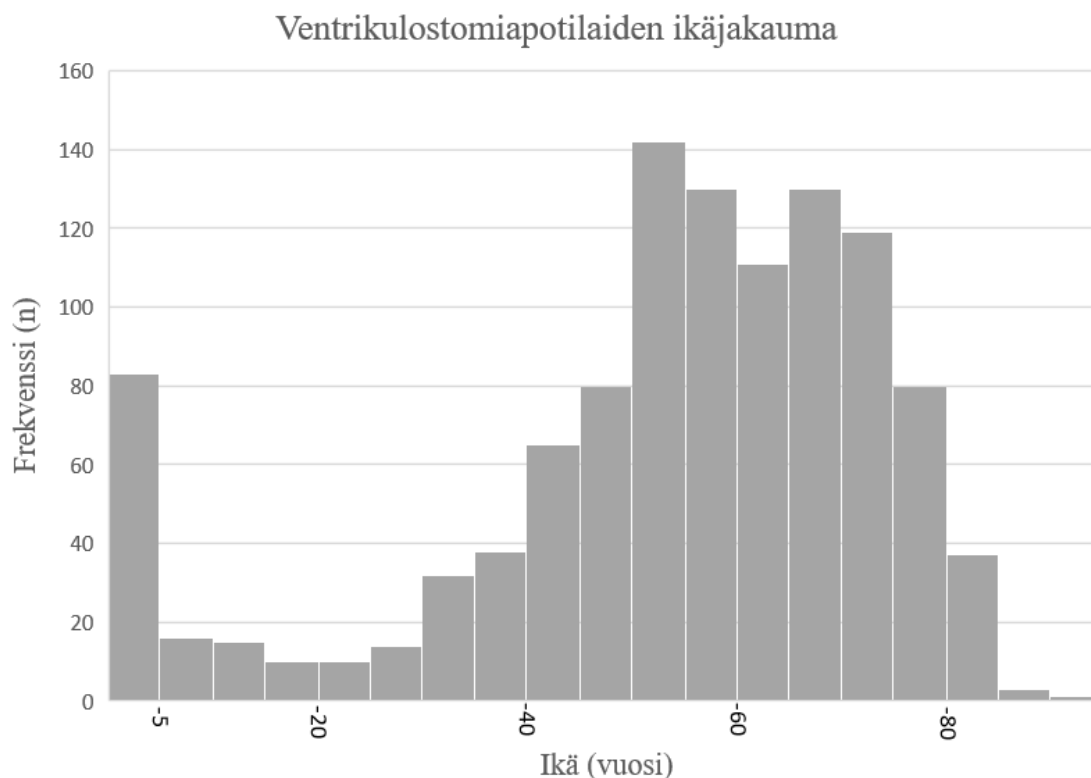
Aineiston analysointi toteutettiin IBM SPSS-ohjelman (versio 26) avulla. Potilasryhmien (sunttipotilas vai ei, revisiopotilas vai ei) perustietoja tarkasteltiin ristiintaulukoinnin avulla. Kategorioivien muuttujien välinen arviointi toteutettiin khiin neliö -testillä (χ^2 -testi) ja tilastollisesti merkitseväksi tuloksena pidettiin arvoja $p < 0.05$. Jatkuville muuttujille, kuten ajallinen viive toimenpiteen välillä, määritettiin keskiarvo, keskihajonta, mediaani sekä pienin ja suurin arvo. Jatkuvien muuttujien arviointi toteutettiin mediaanitestillä ja Mann-Whitney U-testillä, missä tilastollisena merkitsevyytenä pidettiin arvoja $p < 0.05$. Riskitekijöiden arviointi toteutettiin logistisella regressioanalyysillä, muuttujien vaikutus lopputuleman riskiin ilmaistiin odds ratioina ja 95 %:n luottamusväleillä.

3 TULOKSET

3.1 Sunttipotilaiden ikä ja sukupuolijakauma

Lopullinen aineisto sisälsi yhteensä 1116 potilasta, joille oli vuosina 1994–2020 asennettu väliaikainen aivokammioavanne, eli ventrikulostooma. Aivokammioavanteen saaneista potilaista 26,1 % ($n=291$) sai suntin. Sunttipotilaista miehiä oli 149 (51,2 %) ja naisia 142 (48,8 %), eikä tilastollista merkitsevyyttä havaittu sukupuolen ja suntin välillä ($p = 0.453$). Potilasryhmien ikää vertailtaessa huomattiin, että suntin saaneet potilaat olivat selkeästi verrokkeja nuorempia. Suntin saaneiden potilaiden iän mediaani toimenpidehetkellä oli 53,3 vuotta, kun taas pelkän ventrikulostooman saaneiden verrokkipotilaiden mediaani-ikä oli 58,4 vuotta. Potilaiden ikää tarkasteltaessa havaittiin tilastollinen merkitsevyys suntin saaneiden ja suntittomien välillä ($p < 0.001$). Kaavio 1 osoittaa, että aineiston potilaiden ikä ei ollut normaalisti jakautunut, minkä vuoksi ikään liittyvät tilastoanalyysit suoritettiin mediaanitestillä. Taulukossa 3 esitetään aineiston demografiset tiedot sunttipotilaiden ja verrokkipotilaiden välillä.

Kaavio 1. Aineiston potilaiden ikäjakauma.



Taulukko 3. Aineiston potilaiden taustatietojen vertailu sunnin mukaan.

| | Suntin saaneet potilaat n (%) | Potilaat, joille ei sunttia n (%) | p-arvo |
|--|-------------------------------------|---|---------|
| Lukumäärä | 291 (26,1 %) | 825 (73,9 %) | |
| Sukupuoli | | | 0.453 |
| - Mies | 149 (51,2 %) | 400 (48,5 %) | |
| - Nainen | 142 (48,8 %) | 425 (51,5 %) | |
| Ikä, mediaani (v) | 53,3 v | 58,4 v | <0.001* |
| - Keskiarvo (SD) | 46,4 v (24,7 v) | 55,2 v (20,0 v) | |
| - Min-Max | 0–83,3 v | 0–90,7 v | |
| Alkuperäinen diagnosiluokka | | | |
| - Aivoverenvuoto | 151 (51,9 %) | 522 (63,3 %) | |

| | | |
|-----------------------------|-------------|-------------|
| - Hydrokefalia | 53 (18,2 %) | 75 (9,1 %) |
| - Kasvaimet | 25 (8,6 %) | 47 (5,7 %) |
| - AVH (muut kuin vuodot) | 7 (2,4 %) | 48 (5,8 %) |
| - Traummat | 20 (6,9 %) | 56 (6,8 %) |
| - Epäselvät | 35 (12,0 %) | 77 (9,3 %) |
| yht. | 291 (100 %) | 825 (100 %) |

Suntin läppämalli

| | |
|---------------------------------------|--------------|
| - OSV II | 216 (74,2 %) |
| - PSM I | 29 (10,0 %) |
| - PSM II | 6 (2,1 %) |
| - Punktiokammio ja antisifonilaite | 13 (4,5 %) |
| - Punktiokammio | 5 (1,7 %) |
| - Radionics Equi- flow | 2 (0,7 %) |
| - SPVA | 3 (1,0 %) |
| - Strata | 2 (0,7 %) |
| - Tuntematon | 15 (5,2 %) |
| yht. | 291 (100 %) |

*Tilastollisen merkitsevyyden rajana $p < 0.05$.

3.2 Diagnoosiluokat

Potilaiden alkuperäistä diagnoosiluokkaa tarkasteltaessa huomattiin, että aivoverenvuoto oli yleisin syy niin ventrikulostomialle kuin ventrikulostomian jälkeisen suntin saamiselle. Aineiston potilaista 673:lle (60,3 %) oli kirjattu hoidon alkuperäiseksi diagnoosiksi aivoverenvuoto. Suntin saaneista potilaista yli puolelle oli hoidon alkuperäiseksi syyksi kirjattu aivoverenvuoto ($n = 151$; 51,9 % sunttipotilaista). Vuotopotilaiden jälkeen toiseksi eniten aineiston potilaille oli diagnosoitu hydrokefaliaa ($n = 128$; 11,5 %). Tarkasteltaessa potilaiden ikää eri diagnoosiluokissa, huomataan tilastollinen merkitsevyys niiden välillä ($p < 0.001$).

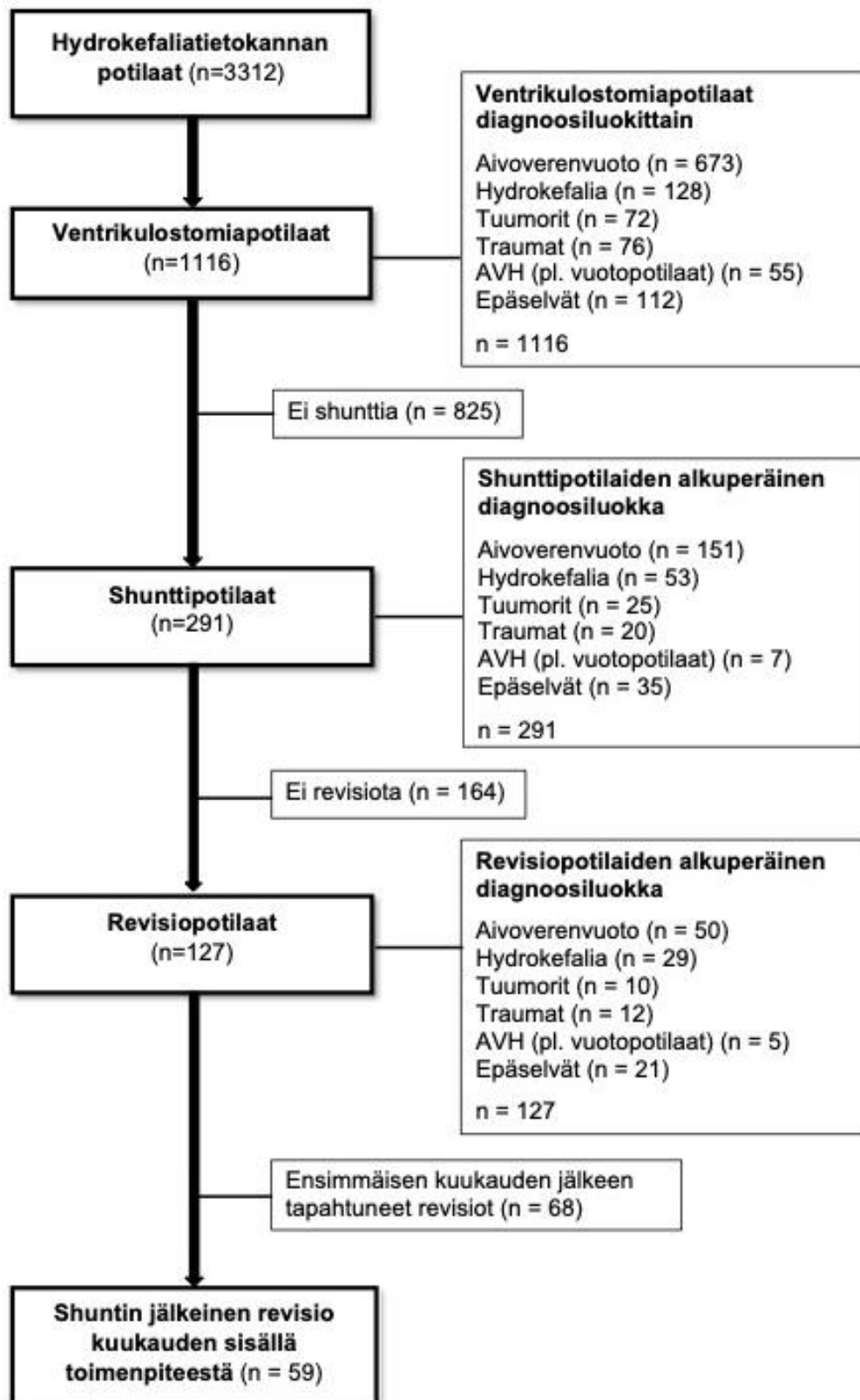
Hydrokefaliapotilaat olivat aineiston nuorin potilasryhmä, mediaani-ikä 43,9 vuotta, kun taas aivoverenvuotopotilaiden mediaani-ikä oli 58,8 vuotta.

Primaarin hydrokefaliadiagnoosin saaneita potilaita tarkasteltaessa huomattiin, että ventrikulostomian jälkeisen suntin sai vain 53 potilasta (41,4 %). Potilaskertomustekstien mukaan 40:n primaarin hydrokefaliapotilaan tilanne korjautui pelkällä ventrikulostomialla (31,3 %). 13,3 % primaarin hydrokefaliadiagnoosin saaneista potilaista menehtyi hyvin varhaisessa vaiheessa ventrikulostomian jälkeen. Endoskooppisia likvorkierron häiriön korjauksia tehtiin aineiston primaareille hydrokefaliapotilaille vain 3.

3.3 Sunttityypit

TAYS:ssa vuosina 1994–2020 eniten käytetty läppälaitteen malli oli OSV II. Jopa kolme neljäsosaa asennetuista läppälaitteista oli kyseistä mallia (n = 216; 74,2 %). Toiseksi eniten asennettu läppälaitteen malli oli PSM I (n = 29; 10,0 %). 15 potilaalle ei kyetty määrittämään läppälaitteen mallia, koska kyseisten potilaiden kuolemasta oli kulunut yli 12 vuotta, minkä takia paperiset leikkauskertomukset oli tuhottu.

Kaavio 2. Vuokaavio aineistoon sisällytetyistä potilaista ja potilaiden diagnoosiluokista.



3.4 Revisiot

Suntin saaneista potilaista 127 päätyi suntin korjausleikkaukseen, revisioasteen ollessa 43,6 %. Mediaaniaika suntista revisioon oli hieman yli kuukauden, 35 vuorokautta. Lähes puolet revisioista (n = 59) tapahtui kuukauden sisällä suntin asennuksesta, ja revisioista jopa kolme neljäsosaa tapahtui vuoden sisällä suntin asennuksen jälkeen. Enimmillään potilaalle oli suoritettu 21 revisiota, revisioiden lukumäärällisen mediaanin ollessa 2.

Leikkauskertomustekstien perusteella yleisin syy ventrikulostomian jälkeisen suntin revisioleikkaukselle oli läpän toimintahäiriö (52,0 %). 66 potilaan suntin jälkeinen revisio tehtiin läpän toimintahäiriön vuoksi, kun taas 51 potilaan revisiolle oli jokin muu syy kuin läpän toimintahäiriö. 10 revisiopotilaalla revision syy jäi epäselväksi tai tietoja ei ollut enää saatavilla tietokannoista. Läpän toimintahäiriön aiheuttajaksi paljastui tekstien mukaan yleisimmin läpän tukkeuma (43,3 % revisioista), joka todennettiin leikkaussalissa silmämääräisesti tai toimintaa testaten ruiskulla. Toinen läpän toimintahäiriötä aiheuttanut syy oli läpän ylitoiminta (8,66 %). Toiseksi yleisin syy revisioleikkaukselle oli ventrikkelikatetrin virheellinen sijainti tai mitta (12,6 %). Kolmanneksi yleisin syy ventrikulostomian jälkeisen suntin revisiolle oli suntitietkuston infektio (8,66 %). Taulukossa 4 on esitelty aineistossamme esiintyneet yleisimmät syyt ventrikulostomian jälkeisen suntin revisiolle.

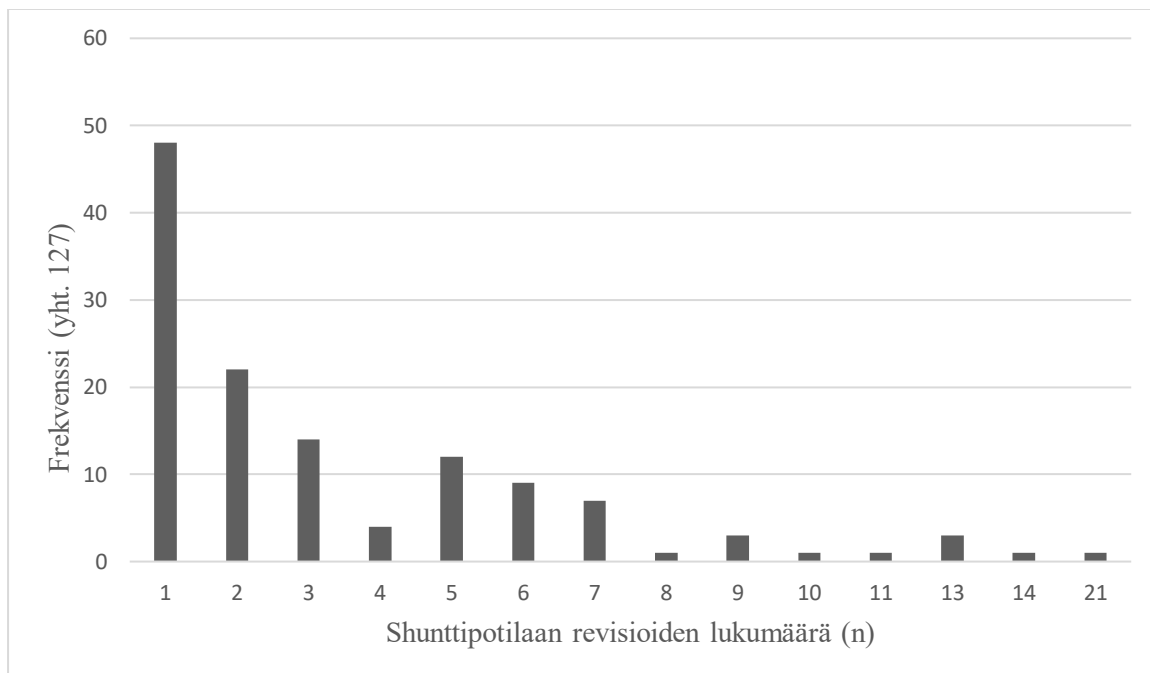
Taulukko 4. Ventrikulostomian jälkeisen suntin revision syyt.

| Primaarin revision syy | n (%) |
|---|--------------------|
| Läpän toimintahäiriö: | 66 (52,0 %) |
| Tukos | 55 (43,3 %) |
| Ylitoiminta | 11 (8,66 %) |
| Jokin muu syy kuin läpän toimintahäiriö: | 51 (40,2 %) |
| Ventrikkelikatetrin virhesijainti | 16 (12,6 %) |
| Peritoneaalikatetrin virhesijainti | 5 (3,94 %) |
| Ventrikkelikatetrin tukos | 5 (3,94 %) |
| Peritoneaalikatetrin tukos | 6 (4,72 %) |
| Infektio | 11 (8,66 %) |

| | |
|------------------|--------------------|
| <i>Muut</i> | 8 (6,30 %) |
| Epäselvät | 10 (7,87 %) |
| <i>yht.</i> | 127 (100 %) |

Revision syyn selvittämisen yhteydessä tarkasteltiin, oliko shunttipotilaan läppälaitteen mallia vaihdettu korjausleikkauksessa, vai oliko revisioleikkauksessa potilaalle asennettu läppälaitte alkuperäistä vastaava. 127 revisiosta läppälaitteen mallia vaihdettiin 28:ssä tapauksessa, 87:ssä revisioleikkauksessa potilaalle asennettiin alkuperäistä shunttiläppää vastaava laite ja 12 revision läppälaitteen vaihdos jäi leikkauskertomuksista epäselväksi. Niistä potilaista, joille läppälaitteen malli oli korjausleikkauksessa vaihdettu, puolet (n = 14) joutui uudelleen revisioleikkaukseen. Niistä potilaista, joille läppälaitteen mallia ei korjausleikkauksessa vaihdettu, 44,8 % joutui uudelleen revisioleikkaukseen.

Kaavio 3. Shunttipotilaiden revisioiden lukumäärät ja niiden frekvenssi revisioon päätyneiden potilaiden keskuudessa.



3.4.1 Ajallisen viiveen yhteys revisioon

Aineistossa mediaaniaika ventrikulostomiasta suntin asentamiseen oli 24 vuorokautta. Suurin osa sunteista asennettiin kuukauden sisällä ventrikulostomiasta ($n = 178$; 61,2 % sunttipotilaista). Puolen vuoden sisällä suntin sai 275 potilasta (94,5 % sunttipotilaista). Tilastollista merkitsevyyttä ei havaittu ajallisen viiveen ja sunttirevisioiden välillä ($p = 0.146$). Revisioon joutuneita potilaita tarkasteltaessa huomattiin, että 127:stä revisioon päätyneestä potilaasta 78 oli saanut suntin kuukauden sisällä ventrikulostomiasta (61,4 % revisiopotilaista) ja 26 oli saanut ventrikulostomian jälkeen suntin yli kuukauden, mutta alle kahden kuukauden sisällä AAF00-toimenpiteestä (20,5 % revisiopotilaista). Kuukauden sisällä suntin saaneilla ja revisioon joutuneilla potilailla oli mediaanisesti 2 revisiota ($ka = 3,19$; $SD = 3,19$; min 1 ja max 14), kun taas yli kuukauden, mutta alle kahden kuukauden sisällä suntin saaneilla ja revisioon joutuneilla potilailla oli mediaanisesti 3 revisiota ($ka = 4,31$; $SD = 4,32$; min 1 ja max 21).

3.4.2 Diagnoosiluokkien yhteys revisioon

Tilastollinen merkitsevyys huomattiin tarkasteltaessa diagnoosiluokkien ja revisioiden lukumäärien välistä yhteyttä ($p = 0.014$; Kruskal-Wallis testi). Revisioiden lukumäärällinen mediaani oli 2 niin aivoverenvuoto- kuin hydrokefaliapotilailla, keskimäärin hydrokefaliapotilas joutui revisioon 3,41 ($SD = 3,11$; max = 13) kertaa, kun taas aivoverenvuotopotilaalla vastaavat luvut olivat 2,42 ($SD = 1,87$; max = 9). Revisiopotilaista 50:llä alkuperäisen hoidon diagnoosi oli aivoverenvuoto (39,4 % revisiopotilaista) ja 29:llä hydrokefalia (22,8 %). Tutkimuksen aineisto osoitti, että kolmannes (33,1 %) suntin saaneista aivoverenvuotopotilaista päätyi lopulta suntin korjausleikkaukseen, eli revisioon.

3.4.3 Suntin läppämallin yhteys revisioon

Potilaille asennetuista läppämalleista OSV II oli yhteensä 216 potilaalla, näistä 87 päätyi revisioon, joten jopa 40,3 % asennetuista OSV II-sunteista jouduttiin korjausleikkaamaan jossain kohtaa potilaan hoitojaksoa. Tilastollinen merkitsevyys havaittiin, kun vertailtiin OSV II-läppiä kaikkiin muihin asennettuihin läppämalleihin revisioiden lukumäärissä ($p = 0.002$; Mann-Whitney U -testi). Yleisimmin OSV II oli asennettu aivoverenvuotopotilaalle, yhteensä 130 aivoverenvuotopotilasta sai OSV II-läpän. Asennetuista OSV II-läpistä 38 jouduttiin korjausleikkaamaan yhden kuukauden sisällä asennuksesta. Aivoverenvuotopotilaille

asennettuja sunttiläppiä tarkasteltaessa huomattiin, että vuotopotilaille asennetun OSV II-läpän revisioaste oli 33,1 %, kun taas vuotopotilaalle asennetun PSM/Strata-läpän revisioaste oli 50,0 %. Huomionarvoista on vuotopotilaille asennettujen OSV II-läppien (n = 130) huomattavasti suurempi lukumäärä verrattuna PSM/Strata-läppiin (n = 8).

3.5 Regressioanalyysit

Yksittäisten muuttujien vaikutusta suntin saamiseen ja revisioon päätymiseen tarkasteltiin monimuuttuja-analyysin avulla. Suntin saamiseen vaikuttavina muuttujina tarkasteltiin potilaiden ikää, sukupuolta ja alkuperäistä diagnoosiluokkaa. Revisioon vaikuttavina muuttujina tarkasteltiin myös potilaiden ikää, sukupuolta ja diagnoosiluokkaa. Näiden lisäksi revision riskin tarkastelussa otettiin huomioon ajallinen viive ventrikulostomiasta suntin asentamiseen sekä potilaalle asennetun läppälaitteen malli. Läppälaitteen mallia tarkasteltiin vertailemalla OSV II-läppää muihin läppämalleihin.

Taulukko 5. Suntin ja revision riskitekijät. Analyysi toteutettu käyttäen logistista regressioanalyysia.

| Suntin riskitekijät | OR (95% CI) | P-arvo |
|------------------------------|------------------|----------|
| Sukupuoli | | 0.131 |
| Nainen | 0.81 (0.61-1.07) | |
| Mies | 1 | |
| Ikä | 0.99 (0.98-0.99) | < 0.001* |
| Diagnoosiluokat | | 0.028 |
| Kasvaimet | 1 | |
| Hydrokefalia | 1.21 (0.66-2.23) | 0.545 |
| AVH (muut kuin vuodot) | 0.36 (0.14-0.92) | 0.032 |
| Aivoverenvuodot | 0.65 (0.38-1.11) | 0.115 |
| Traumat | 0.78 (0.38-1.59) | 0.490 |
| Epäselvät | 0.85 (0.45-1.61) | 0.621 |
| Revision riskitekijät | | |

| | | |
|--|-------------------|-------|
| Sukupuoli | | 0.543 |
| Nainen | 0.85 (0.51-1.43) | |
| Mies | 1 | |
| Ikä | 0.98 (0.97-0.99) | 0.001 |
| Diagnoosiluokat | | 0.081 |
| Kasvaimet | 1 | |
| Hydrokefalia | 1.95 (0.72-5.32) | 0.191 |
| AVH (muut kuin vuodot) | 5.53 (0.83-36.64) | 0.077 |
| Aivoverenvuodot | | 0.765 |
| Traumat | 1.15 (0.46-2.92) | 0.077 |
| Epäselvät | 3.10 (0.88-10.85) | 0.101 |
| | 2.51 (0.84-7.52) | |
| Aika ventrikulostomiasta sunttiin | 1.00 (0.97-1.03) | 0.724 |
| Sunttityyppi | | 0.628 |
| Muut | 1 | |
| OSV II | 1.17 (0.62-2.22) | |

*Tilastollisen merkitsevyyden rajana $p < 0.05$.

Taulukosta 5 huomataan aiemmin todetun tavoin iän tilastollinen merkitsevyys suntin saamiselle (OR = 0.99; 95 % CI 0.98-0.99; $p < 0.001$), ja sama voidaan todeta, kun tarkastellaan iän vaikutusta potilaan riskiin päätyä revisioon (OR = 0.98; 95 % CI 0.97-0.99; $p < 0.001$). Sukupuolella ei tilastollista merkitsevyyttä havaittu niin suntti- kuin revisiopotilaiden keskuudessa. Diagnoosiluokilla havaittiin olevan tilastollinen merkitsevyys siihen, asennettiin ventrikulostomiapotilaalle lopulta suntti vai ei ($p = 0.028$). Hydrokefaliapotilailla oli suurin riski suntin saamiselle (OR = 1.21; 95 % CI 0.66-2.23; $p = 0.545$), kun taas selkeästi suurin riski revisioon oli AVH (muut kuin vuoto) -potilailla (OR = 5.53; 95 % CI 0.83-36.64; $p = 0.077$). Huomionarvoista on se, että AVH (muut kuin vuoto) -potilailla oli aineiston potilaista pienin riski saada suntti (OR = 0.36; 95 % CI 0.14-0.92; $p = 0.032$). Suntin läppämalleja vertailtaessa huomattiin, että OSV II-läpän saaneilla potilailla oli hieman muita suurempi riski joutua suntin korjausleikkaukseen, revisioon (OR = 1.17; 95 % CI 0.62-2.22; p

= 0.628). Ajallisen viiveen, ajan ventrikulostomiasta sunttiin, ei havaittu lisäävän riskiä revisioon joutumisessa, kuten tutkimuksessa todettiin jo aiemmin (OR = 1.00; 95 % CI 0.97-1.03; $p = 0.724$).

4 POHDINTA

Tämä tutkimus osoitti, että jopa neljäsosalle (26,1 %) väliaikaisen aivokammioavanteen, eli ventrikulostooman, saaneista potilaista jouduttiin lopulta asentamaan ventrikkelisuntti. Suntin saaneista potilaista 127 (43,6 %) joutui postoperatiiviseen korjausleikkaukseen. Havaittu revisioasteemme on samankaltainen, kuin Tanskassa vuonna 2017 julkaistussa retrospektiivisessä tutkimuksessa, jossa sunttipotilaiden revisioaste oli 42,6 % (12). Tutkimuksemme potilaille asennetuista sunteista 59 (20,3 %) jouduttiin korjausleikkaamaan kuukauden sisällä suntin asennuksesta. Havainto on linjassa Isossa-Britanniassa vuonna 2018 julkaistun retrospektiivisen tutkimuksen kanssa, jossa 17,7 % asennetuista sunteista jouduttiin korjausleikkaamaan kuukauden sisällä asennuksesta. Samaisessa tutkimuksessa arvioitiin, että kuukauden sisällä tapahtuneet revisiot voitaisiin välttää oikeanlaisen hoitoprotokollan avulla. (13)

4.1 Hydrokefalian alkuperän vaikutus

Tutkimuksemme mukaan hydrokefalian etiologisella syyllä oli vaikutusta siihen, asennettiin potilaalle suntti vai ei. Suurin riski suntin saamiseen ventrikulostomian jälkeen oli hydrokefaliapotilailla (OR = 1.21; 95 % CI 0.66-2.23). Aivoverenvuotopotilaat olivat ylivoimaisesti suurin potilasryhmä suntti- ja revisiopotilaiden joukossa, mikä selittää iän tilastollisen merkitsevyyden näitä potilasryhmiä tarkasteltaessa. Tutkimuksessamme havaittiin tilastollinen merkitsevyys tarkasteltaessa korjausleikkausten määriä eri etiologialuokissa ($p = 0.014$; Kruskal-Wallis testi). Taulukon 5 mukaan suurin riski korjausleikkauksiin oli AHV (muut kuin vuoto) -potilailla (OR = 5.53; 95 % CI 0.83-36.64), missä suuri luottamusväli selittyy näiden potilaiden pienellä lukumäärällä aineistossa.

4.2 Ajallisen viiveen ja läppälaitteen mallin vaikutus

Ajallisella viiveellä ventrikulostomiasta suntin saamiseen ei havaittu olevan vaikutusta siihen, joutuuko potilas revisioon vai ei. Aineistomme potilaat saivat suntin yleisimmin 24 päivän kuluttua ventrikulostomiasta. Vaikka tilastollista merkitsevyyttä ajallisen viiveen ja revisioiden lukumäärän välillä ei havaittu, tutkimuksemme osoitti, että kuukauden sisällä ventrikulostomiasta asennetuilla sunteilla oli mediaanisesti vähemmän revisioita kuin kuukauden jälkeen asennetuilla. Tutkimustuloksemme mukaan, mitä nopeammin likvorkierron häiriöstä kärsivälle potilaalle asennetaan suntti, sen parempi. Vaikka monimuuttuja-analyysi osoitti OSV II-suntin saaneilla potilailla olevan hieman muita läppämalleja suurempi riski päätyä korjausleikkaukseen, ei tilastollista merkitsevyyttä havaittu suntin läppämallien ja revisioiden välillä. Tilastollista tarkastelua heikensi OSV II-läppämallien suuri lukumäärä verrattuna muihin asennettuihin läppiin, minkä vuoksi tarkastelu tehtiin vertailemalla OSV II-läppiä kaikkiin muihin asennettuihin läppämalleihin. Myöskään norjalaisessa vuonna 2015 julkaistussa aivoverenvuotopotilaiden suntteja vertailevassa tutkimuksessa ei havaittu eroa revisioasteissa vertailtaessa eri sunttimalleja (14).

4.3 Vahvuudet ja heikkoudet

Tutkimuksemme selkeitä vahvuuksia olivat hydrokefaliapotilaiden suuri populaatiokoko ja pitkä seuranta-aika. Viidelletoista potilaalle ei kyetty määrittämään suntin läppälaitteen mallia johtuen potilastietojen arkistoinnin aikarajasta. Asennettuja OSV II-läppien suuri määrä verrattuna muihin läppämalleihin heikensi läppämallien tilastollista vertailtavuutta. Sama voidaan sanoa diagnoosiluokkien kohdalla, jossa populaatiokoot vaihtelivat huomattavan paljon. Tutkimuksemme heikkouksiin lukeutuu myös tutkimusasetelman aiheuttamat haasteet. Retrospektiivinen tutkimus ei mahdollista valikoitumisharhan ja puuttuvan tiedon kontrollointia. Hoidolliset käytänteet ovat voineet vaihdella vuosien aikana, minkä lisäksi toimenpiteiden kontrollointi ei ollut tutkimuksessamme mahdollista: useat eri TAYS:n neurokirurgit ja erikoistuvat lääkärit ovat olleet suorittamassa aineistomme toimenpiteitä. Heikkouksista huolimatta tutkimuksemme tarjoaa tärkeää ja ajankohtaista tietoa hydrokefaliapotilaiden neurokirurgisesta hoidosta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

1. Aineistomme ventrikulostomiotilasta 26,1 %:lle asennettiin suntti kroonistuneen likvorkierron häiriön hoitoon, yleisimmin 24 vuorokauden kuluttua ventrikulostomiasta. Asennetuista sunteista 43,6 % jouduttiin korjausleikkaamaan, mediaaniajan sunnista korjausleikkaukseen ollessa 35 vuorokautta. Tämän perusteella ventrikulostomian ja ventrikulostomian jälkeisen sunnin laiton jälkeen potilaiden olisi hyvä käydä kontrollissa noin kuukauden kuluttua toimenpiteistä.
2. Ajallisella viiveellä ventrikulostomiasta sunttiin ei havaittu olevan tilastollista merkitsevyyttä revisioiden ilmaantuvuutta tarkasteltaessa. Mitä nopeammin likvorkierron häiriöstä kärsivälle potilaalle asennetaan suntti, sen parempi, jotta ventrikulostomiaan liittyvä infektioriski minimoidaan.
3. Sunnin läppämallilla ei ole vaikutusta revisioon päättymisen riskissä. Puolet vuotopotilaista, joille asennettiin PSM/Strata-läppä, joutui revisioon, kun taas OSV II-läpän saaneista aivoverenvuotopotilaista kolmannes (33,1 %) joutui revisioon. Huomioitavaa on kuitenkin vuotopotilaille asennettujen OSV II-läppien suurempi lukumäärä verrattuna PSM/Strata-läppiin.
4. Hydrokefalian etiologinen syy pitää huomioida hoitolinjojen valinnassa. Aivoverenvuotopotilaat olivat suurin potilasryhmä niin ventrikulostomia- kuin ventrikulostomian jälkeisten sunnitiopotilaiden keskuudessa. Aivoverenvuoto oli myös yleisin etiologinen syy sunnitierevisioon päädyttyäessä. Niistä aivoverenvuotopotilaista, jotka saivat sunnin, yli kolmannes päätyi postoperatiiviseen korjausleikkaukseen.
5. Jos primaarin hydrokefalian (G9-alkuinen diagnoosikoodi) johdosta laitetaan ventrikulostomia, olisi hyvä selvittää huolella mahdollisuus hydrokefalian laukaisemiseen muulla kuin sunnitiomenpiteellä, sillä primaarin hydrokefalian johdosta laitettujen ventrikulostomian jälkeisillä sunteilla oli hyvin korkea revisioaste (54,7 %).

LÄHTEET

1. Bothwell SW, Janigro D, Patabendige A. Cerebrospinal fluid dynamics and intracranial pressure elevation in neurological diseases. *Fluids Barriers CNS*. 10. huhtikuuta 2019;16:9.
2. Dunn L. RAISED INTRACRANIAL PRESSURE. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. Syyskuu 2002;73(Suppl 1):i23–7.
3. Brain Trauma Foundation [Internet]. [viitattu 9. lokakuuta 2021]. Saatavissa: <https://braintrauma.org/guidelines/guidelines-for-the-management-of-severe-tbi-4th-ed#:~:guideline/16-intracranial-pressure-thresholds>
4. Isaacs, Albert M, ym. Age-specific global epidemiology of hydrocephalus: Systematic review, metanalysis and global birth surveillance. *PloS one* vol. 13, 10 e0204926. 1. Lokakuuta 2018, doi:10.1371/journal.pone.0204926
5. Vijetha V. Maller, Richard Ian Gray. Noncommunicating Hydrocephalus. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. Volume 37, Issue 2. 2016, 109-119, <https://doi.org/10.1053/j.sult.2015.12.004>.
6. Thompson DR, Vlachos S, Patel S, Innocent S, Toliás C, Barkas K. Recurrent sampling and ventriculostomy-associated infections: a case-control study. *Acta Neurochir (Wien)*. Toukokuu 2018;160(5):1089–96.
7. Ventricular Catheter Tract Hemorrhage as a Risk Factor for Ventriculostomy-Related Infection | Operative Neurosurgery | Oxford Academic [Internet]. [viitattu 6. lokakuuta 2021]. Saatavissa: <https://academic.oup.com/ons/article/18/1/69/5531010>
8. Browd SR, Ragel BT, Gottfried ON, Kestle JRW. Failure of Cerebrospinal Fluid Shunts: Part I: Obstruction and Mechanical Failure. *Pediatr Neurol*. 1. helmikuuta 2006;34(2):83–92.
9. Rammos S, Klopfenstein J, Augspurger L, Augsburg L, Wang H, Wagenbach A, ym. Conversion of external ventricular drains to ventriculoperitoneal shunts after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: effects of site and protein/red blood cell counts on shunt infection and malfunction. *J Neurosurg*. Joulukuu 2008;109(6):1001–4.
10. Sun T, Cui W, Chen S, Yuan Y, Yang J, Zhou Y, ym. Association of Preoperative Cerebrospinal Fluids Parameters With Early Shunt Obstruction in Patients With Post-hemorrhagic Hydrocephalus Treated by Lumboperitoneal Shunt. *Front Neurol*. 2021;12:693554.
11. Chari A, Czosnyka M, Richards HK, Pickard JD, Czosnyka ZH. Hydrocephalus shunt technology: 20 years of experience from the Cambridge Shunt Evaluation Laboratory. *J Neurosurg*. Maaliskuu 2014;120(3):697–707.
12. Kofoed Månsson P, Johansson S, Ziebell M, et al. Forty years of shunt surgery at Rigshospitalet, Denmark: a retrospective study comparing past and present rates and causes of revision and infection *BMJ Open* 2017;7:e013389. doi: 10.1136/bmjopen-2016-013389

13. Anderson, Ian A, ym. "Factors associated with 30-day ventriculoperitoneal shunt failure in pediatric and adult patients." *Journal of neurosurgery* vol. 130,1 (2018): 145-153.
doi:10.3171/2017.8.JNS17399
14. Andreasen, Trine Hjorslev, ym. "Valved or valveless ventriculoperitoneal shunting in the treatment of post-haemorrhagic hydrocephalus: a population-based consecutive cohort study." *Acta neurochirurgica* vol. 158,2 (2016): 261-70; discussion 270.
doi:10.1007/s00701-015-2659-2