

Helmi Kiviranta

NISKAN RETKAHDUS- JA KAULARANKAVAMMOJEN
YHTEYS AIVOVAMMOIHIN JA
TAPATURMAMEKANISMEIHIN

Syventävien opintojen kirjallinen työ
Kevätlukukausi 2022

Helmi Kiviranta

NISKAN RETKAHDUS- JA KAULARANKAVAMMOJEN
YHTEYS AIVOVAMMOIHIN JA
TAPATURMAMEKANISMEIHIN

Turun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta, Kliininen laitos

Kevätlukukausi 2022

Vastuhenkilö: Olli Tenovuo ja Jussi Posti

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

TURUN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta

KIVIRANTA, HELMI: Niskan retkahdus- ja kaularankavammojen yhteys aivovammoihin ja tapaturmamekanismeihin

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 12 s., 2 liites.

Neurologia

Maaliskuu 2022

Niskan retkahdus- ja kaularankavammat ovat yleisiä vammoja, joita saadaan erityisesti liikenneonnettomuuksissa ja kaatumisten seurauksena. Näiden vammojen yhteydestä on jonkin verran aiempaa tietoa, mutta tarkempaa tutkimusta erityisesti suomalaisesta väestöstä ei ole juurikaan tehty. Niskan retkahdusvamma voi aiheuttaa aivovamman ilman suoraa iskuja päähän, jolloin pään nopea heilahdusliike vaurioittaa aivoja. Niskan retkahdusvamman saaneilla esiintyy myös aivovammaan liitettyjä oireita ilman todettua aivovammaa. Tässä tutkimuksessa tutkittiin niskan retkahdus- ja kaularankavamman saaneita potilaita ja tarkasteltiin erityisesti samanaikaisia aivovammoja ja tapaturmamekanismeja.

Tutkimusaineistona oli Turun yliopistollisen keskussairaalan sairaalayksiköissä tuoreen niskan vamman vuoksi hoidetut potilaat vuosina 2015–2019. Aineisto koottiin ICD-10-luokituksen mukaisten diagnoosikoodien S12.x, S13.x, T91.1 ja T98.1 perusteella. Tutkimukseen sisällytettiin kaikki vammahetkellä vähintään 16-vuotiaat, joilla ei ollut alle 16-vuotiaana todettua aivovammaa tai sellaiseksi arvioitavissa olevaa vammaa. Potilaiden kokonaismäärä oli 1947. Aineisto kerättiin potilasarkistoista manuaalisesti. Potilaita kerättiin demografisten tietojen lisäksi tiedot diagnooseista, vammamekanismeista, niskan ja aivovamman oireista, neuropsykologisista tutkimuksista, pään ja kaularangan kuvantamistutkimuksista ja -löydöksistä sekä vammojen hoidosta. Tietoja vertailtiin absoluuttisten määrien ja prosentiosuuksien perusteella.

Suurin osa (69 %) niskan vammoista oli kaularangan venähdyksiä tai nyrjähdyksiä (S13.4). Yleisin tapaturmamekanismi oli auto-onnettomuus, ja se oli vamman taustalla yli puolella potilaista. Samanaikaisen aivovamman sai 16 % aineiston potilaista, ja tässä ryhmässä yleisin tapaturmamekanismi oli kaatuminen (31 %). Kaularangan murtumadiagnoosi oli hieman yleisempi aivovamman saaneilla kuin ainoastaan niskavamman saaneilla (33 % vs. 26 %). Tulosten perusteella voidaan sanoa samanaikaisten niska- ja aivovammojen olevan melko yleisiä. Liikenneonnettomuudet ovat merkittävä tekijä vammojen synnyssä, mutta kaatuminen vaikuttaa johtavan useammin samanaikaisen aivovamman syntyyn. Eri tekijöiden yhteys niska- ja aivovammojen syntyyn vaatii vielä tarkempaa tutkimusta.

Asiasanat: retkahdusvamma, kaularankavamma, aivovamma, tapaturmamekanismit

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	1
1.1 Kaularangan rakenne	1
1.2 Kaularangan vammat	1
1.3 Kaulaytimen vammat	3
1.4 Niskan retkahdusvammat	3
1.5 Tapaturmaiset aivovammat	4
1.6 Niska- ja aivovammojen yhteys	4
2 AINEISTOT JA MENETELMÄT	6
3 TULOKSET	7
3.1 Kaikki potilaat	7
3.2 Ainoastaan niskavamman saaneet potilaat	8
3.3 Samanaikaisen aivovamman saaneet potilaat	9
4 POHDINTA	10
4.1 Tärkeimmät tulokset	10
4.2 Vertailua aiempaan tutkimustietoon	10
4.3 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet	11
4.4 Johtopäätökset	12
LIITTEET	13
LÄHTEET	15

1 Johdanto

1.1 Kaularangan rakenne

Kaularanka (engl. cervical spine) koostuu seitsemästä ylimmästä selkärangan nikamasta. Ensimmäinen nikama (C1, atlas) niveltyy kallonpohjaan okkipitaalikondyyleihin (C0). Atlaksesta puuttuu kokonaan muille nikamille tyypillinen nikamasolmu eli corpus. Toinen nikama (C2, axis) on atlasta muistuttava nikama, jossa on lisäksi atlaksen keskelle kiertonivelen muodostava luutappi (dens). Loput kaularangan nikamat (C3-7) muistuttavat karkeasti rinta- ja lannerangan nikamia. Nikamakaarien sivuilla on fasettinivelet ja nikamasolmujen sivuilla unkovertebraalinivelet.

Yläkaularangaksi kutsutaan aluetta okkipitaalikondyyleista C2:een ja alakaularanka käsittää nikamat C3-7. Yläkaularanka eroaa muusta rangasta olennaisesti, sillä nikamien välissä ei ole nikamavälilevyjä sekä nikamien välistä stabiliteettia ylläpitävät lähinnä lihakset ja ligamentit luisten rakenteiden sijaan. Tämä mahdollistaa laajan liikelajisuuden ja erityisesti kierto- ja kiertoliikkeet. Alakaularangan liikkuvuus on selvästi laajempi taivutus- ja ojennussuunnassa kierto- ja kiertosuuntaan nähden. Kaularanka kokonaisuudessaan on selkärangan liikkuvuuden osa.

Poikittaisligamentti (transversaaliligamentti) ja siipiligamentit (alarialigamentit) ovat erityisen tärkeitä yläkaularangan stabiliteetille. Muun kaularangan alueella tärkeitä ligamenteja ovat etummainen ja takimmainen pitkittäisligamentti (longitudinaaliligamentti) sekä okahaarakkeiden väliset ligamentit (interspinosusligamentit). Niskan alueen lihaksisto koostuu pääosin kallosta selkään ja yläraajoihin kulkevista lihaksista sekä niskarusetin pikkulihaksista, jotka pitävät erityisesti yläkaularangan nikamia paikallaan.

Kaulan alueella kulkee myös merkittäviä verisuonirakenteita: Yhteinen kaulavaltimo (a. carotis communis), joka haarautuu C3-tasolla sisemmäksi ja ulommaksi kaulavaltimoksi (a. carotis interna ja externa) sekä parillinen nikamavaltimo (a. vertebralis). Nikamavaltimot kulkevat ylöspäin C6-1-nikamien sivua ja yhdistyvät kallon sisällä kallonpohjavaltimoksi (a. basilaris) ja tämä vastaa erityisesti aivorungon ja aivojen ala- ja takaosien verenkierron. Tätä verisuonitusalueutta kutsutaan takakierron alueeksi. Sisempi kaulavaltimo vastaa laajasta alueesta aivojen etu- ja keskiosissa ja tätä suonitusalueutta kutsutaan etukierron alueeksi. Pään alueen laskimot yhdistyvät kaulan molemmin puolin kulkeviin sisempään ja ulompaan kaulalaskimoon (v. jugularis interna ja externa).

1.2 Kaularangan vammat

Kaularangan vammoja syntyy tyypillisesti liikenneonnettomuuksissa ja kaatumisen seurauksena. Selkärangan murtumista noin neljännes on kaularangan murtumia. (Hasler ym. 2011.) Murtumien ilmaantuvuudessa kaksi ryhmää korostuvat: nuoret miehet ja iäkkäät naiset (Hu ym. 1996, Li ym. 2012). Suurin osa kaularangan vammoista kohdistuu alakaularangan alueelle. Yli 65-vuotiailla kaatuminen on nykyisin yleisin vammamekanismi ja tässä ikäryhmässä vamma on yleisemmin yläkaularangassa suhteessa nuorempiin. (Koivikko 2015.) Kaularangan nikamista yleisimmin murtuu aksis, ja yleisin vamma nikamassa on densin murtuma (Pryputniewicz ja Hadley, 2010). Kaularangan vammoissa eri vammatyypit voidaan jaotella sen perusteella, mihin liikesuuntaan voima pääosin kohdistuu: fleksio, ekstensio, kiertyminen (rotaatio), puristus (kompresio) tai erilleen vetäytyminen (distraktio).

Atlanto-okkipitaalisen dislokaation taustalla ovat distraktio ja ekstensio. Vamma on harvinainen, ja siihen liittyvät laajat ligamenttivauriot, jotka mahdollistavat kallonpohjan ja atlaksen välisen siirtymän. Atlaksen tyypivamma, Jefferssonin murtuma, aiheutuu tyypillisesti kompressiosta, jossa kallo painaa atlaksen aksista vasten, ja atlaksen etu- ja/tai takakaaret murtuvat. Atlaksen murtumiin liittyy usein myös aksiksen murtuma. Atlantoakiaalinen dislokaatio on harvinainen, usein vaikea vamma, jonka taustalla voi olla ligamenttivamma, erityisesti transversaaliligamentissa, tai murtumat atlaksessa ja/tai aksiksessa (Meyer ym. 2019). (Fiedler ym. 2020.)

Aksiksen densin murtumia tapahtuu usealla mekanismilla ja ne jaotellaan Andersonin ja D'Alonzon luokituksen mukaan kolmeen eri tyyppiin. Tyyppi I on densin yläosan murtuma, joka on tyypillisesti stabiili ja konservatiivisesti hoidettavissa. Tyypissä II murtumalinja kulkee densin ja nikamarungon rajalla, ja tyyppi III ulottuu nikamarunkoon. Suurin osa tyypin III murtumista paranevat konservatiivisesti. Tyypin II murtumat sen sijaan ovat monimuotoinen ryhmä. Myöhemmin luotu tyyppi IIA kuvaa tyypin II murtumaa, jossa densin tyvessä on myös irtokappaleita, ja tämän tyyppinen murtuma vaatii kirurgisen hoidon. Densin murtumissa stabiliteettia kuvataan luisten rakenteiden perusteella, ja merkittäviä tekijöitä ovat murtumakappaleiden välimatka, siirtymä, ja densin tyven irtokappaleet (tyyppi IIA). (Pryputniewicz ja Hadley, 2010, Joaquim ym. 2014.) Taivutussuunnassa tapahtunut murtuma voi johtaa anterioriseen siirtymään ja ojennusliikkeen aiheuttama murtuma posterioriseen siirtymään (Dowdell ym. 2018).

Kaularangan ekstensio aiheuttaa tyypillisesti aksiksen murtumia, ja tyypivamma on aksiksen toiseksi yleisin murtuma eli ns. hirttomurtuma (engl. Hangman's fracture). Hirttomurtumasta käytetään myös nimitystä traumaattinen spondylolisteesi, ja murtumat kohdistuvat nikamakaariin. Nämä murtumat voidaan jakaa viiteen eri alatyypin Levinen luokittelulla Effendin luokitteluun perustuen. Tyypin I murtumassa on korkeintaan pientä siirtymää murtumalinjoissa, mutta niiden välissä ei ole kulmaa (angulaatio). IA-tyypin murtumat ovat epätyypillisiä ja instabiileja. II-tyypissä murtumakappaleissa on merkittävä angulaatio ja > 3 millimetrin siirtymä (dislokaatio) sekä C2-3-välilevyn vaurio. Nikamarunko on pois paikaltaan. IIA-tyypissä on merkittävä angulaatio, mutta nikamarunko on paikallaan ja anteriorinen longitudinaaliligamentti ei ole katkennut. Tyyppi III vastaa tyyppiä I, mutta näihin liittyy lisäksi C2-3-dislokaatio. Murtuman stabiliteettia määrittää longitudinaaliligamenttien vauriot, C2-3-välilevyn vaurio ja C2-3-dislokaatio. (Pryputniewicz ja Hadley 2010, Bransford ym. 2014, Schleicher ym. 2015.)

Alakaularangassa kompressio aiheuttaa corpuksen puristusmurtumia (engl. burst fracture) ja näitä pidetään instabiileina murtumina. Tavalliset kompressiomurtumat liittyvät tavallisimmin osteoporoosiin, ja ne ovat stabiileja murtumia. Fleksiovammoja ovat muun muassa fasettivelien sijoiltaanmenot ja nikamasolmun etuosan murtuma (engl. flexion tear drop). Fasetit ovat alakaularangassa merkittävä tekijä rangan stabiliteetissa ja tämän vuoksi fasettivelien dislokaatiot ovat instabiileja vammoja. (Dowdell ym. 2018.) Alakaularangan eli subaksiaalisen alueen vammoille on tehty lukuisia luokituksia, ja näistä AO Spine -luokitus (engl. AO Spine Subaxial Cervical Injury Classification System) on tavallisesti käytetty. Vammat jaetaan kolmeen pääluokkaan: kompressiomurtumat (A), etu- tai takapilarin vauriot (B) ja sijoiltaanmenot (C). Lisäksi luokituksessa huomioidaan fasettivelivammat (F), neurologiset oireet (N) ja muut vauriot tai merkittävät tekijät (M). (Vaccaro ym. 2016.)

1.3 Kaulaytimen vammat

Selkäydin voi vaurioitua kaularangan vammojen yhteydessä, mutta selkäydinvammoja esiintyy myös ilman nikamavaurioita (Demetriades ym. 2001, Hasler ym. 2011). Suomalaisessa väestössä yleisin vammamekanismi on kaatuminen, ja vammoja saavat erityisesti yli 60-vuotiaat. Kaulaytimen vammojen ilmaantuvuus on kasvanut viime vuosina ja vammoja saavat myös aiempaa iäkkäämmät. Kaularangan alueelta kulkevat kaikkien raajojen liikehermot, jolloin kaulaytimen vaurio voi johtaa nelirajahalvaukseen (tetraplegia). Autonominen hermoston vaurioita voi esiintyä, ja ne voivat aiheuttaa vaikeuksia hengityksessä, verenpaineen ja sykkeen säätelyssä, ruumiinlämmön säätelyssä sekä ulostamisessa ja virtsaamisessa. (Johansson ym. 2020.)

1.4 Niskan retkahdusvammat

Niskan retkahdusvammaa voidaan ajatella sekä yhtenä kaularangan vamman tyyppinä että vammamekanismina. Erityisesti auto-onnettomuuksissa tapahtuva ajoneuvon nopean hidastuvuuden aiheuttama tyypillinen voimakas pään liike ensin eteen (fleksio) ja heti taakse ylitäivutukseen (hyperekstensio) on kuvattu olevan klassisen piiskanisku- eli niskan retkahdusvamman taustalla (Huittinen 1995). Nykyisin kuitenkin mekanismina ajatellaan todennäköisemmin olevan samanaikainen yläkaularangan fleksio ja alakaularangan ekstensio (Dowdell ym. 2018).

Piiskaniskuvammaan liittyvä häiriö (engl. whiplash-associated disorder, WAD) viittaa hyvin vaihtelevaan oirekuvaan, jonka taustalla ajatellaan olevan niskan retkahdusvamma (Li ym. 2012). Quebecin WAD-luokittelua käytetään vamman vaikeusasteen kuvaamiseen ja eri luokkia on viisi. WAD-luokassa 0 ei ole todettavaa vauriota niskassa eikä oireita. Luokassa I potilaalla on niskaoireita (kipu, jäykkyys) ilman kliinisiä löydöksiä ja luokassa II voidaan lisäksi todeta myös esimerkiksi niskan liikerajoitus tai paineluarkeus. Luokassa III potilaalla on niskaoireiden lisäksi neurologisia oireita (mm. tuntopuutokset, lihasheikkoudet, refleksien heikkous) ja luokka IV sisältää kaularangan murtumat ja nikamien sijoiltaanmenot. (Tenenbaum ym. 2002.)

Tyypillisiä retkahdusvamman oireita ovat niskakipu, päänsärky ja huimaus. Potilaat raportoivat usein myös kognitiivisista oireista, joita tyypillisesti ovat muun muassa muistiongelmät, uupumus ja tarkkaavuuden vaikeudet. Oireita voi olla runsaasti, ja ne voivat esiintyä pitkäaikaisesti, vaikka retkahdusvamma olisi luokiteltu lieväksi. (Bunketorp ym. 2002.) Quebecin luokitusta on kritisoitu sen heikosta ennustearvosta potilaan vamman jälkeistä toimintakykyä tai pitkäaikaisten oireiden kehittymistä ajatellen, ja muitakin luokituksia on pyritty kehittämään näiden potilaiden tunnistamiseksi (Tenenbaum ym. 2002).

Oireiston aiheuttajaksi on epäilty erilaisia ligamenttien ja lihasten vaurioita, mutta yhteyttä vaurioiden ja oireiden välillä ei ole pystytty todentamaan (Li ym. 2012). Kognitiivisten oireiden esiintyminen on pystytty toteamaan neuropsykologisilla testeillä, kuitenkin oirekuva on usein lievän aivovamman tyyppinen ja vammoja voi olla vaikea erottaa toisistaan. (Gil ja Decq 2021.) Myös krooninen kipu voi heikentää suoriutumista neuropsykologisissa testeissä. Pitkittyviä oireita ennustaa eniten akuutin vaiheen kipu ja ahdistuneisuus sekä jonkin verran myös katastrofiajattelu ja varhainen hoitoon hakeutuminen. Vammamekanismilla, kuvantamislöydöksillä tai kliinisillä löydöksillä ei ole todettu yhteyttä oireiden pitkittymiselle. (Sarrami ym. 2016.)

1.5 Tapaturmaiset aivovammat

Tapaturmainen aivovamma (engl. traumatic brain injury) on määritelmällisesti ulkoisen voiman aiheuttama aivojen toimintahäiriö tai rakenteellinen vaurio. Toimintahäiriön oireita ovat tajunnantason häiriö, muistikatko heti tapahtumaa ennen tai sen jälkeen, neurologiset puutosoireet ja sekavuus. Rakenteelliset vauriot saattavat olla todennettavissa kliinisten oireiden lisäksi esimerkiksi tietokonetomografiassa tai magneettikuvassa. (Menon ym. 2010.) Aivovammojen Käypä hoito -suosituksessa (2020) vammat jaetaan lieviin, keskivaikeisiin ja vaikeisiin alkuvaiheen oireiden ja kuvantamislöydösten perusteella. Suosituksessa myös todetaan diagnoosin perustuvan samoihin tekijöihin. Tajunnantason häiriötä arvioidaan Glasgow'n kooma-asteikon (engl. Glasgow coma scale) avulla.

Aivovammoja saadaan eniten kaatumisten ja liikenneonnettomuuksien seurauksena. Kaatuminen on 2000-luvulle tultaessa ohittanut liikenneonnettomuudet tapaturmamekanismina ja se on nykyisin yleisin aivovamman syy. Suurin osa aivovammoista on kuitenkin lieviä, ja keskivaikeissa tai vaikeissa aivovammoissa vammamekanismina on yleisimmin liikenneonnettomuus. Aivovammoja todetaan eniten alle 25-vuotiailla ja yli 75-vuotiailla. Nuoremmilla yleisin vammamekanismi on liikenneonnettomuus. (Peeters ym. 2015.) Suomessa yhä suurempi osa aivovamman saavista on iäkkäitä ja selvästi yleisin aivovamman syy on kaatuminen. Miehet saavat kaiken kaikkiaan enemmän aivovammoja kuin naiset, mutta iäkkäämmillä naisten osuus vammautuneista kasvaa. (Isokuorti ym. 2016.)

Erityisesti lievät aivovammat usein paranevat viikkojen tai kuukausien kuluttua vammasta, mutta osalla potilaista oireet pitkittyvät vuosiksi tai jäävät vaivaamaan jopa pysyvästi. Tavallisia fyysisiä oireita ovat muun muassa päänsärky, univaikeudet ja väsymys. Kognitiivisia oireita esiintyy erityisesti vähintään keskivaikean aivovamman saaneilla, ja ne liittyvät tavallisesti esimerkiksi muistiin, tarkkaavuuteen ja keskittymiskykyyn. Myös tunne-elämään liittyviä ongelmia sekä masennusta ja ahdistusta todetaan aivovammojen jälkeen. (Dixon 2017.)

1.6 Niska- ja aivovammojen yhteys

Aivovammojen ja niskan retkahdusvammojen yhteyksistä on jonkin verran aiempaa tutkimustietoa. Aivovamma voi syntyä ilman päähän kohdistuvaa iskuja, jolloin niskan retkahdukseen liittyvä pää ja siten myös aivojen nopea heilahdusliike aiheuttaa aivovamman (Menon ym. 2010). Kaularangan vammaan johtanut energia on usein riittävä aiheuttamaan samanaikaisen aivovamman (Demetriades ym. 2001, Hasler ym. 2011). Erityisesti yläkaularangan vamman yhteydessä on useammin todettavissa myös aivovamma, kallonmurtuma tai merkittävä kallonsisäinen vuoto verrattuna muun kaularangan vammoihin (Iida ym. 1999). Toisaalta niskan retkahdusvamman saaneet raportoivat myös tavallisesti aivovammoihin liitettyistä kognitiivisista oireista. Neuropsykologiset testit ovat osalla näistä potilaista poikkeavia vastaten aivovammapotilaita. Erityisesti lievien aivovammojen ja niskan retkahdusvammojen on todettu olevan pitkäaikaisilta oireiltaan samantyyppisiä. (Gil ja Decq 2021.)

Aiempi tutkimustieto viittaa siihen, että erityisesti iäkkäämmillä sekä kaularankavammojen että aivovammojen ilmaantuvuus kaatumisen yhteydessä kasvaa suhteessa nuorempiin ikäryhmiin (Johansson ym. 2020, Posti ym. 2020). Tämä ryhmä vaikuttaa siis saavan saman tyyppisellä

vammamekanismilla molempia vammoja. Nuoremmassa ikäryhmissä liikenneonnettomuudet ovat merkittävämpi tapaturmatyyppi aivo- ja kaularankavammojen taustalla (Peeters ym. 2015). Vammojen yhtäaikaisen ilmaantuvuuden vaihteluväli aiemmissä tutkimuksissa on ollut suuri (Ghobrial ym. 2014) eikä näiden vammojen yhtäaikaisesta ilmaantumisesta suomalaisessa väestössä ei ole juurikaan aiempaa tutkimustietoa.

2 Aineistot ja menetelmät

Tutkimuksen aineisto kerättiin Turun yliopistollisen keskussairaalan (Tyks) potilasarkistoista ICD-10-luokituksen mukaisten diagnoosikoodien perusteella. Kaikki Tyksin sairaaloissa vuosina 2015–2019 diagnoosin S13.x, S12.x, T91.1 tai T98.1 saaneet potilaat kerättiin aineistoon. Työhön sisällytettiin kaikki vammahetkellä vähintään 16-vuotiaat, joilla oli todettu tutkimusaikana uusi tapaturmainen niskan retkahdus tai kaularankavamma. Tutkimusaikana useamman edellä mainitun vamman saaneilta potilailta kerättiin tiedot ainoastaan ensimmäisestä vammasta kyseisellä ajanjaksolla. Alle 16-vuotiaana todettu aivovamma tai sellaiseksi tulkittavissa oleva vamma oli poissulkuperuste. Tutkimukseen sisällytettyjen potilaiden kokonaismäärä oli 1947.

Aineistosta kerätyt tarkemmat tiedot vammamekanismeista, tutkimuksista, oireista ja hoidoista selvitettiin potilasasiakirjojen merkintöjen perusteella. Muuttujat löytyvät listattuna liitteestä 1. Vammamekanismeissa eroteltiin erilaiset liikenneonnettomuudet, kaatumiset, putoamiset, törmäykset ja pahoinpitelyt. Niskavamman oireita tulkittaessa otettiin huomioon niskakipu sekä niskan jäykkyys ja liikerajoitus. Kaularangan ja aivojen kuvantamistiedot ja -löydökset merkittiin diagnostiikan avuksi otettujen kuvien osalta. Kaularanka- ja aivovammojen osalta merkittiin myös, vaativatko vammat kirurgisen hoidon. Mahdollinen aivovammadiagnoosi (diagnoosikoodit S06.x) ja viive vammasta diagnoosiin merkittiin erikseen. Tässä tutkimuksessa aivovamman oireiksi tulkittiin muistikatko, alentunut tajunnantaso (GCS alle 15 p.) ja sekavuus. Aivovamman oireiden ilmeneminen ja/tai aivovammaan viittaava kuvantamislöydös merkittiin, mikäli potilaalle ei ollut asetettu aivovamman diagnoosia.

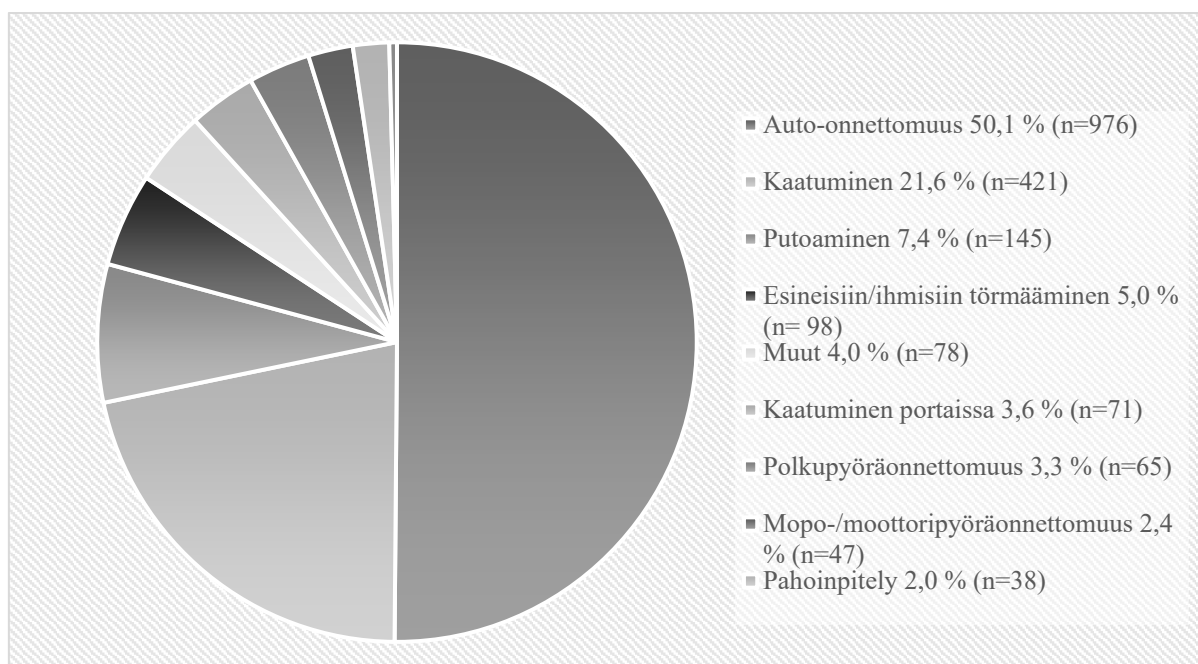
Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin absoluuttisia määriä ja prosenttiosuuksia eri muuttujien osalta. Lisäksi tarkasteltiin eroja pelkän niskan vamman saaneiden ja samanaikaisen aivovamman saaneiden välillä. Tätä varten potilaat jaettiin kahteen ryhmään. Aivovamman saaneiden ryhmään sisällytettiin potilaat, joille oli asetettu aivovammadiagnoosi, pään kuvantamisessa oli aivovammaan sopivia löydöksiä tai potilasasiakirjoissa oli mainittu potilaan saaneen aivovamman niskan vamman yhteydessä.

3 Tulokset

3.1 Kaikki potilaat

Koko aineistossa potilaita oli 1947. Naisia oli 55 % (n= 1068) ja miehiä 45 % (n=879). Potilaiden ikä oli keskiarvoltaan 45 vuotta, mediaani-ikä 40 vuotta ja keskihajonta 22 vuotta. 69 % (n=1339) niskavamman diagnooseista oli kaularangan nyrjähdyksiä tai venähdyksiä (S13.4). Kun lukuun sisällyttää kaikki S13.x-diagnoosit (kaulan alueen nivelten ja siteiden sijoiltaanmeno, nyrjähdys ja/tai venähdys), nousee osuus 72 %:iin (n=1395). Kaularangan murtumadiagnooseja (S12.x) oli aineistosta 27 % (n=521). Kaulan alueen vamman tai kaularangan murtuman jälkitilan diagnooseja (T91.1 ja T91.8) oli 1,6 % (n=31).

Suurin osa vammoista saatiin liikenneonnettomuuksissa (56 %, n=1096) ja koko aineistosta auto-onnettomuus oli vammamekanismina 50 %:lla potilaista (n= 976) (kuvaaja 1). Seuraavaksi yleisimmät mekanismit olivat kaatuminen tasamaalla (22 %, n=421) ja putoaminen (7,4 %, n=145). Kaatumisten osuus yhteensä oli 25 % (n=492). Niskakipua esiintyi 83 %:lla (n=1607), niskan jäykkyyttä 14 %:lla (n= 262) ja liikerajoitus 11 %:lla potilaista (n= 213).



Kuvaaja 1: Eri vammamekanismien osuudet koko aineistossa.

Niskan kuvantamisessa oli lähes puolella potilaista käytetty ainoastaan tietokonetomografiaa (47 %, n= 914) ja 31 %:lla potilaista niskaa ei ollut kuvannettu lainkaan (n=594). Eri murtumien osuudet kuvantamislöydöksistä taulukossa 1. Yleisin murtumalöydös oli subaksiaalinen kompressiomurtuma (11 %, n=219) ja yleisin murtunut nikama oli aksis (13 %, n=246). Kaularangan vamma hoidettiin kirurgisesti 6,8 %:lla potilaista (n=133) ja vastaavasti 93 % hoidettiin konservatiivisesti (n=1814).

Taulukko 1. Eri löydösten osuudet kaularangan kuvantamislöydöksistä koko aineistossa ja kuvannetuista.

Löydös	Osuus kaikista potilaista, %	
	(n)	Osuus kuvannetuista, %
Atlanto-okkipitaalinen dislokaatio	0,41 (8)	0,59
Okkipitaalikondyylin murtuma	0,82 (16)	1,2
Atlantoaksiaalinen subluksaatio/dislokaatio	3,0 (58)	4,3
Atlaksen murtuma	3,8 (74)	5,5
Aksiksen densin murtuma	7,9 (154)	11
Aksiksen muu murtuma	4,7 (92)	6,8
C3-7-kompressiomurtuma	11 (219)	16
C3-7-ligamenttivamma	6,2 (120)	8,9
C3-7-murtumaluksaatio	1,5 (30)	2,2
Fasettinielivamma	7,4 /144)	11
Spinosusmurtuma	3,6 (71)	5,2
Pehmytkudosturvotus	7,7 (149)	11

45 %:lta (n=876) potilaista oli tutkittu kuvantamalla pää joko ainoastaan tietokonetomografialla (35 %, n=672), ainoastaan magneetilla (2,9 %, n=57) tai molemmilla (7,6 %, n=147). Niskavamman kanssa samanaikaisesti saatu aivovamma oli diagnosoitu 13 %:lla potilaista (n=257) ja ilman diagnoosia olevilla potilailla mainittu teksteissä tai kuvalöydöksistä tulkittavissa 2,6 %:lla (n=50). Aivovamman saaneita oli siten yhteensä noin 16 % aineistosta (n= 307). Aivovammaan viittaavia oireita ilman asetettua aivovammadiagnoosia oli 7,8 %:lla potilaista (n=152). Neuropsykologinen tutkimus oli tehty 5,3 %:lle potilaista (n=103).

3.2 Ainoastaan niskan vamman saaneet potilaat

84 % potilaista sai ainoastaan niskan vamman ilman samanaikaista aivovammaa (n=1640). Tähän ryhmään sisältyivät myös potilaat, joilla oli aivovamman merkkejä, mutta vammaa ei ollut todettu eikä vammaan liitettyjä aivojen kuvantamislöydöksiä ollut. Näitä potilaita oli ryhmästä 7,4 % (n=121). Potilaiden iän keskiarvo oli 45, mediaani 40 ja keskihajonta 22 vuotta. Naisia oli 54 % (n=891) ja miehiä 46 % (n=749). Tässä ryhmässä yli puolella (54 %, n=886) vammamekanismi oli auto-onnettomuus. Toiseksi yleisin mekanismi oli kaatuminen tasamaalla (21 %, n=347) ja kolmanneksi yleisin putoaminen (6,3 %, n=104). Kaatumisten osuus yhteensä oli 24 % (n= 396). 71 % (n=1164) niskan vamman diagnooseista oli kaularangan nyrjähdyksiä tai venähdyksiä (S13.4). Kaularangan murtumadiagnoosi (S12.x) oli 26 %:lla (n=420).

Niskakivun esiintyvyys oli 86 % (n=1409), niskajäykkyyden 14 % (n=233) ja niskan liikerajoituksen 12 % (n=190). 34 %:lta (n=564) potilaista ei niskaa kuvannettu lainkaan. Lähes puolelta (48 %, n=779) otettiin kaularangasta ainoastaan TT-kuva ja 10 %:lta (n=171) sekä TT-että magneettikuva (taulukko 2).

Taulukko 2: Niskan kuvantamistutkimusten osuudet potilailla, jotka eivät saaneet aivovammaa ja potilailla, joilla todettiin aivovamma.

	Ei aivovammaa		Aivovamma todettu	
	n	%	n	%
Ei kuvantamista	564	34	30	10
Röntgen	14	0,9	0	0
TT	779	48	135	44
MK	49	3	48	16
Röntgen, TT ja MK	19	1,2	4	1,3
Röntgen ja TT	37	2,3	3	1
TT ja MK	171	10	87	28
Röntgen ja MK	7	0,4	0	0

Tässä ryhmässä aivoja ei kuvannettu lainkaan 64 %:lta (n=1048). Pään TT-kuva ilman magneettikuvaa oli otettu 33 %:lta potilaista (n=535). Ainoastaan magneettikuva oli otettu 1,3 %:lta (n=21) ja sekä TT- että magneettikuva 2,2 %:lta (n=36).

3.3 Samanaikaisen aivovamman saaneet potilaat

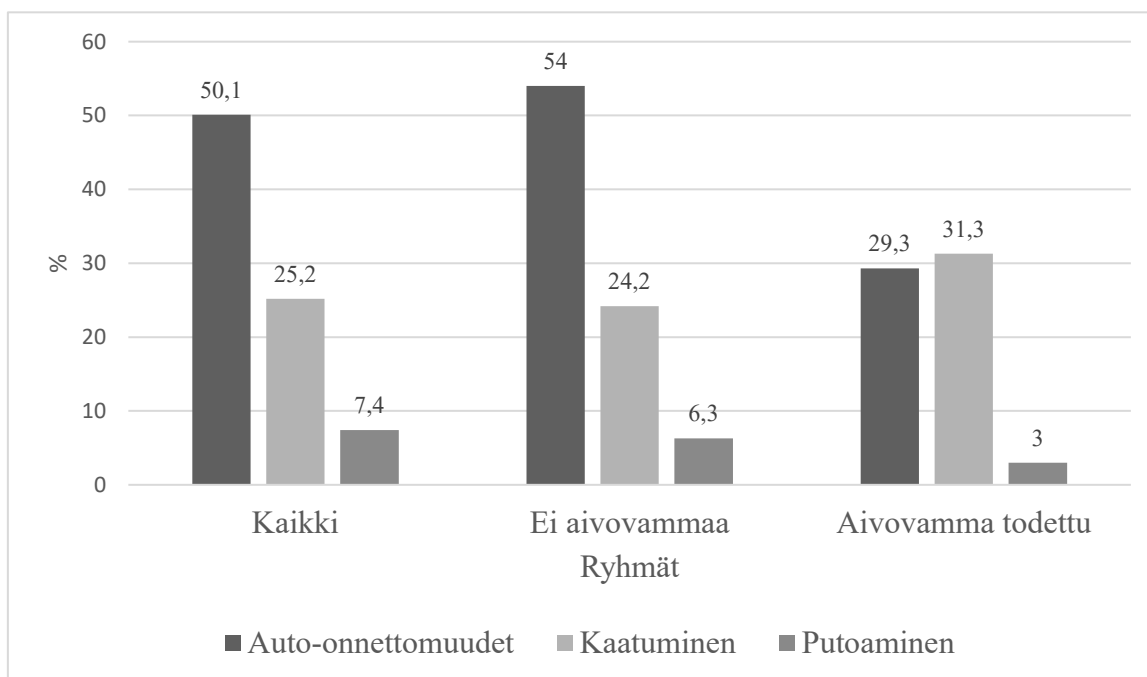
Niskan vamman yhteydessä aivovamman saaneita oli yhteensä 16 % aineistosta (n=307). Näistä potilaista 58 % oli naisia (n=177) ja 42 % miehiä (n=130). Potilaiden iän keskiarvo oli 45 vuotta, mediaani 42 vuotta ja keskihajonta 22. Yleisimmät vammamekanismit olivat tässäkin ryhmässä auto-onnettomuus (29 %, n= 90), kaatuminen tasamaalla (24 %, n= 74) ja putoaminen (13 %, n=41). Liikenteessä tapahtuneet onnettomuudet yhteensä olivat taustalla 43 %:lla potilaista (n=132). Kaikki kaatumiset kattoivat 31 % tapauksista (n=96). Yleisin niskavamman diagnoosi oli kaularangan nyrjähdys tai venähdys (S13.4) (57 %, n=175) ja kaularangan murtumadiagnoosi (S12.x) oli asetettu 33 %:lle potilaista (n=101).

Niskan oireista kipua esiintyi 65 %:lla (n=198), niskan jäykkyyttä 9,4 %:lla (n=29) ja liikerajoitus 7,5 %:lla (n=23) potilaista. 90 %:lla (n=277) potilaista oli kuvannettu niskaa ja näillä potilailla niskasta oli otettu vähintään TT- tai magneettikuva. Tarkemmat osuudet niskan kuvantamisesta Taulukossa 2. 16 % (n=50) oli saanut aivovamman tekstien mainintojen tai pään kuvantamislöydösten perusteella, mutta aivovammadiagnoosia (S06.x) ei ollut asetettu. Aivovammadiagnoseista 63 % (n= 161) oli aivotärähdyksiä (S06.0). Aivovamman saaneista potilaista 31 %:lle oli tehty neuropsykologiset tutkimukset (n=94). Aivoja oli kuvannettu 93 %:lla potilaista (n=284) ja 45 % (n=137) potilaista oli kuvannettu ainoastaan tietokonetomografialla, 12 % (n=36) ainoastaan magneetilla ja 36 % (n=111) molemmilla.

4 Pohdinta

4.1 Tärkeimmät tulokset

Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella eri niskan ja kaularangan vammoja sekä samanaikaisia aivovammoja suhteessa vammamekanismeihin. Niskan vammat ja aivovammat ovat yleisiä ja näiden vammojen yhteyden selvittäminen on tärkeää oikea-aikaisen toteamisen ja siten pitkäaikaisten haittojen ja toimintakyvyn heikkenemisen ehkäisemiseksi. Vammamekanismien tarkempi selvittäminen helpottaa näiden vammojen ehkäisyä. Koko aineistossa yleisin niskan vamman diagnoosi oli kaularangan nyrjähdys tai venähdys (S13.4) ja tämä oli diagnoosina 69 %:lla potilaista. Kaularangan murtumadiagnoosi (s12.x) oli 27 %:lla potilaista ja yleisin murtunut nikama oli aksis (13 %). Alakaularangan vammalöydöksiä oli yhteensä enemmän kuin yläkaularangan löydöksiä (513 vs. 402). 56 % potilaista oli saanut vammansa liikenneonnettomuudessa, ja pelkästään auto-onnettomuudet aiheuttivat 50 % vammoista. 25 % vammoista tapahtui kaatumisen myötä. 16 % sai niskan vamman yhteydessä myös aivovamman. Aivovamman saaneilla liikenneonnettomuudet olivat muuta aineistoa vastaten yleisin vammamekanismi (43 %), mutta kaatuminen oli tässä ryhmässä yleisempi kuin auto-onnettomuus (31 % vs. 29 %). Kolme yleisintä vammamekanismia ryhmittäin esitetty kuvaajassa 2. Naisten osuus oli miehiä suurempi kaikissa ryhmissä (koko aineistossa 55 %).



Kuvaaja 2: Kolmen yleisimmän vammamekanismin osuudet prosenttiyksikköinä ryhmittäin.

4.2 Vertailua aiempaan tutkimustietoon

Aiemmasta tutkimustiedosta poiketen yleisin vammamekanismi aineistossa oli liikenneonnettomuudet ja näistä erityisesti auto-onnettomuudet eikä kaatumiset. Vammamekanismien hieman poikkeavien osuuksien taustalla voi olla esimerkiksi S13.4-diagnoosien suuri osuus. Näihin sisältyvät myös niskan retkahdusvammat.

Retkahdusvammojen ajatellaan syntyvän tyypillisesti auto-onnettomuuksissa, eikä vamman toteamiseen vaadita nykyisellään erityisiä kliinisiä löydöksiä, jolloin diagnoosi saatetaan asettaa ainoastaan vammamekanismin perusteella vastaten käytännössä WAD-luokkaa 0. Kolmasosalta aineistosta ei kaularankaa kuvattu lainkaan, mikä viittaa myös siihen, että suuri osa vammoista oli lieviä, eikä vakavan kaularangan vammaa epäilty.

Niskan vammojen ja aivovammojen yhtäaikaista ilmaantumista on tutkittu jonkin verran, ja aiemmissa tutkimuksissa vaihteluväli on ollut suuri, jopa 16–74 % (Ghobrial ym. 2014). Tämän tutkimuksen aineisto osuu vaihteluvälin alaosaan, minkä taustalla voi olla edellä mainittu todennäköisesti lievien kaularankavammojen suuri osuus.

Aivovammoista suurin osa oli diagnosoitu aivotärähdyksiksi, jotka yleisesti luokitellaan lieviksi aivovammoiksi (Gil ja Decq 2021). Tarkempia tietoja aivovammojen vakavuudesta ei kerätty aineistosta. Aivotärähdyksen suuri osuus kuitenkin vastaa aiempia aivovammatilastoja, joissa suurin osa vammoista on lieviä (Peeters ym. 2015). Aivovamman saaneiden ryhmässä auto-onnettomuuksien osuus suhteessa kaatumisiin oli selvästi muita ryhmiä pienempi ja kaatuminen oli yleisempi vammamekanismi kuin auto-onnettomuus. Kaatumisen tiedetään nykyisin olevan yleisin aivovamman syy (Peeters ym. 2015, Isokuortti ym. 2016), ja tämä voi selittää osuuksien eron tässä ryhmässä.

Kaularangan murtumalöydökset vastaavat aiempaa tutkimustietoa, jossa suurin osa vammoista kohdistuu alakaularankaan (Okereke ym. 2021), mutta yleisin murtuva nikama on aksis (Pryputniewicz ja Hadley, 2010). Kaularangan murtumadiagnoosi oli hieman yleisempi aivovamman saaneiden ryhmässä verrattuna ainoastaan niskan vamman saaneisiin (33 % vs. 26 %). Tämä saattaa viitata suurempaan vammaenergiaan, jolloin kaularangan murtumien yhteydessä saadaan myös kallonsisäisiä vammoja enemmän verrattuna lievempiin kaularangan vammoihin. Kaatumisen tiedetään jo aiemmasta olevan varsinkin iäkkäillä yleisin aivovamman syy ja yleistyvä kaularankavamman syy (Koivikko 2015, Isokuortti ym. 2016, Posti ym. 2020). Suurempi kaularankamurtumien osuus aivovammoja saaneiden ryhmässä ottaen huomioon kaatumisten selvästi suurempi osuus saattaisi viitata kaatumisen olevan yhteydessä samanaikaisten kaularangan murtumien ja aivovammojen syntymiseen. Ryhmien potilaiden ikien keskiarvojen välillä ei kuitenkaan ollut juuri eroa. Tarkempaa vertailua ikäryhmien välillä ei tehty. Aivovammaryhmässä kaularanka kuvattiin vähintään TT:lla yli 90 %:lta, kun muussa aineistossa kaularankaa kuvattiin jollain menetelmällä ainoastaan 66 %:lta. On mahdollista, että kaularangan murtumaa epäiltäessä tutkitaan herkemmin myös muita vammoja, jolloin aivovammatkin todetaan herkemmin ja päinvastoin. Eri löydösten korrelaation toteaminen vaatii vielä tarkempaa tilastollista analyysia.

4.3 Tutkimukset vahvuudet ja heikkoudet

Tutkimuksen vahvuutena voidaan pitää aineiston laajuutta. Tutkimukseen sisällytettiin viiden vuoden ajalta kaikki tuoreen niskan vamman saaneet aikuispotilaat. Erityisesti lievien vammojen osalta rajoituksena on kuitenkin, että näitä vammoja hoidetaan usein perusterveydenhuollossa, jolloin potilas ei ole tarvinnut lainkaan hoitoa Tyksin yksiköissä eikä siten päädy yliopistosairaalan potilaita tutkivaan aineistoon. Potilastekstien perusteella aineiston kerääminen voi tuottaa myös virheitä tulkintaerojen vuoksi. Erityisesti kaularangan radiologisiin löydöksiin on olemassa useampia luokituksia (Pryputniewicz ja Hadley 2010, Vaccaro ym. 2016), jotka eivät kuitenkaan ole vakiintuneita kuvantamislöydösten lausuntoja silmällä pitäen. Löydösten yhtenäinen merkintä on tällöin vaikeaa, ja löydösten vertailu saattaa olla epäluotettavaa. Sen sijaan tarkat tiedot tehdyistä kuvantamistutkimuksista ja diagnooseista

ovat erikseen merkittyjä potilasasiakirjoihin. Nämä ovat siis pääosin yksiselitteisiä, eikä tulkintavirheitä tule kovinkaan paljoa.

4.4 Johtopäätökset

Tulosten perusteella voidaan sanoa aivovammojen olevan melko yleisiä liitännäisvammoja niskan ja kaularangan vammojen yhteydessä. Liikenneonnettomuudet ovat merkittävä taustatekijä niskan vammojen synnyssä. Tulosten perusteella kaatumiset vaikuttavat tuottavan enemmän samanaikaisia aivovammoja niskan vammojen yhteydessä verrattuna liikenneonnettomuuksiin. Kaularangan murtuman saaneet vaikuttavat saavan useammin samanaikaisen aivovamman verrattuna lievempiin niskan retkahduksiin. Tulosten perusteella ei kuitenkaan voida arvioida tarkemmin eri tekijöiden yhteyttä tietyn tyyppisiin vammoihin tai liitännäisvammoihin. Tutkimuksen aineistoa tullaan myöhemmin käyttämään tarkempaan analyysiin edellä mainittujen vammojen ja vammamekanismien yhteydestä.

LIITTEET

LIITE 1

Muuttujalistaus

Muuttuja	Selite	Merkintätapa
Vuosi	Vamman tapahtumavuosi	vuosiluku 2015–2019
Diagnoosi	Niskavamman diagnoosikoodi	S13.x/S12.x/T91.1/T98.1
Ikä	ikä vammahetkellä	ikä vuosina
Sukupuoli	nainen/mies	1/2
Mekanismi	Auto-onnettomuus	1
	mopo- tai moottoripyöräonnettomuus	2
	polkupyöräonnettomuus	3
	jalankulkijan liikenneonnettomuus	4
	Kaatuminen tasamaalla	5
	Kaatuminen portaissa	6
	Putoaminen	7
	Pahoinpitely	8
	Ihmisiin/esineisiin törmääminen	9
	Muu	10
Hoitopaikka	Ei päivystyskäyntiä	0
	Päivystys	1
	Sairaalan osasto	2
	Teho-osasto	3
Niskaoireet	Niskakipu kyllä/ei	1/0
	Niskajäykkyys kyllä/ei	1/0
	Liikerajoitus kyllä/ei	1/0
Niskan kuvantaminen	Ei kuvantamista	0
	Röntgen	1
	TT	2
	MK	3
	Röntgen, TT ja MK	4
	Röntgen ja TT	5
	TT ja MK	6
	Röntgen ja MK	7
Niskan kuvantamislöydökset	Atlanto-okkipitaalinen dislokaatio kyllä/ei	1/0
	Okkipitaalikondyylimurtuma kyllä/ei	1/0
	Atlantoakiaalinen dislokaatio kyllä/ei	1/0
	C1-murtuma kyllä/ei	1/0
	C2 dens-murtuma kyllä/ei	1/0
	C2 muu murtuma kyllä/ei	1/0
	Kompressiomurtuma C3-C7 kyllä/ei	1/0
	Ligamenttivamma C3-C7 kyllä/ei	1/0
	Murtumaluxsaatio C3-C7 kyllä/ei	1/0

	Fasettinivelvamma kyllä/ei	1/0
	Spinosusmurtuma kyllä/ei	1/0
	Muu	sanallisesti
	Pehmytkudosturvotus kyllä/ei	1/0
Kaularankavamman hoito	Hoito kirurgisesti kyllä/ei	1/0
Neuropsykologiset tutkimukset	Tutkimukset tehty vamman jälkeen kyllä/ei	1/0
Aivovamman merkit, ei diagnoosia	Muistikatko/tajunnantason alenema/sekavuus kyllä/ei	1/0
Aivovamma, ei diagnoosia	Aivovamma mainittu teksteissä tai kuvantamislöydökset viittaavat aivovammaan kyllä/ei	1/0
Aivovamma todettu	Aivovammadiagnoosi S06.x tehty kyllä/ei	1/0
Aivovammadiagnoosi	Todetun vamman diagnoosikoodi	S06.x
Viive aivovammadiagnoosi	Viive vammasta aivovammadiagnoosiin	viikkoina
Aivovammadiagnoosi 2	Mahd. täsmennys diagnoosiin	S06.x
Viive aivovammadiagnoosi 2	Täsmennetyt diagnoosin viive	viikkoina
Pään kuvantaminen	Ei kuvantamista	0
	TT	1
	MK	2
	TT ja MK	3
Pään kuvantamislöydökset	Mikrohemorragia kyllä/ei	1/0
	Kontuusioita kyllä/ei	1/0
	Traumaattinen ICH kyllä/ei	1/0
	Akuutti SDH kyllä/ei	1/0
	Krooninen SDH kyllä/ei	1/0
	EDH kyllä/ei	1/0
	Kammionsisäinen vuoto kyllä/ei	1/0
	Traumaattinen SAV kyllä/ei	1/0
Aivovamman hoito	Kirurginen hoito kyllä/ei	1/0

Lähteet

- Aivovammat. Käypä hoito -suositus. (2020) Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Neurologisen yhdistys ry:n, Societas Medicinae Physicalis et Rehabilitationis Fenniae ry:n, Suomen Neurokirurgisen yhdistyksen, Suomen Neuropsykologisen yhdistyksen ja Suomen Vakuutuslääkärien yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim (viitattu 20.02.2022). Saatavilla internetissä: www.kaypahoito.fi
- Bransford, R.J. ym. (2014) "Upper cervical spine trauma," *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 22(11). doi:10.5435/JAAOS-22-11-718.
- Bunketorp, L., Nordholm, L. ja Carlsson, J. (2002) "A descriptive analysis of disorders in patients 17 years following motor vehicle accidents," *European spine journal*, 11(3), s. 227–234. doi:10.1007/s00586-002-0393-y.
- Demetriades, D. ym. (2001) "Nonskeletal cervical spine injuries; epidemiology and diagnostic pitfalls: Demetriades D, Charalambides K, Chahwan S, et al. *J Trauma* 2000;48:724–727," *The American journal of emergency medicine*, 19(5), s. 449–449. doi:10.1016/S0735-6757(01)80155-8.
- Dixon, K.J. (2017) "Pathophysiology of Traumatic Brain Injury," *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 28(2), s. 215–225. doi: 10.1016/j.pmr.2016.12.001.
- Dowdell, J. ym. (2018) "Biomechanics and common mechanisms of injury of the cervical spine," in *Handbook of Clinical Neurology*. doi:10.1016/B978-0-444-63954-7.00031-8.
- Fiedler, N. ym. (2020) "Epidemiology and management of atlas fractures," *European spine journal*, 29(10), s. 2477–2483. doi:10.1007/s00586-020-06317-7.
- Ghobrial, G.M. ym. (2014) "Longitudinal incidence and concurrence rates for traumatic brain injury and spine injury – A twenty year analysis," *Clinical neurology and neurosurgery*, 123, s. 174–180. doi: 10.1016/j.clineuro.2014.05.013.
- Gil, C. ja Decq, P. (2021) "How similar are whiplash and mild traumatic brain injury? A systematic review," *Neuro-chirurgie*, 67(3), s. 238–243. doi: 10.1016/j.neuchi.2021.01.016.
- Hasler, R.M. ym. (2011) "Epidemiology and predictors of spinal injury in adult major trauma patients: European cohort study," *European spine journal*, 20(12), s. 2174–2180. doi:10.1007/s00586-011-1866-7.
- Hu, R., Mustard, C.A. ja Burns, C. (1996) "Epidemiology of incident spinal fracture in a complete population," *Spine*, 21(4). doi:10.1097/00007632-199602150-00016.
- Huittinen, V.M. (1995) "Whiplash injuries." *Duodecim* (Helsinki: 1961), 111(17), s. 1700–1703.
- Iida, H. ym. (1999) "Association of head trauma with cervical spine injury, spinal cord injury, or both," *Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care*, 46(3). doi:10.1097/00005373-199903000-00018.
- Isokuorti, H. ym. (2016) "Who gets head trauma or recruited in mild traumatic brain injury research?" *Journal of Neurotrauma*, 33(2). doi:10.1089/neu.2015.3888.
- Joaquim, A.F. ym. (2014) "Upper cervical injuries - A rational approach to guide surgical management," *Journal of Spinal Cord Medicine*. doi:10.1179/2045772313Y.0000000158.
- Johansson, E. ym. (2020) "Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Finland," *Spinal cord*, 59(7), s. 761–768. doi:10.1038/s41393-020-00575-4.
- Koivikko, M. (2015) "Diagnosis of cervical spine injuries," *Duodecim* (Helsinki, Suomi 1961), 131(12), s. 1170–1175.

- Li, Q., Shen, H. ja Li, M. (2012) "Magnetic resonance imaging signal changes of alar and transverse ligaments not correlated with whiplash-associated disorders," *European spine journal*, 22(1), s. 14–20. doi:10.1007/s00586-012-2490-x.
- Menon, D.K. ym. (2010) "Position statement: Definition of traumatic brain injury," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. doi: 10.1016/j.apmr.2010.05.017.
- Meyer, C., Eysel, P. ja Stein, G. (2019) "Traumatic Atlantoaxial and Fracture-Related Dislocation," *BioMed research international*, 2019, s. 5297950–9. doi:10.1155/2019/5297950.
- Okereke I. ym. (2021) "The Management of Cervical Spine Injuries - A Literature Review." *Orthop Res Rev*, 13, s. 151–162. doi:10.2147/ORR.S324622
- Peeters, W. ym. (2015) "Epidemiology of traumatic brain injury in Europe," *Acta neurochirurgica*, 157(10), s. 1683–1696. doi:10.1007/s00701-015-2512-7.
- Posti, J.P. ym. (2020) "A decade of geriatric traumatic brain injuries in Finland: population-based trends," *Age and ageing*, 49(5), s. 779–785. doi:10.1093/ageing/afaa037.
- Pryputniewicz, D.M. ja Hadley, M.N. (2010) "Axis Fractures," *Neurosurgery*, 66(suppl_3), s. A68–A82. doi: 10.1227/01.NEU.0000366118.21964.A8.
- Sarrami, P. ym. (2016) "Factors predicting outcome in whiplash injury: a systematic meta-review of prognostic factors," *Journal of orthopaedics and traumatology*, 18(1), s. 9–16. doi:10.1007/s10195-016-0431-x.
- Schleicher, P. ym. (2015) "Traumatic Spondylolisthesis of the Axis Vertebra in Adults," *Global Spine Journal*, 5(4), s. 346–357. doi:10.1055/s-0035-1550343.
- Tenenbaum, A. ym. (2002) "The Quebec classification and a new Swedish classification for whiplash-associated disorders in relation to life satisfaction in patients at high risk of chronic functional impairment and disability," *Journal of rehabilitation medicine*, 34(3), s. 114–118. doi:10.1080/165019702753714138.
- Vaccaro, A.R. ym. (2016) "AOSpine subaxial cervical spine injury classification system," *European Spine Journal*, 25(7). doi:10.1007/s00586-015-3831-3.