

Fausto Tomas

KAULARANKAVAMMOJEN DIAGNOSTISET VIIVEET JA VIRHEET TAYSISSA

TIIVISTELMÄ

Fausto Tomas: Kaularankavammojen diagnostiset viiveet ja virheet TAYSissa
Syventävien opintojen kirjallinen työ
Tampereen yliopisto
Lääketieteen lisensiaatin tutkinto-ohjelma
3/2021

Kaularankavammojen diagnostiikka voi olla haastavaa ja virheet kaularankavamman diagnostiikassa voi pahimmillaan johtaa nelirajahalvaukseen tai kuolemaan. Tämän retrospektiivisen tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kaularankavammadiagnostiikassa tapahtuvien virheiden määrää Tampereen yliopistollisessa sairaalassa (Tays), sekä määrittää tekijöitä, jotka altistavat näille tapahtumille. Lisäksi tarkoitus oli selvittää mahdollisten diagnostiikkavirheiden aiheuttamien haittatapahtumien määrää ja laatua.

Tutkimusaineisto koostui Taysissa kahden vuoden aikana (9/2015–8/2017) hoidetuista kaularankavammapotilaista. Diagnoosiperusteisella tietohauulla löytyi potilaskertomusjärjestelmästä yhteensä 532 potilasta, joista kävimme lävitse 350:n potilaan sairauskertomukset. Lopulliseen tutkimusaineistoon valikoitui 191 potilasta.

Diagnostinen virhe todettiin 8,4 %:lla (16/191) kaularankavammapotilaista. Virheistä 68,8 % (11/16) johtui kuvantamatta jättämisestä tai kuvantamisen viiveestä, 18,7 % (3/16) virheestä kuvan tulkinnessa ja 12,5 % (2/16) puutteellisesta kuvantamisesta. Niistä potilaista, jotka altistuivat diagnostisille virheille, puolelle (n = 8) aiheutui merkittävä haitta. Pitkäaikaissairauksien määrä (p = 0,09) tai alkoholi (p = 0,95) eivät altistaneet diagnostisille virheille. Suurin osa kaularankavammoista (73 %, n = 140) diagnosoitiin tapaturmapäivänä.

Diagnostiikkavirhe-ryhmän potilailla oli merkitsevästi useammin (93,7 % vs 45,1 %, p < 0,0001) isoiloitu kaularankavamma verrattuna niihin potilaisiin, jotka eivät altistuneet diagnostisille virheille. Vammamekanismi oli myös useammin matalaenerginen (81,3 % vs 57,1 %, p = 0,05). Matalaenergisistä vammamekanismeista yleisin oli kaatuminen samalla tasolla (n = 75, 39,1 %).

Potilaiden kaularankamurtumista 42,9 % (n = 82) syntyi kaulanikamien C3-C7 alueelle ja 38,2 % (n = 73) tasoille C0-C2. Pienellä osalla potilaista (9,4 %, n = 18) oli joko kombinoitu (C0-C2 + C3-C7) murtuma tai kaularankavamma ilman murtumaa (9,4 %, n = 18). Potilaista 90 (47,1 %) hoidettiin konservatiivisesti, 86 (45 %) operatiivisesti ja 12 (6,3 %) ei tarvinnut hoitoa lainkaan. Leikkausreitti oli 70,9 %:ssa (n = 61) anteriorinen.

Tutkimuksemme valikoituneista Tampereen yliopistollisessa sairaalassa kahden vuoden aikana hoidetun 191 kaularankapotilaan joukosta löytyi 16 (8,4 %) potilasta, joiden oikea diagnoosi viivästyi sairaalasta johtuvasta virheestä. Suosituksemme on jatkossa kiinnittää erityistä huomiota kaularankavammapotilaiden kliiniseen tutkimiseen ja kuvantamiseen.

Avainsanat: kaularanka, kaularankavammat, diagnostiikka
Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO:

| | |
|---|----|
| 1. JOHDANTO | 6 |
| 1.1 Kaularangan anatomia | 6 |
| 1.2 Kaularankavammojen epidemiologia ja etiologia | 7 |
| 1.3 Kaularankavammojen diagnostiikka ja hoito | 8 |
| 1.4 Kaularankavamma ja niistä aiheutuvat seuraukset | 9 |
| 1.5 Tutkimuksen tavoite | 9 |
| 2. KÄSITTELY | 10 |
| 2.1 aineisto ja menetelmät | 10 |
| 2.2 tulokset | 12 |
| 3. POHDINTA | 14 |
| 4. JOHTOPÄÄTÖKSET | 17 |
| 5. TAULUKOT | 18 |
| 6. LÄHTEET | 21 |

1. JOHDANTO

1.1 Kaularangan anatomia

Kaularanka koostuu seitsemästä nikamasta (C1-C7), sekä okkipitaalikondyyleistä (C0). Kannattajanikama (C1) ja kiertonikama (C2) yhdessä okkipitaalikondyyliensä kanssa muodostavat ylemmän kaularangan ja nikamat C3-C7 muodostavat subaxiaalisen eli alemman osan kaularangasta. Kannattajanikama kannattelee päätä kahdella ellipsoidin muotoisella fasettinivelellä. Kannattajanikama eroaa muista kaulanikamista siten, että sillä ei ole lainkaan nikamasolmua (corpus vertebrae). Lateraaliset paksuuntumat (massa lateralis) sijaitsevat etu ja takakaarien välissä. Kannattajanikaman poikkihaarakkeet (processus transversus) ovat yleensä pitkät, mikä tekee niistä hyvät vipuvarret pään liikuttajalihaksille.

Kiertonikaman uloke (odontoid process) toimii tappina, jonka ympärillä kiertonikama rotatoiduu. Kiertonikamalla on kaksi fasettiniveltä kannattajanikaman kanssa ja kaksi fasettiniveltä kolmannen kaulanikaman (C3) kanssa. Arviolta 50 % pään kierto- ja kiertoliikkeistä tapahtuu kannattajanikama- kiertonikama tasolla ja arviolta 85 % koko pään ja kaulan liikkeistä tapahtuu kaularangan yläosassa.

Nikamat C3 ja C7 ovat keskenään samankaltaiset ulkonäöltään koostuen nikamasolmuista, pedikkeleistä, lateraalista paksuuntumista, laminoista, poikkihaarakkeista ja okahaarakkeista. Selkänikamia eniten stabiloivat nivelsiteet ovat selkärangan etumainen pitkittäisside, etumainen atlanto-occipitaalinen kalvo, densin kärkeen liittyvä side, parilliset alarisiteet, kannattajanikaman ristiside, selkärangan takimmainen pitkittäisside, niskan katekalvo, takimmainen atlanto-occipitaalinen kalvo, niskaside, okahaarakkaiden välisiteet ja poikkihaarakkeiden välisiteet. ^{1,2}

Selkänikamat toimivat suojaavina rakenteina selkäytimelle, joka kulkee luisien rakenteiden muodostamassa selkäydinkanavassa (canalis vertebralis). Selkäydin alkaa aivorunkoon kuuluvasta ydinjatkeesta (medulla oblongata) jatkuen

yhtenevänä aina nikamien L1-L2 tasolle. Tuolta tasolta selkäydin haarautuu lukuisiksi hermokimpuiksi, jota nimitetään hevosenhännäksi (cauda equina).³ Selkäydintä ympäröi aivoselkäydinnesteen lisäksi kolme aivokalvoa: dura mater, arachnoidea sekä pia mater. Hermojuuria, jotka saavat alkunsa selkäytimestä, on yhteensä 31 paria. Näistä kahdeksan paria ulkonee kaularangan tasolta. Ensimmäinen hermojuuri kulkee nikaman C1 päältä, toinen hermojuuri ulkonee selkäytimestä nikamien C1-C2 välistä. Kahdeksas hermojuuri ulkonee alimman kaularankavamman (C7) ja ylimmän rintavamman (Th1) välistä. Muut hermojuuret poistuvat niitä numeerisesti vastaavan kaularankavamman corpusculuksen alta.⁴ Selkäytimen yläosan verenkierto on peräisin nikamavaltimosta (arteria vertebralis), joka puolestaan saa alkunsa solisvaltimosta (arteria subclavia). Nikamavaltimo nousee päähän kohti kulkien jokaisen kaularankavamman poikkihaarakkaiden muodostamien aukkojen lävitse (foramen transversarium).⁵

1.2 Kaularankavammojen epidemiologia ja etiologia

Vakavien kaularankavammojen määrin on todettu lisääntyneen viimeisten vuosikymmenten aikana. Suomen kaltaisissa maissa (Norja, Ruotsi, Kanada) kaularankavammojen vuosittainen ilmaantuvuus väestössä on 9–17/100 000.⁶

Kaularankavammat syntyvät tyypillisesti kaatumisten, putoamisten ja liikenneonnettomuuksien seurauksena.⁷ Yleisin etiologinen tekijä kaularangan vammoissa on korkeaenerginen kaatuminen (yli 2 metrin korkeus). Toiseksi yleisin syy on liikenneonnettomuudet (26.5 %).⁷ Kaularangan vammoja tapahtuu miehille enemmän kuin naisille.⁸ Ilmaantuvuus on korkea 15-30 vuotiailla sekä yli 65 vuotiailla.⁹ Riskitekijöihin lukeutuvat miessukupuolen ja iän lisäksi valkoihoisuus, alkoholi- tai päihdeintoksikaatio, kasvojen alueen murtumat sekä pään vammat.^{7,8} Kaatumisesta seuranneet murtumat jakautuvat yleensä koko selkärangan alueelle, kun puolestaan liikenneonnettomuuksista aiheutuneet murtumat painottuvat enemmän kaula- ja rintarangan alueelle.¹⁰ Kaularangan osalta yleisimmin

vaurioituneet nikamat ovat C2, C5, C6 ja C7⁹. Kaikista selkäydinvaurioista yli puolet (55 %) syntyy kaularangan alueelle.⁸ Kaularangan vaurio voi olla seurausta myös ei-traumaattisista syistä, kuten osteoporoosimurtumasta, artriittista tai maligniteetista.⁹

1.3 Kaularankavammojen diagnostiikka ja hoito

Kaularankavammojen diagnostiikka perustuu kliiniseen tutkimukseen, tietokonekerros - ja magneettikuvaukseen sekä tietyissä tilanteissa natiiviröntgenkuvaukseen.¹¹ Kaularankavammaa epäiltäessä potilaalta on otettava huolellinen anamneesi ja tarkat esitiedot tapahtumasta, jotta saadaan selville esimerkiksi mahdolliset niskaan suoraan tai välillisesti kohdistuneet vammat. Mikäli potilaan oirekuvassa on takaraivon, niskan, hartioiden ja yläraajojen kipuoireita, viittaavat ne merkittävään vammaan kaularangan alueella. Huolellisen esitietojen keräämisen lisäksi potilaalle tulee tehdä neurologinen status sekä kaularangan alueen palpaatio.¹² Kliinistä tutkimusta täydennetään tarvittaessa tietokonekerroskuvauksella (TT). TT-kuvista haetaan murtumien lisäksi viitteitä ligamenttivammoista. Ligamenttivammaan voi viitata nikamien siirtymät, nikamakorpusten etu- ja takareunojen linjan epätasaisuus, fasettiniveliä aukeaminen, okahaarakkeiden takakärkilinjan epätasainen kaareutuminen, okahaarakkeiden kärkien välisten etäisyyksien epätasaisuus, sekä prevertebraalinen pehmytosaturvotus.¹³ Magneettikuvaus (MRI) näyttää tarkasti muutokset pehmytkudoksissa ja sillä pystytään luotettavasti toteamaan mahdollinen selkäydinvaurio sekä ligamenttivammat. MRI:llä voidaan myös todeta esimerkiksi välilevyjen pullistumat sekä ydinkanavan ja juuriaukkojen ahtautuminen.¹⁴ Diagnostiikassa on tärkeää selvittää, onko kaularankavamma stabiili vai epästabiili, koska se vaikuttaa huomattavasti hoitolinjan valintaan.¹⁵ The National Emergency X-radiography Utilisation Study (NEXUS) sekä Canadian C-spine Rule Criteria (CCR) ovat sairaalan sisälle kehitettyjä tarkistuslistoja, joiden avulla lääkärit voivat

tehdä päätöksiä siitä, ketkä kaularankavammapotilaista tarvitsevat tietokonekerroskuvantamisen. ^{16,17}

Kaularankavamman hoitolinja määräytyy rangan tukirakenteiden ja hermokudoksen vaurioiden laajuuden ja laadun perusteella. Lievät murtumat ilman neurologisia puutosoireita voidaan hoitaa konservatiivisesti kipulääkkeillä, kaulurihoidolla ja seurannalla. ⁹ Mikäli kaularankavamma on epästabili, ja/tai neuraalirakenteet ovat puristuksissa, kirurginen hoito saattaa tulla kyseeseen. Leikkauksessa kaularangan nikamat voidaan jäykistää (fuusioda) erilaisilla metallilevyillä, tangoilla ja ruuveilla. Mikäli hermojuuret tai selkäydin on puristuksissa, joudutaan lisäksi tekemään vapautusleikkaus (dekompressio). Dekompressioleikkauksessa voidaan tehdä laminektomia (laminan ja okahaarakkeen poisto), laminoplastia (laminan sekä okahaarakkeen poisto ja näiden reinsertio), foraminotomia (juuriavarrusleikkaus), diskektomia (nikamavälilevyn poistoleikkaus), korpektomia (selkärangan rungon osan tai tämän kokonaisuudessaan poistaminen) tai edellä kuvattujen leikkausten yhdistelmä. Toimenpiteiden tavoitteena on vapauttaa selkäydin ja vakauttaa kaularanka. ⁹

1.4 Kaularankavamma ja niistä aiheutuvat seuraukset

Kaularankavamma voi olla syntyä monella eri mekanismilla: fleksoitumisen, ekstension, rotaation, lateraalisen venytyksen tai kompression seurauksena. Kaularankavamman syntymiseen vaikuttavat ulkoisen trauman aiheuttavan energian suunta sekä voima. Monissa korkeaenergisissä traumamekanismeissa useampi erisuuntainen voima voi kohdistua kaularankaan samanaikaisesti. ⁹ Aiheutuneen kaularankavamman seuraukset voivat vaihdella. Potilaat voivat olla täysin oireettomia, kivuliaita, kärsiä neurologisista puutos- tai halvausoireista tai vamma voi olla jopa fataali. Seuraukset riippuvat vamman tasosta, vaurioituvista rakenteista sekä vaurion vaikeusasteesta. ¹⁸ Erityisesti selkäytimen vaurioituminen voi tuoda mukanaan vakavia seurauksia. Tapaturmaisessa selkäydinvammassa selkäydinkanavassa kulkeva hermokudos vaurioituu aiheuttaen henkilölle

vammasta riippuen osittaisen tai täydellisen liikuntavamman ja tuntopuutoksen vammatason alapuolisiin kehon osiin. Myös autonomisen hermoston toiminta häiriintyy aiheuttaen muiden elinjärjestelmien, kuten rakon, suolen ja verenkiertoelimistön ongelmia. Yleisesti ottaen, mitä korkeammalla vammataso sijaitsee, sitä laaja-alaisemmin ongelmia syntyy. Kaularangan alueen selkäydinvamma johtaa neliraajahalvaukseen (tetraplegia) ja tätä alempana oleva vamma johtaa alaraajojen halvaukseen (paraplegia).¹⁹

1.5 Tutkimuksen tavoite

Tarkistuslistoista ja huolellisesta kliinisestä tutkimisesta huolimatta kaularankavammapotilaiden kohdalla tapahtuu puutteellista diagnosointia 4–30 %:ssa tapauksista. Yleisin syy puutteelliseen diagnoosiin on riittämätön kuvantaminen.⁸ Potilaalle viivästyneestä diagnostiikasta on vaarana aiheutua eteneviä neurologisia oireita tai pahimmillaan jopa kuolema.⁸ Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kaularankavammojen diagnostiikassa syntyvien virheiden määrää ja mahdollisia virheistä aiheutuneita haittatapahtumia.

2. KÄSITTELY

2.1 Aineisto ja menetelmät

Tämän retrospektiivisen potilaskertomusmerkintöihin perustuvan tutkimuksen aineisto koostuu Tampereen yliopistollisessa sairaalassa (TAYS) hoidetuista kaularankavammapotilaista. Tutkimuksen luonteen vuoksi eettisen toimikunnan lausuntoa ei tarvittu. Potilashaku tehtiin Taysin Uranus-potilastietojärjestelmästä kaularangan alueen vammoja saaneista potilaista kahden vuoden ajalta (01.09.2015-31.08.2017). Haulla löytyi yhteensä 532 potilasta, joilla oli vähintään yksi seuraavista ICD-10 diagnoosikoodeista: S12.0 (Kannattajanikaman murtuma), S12.1 (Kiertonikaman murtuma), S12.2 (Muun kaulanikaman murtuma), S12.7 (Useat kaulanikamamurtumat), S12.8 (Kaulan muun osan murtuma), S12.9 (Määrittämätön kaulan alueen murtuma), S13.0 (Traumaattinen kaularangan nikamavälilevyn repeämä), S13.1 (Kaulanikaman sijoiltaanmeno), S13.2 (Muun tai määrittämättömän kaulan osan sijoiltaanmeno), S13.3 (Useat kaulan alueen sijoiltaanmenot) ja S14.0 (Selkäytimen kaulaosan vamma ja turpoaminen). Tätä tutkimusta

varten kävimme läpi tiedot 350 potilaan potilaskertomuksesta. Lopulliseen analyysiin otettiin mukaan 191 potilasta, jolla oli hoidettu kaularankavamma Taysissa. Potilaat (n=159), joilla ei joko ollut kaularankavammaa tai joiden hoito oli tapahtunut kokonaisuudessaan muualla kuin Taysissa ei otettu mukaan tutkimukseen. Kaikki potilaat tulivat Taysiin joko ensiapu Acutan päivystävän lääkärin vastaanottamana tai potilassiirtona toisesta hoitopaikasta Taysissa työskentelevän neurokirurgin konsultaation perusteella. Potilaiden kaularankavammojen definitiivinen toteaminen tapahtui kuvantamalla. Kuvat on systemaattisesti tulkinut ja lausunnon antanut joko radiologian erikoistuva lääkäri tai radiologian erikoislääkäri. Tutkimusta varten kerätty materiaali on otettu päivystysajan lausunnoista sekä sen jälkeen mahdollisista annetuista lisälaunnoista.

Demografisten tietojen lisäksi potilaskertomuksista selvitettiin kaularankavammaan ja sen hoitoon liittyvät tiedot. Tapaturmaan johtaneet syyt jaettiin muuttujiksi eri energialuokkien mukaan. Tiedot kerättiin Uranus-potilastietojärjestelmän radiologian välilehdeltä niistä kuvantamismenetelmistä (röntgen, tietokonekerroskuvaus ja magneettikuvaus sekä edellä mainituiden yhdistelmistä), joilla lopulliseen diagnoosiin päädyttiin. Potilaskertomuksista selvitettiin, aiheutuiko tapaturman yhteydessä potilaalle nikamavaltimon dissekaatiota, selkäydinvammaa tai hermojuurioireita. Potilaiden päihtymystila kirjattiin ylös, mikäli potilaan tutkinut lääkäri oli tehnyt asiasta kirjauksen potilaskertomukseen joko anamneesin tai tarkemman selvityksen, kuten alkometripuhallituksen tai potilaan plasman etanolimäärän mittauksen perusteella. Lisäksi selvitettiin potilaiden pitkäaikaissairaudet, joilla uskottiin olevan edesauttava vaikutus kaularankavamman syntymisessä. Pitkäaikaissairaudet summattiin potilaskohtaisesti kokonaismääräksi mielekkäämpää analysointia varten. Sairaalahoidon pituus selvitettiin ja luokiteltiin seuraavasti: 0 päivää, 1–2 päivää, 3–7 päivää, 8–30 päivää ja yli 30 päivää. Lisäksi selvitettiin kaularankavamman diagnostiikassa tapahtunut viive. Viive diagnostiikassa jaoteltiin seuraavasti: diagnoosi saman vuorokauden aikana, diagnoosi 1 vuorokauden kuluttua, diagnoosi 2–7 vuorokauden kuluttua, tai diagnoosi yli 7 vuorokauden kuluttua vammasta. Viiveen katsottiin tapahtuneen, kun aikaa tapaturmasta oikeaan diagnoosiin oli kulunut yli 12 tuntia. Lisäksi selvitimme, oliko diagnostiikassa tapahtunut virhettä. Selvitimme myös virheisiin johtaneita syitä sekä virheistä mahdollisesti aiheutuneita haittoja potilaille.

Diagnoosivirheestä aiheutuneiksi haitoiksi katsottiin pidentynyt sairaalahoito, potilaan vammautuminen ja menehtyminen.

Aineisto analysoitiin JMP-ohjelmalla v 15.1.0 (SAS Institute Inc., 100 SAS Campus Drive Cary, NC 27513, USA). Aineiston muuttujien kuvailut tehtiin ristiintaulukointina ohjelman "analyze" ja "distribution" toiminnoilla. Luokiteltuja muuttujia esitetään prosenttiosuudella ja verrattiin Chi-square testillä. Jatkuvat muuttujat kuvataan keskiarvolla (\pm SD) ja vertailuun ryhmien välillä käytettiin Student's t-testiä. Tilastollisesti merkitseväksi tulokseksi katsottiin p-arvo < 0,05.

2.2 Tulokset

Tutkimukseen valikoituneista 191 potilaasta 148 oli miehiä (77 %) ja 43 naisia (23 %). Vamman saaneiden naisten keski-ikä oli korkeampi kuin miesten (68,1 vs. 61,7, t-test p-arvo = 0,053), mutta ero ei ollut merkitsevä. Potilaiden demografiset tiedot esitetään tarkemmin Taulukossa 1. Tapaturmasta aiheutuneiden kaularankavammojen tasot sekä näiden lukumäärät esitetään Taulukossa 2. Suurin osa vammoista (42.9 %) todettiin tasolla C3-7. Taulukossa 3 verrataan keskenään potilaita, joiden diagnostiikassa ei tapahtunut viivettä (n = 175) niihin potilaisiin, joiden diagnoosi virheen vuoksi viivästyi (n = 16).

Suurin osa kaularankavammoista diagnosoitiin (n = 140, 73 %) samana vuorokauden aikana kuin vammautuminen oli tapahtunut. Yhdeksäntoista (10 %) potilasta sai diagnoosin vammautumista seuraavan vuorokauden aikana, 25 (13 %) 2–7 vuorokauden kuluttua vammautumisesta ja 4 % potilaista kaularankavamma diagnosoitiin vasta yli seitsemän päivän jälkeen.

Kuvantamismenetelminä käytettiin tietokonetomografiaa 189:ssä (99 %), magneettikuvausta 46:ssä (24 %) ja röntgenkuvantamista 46:ssä (24 %) tapauksista. Röntgenkuvaus ja magneettikuvaus tehtiin kahdelle (1,1 %), röntgenkuvaus ja tietokonekerroskuvaus 39:lle (20,4 %), tietokonekerroskuvaus ja

magneettikuvaus 39:lle (20,4 %) ja kaikkien kolmen yhdistelmä viidelle (2,6 %). Tietokonekerroskuvaus ainoana tutkimuksena tehtiin 106:lle (55,5 %) potilaalle. Röntgen- ja magneettitutkimusta ei itsenäisenä tutkimuksena tehty yhdellekään potilaasta.

Tutkimukseen valikoituneista potilaista 16 tapauksessa todettiin tapahtuneen sairaalan toiminnasta aiheutunut virhe diagnostiikassa (8,4 %), joka johti oikean diagnoosin astettamisen viiveeseen. Lopuissa tapauksista mahdollinen viive diagnostiikassa oli aiheutunut sairaalan ulkopuolisista syistä, kuten potilaasta itsestään tai muun hoitopaikan kuin Taysin viiveestä. Sairaalajohteisista virheistä 11 (68,8 %) johtui kuvantamatta jättämisestä tai kuvantamisen viiveestä, kolme (18,7 %) virheestä kuvan tulkinnassa ja kaksi (12,5 %) puutteellisesta kuvantamisesta.

Diagnoosivirheitä tapahtui suhteessa kokonaislukumäärään yhtä paljon sekä miesten (n = 13, 8,8 %), että naisten (n = 3, 7 %) kohdalla. Diagnostiikkavirhe-ryhmän potilaista 94 % (n = 15) oli isoitu kaularankavamma verrattuna 45 % (n = 79) ei-viive ryhmään (p-arvo < 0.0001). Diagnostiikkavirhe ryhmässä kaularankavamma oli aiheutunut 81 % (n = 13) potilaista matalaenergisestä traumasta verrattuna 57 % (n = 100) ei-virhe ryhmään (p = 0.05).

Potilaista 116 (60,7 %) ei ollut diagnosoituja merkittäviä pitkäaikaissairauksia. Yksi tai useampi diagnosoitu pitkäaikaissairaus oli 75:llä (39,3 %) potilaalla. Pitkäaikaissairauksien määrä ei korreloinut merkitsevästi tapahtuneiden diagnoosivirheiden kanssa (p = 0,9). Alkoholin vaikutuksen alaisena tai humalassa kaikista potilaista oli 19,4 % (n = 37) ja virhetapauksista kolme potilasta (18,7 %). Alkoholilla ei kuitenkaan ollut merkitsevää vaikutusta diagnoosiviiveeseen (p = 0,95).

Vammoista suurin osa oli syntynyt kaulanikamien C3-C7 alueelle (n = 82, 42,9 %). Yleisin traumamekanismi oli kaatuminen samalla tasolla (n = 75, 39,1 %).

Tarkemmin tapaturmat sekä näiden jako energialuokan mukaan esitetään Taulukossa 1.

Vammoja saaneista 191 potilaasta nikamavaltimon dissekaation sai 8 potilasta (4.2 %), selkäydinvamman 49 (25.6 %) ja hermojuurioireen 26 (13.6 %) potilasta. Kaularankavammojen hoidossa eniten käytettiin kovakauluri-hoitoa ilman leikkausta (n = 64, 33,5 %). Potilaista 86:n (45 %) potilaan kaularankavamma vaati leikkauksen. Aineistomme potilaiden kaularankavammojen hoitomenetelmät on esitelty tarkemmin Taulukossa 5.

Yleisin sairaalahoidon kesto kaularankavammapotilailla oli 3-7 päivää (n = 62, 32,5 %). Viisitoista potilasta ei tarvinnut sairaalahoittoa lainkaan ja 28 potilasta (14.7 %) joutui olemaan sairaalassa yli 30 vrk. Diagnoosivirhepotilaiden ryhmässä kolmella potilaalla (19 %) sairaalahoitajakson kesto oli yli 30 vrk kun vastaava prosentti ei-diagnoosiviivepotilailla oli 14 (n = 25).

Diagnoosivirhe potilaista yksi menehtyi, kahdelle virheestä aiheutui vammautuminen ja kahdelle jokin muu haitta (käydäänkö lukemassa potilasteksti?). Virheinä oli kuvantamatta jättäminen tai liian myöhäinen kuvaus 10:ssä (67%), puutteellinen kuvantaminen kahdessa (13 %) ja virhe kuvan tulkinnessa kolmessa tapauksessa (20 %). Monivammapotilaiden joukossa (n = 97) virhe tapahtui ainoastaan yhden potilaan kohdalla (1 %). Virheen syynä oli kuvantamatta jättäminen.

3. POHDINTA

Aiempia julkaistuja tutkimuksia kaularankavammojen diagnostisista virheistä on olemassa vain vähän ja monet niistä ovat jo vuosikymmeniä vanhoja tai yksittäisiä potilasraportteja. Siinä mielessä tämän tutkimuksen löydökset ovat merkityksellisiä. Tästä Taysin kahden vuoden ajalta kerätystä 191 kaularankavammapotilaan

aineistosta löytyi 16 (8,4 %) potilastapausta, joissa diagnostinen virhe johtui sairaalassa tapahtuneista syistä. Todennäköisesti kahden vuoden aikana tapahtui huomattavasti enemmän virheitä koska tässä tutkimuksessa analysoitiin 65,8 % (350/532) koko potilashaun tapauksista. Diagnoosivirheiden määrä vastaa aikaisempien kansainvälisten julkaisujen tuloksia. Niissä sairaalasta johtuvien diagnostisten virheiden on todettu olevan 4,6–20 % tapauksista.^{20,21}

Tutkimusta aloittaessamme oletuksiamme oli, että kaularankavammojen suhteen virheitä tapahtuisi eniten monivammapotilaiden kohdalla. Epäilimme, että tässä potilasjoukossa kaularangan vammat jäisivät helpommin huomaamatta muiden traumojen vuoksi. Oletimme, että isoloiduissa kaularankavammoissa huomio kiinnittyisi selkeästi paikallisemmin, jolloin kaularangan alueen vaurio tulisi todennäköisemmin huomatuksi. Tutkimuksemme tulokset eivät kuitenkin osoittaneet oletuksiamme oikeiksi.

Tutkitusti kaularankavamman toteaminen voi olla varsin haastavaa. Mikäli selkeitä oireita, kuten kovaa niskakipua, kaularangan palpaatioarkuutta tai neurologista puutosoiretta ei esiinny, saattaa potilas jäädä kuvantamatta ja näin mahdollinen kaularangan vamma diagnosoimatta.^{12,22} Kuvantaminen on avainasemassa kaularangan alueen vammojen toteamisessa ja useimmiten vammojen alidiagnosointi on seurausta puutteellisesta kuvantamisesta, virheestä kuvan tulkinnassa tai kuvantamatta jättämisestä.²³ Platzer, Hauswirth ym. mainitsevat tutkimuksessaan virheitä tapahtuvan myös huonosta kliinisestä ja puutteellisesta neurologisesta tutkimuksesta johtuen.²⁰ Monissa tapauksissa neurologisia oireita aliarvioidaan, koska nämä eivät ole olleet riittävän vaikea-asteisia.²⁴ Tässä tutkimuksessa ei selvitetty, eikä otettu huomioon potilaiden kliinisessä tutkimuksessa mahdollisesti tapahtuneita puutteita tai virheitä. Kaularangan kuvantamisiin liittyvien virheiden osalta löydöksemme ovat aiempia tehtyjä tutkimuksia vastaavat.

Selkeän oman haasteensa kaularankavammojen diagnosointiin tuovat tilat, joissa potilas ei kykene ilmaisemaan kipua tai kokemiaan tuntemuksia. Näitä voivat olla

esimerkiksi potilaan korkea ikä, päihtymys tai alentunut tajunnantaso.

^{25,26}Terveyden ja hyvinvointilaitoksen (THL) mukaan vuonna 2014

päivystyspoliklinikalle saapuneista tapaturmapotilaista 40 % oli päihtyneenä. ²⁷

Potilaan päihtymystila tutkimushetkellä vaikuttaa merkittävästi kaularankavamman diagnosointiin, koska päihtyneiden potilaiden kohdalla ei voida soveltaa CCR -tai NEXUS tarkistuslistoja. Tutkimukseemme valikoituneista 191 potilaasta oli potilaskertomusmerkintöjen mukaan päihtyneinä tapaturman sattuessa 37 (19.4 %), mutta lukeman voidaan todellisuudessa olettaa olevan suurempi, sillä osan potilaista kohdalla ei ollut anamnestisesti tai tarkemmilla tutkimuksilla määritetty päihtymystilaa, tai potilaan tutkineen lääkärin kirjaukset olivat päihtymystilan osalta puutteelliset. Syynä puutteelliseen kirjaukseen oli todennäköisesti, joko hoitajaksolla päihtymystilan huomiotta jättäminen tai potilas ei ollut vaikuttanut tutkimushetkellä päihtyneeltä ja tämän myötä tarkempia selvityksiä ei nähty tarpeelliseksi. Lisäksi useiden potilaiden kohdalla kirjaukset muiden päihteiden kuin alkoholin osalta olivat puutteelliset. Virheelliselle diagnosoinnille altistuneista kolme potilasta (18.7 %) oli alkoholin vaikutuksen alaisena, mikä ei kuitenkaan merkitsevästi nyt tehdyssä tutkimuksessa vaikuttanut virheen tapahtumiseen (p-arvo = 0,95). Mikäli päihtyneellä potilaalla ei synny välitöntä epäilyä kaularankavammasta, hoidetaan potilasta kovakaulurissa, kunnes tilannetta voidaan arvioida uudestaan luotettavammin ja harkita TT-kuvantamista. ²⁸ Potilaan pidentynyt immobilisaatio kuitenkin altistaa syvälaskimotukokselle, atelektaasille, keuhkokuumeelle ja aspiraatiolle, joten uuden evaluaation ja kovakaulurihoidon mahdollisimman nopean päättämisen merkitys korostuvat. ²⁹ Amerikkalaisessa tutkimuksessa vuodelta 2016 todetaankin useamman sairaalan ottaneen edellä mainituista syistä tavaksi kuvantaa päihtyneiden potilaiden kaularanka TT:llä. ²⁵ Suomessa vastaavanlaista protokollaa ei ole. Kuitenkin, jos epäily pään tai kaulan alueen traumasta on vahva, mutta kliinisesti vammaa ei kyetä poissulkemaan, edetään herkästi kuvantamistutkimuksiin. Vaikka Suomessakin kaularankavammojen hoidossa on edelleen laajalti käytössä kovakaulurihoito³⁰, ei kaularankavampapotilaita useinkaan immobilisoida sänkyyn, jolloin immobilisaatiosta aiheutuvat riskit vähenevät.

Kaularankavammojen ilmaantuvuus lisääntyy iän myötä.³¹ Tutkimuksessamme tapaturman saaneiden potilaiden keskiarvo iän suhteen oli 65,9 vuotta sekä yleisimmät tapaturmat kaatuminen samalla tasolla ja toiseksi yleisimpänä auto-onnettomuudet. Lomoschitz, Blackmore et al jakoivat 2001 tehdyssä tutkimuksessaan potilaat nuoriin (65 - 75 v) ja vanhoihin (> 75 v) iäkkäisiin. Tuloksina he esittivät, että nuorilla iäkkäillä tyypillisin tapaturma oli moottoriajoneuvo-onnettomuus, kun taas puolestaan vanhemmilla iäkkäillä yleisimpänä tapaturmana oli kaatuminen. Syyksi kaatumisten aiheuttamille vaurioille he esittävät iän myötä tapahtuvat luuston degeneratiiviset muutokset ja tästä aiheutuvan C4-C7 osion mobiiliuden alentumisen, jonka seurauksena C1-C2 osiosta tulee mobiilein osa kaularankaa.³¹ Tutkimuksemme yleisin kaikista traumamekanismeista oli kaatuminen samalla tasolla (n = 75, 39,1%) ja toiseksi yleisin mekanismi oli auto-onnettomuus (n = 27, 14,1%). Tässä omassa tutkimuksessamme ei selvitetty vastaavalla tavalla iänmukaisia traumamekanismeja.

Alttius pitkäaikaissairauksiin lisääntyy ikääntymisen myötä ja osalla näistä voi olla myötävaikuttavana tekijänä kaularankavamman syntymiselle. Tutkimuksemme potilailla 45:llä oli ainakin yksi pitkäaikaissairaus, 16:ta kaksi ja 14:ta kolme tai enemmän pitkäaikaissairauksia. Pitkäaikaissairauksien määrä ei korreloinut merkittävästi virheiden tapahtumiseen (p-arvo = 0,9).

Nyt tehtyä tutkimusta varten kerättiin tiedot 350 kaularankavamman saaneen potilaan potilaskertomuksesta, mikä edustaa 66 % kaikista (532) aikavälillä 01.09.2015-31.08.2017 Taysissa löytyvistä potilaista, joilla oli kaularankavammaa vastaava diagnoosikoodi. Tämän tutkimuksen heikkoutena on se, että kuvantamistiedot on kerätty tutkimusten lausunnoista eli kuvia ei ole systemaattisesti uudelleen arvioitu tämän tutkimuksen näkökulmasta. Tästä syystä esimerkiksi osa pienistä traumamuutoksista on saattanut jäädä huomamatta. Tämän tutkimuksen vahvuutena on muutoin tarkka retrospektiivinen

potilastietojärjestelmästä tehty tiedonkeruu sekä kohtuullisen iso potilasaineisto, jonka perusteella tutkimuksen tuloksia voidaan pitää kuitenkin suuntaa antavina ja että ne ovat osittain sovellettavissa muihin vastaavan kokoisiin yliopistollisiin sairaaloihin.

Kuitenkin on huomioitava, että potilaskertomuksen kirjaukset eivät olleet strukturoituja kirjauksia, olivat useiden eri henkilöiden tekemiä ja osassa potilaskertomuksia merkinnät olivat puutteellisia, mikä altistaa datan informaatioharhalle. Tutkimustulosten luotettavuutta lisäisi aineiston kasvattaminen keräämällä tiedot 182 puuttuvan potilaan potilaskertomuksista ja analysoimalla koko 532 potilaan aineisto. Tutkimusta voisi jatkaa potilaslähtöisten viiveiden sekä virhepotilaiden kohdalla lääkäreiden tekemiin kliinisiin tutkimuksiin ja kuvantamispäätöksiin vaikuttavien tekijöiden selvittämisellä.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tampereen yliopistollisessa sairaalassa kahden vuoden aikana hoidetuista 191 kaularankapotilaan joukosta löytyi 16 (8,4 %) potilasta, joiden oikea diagnoosi viivästyi sairaalasta johtuvasta virheestä. Diagnoosin viivästymisen syy oli joko kuvantamatta jättäminen, puutteellinen kuvantaminen tai kuvantamisessa tapahtunut virhetulkinta.

Eniten kuvantamisen virheitä tapahtui potilailla, joilla oli isoletto kaularankavamma ja joiden vammamekanismina oli matalaenerginen kaatuminen. Jatkossa näiden potilaiden tutkimiseen ja kuvantamiseen kannattaa kiinnittää erityistä huomiota.

5. TAULUKOT

Taulukko 1. Potilaiden demografiset tiedot.

| | n | Osuus |
|--|-----------------|--------|
| Potilaat | 191 | |
| Sukupuoli n (iän keskihajonta ± SD) | | |
| Nainen | 43 (68.1±21.7) | 23 % |
| Mies | 148 (61,7±20.1) | 77 % |
| Tapaturman syy | | |
| • Matalaenerginen | | |
| Kaatuminen samalla tasolla | 75 | 39.1 % |
| Kaatuminen rappusissa | 17 | 8.9 % |
| Putoaminen >1m | 14 | 7.3 % |
| Putoaminen vuoteesta | 2 | 1 % |
| Kaatuminen jää/lumikelillä | 2 | 1 % |
| Kaatuminen leikkikentällä | 1 | 0.05 % |
| • Korkeaenerginen | | |
| Auto-onnettomuus, autoilija | 27 | 14.1 % |
| Moottoripyöräonnettomuus, kuljettaja | 8 | 4.2 % |
| Polkupyöräonnettomuus, pyöräilijä | 6 | 3.1 % |
| Putoaminen tikkailta | 5 | 2.6 % |
| Liikenneonnettomuus, jalankulkija | 5 | 2.6 % |
| Liikenneonnettomuus, muu | 3 | 1.6 % |
| Moottorikelkkaonnettomuus, kuljettaja | 1 | 0.05 % |
| Pahoinpitely | 1 | 0.05 % |
| • Määrittämätön energia | | |
| Muu traumaattinen tapaturma | 14 | 7.3 % |
| Tapaturma epäselvä | 7 | 3.7 % |
| Sukeltaminen | 2 | 1 % |
| Itsemurha | 1 | 0.05 % |
| Alkoholin vaikutuksen alaisena | | |
| Kyllä | 37 | 19.4 % |
| Ei | 154 | 80.6 % |
| Kuvantamismenetelmät | | |
| Tietokonetomografia | 189 | |
| Magneettikuvaus | 46 | |
| Röntgenkuvaus | 46 | |
| Nikamavaltimon dissekaatio | | |
| Kyllä | 8 | 4.2 % |
| Ei | 183 | 95.8 % |
| Selkäydinvamma | | |
| Kyllä | 49 | 25.6 % |
| Ei | 142 | |
| Hermosto- ja verisuonitautit | | |
| Kyllä | 26 | |
| Ei | 165 | |
| Sairaalahoito kestoaika, n (%) | | |
| 0 päivää | 15 | 7.9 % |
| 1-2 päivää | 53 | 27.7 % |
| 3-7 päivää | 62 | 32.5 % |
| 8-30 päivää | 33 | 17.3 % |
| > 30 päivää | 28 | 14.7 % |

Taulukko 2. kaularankavamman taso kaularangassa.

| Vaurion taso | n | % |
|-----------------|------------|--------|
| C0-C2 | 62 | 32,5 % |
| C0-C2+C3-C7 | 18 | 9,4 % |
| C1+C2 | 11 | 5,8 % |
| C3-C7 | 82 | 42,9 % |
| Ei murtumaa | 18 | 9,4 % |
| Yhteensä | 191 | |

Taulukko 3. Diagnoosin virhe.

| | ei | kyllä | p-arvo |
|---------------------------------------|--------------|--------------|------------|
| n (%) | 175 (91,6 %) | 16 (8,4 %) | |
| Sukupuoli | | | |
| Mies | 135 (77.1%) | 13 (81.2%) | p = 0.70 |
| Nainen | 40 (22.9 %) | 3 (18.8 %) | |
| Ikä (mean ± SD) | 62,6 (20,09) | 69,2 (15,07) | p = 0,22 |
| Perussairaudet | | | |
| 0 sairautta | 106 (60.1%) | 10 (62.5 %) | p = 0,9 |
| 1 sairautta | 42 (24.0 %) | 3 (18.8 %) | |
| 2 sairautta | 15 (8.6 %) | 1 (6.3 %) | |
| ≥ 3 sairautta | 12 (5.7 %) | 2 (12.5 %) | |
| Alkoholin vaikutuksen alaisena | | | |
| Ei alkoholia | 141 (80.6 %) | 13 (81.3 %) | p = 0.95 |
| Alkoholi / humala | 34 (19.4 %) | 3 (18.7 %) | |
| Sairaalahoidon kesto | | | |
| 0 päivää | 13 (7.4 %) | 2 (12.5 %) | p = 0,9 |
| 1-2 päivää | 48 (27.4 %) | 5 (31.2 %) | |
| 3-7 päivää | 59 (33.7 %) | 3 (18.7 %) | |
| 8-30 päivää | 30 (17.1 %) | 3 (18.75 %) | |
| Yli 30 päivää | 25 (14.3 %) | 3 (18.75 %) | |
| Traumaenergia | | | |
| Matalaenerginen | 100 (57.1 %) | 13 (81.3 %) | p = 0.05 |
| Korkeaenerginen | 55 (31.4 %) | 1 (6.3 %) | |
| Määrittämätön | 20 (11.4 %) | 2 (12.5 %) | |
| Vaurion taso | | | |
| C0-C2 | 58 (33.1 %) | 4 (25.0 %) | p = 0.5 |
| C1+C2 | 11 (6.3 %) | 0 | |
| C3-C7 | 73 (41.7 %) | 9 (56.3 %) | |
| C0-C2 + C3-C7 | 17 (9.7 %) | 1 (6.3 %) | |
| Ei murtumaa | 16 (9.1 %) | 2 (12.5 %) | |
| Isoloitu kaularankavamma | | | |
| Kyllä | 79 (45.1 %) | 15 (93.7 %) | p < 0.0001 |
| Ei | 96 (54.9 %) | 1 (6.3 %) | |

Taulukko 4. Diagnostisesta virheestä aiheutuneet seuraukset.

| Viiveen seuraukset | n |
|---------------------------|-----------|
| Ei haittaa | 8 |
| Pidentynyt sairaalahoito | 3 |
| Vammautuminen | 2 |
| Kuolema | 1 |
| Muu | 2 |
| Yhteensä | 16 |

Taulukko 5. Hoitomenetelmät.

| Hoitomenetelmät | n | % |
|------------------------------|------------|----------|
| Kovakauluri, ei leikkausta | 64 | 33,5 % |
| Anteriorinen deesi+Levy | 37 | 19,4 % |
| Pehmeäkauluri, ei leikkausta | 26 | 13,6 % |
| Posteriorinen deesi | 20 | 10,5 % |
| Dens-ruuvi | 17 | 8,9 % |
| Ei hoitoa | 14 | 7,3 % |
| Anteriorinen muu | 6 | 3,1 % |
| Dens-ruuvi+Kauluri | 4 | 2,1 % |
| Anteriorinen+Posteriorinen | 1 | 0,5 % |
| Halovest | 1 | 0,5 % |
| Laminektomia | 1 | 0,5 % |
| Yhteensä | 191 | |

6. LÄHTEET

1. Gardner A, Grannum S, Porter KM. Cervical spine trauma. *Trauma*. 2005;7(3):109-121. doi:10.1191/1460408605ta339oa
2. Drake R, Vogl AW, Mitchell A. *Mitchell-Gray's Anatomy for Students*. 3rd ed. Churchill Livingstone; 2014.
3. Berg EJ, Ashurst J V. Anatomy , Back , Cauda Equina. Published online 2020.
4. Conditions N. AANS - Anatomy of the Spine and Peripheral Nervous System. [http://www.aans.org/Patient Information/Conditions and Treatments/Anatomy of the Spine and Peripheral Nervous System.aspx](http://www.aans.org/Patient%20Information/Conditions%20and%20Treatments/Anatomy%20of%20the%20Spine%20and%20Peripheral%20Nervous%20System.aspx)
5. Keith L. Moore, Dalley AF. Clinically Oriented Anatomy 7th edition. Published online 2008:265-268.
6. Yadollahi M, Paydar S, Ghaem H, et al. Epidemiology of cervical spine fractures. *Trauma Mon*. 2016;21(3):6-10. doi:10.5812/traumamon.33608
7. Young AJ, Wolfe L, Tinkoff G, Duane TM. Assessing incidence and risk factors of cervical spine injury in blunt trauma patients using the national trauma data bank. *Am Surg*. 2015;81(9):879-883. doi:10.1177/000313481508100921
8. Torretti JA, Sengupta DK. Cervical spine trauma Identification of References for Inclusion : Radiographic evaluation. Published online 2018:1-12.
9. Torlincasi AM, Waseem M. Cervical Injury. *StatPearls [Internet]*. Published online 2020:1-7.
10. Leucht P, Fischer K, Muhr G, Mueller EJ. Epidemiology of traumatic spine fractures. *Injury*. 2009;40(2):166-172. doi:10.1016/j.injury.2008.06.040
11. Jo AS, Wilseck Z, Manganaro MS, Ibrahim M. Essentials of Spine Trauma Imaging: Radiographs, CT, and MRI. *Semin Ultrasound, CT MRI*. 2018;39(6):532-550. doi:10.1053/j.sult.2018.10.002
12. Wales LR, Knopp RK, Morishima MS. Recommendations for evaluation of the acutely injured cervical spine: A clinical radiologic algorithm. *Ann Emerg Med*. 1980;9(8):422-428. doi:10.1016/S0196-0644(80)80156-9

13. Hirvensalo E. Selkärangan murtumat. *Duodecim*. Published online 2018.
14. Pourtaheri S, Emami A, Sinha K, et al. The role of magnetic resonance imaging in acute cervical spine fractures. *Spine J*. 2014;14(11):2546-2553. doi:10.1016/j.spinee.2013.10.052
15. Pryputniewicz DM, Hadley MN. Axis Fractures Oxford Academic account Congress of Neurological Surgeons members Sign in via your Institution. *Neurosurgery*. 2010;66(3):68-82.
16. Saragiotto BT, Maher CG, Lin CWC, Verhagen AP, Goergen S, Michaleff ZA. Canadian C-spine rule and the National Emergency X-Radiography Utilization Study (NEXUS) for detecting clinically important cervical spine injury following blunt trauma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;2018(4). doi:10.1002/14651858.CD012989
17. Dadabo J, Jayabalan P. Acute management of cervical spine trauma. *Handb Clin Neurol*. 2018;158:353-362. doi:10.1016/B978-0-444-63954-7.00033-1
18. Asher BA. Cervical Spine Curve and Injuries. Published online 2019.
19. Dhall SS, Kurpad SN, Hurlbert RJ, Mummaneni P V. Acute spinal cord injury. *Neurosurg Focus*. 2019;46(3). doi:10.3171/2019.1.FOCUS1912
20. Platzer P, Hauswirth N, Jaindl M, Chatwani S, Vecsei V, Gaebler C. Delayed or missed diagnosis of cervical spine injuries. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 2006;61(1):150-155. doi:10.1097/01.ta.0000196673.58429.2a
21. Davis JW, Phreaner DL, Hoyt DB, Mackersie RC. The etiology of missed cervical spine injuries. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 1993;34(3):342-346. doi:10.1097/00005373-199303000-00006
22. Ackland H, Cameron P. Cervical spine: Assessment following trauma. *Aust Fam Physician*. 2012;41(4):196-200.
23. Thesleff T. Epidemiology and diagnostic challenges. Published online 2017.
24. Reid DC, Henderson R, Saboe L, Miller JD. Etiology and clinical course of missed spine fractures. *J Trauma - Inj Infect Crit Care*. 1987;27(9):980-986. doi:10.1097/00005373-198709000-00005
25. Bush L, Brookshire R, Roche B, et al. Evaluation of cervical spine clearance by computed tomographic scan alone in intoxicated patients with blunt

- trauma. *JAMA Surg.* 2016;151(9):807-813. doi:10.1001/jamasurg.2016.1248
26. Panjabi MM, White AA. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery.* 1980;7(1):76-93. doi:10.1227/00006123-198007000-00014
 27. Kumpula H. TOIMI Tapaturmat päihtyneenä – Kuinka ehkäistä. Published online 2012.
 28. Chodakowski J, Edited NP-. Clearing C-Spine in Intoxicated Blunt Trauma Patients.
 29. Martin MJ, Bush LD, Inaba K, et al. Cervical spine evaluation and clearance in the intoxicated patient: A prospective Western Trauma Association Multi-Institutional Trial and Survey. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;83(6):1032-1040. doi:10.1097/TA.0000000000001650
 30. Salmi J, Ammattikorkeakoulu M. Kaatumistehtävä ensihoidossa. Published online 2016.
 31. Lomoschitz FM, Blackmore CC, Mirza SK, Mann FA. Cervical spine injuries in patients 65 years old and older: Epidemiologic analysis regarding the effects of age and injury mechanism on distribution, type, and stability of injuries. *Am J Roentgenol.* 2002;178(3):573-577. doi:10.2214/ajr.178.3.1780573