

Ville Vehniäinen

VÄRTTINÄLUUN PROKSIMAALIPÄÄN MURTUMAN HOITO  
TEKONIVELELLÄ TURUN YLIOPISTOLLISESSA  
KESKUSSAIRAALASSA VUOSINA 2000–2020

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Syyslukukausi 2024

Ville Vehniäinen

VÄRTTINÄLUUN PROKSIMAALIPÄÄN MURTUMAN HOITO  
TEKONIVELELLÄ TURUN YLIOPISTOLLISESSA  
KESKUSSAIRAALASSA VUOSINA 2000–2020

Klininen laitos

Syyslukukausi 2024

Vastuuhenkilöt: LT Elina Ekman ja EL Anssi Ryösä

TURUN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta

VEHNIÄINEN, VILLE: Värttinäluun proksimaalipään

murtuman hoito tekonivelellä TYKS:ssa vuosina 2000–2020

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Ortopedia ja traumatologia

joulukuu 2024

---

Tässä tutkielmassa tarkastellaan Turun yliopistollisessa keskussairaalassa (TYKS) toteutettujen värttinäluun proksimaalipään murtumien tekonivelhoitojen määrää ja tuloksia vuosina 2000–2020. Osana tutkielmaa perehdyttiin myös värttinäluun tekonivelhoitoon yleisemmin.

Tutkimukseen otettiin mukaan kaikki TYKS:ssa vuosina 2000–2020 tekonivelhoidon saaneet potilaat, joita löytyi haun perusteella 29. Keräsimme aineiston potilaskertomuksista. Potilaista 14 vastasi puhelimitse toteutettuun toimintakykykyselyyn (Disability of the arm, shoulder and hand, DASH).

Potilaista kuudelta tekonivel oli poistettu seurannassa. Leikkaukseen liittyviä komplikaatioita ei ollut. DASH-mittarin tulos oli keskimäärin 15,6, joka vastaa erinomaista toimintakykyä ja vertautuu aiempaan tutkimukseen aiheesta. Tutkimus tukee nykykäsitystä tekonivelhoidon hyvistä tuloksista avoreduktioon ja fiksaatioon soveltumattomien värttinäluun pään murtumien hoitomuotona.

Asiasanat: värttinäluun proksimaalinen murtuma, värttinäluun tekonivel, RHA (radial head arthroplasty)

## Sisälllys

1. JOHDANTO .....	1
1.1. Anatomia ja biomekaniikka.....	2
1.2. Värttinäluun pään murtumien ja tekonivelhoidon historia .....	3
1.3. Murtumien luokittelu ja hoitolinjat.....	5
1.4. Tekonivelmallit .....	7
1.5. Tekonivelhoito .....	8
1.6. Leikkaustekniikka .....	10
2. TUTKIMUSASETELMA.....	10
2.1. Aineisto ja menetelmät .....	10
2.2. Tulokset .....	12
3. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	15
4. LÄHTEET .....	17
4.1. Kuvälähteet.....	24

## 1. JOHDANTO

Aikuisten kaikista luumurtumista kyynäralueen murtumien osuus on Euroopassa 1–4 % [58]. Yleisimmin murtuva rakenne näissä vammoissa on värttinäluun proksimaalipää (caput radii), joka on mukana n. 30 %:ssa kyynäralueen murtumavammoista [32]. Suomessa näiden murtumien ilmaantuvuudesta ei ole saatavilla kattavaa rekisteritietoa. Yleisin caput radiin murtumaan johtava vammamekanismi on ojennetun käden varaan kaatuminen kyynärvarren ollessa pronaatiossa tai kyynärnivelen ollessa pienessä fleksiassa, jolloin vammaenergia kohdistuu aksiaalisesti värttinäluun päähän [31,22]. Suoran iskun aiheuttama murtuma on harvinainen. Valtaosa alueen murtumista paranee hyvin lyhyellä immobilisaatiolla. Murtuman kattaessa laajan osan nivelpinnasta tai ollessa pirstaleinen leikkaushoito johtaa usein pelkkää immobilisaatiota parempaan lopputulokseen. [38, 70] Leikkaushoitoa suositellaan myös avomurtumien sekä tiettyjen liitännäisvaurioiden yhteydessä. Murtumakappaleet voidaan joko koota esimerkiksi levyllä tai ruuveilla (open reduction, internal fixation, ORIF), vaihtaa tekoniveleen tai poistaa kokonaan. [3, 38, 70] Tekonivelhoito on yleistynyt huomattavasti 2000-luvun aikana, joskin toimenpide on edelleen melko harvinainen hoitoa puoltavien murtumatyyppien harvinaisuuden takia [51]. Tietyissä potilasryhmissä metallisen puolitekonivelen on todettu tuottavan ORIF-toimenpiteisiin tai värttinäluun pään poistoon

verrattuna vähemmän komplikaatioita, tukevamman kyynärnivelen, paremman toiminnallisen lopputuloksen sekä suuremman potilastyytyväisyyden. [12, 45]

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää Turun yliopistollisessa keskussairaalassa vuosina 2000–2020 väärtinäluun proksimaalipään murtuman vuoksi asetettujen tekonivelten tulokset toimintakyvyn, tekonivelen pysyvyyden ja uusintaleikkausten suhteen. Potilaiden toimintakyky arvioitiin puhelinkyselyllä (DASH, Disabilities of Arm and Shoulder). Tutkimuksessa selvitettiin, kuinka suurelta osalta potilaista tekonivel jouduttiin myöhemmin joko poistamaan tai uusimaan ja pyrittiin keräämään tietoa siitä, mitkä syyt johtivat näihin leikkauksiin. Vähäiseksi jääneen potilasmäärän takia tutkielmassa tarkastellaan väärtinäluun tekonivelhoitoa myös yleisellä tasolla.

## *1.1. Anatomia ja biomekaniikka*

Väärtinäluu on toinen kyynärvarren pitkistä putkiluista. Se muodostaa kyynärluun kanssa tukirakenteen kyynärvarrelle sekä luiset nivelpinnat ranne- ja kyynärnivellelle. [13, 28] Väärtinäluu muodostaa suurimman osan rannenivelen proksimaalisesta nivelpinnasta ja on ranteen tärkein tukipiste aksiaaliossa kuormituksessa. Kyynärvarren alueella siihen kiinnittyy ligamenteja sekä lihaksia ja se toimii suojana hermo- ja suonirakenteille. [13, 28, 79]

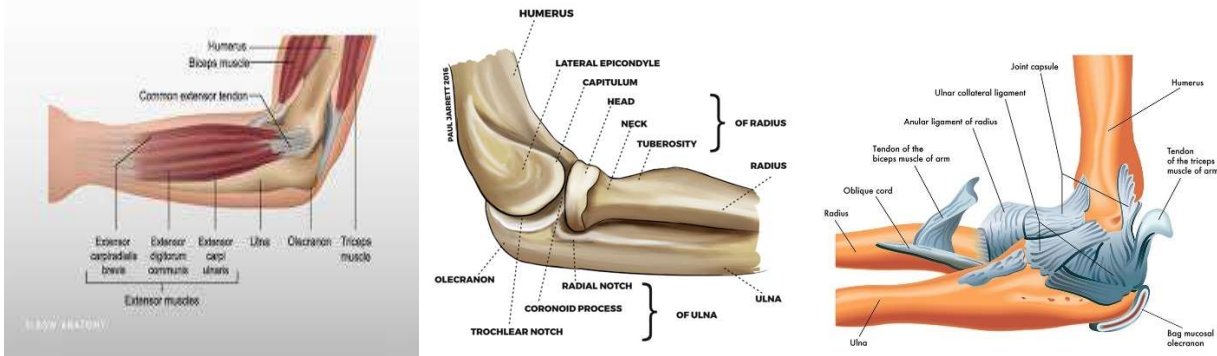
Väärtinäluun proksimaalipää niveltyy olkaluuhun sekä kyynärluuhun muodostaen pehmytkudosten kanssa kyynärnivelen. Kyynärnivel koostuu anatomisesti kolmesta osanivelestä: ulnohumeraalinivelestä, radiokapitellaarinivelestä sekä proksimaalisesta radioulnaarinnivelestä. [13, 28, 79]

Kyynärnivelen tunnusomainen liike on fleksio- ekstensioliike, jonka mahdollistaa pääasiassa kyynärluun ja olkaluun muodostama sarananivel, ulnohumeraalinivel. Tässä olkaluu muodostaa telamaisen syvennyksen sen distaalipään nivelnastojen väliin. Kyynärluu asettuu tukevasti syvennykseen niin, että sen luinen prominenssi juuri nivelpinnan distaalipuolella, processus coronoideus, estää kyynärluun dislokaation posteriorisesti ja nivelpinnan proksimaalipuoli, olecranon, vastaavasti estää dislokaation anteriorisesti. Ulnohumeraalinivel ei juuri salli valgus- tai varussuuntaista liikettä ja kyseinen nivel on tärkein kyynärnivelen yksittäinen tukirakenne. [28, 79]

Radiokapitellaarinivel muodostuu väärtinäluun ja olkaluun välille ja on tyypiltään kiertonivel. Kuormittamattomassa tilanteessa se ei juuri vaikuta kyynärnivelen tukevuuteen eikä ole liikelaajuuksia rajoittava nivel eikä sillä näin ollen ole kovinkaan suurta merkitystä kyynärnivelen passiivisen toiminnan kannalta. Sen kautta kuitenkin välittyy noin 60 % kyynärvarteen aksiaaliossa kohdistuvasta kuormituksesta, jolloin sen tuottama tuki kyynärvarrelle korostuu. Nivel estää kyynärnivelen valgisoitumista ulkoista voimaa vastaan ja sen merkitys korostuu muiden valgisoitumista vastustavien rakenteiden vaurioituessa. [28, 79, 40]

Proksimaalinen radioulnaarinnivel (PRUJ, proximal radioulnar joint) on kiertonivel, jossa väärtinäluun liike suhteessa kyynärluuhun mahdollistaa kyynärvarren pro-supinaatioliikkeen. Siinä

värttinäluun sylinterimäinen pää niveltyy kyynärluun uraan, incisura radii ulnarikseen, ja caput radii kierto liike mahdollistuu uraa pitkin kyynärluun lateraaliosaa sivuten. Värttinäluun kartiomaisen rakenteen takia proksimaalinen kierto liike välittyy merkittävästi laajempaan liikelaajuutena distaaliseen radioulnaariniveleeseen. Caput radii ympärillä kulkeva ligamentti (lig. Annulare radii) on pääasiallinen PRUJ:n stabilisoiva rakenne. [28, 79]



Kuvat 1–3. Vasemmalta oikealle kyynärnivelen alueen lihaksista, luisista rakenteista ja ligamenteista.

Lateraalisen puolen pehmytkudostukirakenteista tärkein on lateraalinen kollateraalligamenttikompleksi, joka koostuu radiaalisesta kollateraalligamentista (RCL), lateraalista ulnaarisesta kollateraalligamentista (LUCL), rengasligamentista sekä lateraalista lisäkollateraalligamentista (ALCL). Toiminnallisesti nämä ligamentit pitävät radiuksen pään paikoillaan ja vastustavat kyynärnivelen vääntymistä varusasentoon. Mediaalisella puolella pääasiallisesti tukeva pehmytkudosrakenne on mediaalinen kollateraalligamentti (MCL). MCL:ssa on erotettavissa kolme osaa, anteriorinen, posteriorinen sekä transversaalijuoste. Kaikki juosteet vastustavat kyynärnivelen vääntymistä valgusasentoon. MCL:n anteriorinen juoste on vahvin osa ligamenttia ja on tärkein valgisoitumista vastustava pehmytkudosrakenne kyynärnivelen ollessa 90 asteen fleksiassa. Muita tärkeitä tukirakenteita kyynärnivleessä ovat nivelkapseli, värttinä- ja kyynärluun välillä kulkeva luuvälikalvo (membrana interossea) sekä kyynärnivelen alueen lihasrakenteet (biceps, triceps, brachialis sekä ranteen ja sormien extensorit ja flexorit) dynaamisina vakauttajina (kuvat 1–3). Verisuonituksen caput radii saa radiaalivaltimosta. [28, 79]

Terve kyynärniveli sallii keskimäärin 130–150 asteen fleksion sekä kyynärvarren pronaation 75–85 asteeseen sekä supinaation 80–104 asteeseen. Toiminnallisesti tärkein osa liikekaarta on fleksio 30–130 asteen välillä (kännykän käyttö) sekä 50 asteen laajuinen pro-supinaatioliike (haarukan käyttö, hiiren ja näppäimistön käyttö). [2, 28, 79].

## 1.2. Värttinäluun pään murtumien ja tekonivelhoidon historia

Ymmärrys radiuksen proksimaalipään merkityksestä kyynärnivelen ja ranteen stabiileettiin on vakiintunut vasta 1990-luvulla. Tätä ennen leikkaushoidossa oli yleistä poistaa murtumakappaleet kokonaan ja leikkaustulokset olivat useasti toiminnallisesti melko heikkoja nykystandardeilla mitattuna. [15, 43]

Ensimmäiset proksimaalisen varttinäluun tekoniivelet kehitettiin 1900-luvun alkupuolella ja siitä lähtien indikaatiot tekoniivelhoidolle tai muulle kirurgiselle toimenpiteelle ovat säännöllisesti muuttuneet niin kyynärnivelen biomekaniikan tutkimuksen myötä kuin tekoniivemateriaalien ja -mallien kehityksen takia [43]. 1900-luvun alussa caput radiin murtuma hoidettiin joko konservatiivisesti tai varttinäluun proksimaalipään poistolla kun murtumatyyppi oli avoreduktiolle ja sisäiselle kiinnitykselle (ORIF) sopimaton [69]. Caputin poistoa pidettiin useissa murtumatyypeissä ORIF-toimenpiteitä parempana vaihtoehtona [69]. Yleisimpänä dokumentoituna komplikaationa oli heterotooppinen ossifikaatio (HO), joka tarkoittaa murtumaa ympäröivien pehmytkudosten luutumista. Tätä komplikaatiota estämään Speed kehitti raudasta tehdyn kotelon (Vitallium), jotka asetettiin caput radiin päälle leikkaushoidon yhteydessä. Seurannassa havaittiin, että kotelon asettamisen seurauksena radiuksen lyheneminen estyi ja uudella hoidolla saavutettiin aiempaa parempia tuloksia radiokapitellaarinivelen toiminnan osalta. [68, 75]

Vuonna 1951 Carr ja Howard osoittivat metalli-implantin parantavan kyynärnivelen stabiliteettia caput radiin poistoon verrattuna [8]. Kun vuonna 1953 Connorin seurantatutkimuksessa havaittiin DRUJ:n oirehdintaa yli 50 % caput radiin poistolla hoidetuista potilaista tekoniivelhoitoa alettiin pitämään yleisesti poistoa parempana hoitomuotona DRUJ:n subluksoitumisen välttämiseksi [43, 73]. 1950-luvulta tähän päivään raudan lisäksi tekoniiveleä on kehitetty nylonista, silikonista, keraamisista materiaaleista, titaanista sekä kobolttikromista [43]. Silikonista tehdyt implantit olivat ensimmäisiä yleisesti käytettyjä varttinäluun tekoniivelhoidossa. 1980-luvulle saavuttaessa näissä tekoniivelessä oli tunnistettu ongelmaksi heikko valgussuunnan stabiliteetti, nivelrikon nopea kehittyminen sekä reaktiiviset jättisolulehdukset tekoniivelalueella. [9, 43, 52] Kyynärnivelen biomekaniikan tutkimuksen ja ymmärryksen lisääntyessä metallisten tekoniivelten havaittiin tuottavan paremman stabiliteetin kyynärvarrelle silikonisiin tekoniiveleihin verrattuna [24, 37]. Ongelmaksi muodostui tällöin kovan materiaalin aiheuttama kuluma [37]. Tämän ehkäisemiseksi tekoniivelistä kehitettiin normaalianatomiaa tavoittelevia, yksilöitävämpiä versioita [17, 30]. Toiminnalliset tulokset paranivat 1990-luvulla edelleen ja erinomaisia toiminnallisia tuloksia saavutettiin jo ennen 2000-lukua jopa 83 %:lla potilaista. Nivelkuluman nopea kehittyminen pysyi edelleen ongelmana, aiheuttaen toimintakyvyn alenemista noin 50 %:lle potilaista seurannassa. [30, 67]

2000-luvun alussa tutkimustieto caput radiin yksilöllisestä anatomisesta variaatiosta lisääntyi ja tämän merkitys alueen murtumien hoidossa pystyttiin ottamaan aiempaa paremmin huomioon. Seurauksena tekoniivelten valmistajat kehittivät uudentyyppisiä tekoniiveleä ja vaihtoehtojen määrä sekä tekoniivelten muokattavuus eri ominaisuuksien osalta kasvoi huomattavasti. Tekoniivelillä saavutettujen hyvien hoitotulosten kertyessä niiden käyttö caput radiin murtumienhoidossa yleistyi. [5, 76]

Skotlannissa varttinäluun proksimaalipään tekoniivelhoitojen määrä kahdeksankertaistui vuosien 1998–2018 välillä, joskin määrällisesti leikkauksia tehtiin melko vähän. Kyseisessä aineistossa ensimmäisenä tarkkailuvuotena tekoniiveleä asetettiin potilaille 8 kappaletta ja viimeisenä 65. Tekoniivelhoitojen määrä kasvoi johdonmukaisesti seuranta-ajan myötä. [70] Skotlannin hoitokäytännöt sekä asukasmäärä ovat jokseenkin Suomea vastaavia, ja kehityksen voisi olettaa tapahtuneen Suomessa samankaltaisesti. Tekoniivelhoidon yleisyydestä Suomessa ja hoitomäärien kehittymisestä ei kuitenkaan ole saatavilla kattavaa tietoa.

### 1.3. Murtumien luokittelu ja hoitolinjat

Värttinäluun proksimaalipään murtumat luokitellaan yleisimmin modifioidun Mason-luokituksen mukaisesti neljään luokkaan murtuman dislokaation ja pirstaleisuuden mukaan. Mason 1 luokassa murtuma on yksinkertainen tai fissuuramurtuma. Mason 2 luokkaan kuuluvat yksinkertaiset ja dislokoituneet tai anguloituneet murtumat, jotka kattavat 30–50 % caput radiista. Konsensusta sallitun dislokaation tai angulaation maksimimäärästä ei ole. [80] Tutkimuskäytössä voidaan käyttää Broberg & Morreyn vuonna 1984 esittämää 2 mm rajaa siirtymälle [26]. Mason 3 luokan murtuma käsittää yli 50 % caput radiista ja murtumatyyppi on pirstaleinen. Mason 4 luokassa on murtuman lisäksi ulnohumeraalinivelen dislokaatio. Luokittelun soveltamiseksi paremmin kliiniseen työhön Hotchkiss on lisännyt luokituksen ehdon mekaanisesta liike-esteestä, jonka yhteydessä murtumaluokka olisi vähintään 2 radiologisesta löydöksestä riippumatta. Modifikaatioista riippumatta röntgenkuvan ja kliinisen statuksen perusteella murtuman luokittelu on usein haastavaa varsinkin luokkien 2 ja 3 välillä ja tarkka luokitus voi selvitä vasta leikkaushoidon yhteydessä. [12]

Huomioitavia vammakokonaisuuksia caput radiin murtuman yhteydessä ovat Terrible triad (caput radiin murtuma, processus coronoideuksen murtuma ja kyynärnivelen dislokaatio), Monteggia-murtumat (caput radiin dislokaatio ja kyynärluun proksimaalisen kolmanneksen murtuma) ja Essex-Lopresti (caput radiin murtuma, interosseaanikalvon repeäminen koko kyynärvarren alueelta ja DRUJ:n dislokaatio, “floating radius”). Terrible triad- vammoissa kyynärnivelen on lähtökohtaisesti vaikeasti epävakaa posteriorisesti ja valgussuuntaan ja sivusiteissä on lähes aina vaurioita. [25, 29] Hoito on usein haastavaa. Essex-Lopresti-vammatyyppi on kliinisesti tärkeä ja hankalahoitoinen, mutta harvinainen kokonaisuus [90].

Mason 1 luokan murtumat ovat pääsääntöisesti hyväasentoisia ja vakaita ja ne hoidetaan lähes aina konservatiivisesti, tarvittaessa käyttäen lyhyttä (1–7 vrk) kantosideimmobilisaatiota [48, 79, 80]. Erinomainen tai hyvä lopputulos saavutetaan jopa 95 %:lla potilaista, eikä eroa toimintakyvyssä terveen ja murtuneen kyynärnivelen välillä juurikaan ole pitkässä seurannassa [48, 80].

Mason 2 luokan isoloiduissa värttinäluun pään murtumissa konservatiivisella hoidolla saavutetaan erinomaisia/hyviä tuloksia korkean vaatimustason potilaillakin (85–95 %), eikä ORIF-toimenpiteillä saavuteta parempia tuloksia [23, 41, 42, 46, 56, 80]. Kyynärnivelen liikelaajuuden ollessa mekaanisen esteen (murtumafragmentin) rajoittama fiksaatiotoimenpiteitä pidetään ensisijaisena hoitona, joskin tutkimusnäyttö tämän eduista on hyvin vähäistä. Hyvä lopputulos saavutetaan leikkaushoidossa yli 90 %:lle potilasta. [80] Luokkien 1–2 murtumissa nivelensisäinen hematooma voi aiheuttaa mekaanisen esteen liikkeelle, ja epäselvässä tilanteessa murtuma voidaan arvioida uudelleen muutaman päivän kuluttua vammasta. Murtumarako voidaan puuduttaa tutkimisen helpottamiseksi. [80] Muut mahdolliset vammat tulee ottaa huomioon hoitopäätöstä tehtäessä [56, 42, 72].

Konservatiivisesti hoidetuissa murtumissa liian pitkä immobilisaatio voi johtaa kyynärnivelen jäykistymiseen. Parhaat toiminnalliset tulokset on saatu tutkimuksissa lyhyellä, 2 päivän immobilisaatiolla ja aktiivisella kuntoutuksella [48, 55, 80].

Mason 3 ja 4 luokan murtumat hoidetaan lähtökohtaisesti leikkauksellisesti. Yleisimmin murtumakappaleet kiinnitetään toisiinsa pyrkien normaalianatomiaan tai väärtinäluun proksimaalipää korvataan tekonivelellä. Matalan vaatimustason potilailla väärtinäluun pää tai murtumafragmentit voidaan yksinkertaisesti poistaa. Yleisesti kolmen tai useamman fragmentin murtumia pidetään leikkaushoidettavina. [9, 62, 80] Liitännäisvammat, kuten muut murtumat ja nivelsidevammat, ovat näiden murtumatyyppien yhteydessä yleisiä ja pelkän radiuksen proksimaalipään hoitomuodon merkitystä saavutettavan toimintakyvyn kannalta on vaikeampi arvioida yksiselitteisesti [44].

ORIF on indikoitu luokan 3–4 murtumille, joissa se voidaan murtumafragmentin ominaisuudet huomioiden toteuttaa [80]. Pirstaleisissa murtumissa fragmenttien kokoaminen on usein haastavaa. Fragmenttien kokoaminen toimenpidepöydällä ex-situ ja levykiinnitys väärtinäluun varteen tuottaa vastaavan toiminnallisen tuloksen in-situ fiksaatioon verrattuna ja vähemmän komplikaatioita [62]. Riski avaskulaariselle nekroosille on pieni ja murtuma luutuu yleensä hyvin [34, 80]. Toiminnalliset tulokset ovat selkeästi luokan 2 murtumia heikompia, joka osittain selittyy vaikeamman murtumatyyppin lisäksi suuremmalla liitännäisvammojen määrällä, mutta pääsääntöisesti hoitotulokset ovat hyviä ja komplikaatioita on vähän [34, 44].

Murtumafragmenttien tai radiuksen pään poisto voi tulla matalan toimintavaatimusten ryhmässä kyseeseen. Toimenpiteeseen liittyy vähemmän komplikaatioita kuin tekonivelhoitoon [62], mutta stabiliteettiongelmat ovat yleisiä toimenpiteen yhteydessä. Radius voi siirtyä proksimaalisesti ja kyynärluun kuormitus kasvaa. Kipu ranteessa ja kyynärpäässä on yleinen ongelma ja kyynärnivelen sekä ranteen nivelrikko kehittyy potilaille nopeammin verrattuna muihin hoitovaihtoehtoihin. Toisaalta lyhyen aikavälin tulokset voivat olla hyviä (81 %) aktiivisillakin potilailla ja iäkkäämmällä väestöllä tulokset (potilastyytyväisyys ja toimintakyky) voivat olla tekonivelhoitoon verrattavia. [54, 65] Mikäli processus coronoideus on murtunut tai kyynäralueella on ligamenttivamma, toimenpide on kontraindisoitu [80].

Tekonivelhoito on indisoitu yli kolmen fragmentin murtumissa. Muita käyttöaiheita ovat radiuksen pään taipuminen (plastic deforming), luutumisongelmat, murtumadislokaatiot sekä Essex-Lopresti vammatyyppi [74]. Toiminnalliset tulokset metalli-implanteilla ovat olleet hyviä näissä potilasryhmissä. Näissä potilasryhmissä tekonivelhoidolla saavutetaan usein parempi stabiliteetti, vähemmän komplikaatioita ja parempi potilastyytyväisyys ORIF-toimenpiteisiin verrattuna. Hyvä tai erinomainen lopputulos saavutetaan 80–87 %:lla potilaista. [20, 40, 45, 64] Tekonivelen poisto seurannassa kivun tai jäykkyyden takia on kuitenkin melko yleistä. Suurin osa tekonivelten poistoista tehdään ensimmäisen vuoden aikana sen asettamisesta [80].

Vuonna 2021 systemaattisessa katsauksessa Chaijenki et al. toteavat, että tekonivelhoito tai radiuksen proksimaalipään poisto tuottaa vähemmän komplikaatioita (tarkasteltuna heterotooppisen luutumisen, fiksaatiomateriaalin poiston yleisyyden, hermovaurion tai uusintaleikkauksen yleisyyden suhteen) ORIF:n verrattuna pirstaleisissa murtumissa [10]. Vastaavaan tulokseen päätyivät De Mauro et al. Vuonna 2024 systemaattisessa katsauksessa.

Liitännäisvammoista lähtökohtaisesti processus coronoideuksen, olecranonin ja distaalisen olkaluun murtumat tulisi hoitaa ORIF-toimenpiteellä. Rustovauriot voivat vaatia puhdistusleikkauksen,

mikäli nivelessä on irtokappaleita. MCL ja LCL tulisi korjata leikkauksessa, jos nämä ligamentit ovat vaurioituneet ja kyynärnivel on epävakaa. [40, 80]

Ydinnalaus on vakiintumaton caput radiin toimenpide varsinkin aikuisväestössä. Hyviä hoitotuloksia on saatu pediatriisessa käytössä.

Avomurtuman yhteydessä leikkaushoito on (lähes) aina indisoitu murtumatyypistä riippumatta. [78]

#### 1.4. Tekonivelmallit

Markkinoilla on useita erilaisia tekonivelmalleja (kuva 4), joita voidaan luokitella eri ominaisuuksien mukaan. Aiemmin käytössä olleista silikonisista tekonivelistä on luovuttu heikon biomekaanisen vastaavuuden takia [39], ja nykyaikaiset tekonivelet ovat pääsääntöisesti koboltti-kromista tai titaanista valmistettuja. Useimmat tekonivelet ovat modulaarisia eli useampiosaisia ja niitä voidaan muokata usean ominaisuuden osalta yksilölliseen anatomiaan sopivaksi. Varsimalleja on pitkiä ja lyhyitä. Varsiosa voidaan kiinnittää värttinäluuhun press fit-sovituksella, jossa kairattuun onteloon painetaan tiukasti istuva varsi. Tekonivel voidaan kiinnittää tiukasti myös luusementillä tai varsi voidaan tarkoituksella jättää löysäksi (loose-fit). [18, 74, 59]

Monopolaarisissa tekonivelissä (kuva 5) varsi ja pää eivät salli liikettä toistensa suhteen. Osa näistä tekonivelistä on yksiosaisia, toiset mallit kootaan erikseen päästä ja varresta. Bipolaariset tekonivelet sallivat rajoitetun liikkeen niiden varsiosan ja pään välillä. Pään suurempi liikkuvuus mahdollistaa suuremman kontaktipinta-alan radiokapitellaariniveleen kyynärnivelen liikkeiden aikana sekä paremman anatomisen istuvuuden. Lisäksi sen ajatellaan vähentävän nivelnastaan kohdistuvia, kuluttavia kontaktivoimia monopolaariseen tekoniveleen verrattuna. Bipolaariset tekonivelet voivat mukautuvuutensa vuoksi mahdollisesti kompensoida asennukseen liittyviä teknisiä virheitä mutta myös lisätä instabiliteettia. [25, 57]



Kuva 4. Erilaisia tekonivelmalleja: (a) Guepar (Aston Medical, Saint-Etienne, Ranska); (b) rHEAD Recon Implant (Stryker-Small Bone Innovation, Morrisville, PA, USA); (c) MoPyC (Bioprofile Laboratory- Tornier Grenoble France); (d) CRF (Judet CRF II Tornier SA, Saint Ismier, Ranska); (e) Swanson (Wright Medical Technology, Arlington, TN)



Kuva 5. Monopolaarinen tekonivel lyhyellä varrella asetettuna paikoilleen ap- ja sivukuvassa.

Selkeää näyttöä eri tekonivelmallien paremmuudesta ei ole olemassa [22, 39]. Tiukasti kiinnittyvissä malleissa on etuna niiden vakaus. Niiden poisto on kuitenkin löyhästi kiinnittyviä hankalampaa. Löyhäkiinnitteisissä tekonivelissä etuna on parempi kongruenssi kyynärnivelen liikkeissä, mutta radiologiset harventumat tekonivelen varren alueella ovat yleisempiä. Melko tuoreessa meta-analyysissä Yang et al. toteavat, että tekonivelen kiinnittäminen ilman sementtiä voi tuottaa vähemmän komplikaatioita ja tekonivelen poistoleikkauksia [82]. Toisaalta vuonna 2018 tehdyssä meta-analyysissä [33] Kachooei et al. päätyivät vastakkaiseen tulokseen, joskaan selkeitä eroja ei tekoniveltyyppien välillä kuvattu. Myöskään tekonivelen polariteetilla ei vaikuta olevan merkitystä komplikaatioiden tai tekonivelten poistojen kannalta [1, 39]. Vuonna 2020 meta-analyysissä Vannabouathong et al. esittävät eri tekoniveltyypeillä olevan eroja eri päätetapahtumien osalta, jotka eivät ole sidoksissa tiettyyn tekonivelominaisuuteen. [77]

Potilaan yksilölliseen anatomiaan tehtyjen 3D-printattujen monoblokkitekonivelten on raportoitu helpottavan toimenpidettä ja tuottavan hyviä tuloksia [63].

## 1.5. Tekonivelhoito

Radiuksen proksimaalipään tekonivelhoito metallisella tekonivelellä soveltuu virheasentoisiin tai pirstaleisiin murtumiin ja se tuottaa biomekaanisesti lähes normaalianatomiaa vastaavan lopputuloksen. Tekonivelhoito ei heikennä pehmytkudosten toipumista. [13, 36, 37, 66] Tekonivel voi myös soveltua hoitovaihtoehdoksi myös silloin, kun radiuksen pään poisto tai ORIF-toimenpiteet ovat tuottaneet epätydyttävän lopputuloksen tai radiokapitellaarinivelrikon hoitovaihtoehdoksi [56].

Tekonivelhoidon tulokset ovat olleet hyviä seurantatutkimuksissa ja sen on todettu tuottavan parhaan toimintakykytuloksen muihin hoitomuotoihin verrattuna MEPI-mittarilla (Mayo Elbow Performace Index) [16, 39, 50, 80], mutta useissa tutkimuksissa potilasmateriaalit ovat olleet pieniä ja tekoniveltyypin, seuranta-aikojen, tekonivelhoidon indikaatioiden, liitännäisvammojen huomioiminen sekä radiologisten löydösten raportointi on ollut vaihtelevaa [39, 80]. Useassa toimintakykymittareissa korostuu objektiivisesti tekonivelhoidolla saavutettava ORIF-hoitoa

parempi liikelaajuus, mutta potilaan kokeman toimintakyvyn kannalta tällä ei vaikuta aina olevan merkitystä. Selvää konsensusta tekonivelhoidon indikaatioista ei ole, osittain siksi, että fiksaatioon sopimattoman murtuman määrittely on subjektiivista. Neljän tai useamman fragmentin murtumat tai yhden fragmentin korteksin täydellinen jatkumattomuus liittyvät selkeästi heikompiin lopputuloksiin fiksaatiotoimenpiteessä. [80]

Komplikaatiot tekonivelhoidossa ovat kohtalaisen yleisiä. Pitkäaikaisseurannassa näitä esiintyy 37 %:lla potilaista. Järjestyksessä yleisimmästä komplikaatioista harvinaisimpaan tekonivelen löystymisestä johtuva kipu (29 %), kyynärnivelen jäykkyys (14 %), kyynärhermon neuropatia (4 %), radiaalihermon neuropatia (1 %), irtokappaleet (1 %) ja CRPS (complex regional pain syndrome) (1 %) johtavat heikentyneeseen hoitotulokseen [16, 93]. Komplikaatioiden yhteydessä uusintatoimenpide on usein tarpeen (28 %), jossa voidaan joko poistaa (19 %) tai vaihtaa tekonivel (6 %), suorittaa radiokapitellaarinivelen vapautus kiinnikkeistä (10 %), ulnaarihermon vapautus (2 %) tai poistaa osteofyytteja tai irtokappaleita (6 %).

Tekonivel joudutaan poistamaan tai vaihtamaan keskimäärin jopa 25–29 %:lla potilaista [14, 64, 80]. Suurin osa uusintatoimenpiteistä tehdään vuoden sisällä tekonivelen asennuksesta [16, 64, 65, 80]. Mikäli tekonivel joudutaan poistamaan täysin, hoitotulos heikkenee selvästi (MEPS 80.0 vs. 70.0) ja QuickDASH (18.1 vs. 49.1), mutta näissäkin tapauksissa hoitotulokset ovat pääsääntöisesti hyviä [64]. Toisaalta tutkimustulokset uusintatoimenpiteiden määrästä ovat hyvin vaihtelevia, ja joissain aineistoissa tekonivel on jouduttu pitkässä seurannassa (seuranta-ajan mediaani 8,2–8,9 vuotta) poistamaan vain harvalta (Marsh et al. 3,6 %, Chen et al. 0 %, Popovic et al. 0 %), eikä poistojen vähäisyys heikentänyt hoidon lopputuloksia [11, 50, 60, 64]. Toiminnalliset lopputulokset ovat pitkän ajan (yli 8 vuoden) seurannassa pääsääntöisesti hyviä tai erinomaisia: potilaista 86 % oli joko täysin tai lähes kivuttomia ja toimintakykykyselyissä saavutettiin erinomaisia tuloksia (qDASH ja MEPS) 11–17 p ja 80–91 p. [11, 16, 60, 64, 80]. Tekonivelhoidon jälkeen potilaista 82–86 % pystyy palaamaan entiseen työhönsä ja harrasteurheiluun 51,5 % [64].

Poikkeavat radiologiset löydökset ovat hyvin tavallisia. Seurannassa valtaosalla (38–100 %) potilaista nähdään röntgenkuvissa degeneraatiota, radiologista löystymistä, harventumaa ja pehmytkudosten luutumista (HO) ja muutosten yleisyys lisääntyy ajan kanssa. [60, 80] Kulumamuutosten on ajateltu liittyvän ainakin osittain liian pitkän tai suuripäisen tekonivelen asettamiseen. Tällöin radiuksesta tulee toiminnallisesti normaalianatomiaa pidempi ja radiokapitellaarinivel ahtautuu (overstuffing). Tätä on arvioitu esiintyvän jopa 20 %:ssa tekonivelhoidoista. [80]

ORIF-toimenpiteisiin verrattuna tekonivelhoidolla saadaan todennäköisesti parempi lopputulos Mason 3-4lk murtumissa [66, 67]. Värttinäluun pään poistoon verrattuna tekonivelhoito tuottaa parempia tuloksia [68]. Vertailevaa tutkimusta on kuitenkin niukasti saatavilla.

## 1.6. Leikkaustekniikka

Tekonivelhoito voidaan toteuttaa potilaan ollessa vatsallaan, selällään tai kyljellään. Raaja tuetaan joko leikkauspöydälle tai potilaan rintakehän päälle ja toimenpide suoritetaan pääsääntöisesti veriyhjiössä. Avaus voidaan toteuttaa Kocherin tai Kaplanin tekniikalla tai jänneiden välisestä reitistä extensor digitorum communiksen, EDC:n, halki. [74] Kocherin avauksessa (posterolateraalinen reitti) ihoviilto tehdään olkaluun lateraalisen epikondyylin ja caput radiin välille käsivarren ollessa pronaatiossa, jonka jälkeen edetään extensor carpi ulnariksen ja anconeuksen välistä nivelkapseliin ja radiuksen päähän asti. Avauksesta pääsee tarvittaessa korjaamaan radiaalisen kollateraaliligamentin hyvin. EDC:n läpi menevää reittiä käytetään, mikäli lateraalisen ligamenttikompleksin arvioidaan olevan ehjä eikä tätä ole tarvetta korjata. Kaplanin avauksessa etuna on erinomainen pääsy caput radiin alueelle, mutta riski proksimaalisen luuvälihermon vauriolle on suurempi. [49]

Murtuma-alueelle pääsyn jälkeen murtumafragmentit ja huonokuntoinen väärtinälukaan pää poistetaan ja luun ydinontelo riimataan tekoniiven varrelle sopivaksi. Tämän ja koesovitusten jälkeen tekoniivel asetetaan tehtyyn onkaloon ja radiokapitellaarinivel reponoidaan. Lopuksi kyynärniiven liikelaajuudet testataan ja liitännäisvammat korjataan. [49]

## 2. TUTKIMUSASETELMA

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Turun yliopistollisessa keskussairaalassa vuosina 2000–2020 väärtinälukaan proksimaalipään murtuman vuoksi asetettujen tekoniivelten tuloksia potilaiden kokemuksen toimintakyvyn, tekoniiven pysyvyyden ja uusintaleikkausten suhteen. Tutkimuksessa määritettiin potilaiden toimintakyky kyselytutkimuksella DASH (Disabilities of Arm and Shoulder), jota on käytetty yleisesti aiemmassa aiheita koskevassa kirjallisuudessa. Tutkimuksessa pyrittiin saamaan tietoa siitä, kuinka suurelta osalta potilaista tekoniivel jouduttiin seurannassa joko poistamaan tai uusimaan ja mitkä syyt johtivat näihin toimenpiteisiin.

### 2.1. Aineisto ja menetelmät

Aineistoksi haettiin potilaskertomukset vuosilta 2000–2020 joissa asetettuna toimenpidekoodina oli joko NCJ99 tai NCB10. Esitiedot potilaista, leikkaustiedot sekä leikkausta edeltäneet, leikkauksen jälkeiset ja seurantaröntgenkuvat kerättiin retrospektiivisesti potilastietojärjestelmästä. Leikkauskertomuksista selvitettiin, onko potilaalle asetettu radiuksen proksimaalipään tekoniivel ja

tutkimukseen otettiin mukaan vain ne potilaat, joille tekonivel oli asetettu. Alkuperäisellä haulla löytyi 83 potilasta, joista 29:lle oli asetettu proksimaalinen varttinäluun tekonivel. Potilaiden leikkauksen jälkeistä toimintakykyä selvitettiin kyynärnivelen osalta DASH-puhelinkyselyllä.

Potilaskertomuksista kerättiin potilaiden ikä (leikkaushetkellä), sukupuoli, aika murtumasta leikkaushoitoon, vammaenergia ja tieto siitä, oliko kyseessä avomurtuma. Aineistosta selvitettiin, saivatko potilaat ennen leikkausta antibioottiprofylaksian, mitä antibioottia käytettiin ja milloin antibiootti annettiin suhteessa leikkaukseen. Potilaiden ASA-luokat (American society of anesthesiologists-luokitus, jolla kuvataan potilaiden sairastavuutta ja anestesiakelpoisuutta) kerättiin anestesiakertomuksista. Potilaiden muu mahdollinen hoito ennen leikkausta selvitettiin samoin kuin liitännäisvammat, muut tehdyt toimenpiteet leikkauksen yhteydessä sekä leikkauksen jälkeisen immobilisaation tyyppi ja kesto. Potilastietojärjestelmästä selvitettiin myös mahdolliset komplikaatiot, kuten leikkauksen alueen infektiot ja leikkaukseen liittyneet hermovauriot. Yhdestä potilaasta ei ollut leikkauksettomuuden lisäksi muita tietoja saatavilla.

Tuki- ja liikuntaelimestön kuvantamistutkimuksiin perehtynyt radiologi kävi läpi tutkimukseen valikoituneiden potilaiden röntgenkuvat. Tulovaiheen röntgenkuvasta tulkittiin Mason-luokitus, muut alueen murtumat ja vammatyyppi (yksinkertainen, Terrible Triad, Essex-Lopresti, Monteggia). Seurannassa otetuista röntgenkuvista selvitettiin, oliko potilaille kehittynyt osteoartriittia, heterotooppista luutumista tai oliko tekonivelen ympärillä kirkastumaa tai oliko tekonivel irti. Tiedot kerättiin potilastietojärjestelmästä kesäkuussa 2022, jonka jälkeen tapahtuneita mahdollisia uusintatoimenpiteitä ei enää otettu huomioon.

Päätösmuuttujana oli potilaiden päätyminen uusintaleikkaukseen tekonivelhoidon jälkeen ja erityisesti se, jouduttiinko tekonivel poistamaan.

Toissijaisena päätösmuuttujana oli potilaiden kokemus toimintakykyä suomennetulla DASH-mittarilla. Kyseinen mittari koostuu kolmestakymmenestä kysymyksestä, joista 21 ensimmäistä kartoittavat potilaan suorituskykyä arkisissa toimissa, kaksi käden toiminnasta johtuvia rajoituksia, viisi potilaan kokemia oireita, yksi vaikutusta uneen ja yksi minäkuvaan. Pisteet lasketaan kaavalla  $p = \frac{\text{vastausten summa}}{\text{vastausten määrä}} - 1 \times 25$ , jolla saadaan yhteispisteet välille 0-100. Suurempi pistemäärä kertoo heikommasta toimintakyvystä tai voimakkaammista oireista. Kyselyn pistemäärä terveessä väestössä vaihtelee hieman ikäryhmittäin. Alle 70-vuotiailla pistemäärän keskiarvo on alle 7 pistettä, ja tätä vanhemmilla keskiarvot ovat välillä 11 ja 18. [21] Mittaria on käytetty laajasti aiemmassa aiheesta käsittelevässä tutkimuksessa ja kirjallisuudessa, joten se mahdollistaa tulosten vertailun muuhun tutkimustietoon aiheesta [6, 19, 35, 77].

DASH-kysely toteutettiin puhelinkyselynä. Soittamatta jätettiin potilaille, joiden puhelinnumeroa ei ollut potilastietojärjestelmässä sekä niille, jotka olivat kuolleet. Potilasta 15 vastasi puhelimeen ja näistä 14 vastasi kyselyyn. Yksi tavoitetuista potilaista pyysi soittamaan myöhemmin uudelleen, muttei tällöin enää vastannut. Muista potilaista viiden numero ei ollut käytössä, yksi numeroista oli jatkuvasti varattuna ja loput eivät vastanneet soittoyrityksiin.

Tutkimuslupa haettiin ja saatiin VSSH:n tutkimuspalveluista. Näkemyksemme mukaan tutkimukseen ei liittynyt eettisiä ongelmia eikä eettistä lupaa haettu.

## 2.2. Tulokset

29 tekonivelhoidetusta potilaasta 9 (31 %) päätyi uusintaleikkaukseen, ja 6 (20 %) potilaalta tekonivel jouduttiin poistamaan. Tekonivelen irtoaminen oli poiston syy kaikilla potilailla, joilta tekonivel poistettiin. Yhdellä potilaalla syy uusintaleikkaukseen oli radiokapitellaarinivelen kuluma, yhdellä UCL korjattiin allograftilla ja yhdellä uusintaleikkaus tehtiin kyynärluuhun ja radiukseen kiinnitettyjen levyjen poistoa varten. Muilla potilailla uusintatoimenpiteitä ei tehty.

DASH-kyselyyn vastasi 14 potilasta, ja pisteiden keskiarvo oli 14.9 pistettä (SD 14.7, vaihteluväli 0–48,3 p), joka vertautuu aiempaan tutkimustietoon aiheesta.

Potilaiden iät leikkaushetkellä vaihtelivat välillä 27–73 vuotta. Potilaiden keski-ikä oli 55,1 vuotta. Potilaista naisia oli 64,3 % ja miehiä 35,7 %. Keskimääräinen aika ensimmäisen tekonivelen asetuksesta potilastietojen hakuun ja seurannan päättymiseen oli 8 v 1kk (vaihteluväli 2 v 6kk – 19 v 4kk). (Taulukko 1).

Murtuman aiheuttanut vammaenergia luokiteltiin matalaksi 15 potilaalla ja korkeaksi 10 potilaalla. Vammat luokiteltiin korkea-energisiksi, mikäli vammaenergia arvioitiin potilaskertomukseen kuvatun tapahtuman perusteella olevan suurempi kuin metrin korkeudelta putoamisesta aiheutuva energia.

Murtumaluokat ja tyypit tarkasteltiin jälkikäteen röntgenkuvista. Mason- luokan 1 murtumia ei ollut lainkaan. Luokkaan 2 kuului 2 murtumaa, luokkaan 3 kuului 10 ja luokkaan 4 kuului 14 murtumaa. Suurimmalla osalla (15 potilaalla) vammaan liittyi kyynärpään dislokaatio. Terrible triad-tyyppinen murtuma oli 8 potilaalla, Essex-Lopresti yhdellä ja Monteggia-murtuma yhdellä. Essex-Lopresti-murtuman tapauksessa potilaan murtuma sopi myös terrible triad-tyyppiseen murtumaan, ja potilas katsottiin kuuluvan kumpaankin ryhmään. Yhdellä potilaalla oli distaalisen humeruksen murtuma. Yhdellä potilaalla tekonivel valittiin murtuman hoidoksi reumasairauden vuoksi (taulukko 2).

Potilaista 15 sai tekonivelen välittömänä hoitona vammaansa ja 17 potilaalla tekonivel asetettiin 2 viikon sisällä vammasta. Viidellä potilaalla konservatiivinen hoito edelsi tekonivelen asetusta ja aika tekonivelhoitoon näillä potilailla vaihteli välillä 1kk 3pv – 1 v 3kk. ORIF-toimenpide oli taustalla 6 potilaalla 3pv – 1v9kk ennen tekonivelhoitoa ja debridement-toimenpide kahdella potilaalla, joilla aika tekonivelhoitoon oli 5kk ja 1v4kk.

Kahdella potilaista oli kyseessä avomurtuma. Verisuoni- tai hermovammoja ei todettu seurannassa.

Potilaista 26 sai antibioottiprofylaksin ennen leikkausta, ja 24 näistä antibiootti annettiin 5–60 min ennen verityhjiötä. Annettu antibiootti oli 18 potilaalla kefuroksiimi annoksella 1500 mg, neljällä kefuroksiimi annoksella 3000 mg ja kahdella klindamysiini annoksella 600 mg. Yhdellä potilaalla leikkausalue oli painepesty keittosuola-antibioottiliuoksella. ASA-luokkaan 1 kuului 9 potilasta, luokkaan 2 kuului 7 potilasta ja luokkaan 3 kuului 13 potilasta. Luokkien 4 ja 5 potilaita ei ollut.

Yleisimpiä liitännäistoimenpiteitä tekonivehoidon yhteydessä olivat proc. Coronoiduksen korjaukset (4 kappaletta) sekä sivusiteiden korjaukset. Ulnaarista sivusidettä korjattiin 4 ja

radiaalista 3 kappaletta. Etukapselin kiinnityksiä tehtiin yksi kappale ja artroskopiaita kaksi kappaletta. Humeruksen lateraalinen epikondyyli fiksoitiin yhdellä potilaalla.

Asetetuista tekonivelistä 12 olivat malliltaan anatomic radial headeja (Acumed, kuva 6) ja 6 rHeadeja (Evolve, kuva 7). Muiden tekoniveliä mallit eivät selvinneet leikkauskertomuksista. (Taulukko 3).



Kuva 6. Anatomic radial head system 2-tekoniiveli (Acumed).



Kuva 7. rHead-tekoniiveli (Evolve)

### Taulukko 1. Potilaiden perustiedot

<b>Ikä (leikkaushetkellä)</b>	<b>KA: 55,07 v (vaihteluväli 27–73 vuotta)</b>
<b>Naisia</b>	<b>18 (64 %)</b>
<b>Miehiä</b>	<b>10 (36 %)</b>
<b>BMI</b>	<b>KA: 30.3 kg/m<sup>2</sup> (vaihteluväli 20,1–41,8)</b>
<b>Seuranta-aika</b>	<b>8 v (vaihteluväli 2v6kk – 19v4kk)</b>

**Taulukko 2. Vamman perustiedot**

<b>Matala vammaenergia</b>	<b>15 (54 %)</b>
<b>Korkea vammaenergia</b>	<b>10 (35 %)</b>
<b>Mason 1</b>	<b>0</b>
<b>Mason 2</b>	<b>2 (7 %)</b>
<b>Mason 3</b>	<b>10 (35 %)</b>
<b>Mason 4</b>	<b>14 (50 %)</b>
<b>Terrible triad</b>	<b>8 (29 %)</b>
<b>Monteggia</b>	<b>1 (4 %)</b>
<b>Essex-Lopresti</b>	<b>1 (4 %)</b>
<b>Humeruksen murtuma</b>	<b>1 (4 %)</b>
<b>Avomurtuma</b>	<b>2 (7 %)</b>

**Taulukko 3. Tekonivelhoidon perustiedot**

<b>Ensisijainen hoito</b>	<b>15 (54 %)</b>
<b>Konservatiivinen hoito edeltävästi</b>	<b>5 (18 %)</b>
<b>ORIF edeltävästi</b>	<b>6 (21 %)</b>
<b>Debridement edeltävästi</b>	<b>2 (7 %)</b>
<b>Antibioottiprofylaksia</b>	<b>24 (86 %)</b>
<b>ASA1</b>	<b>9 (32 %)</b>
<b>ASA2</b>	<b>7 (25 %)</b>
<b>ASA3</b>	<b>13 (45 %)</b>
<b>Proc. Coronoideuksen fiksaatio</b>	<b>4 (14 %)</b>
<b>LCL:n korjaus</b>	<b>4 (14 %)</b>
<b>RCL:n korjaus</b>	<b>4 (14 %)</b>
<b>Humeruksen ORIF</b>	<b>1 (4 %)</b>
<b>Tekonivelenä anatomic radial head (Acumed)</b>	<b>12 (43 %)</b>
<b>Tekonivelenä rHead (Evolve)</b>	<b>6 (21 %)</b>
<b>Kantoside</b>	<b>19 (68 %)</b>
<b>Kipsi</b>	<b>13 (56 %)</b>

Uusintaleikkaukseen päättymisen todennäköisyyttä tarkasteltiin yllä olevien taulukoiden muuttujien suhteen. Merkitseviä tuloksia ei saatu minkään muuttujan osalta. Potilaista työikäisiä (alle 63-vuotiaita) oli 21 (72 %). Alle 50-vuotiaita potilaita oli 10, joista 5 (50 %) päätyi uusintaleikkaukseen verrattuna yli 50-vuotiaisiin potilaisiin (n=19), joille uusintaleikkauksia tehtiin 4 (22 %) kappaletta. Alle 30 BMI:n potilaista (n=13) 5 (38 %) uusintaleikattiin. Yli 30 BMI:n potilaista (n=15) 4 (27 %) uusintaleikattiin. Miehistä (n=10) 5 (50 %) päätyi uusintaleikkaukseen, kun taas naisista (n=14) 4 (27 %) uusintaleikattiin. Kun tekonivelhoitoon päädyttiin vasta muun hoidon epäonnistuttua, uusintaleikkauksia tehtiin 7 (50 %, n=14). Ensisijaisesti tekonivelhoidetuilla potilailla (N=13) uusintaleikkauksia tehtiin 2 (15 %). Matalan vammaenergian potilaista (n=15) 4 uusintaleikattiin (27 %), ja korkean vammaenergian potilaista (n=10) 3

uusintaleikattiin (30 %). Kyynärnivelen dislokaatiolla ei vaikuttanut olevan merkitystä uusintaleikkauksiin (ei dislokaatiota n=13, dislokaatio n=14, molemmissa ryhmissä tehtiin 4 uusintaleikkausta). Terrible Triad-tyypin vammoja (n=7) uusintaleikattiin kerran (14 %).

Leikkauksen jälkeen potilaiden käsi joko kipsataan, asetetaan kantositeeseen tai potilaiden annetaan mobilisoida kyynärniveli vapaasti tai tietyin rajoituksin (taulukko 4). Kipsihoidetuista potilaista (n=13) uusintaleikkaukseen päätyi 3 potilasta (23 %). Muista potilaista (n=15) uusintaleikattiin 6 potilasta (40 %). Kun potilasta ei kipsattu lainkaan tai kipsihoito kesti viikon, potilaista 7 (46 %) joutui uusintaleikkaukseen. Kipsihoidon kestäessä 2 viikkoa uusintaleikkaukseen päätyi 2 (22 %) potilasta, ja hoidon kestäessä 3 viikkoa uusintaleikkauksia ei ollut. Yhdelläkään potilaalla kipsiä ei pidetty kolmea viikkoa pidempään. Kantosidehoito kesti 0–1 viikkoa yhdellätoista potilaalla ja näistä potilaista 5 (45 %) uusintaleikattiin. Hoidon kestäessä 1-2 viikkoa uusintaleikkaukseen päätyi 2 (18 %) potilasta (n=11), ja hoidon kestäessä kolme viikkoa uusintaleikkaukseen päätyi 2 (33 %) kuudesta potilaasta. Yhtäkään potilasta ei pidetty kantosidehoidossa kolmea viikkoa pidempään.

**Taulukko 4. Seurannan perustiedot**

<b>Uusintaleikkaus</b>	<b>9 (32 %)</b>
<b>Tekonivelen poisto</b>	<b>6 (21 %)</b>
<b>RTG:ssa tekonivel irti</b>	<b>4 (14 %)</b>
<b>RTG:ssa osteoartriitti</b>	<b>12 (43 %)</b>
<b>RTG:ssa heterotooppista luutumista</b>	<b>4 (14 %)</b>
<b>DASH-pisteet (n=14)</b>	<b>KA: 14,9, (vaihteluväli 0–48,3)</b>

### 3. JOHTOPÄÄTÖKSET

Värttinäluun proksimaalipään murtumien tekonivelhoidon tulokset TYKS:ssa vaikuttavat vastaavan aiemmin tutkittuja tuloksia. Hoitoa vaativat vammatyypit ovat suhteellisen harvinaisia, jonka takia tarve hoidolle on melko vähäistä ja yksittäisen kirurgin asettamien tekonivelten määrä jää Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin kokoisella hoitoalueella melko pieneksi. Tämä osaltaan selittänee esimerkiksi vaihtelevia hoitokäytäntöjä leikkauksen jälkeisen immobilisaation suhteen ja voi vaikuttaa myös leikkaustekniseen onnistumiseen esimerkiksi tekonivelen komponenttien koon valinnan sekä tekonivelen linjaan asettamisen osalta. Toimintamallit esimerkiksi immobilisaation suhteen ovat muuttuneet viime vuosina, ja kipsihoitoa käytetään enää harvoin tekoniveltoimenpiteen yhteydessä.

Vaikka aineistosta ei saatu merkitseviä tuloksia, joidenkin muuttujien kohdalla eri ryhmien riski päätyä uusintaleikkaukseen poikkesi prosentuaalisesti merkittävästi toisistaan. Alle 50-vuotiaiden riski päätyä uusintaleikkaukseen oli selkeästi vanhempia korkeampi (50 % ja 22 %). Tätä voisi

selittää nuorempien potilaiden korkeampi vaatimustaso käden toiminnalle, mutta todennäköisemmin kyseessä on pienen aineiston aiheuttama tilastoharha. Alle 40-vuotiaita potilaita oli vain 2 joista kumpaakaan ei uusintaleikattu. Matalamman BMI:n potilailla uusintaleikkaukset olivat myös yleisempiä (38 % ja 27 %). Edellä mainittua vastaavasti voisi ajatella lievän toimintakykyhaitan korostuvan hoikemmassa ja mahdollisesti aktiivisemmassa väestössä, mutta aineiston erot ovat hyvin pieniä. Lisäksi tieto BMI:sta määritettiin yhtä potilasta lukuun ottamatta potilastietojärjestelmään merkatun pituuden ja painon perusteella, jota ei aktiivisesti päivitetä, joten potilaiden todellisessa BMI:ssa leikkaushetkellä on voinut olla suuriakin poikkeamia. Varhaisen tekonivelhoidon yhteydessä uusintaleikkaukseen päädyttiin harvemmin (15 % ja 50 %), jota voisi selittää hankalampi alkuperäinen vamma tai esimerkiksi kyynärnivelen jäykistyminen ja kudosten sopeutuminen tilanteeseen jo aiemman hoidon yhteydessä. Vastaavanlaisia tuloksia on saatu aiemmassa tutkimuksessa. [11, 33, 64]

Niin kantositeellä kuin kipsauksellakin jatkohoidetuista potilaista tulosten trendi vaikutti suosivan ainakin 1–2 viikon immobilisaatiota. Mikäli tarkastellaan vain aikaa leikkaushoidosta kyynärnivelen mobilisaatioon, nopean mobilisaation (0-1vk) ryhmässä (n=8) kaksi potilasta (25 %) uusintaleikattiin, keskipitkässä (1-2vk) ryhmässä (n=11) neljä potilasta (36 %) uusintaleikattiin ja hitaan mobilisaation ryhmässä (3+ viikkoa, n=9) kolme potilasta uusintaleikattiin (33 %). Syynä epäjohtonmukaisuudelle immobilisaation vaikutuksesta uusintaleikkausten määrään aineistossa on se, että monet kipsihoidetuista potilaista saivat myös kantositeen ja kuuluivat molempiin ryhmiin. Aiemmassa tutkimuksessa lyhyt immobilisaatio ja aktiivinen, varhainen kuntoutus on johtanut pienempään määrään uusintaleikkauksia [33, 40].

Jatkohoito immobilisaation ja liikelaajuuksien käyttöönoton suhteen oli hyvin vaihtelevaa. Esimerkiksi tietyille liikkeille, kuten pro-supinaatioliikkeille saatettiin asettaa rajoituksia vielä kipsauksen tai kantosidehoidon päättymisen jälkeenkin. Toisaalta kantosidehoidetuilla potilailla joitakin aktiivisia liikkeitä, kuten kyynärnivelen fleksio-ekstensioliike, saatettiin ottaa käyttöön jo kantosidehoidon aikana.

Valtaosa tekonivelhoidoista kohdistuu työikäiseen väestöön, joka asettaa lähtökohtaisesti korkeat vaatimukset hoidon lopputulosten osalta. Hoidon onnistuminen on tärkeää niin potilaiden tyytyväisyyden ja elämänlaadun kuin taloudellisten tekijöidenkin kannalta. Aineistossamme useampi potilas oli saanut vammansa fyysiseen työhön liittyvän tapaturman yhteydessä, ja kyynärvarren toiminnan palauttaminen voi mahdollistaa potilaalle paluun aiempaan työhönsä ja säästää kuluja sairaslomien, uudelleen koulutautumisen ja työttömyyden osalta. On myös viitteitä siitä, että tekonivelhoito on lähtökohtaisesti ORIF-toimenpiteitä edullisempi tiukasti terveydenhuollon kustannuksiakin tarkastellen [61].

Tämä tutkimus sopii aiempaan tietoon värttinäluun tekonivelhoidosta. Toiminnalliset tulokset kuvautuvat DASH-muuttujalla mitattuna pääsääntöisesti erinomaisina tai hyvinä ja toimenpide on leikkauskomplikaatioiden osalta turvallinen, mutta uusintatoimenpiteisiin joudutaan melko useasti. Verrattuna aiempaan tutkimukseen uusintaleikkauksia tehtiin aineistossamme keskiarvoa enemmän (31 %), (20–25%, [20, 27, 80]), mutta kyseisissä tutkimuksissa uusintatoimenpiteiksi laskettiin vain tekonivelen poisto tai vaihto. Tarkastellessa omaa aineistoamme samoin kriteerein

uusintatoimenpiteiden määrä vertautuu aiempaan tutkimustietoon (6 poistoa, 20 %). DASH-pistemäärän keskiarvo 15.6 vertautuu aiempaan tutkimukseen (9.8–23) [6, 19, 35, 77].

Tutkimuksen heikkoutena on pieni potilasaineisto. Merkitsevien tulosten saaminen vaatisi laajemman potilasaineiston. Mikäli tutkimuksessa haluttaisiin huomioida spesifit liitännäisvammat hoitotuloksen osalta, potilasaineiston tulisi olla huomattavasti suurempi vammakokonaisuuksien heterogeensyyden takia. Toisena heikkoutena voidaan pitää resursseista johtuvaa kliinisen arvioinnin puutetta. Potilailta ei määritetty esimerkiksi objektiivisiä liikelaajuuksia kliinisesti. Aineiston keruussa ongelmaksi muodostui se, että osa potilaskertomuksista kerätystä tiedosta oli jokseenkin tulkinnanvaraista eikä kaikkia hakemiamme tietoja kirjauksista löytynyt ja puhelinkyselyyn vastanneiden potilaiden määrä jäi vähäiseksi. Seurantaröntgenkuvien ottohetki leikkauksen ajankohdasta vaihteli merkittävästi, jolla on luultavasti merkitystä tiettyjen radiologisten löydösten, kuten artroosin, kehittymisen suhteen. Osalla potilaista seuranta-aika jäi lyhyeksi ja on mahdollista, että näistä potilaista osa tulee päätymään ennen pitkää uusintatoimenpiteeseen. Toisaalta osalla potilaista seuranta-aika oli hyvinkin pitkä ja aineisto kerättiin täysin valikoitumattomasti sairaanhoitopiirin alueelta, jossa ainoana kriteerinä oli tekonivelhoito rajatulla aikavälillä, joten aineisto todella kuvaa kaikkia potilaita, jotka ovat saaneet TYKS:ssa väärtinälun tekonivelhoidon vuosien 2000 ja 2020 välissä. Lisäksi lähes kaikki puhelimitse tavoitetut potilaat vastasivat kyselyyn eikä ole todennäköistä, että kyselystä olisi jättäytyneet erityisesti pois esimerkiksi hoitoonsa tyytymättömät potilaat. Päätemuuttujana toiminut uusintatoimenpide voitiin luotettavasti tulkita aineistosta, joten pystyimme luotettavasti vastaamaan pääasialliseen tutkimuskysymykseen.

Kaikkiaan TYKS:ssa toteutettu väärtinälun proksimaalipään tekonivelhoito vastaa muualla toteutettuja tekonivelhoitoja niin uusintatoimenpiteiden kuin toimintakykymittarilla kuvatun toimintakykytuloksen suhteen. Jatkossa tarkemman tiedon saamiseksi aineisto tulisi hakea pidemmältä aikaväliltä suuremman otannan saamiseksi.

## 4. LÄHTEET

1. Agyeman, K., Minaie, A. and Dodds, S.D., 2024. Does the polarity of radial head arthroplasty affect functional outcomes? A systematic review and meta-analysis. *Clinical Shoulder and Elbow*, [online] 33(2), pp.123-130. Available at: <https://doi.org/10.5397/cise.2023.01088> [Accessed 15 December 2024].
2. Alcid, J.G., Ahmad, C.S. and Lee, T.Q., 2004. Elbow anatomy and structural biomechanics. *Clinical Sports Medicine*, 23(4), pp.503-517. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2004.06.008>.
3. Al-Tawil, K. and Arya, A., 2021. Radial head fractures. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, [online] 20, p.101497. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.101497> [Accessed 15 December 2024].
4. Bair, M.M. and Zafar Gondal, A., 2023. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Forearm Radius. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. [Updated 31 July 2023; cited 15 December 2024]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544512/>.

5. Beredjiklian, P.K., Nalbantoglu, U., Potter, H.G. and Hotchkiss, R.N., 1999. Prosthetic radial head components and proximal radial morphology: a mismatch. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 8, pp.471-475
6. Burkhart, K.J., Mattyasovszky, S.G., Runkel, M., Schwarz, C., Küchle, R., Hessmann, M.H., Rommens, P.M. and Lars, M.P., 2010. Mid- to long-term results after bipolar radial head arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 19(7), pp.965-972. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.05.022> [Accessed 15 December 2024]
7. Catellani, F., De Caro, F., De Biase, C.F., Perrino, V.R., Usai, L., Triolo, V., Ziveri, G. and Fiorentino, G., 2018. Radial Head Resection versus Arthroplasty in Unreparable Comminuted Fractures Mason Type III and Type IV: A Systematic Review. *Biomed Research International*, 2018, p.4020625. doi: 10.1155/2018/4020625.
8. Carr, C.R. and Howard, J.W., 1951. Metallic cap replacement of radial head following fracture. *West Journal of Surgery, Obstetrics & Gynecology*, 59(10), pp.539-546.
9. Carroll, T.J., Dondapati, A., Cruse, J., Minto, J., Hammert, W.C. and Mahmood, B., 2024. Operative treatment of Mason Type III radial head fractures – A comparative analysis using PROMIS. *Journal of Orthopaedics*, [online] Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jor.2024.03.031> [Accessed 15 December 2024].
10. Chaijenkij, K., Arirachakaran, A. and Kongtharvonskul, J., 2021. Clinical outcomes after internal fixation, arthroplasty and resection for treatment of comminuted radial head fractures: a systematic review and network meta-analysis. *Musculoskeletal Surgery*, 105, pp.17–29. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12306-020-00679-3> [Accessed 15 December 2024].
11. Chen, A.C.Y., Chou, Y.C., Weng, C.J. and Cheng, C.Y., 2018. Long-term outcomes of modular metal prosthesis replacement in patients with irreparable radial head fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, [online] Available at: <https://springer.com> [Accessed 15 December 2024].
12. Chen, X., Wang, S.C., Cao, L.H., Yang, G.Q., Li, M. and Su, J.C., 2011. Comparison between radial head replacement and open reduction and internal fixation in clinical treatment of unstable, multi-fragmented radial head fractures. *International Orthopaedics*, [online] 35(7), pp.1071-1076. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00264-010-1107-4> [Accessed 15 December 2024].
13. Chin, K., Hussain, S., Mazis, G. and Arya, A., 2021. Clinical anatomy and biomechanics of the elbow. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 20, p.101485. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.101485> [Accessed 15 December 2024]
14. Cristofaro, C.D., Carter, T.H., Wickramasinghe, N.R., McQueen, M.M., White, T.O. and Duckworth, A.D., 2019. High risk of further surgery after radial head replacement for unstable fractures: longer-term outcomes at a minimum follow-up of 8 years. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 477(11), pp.2531-2540. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000000876>.
15. Cutler, C.W., 1926. Fractures of the head and neck of the radius. *Annals of Surgery*, 83(2), pp.267-278. Available at: <https://doi.org/10.1097/00000658-192602000-00015> [Accessed 15 December 2024].

16. Davey, M.S., Davey, M.G., Hurley, E.T., Galbraith, J.G., Molony, D., Mullett, H. and Pauzenberger, L., 2021. Long-term outcomes of radial head arthroplasty for radial head fractures—a systematic review at minimum 8-year follow-up. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 30(10), pp.2438-2444. doi: 10.1016/j.jse.2021.03.142.
17. Dotzis, A., Cochui, G., Mabit, C., Charissoux, J.L. and Arnaud, J.P., 2006. Comminuted fractures of the radial head treated by the Judet floating radial head prosthesis. *Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume*, 88, pp.760-764.
18. Flinkkilä, T. and Kaisto, T., 2011. Värttinäluun pään sementittömän press-fit tekonivelten seurantatulokset OYS:ssä. *Suomen Ortopedia ja Traumatologia*, 34(3), p.241.
19. Flinkkilä, T., Kaisto, T., Sirniö, K., Hyvönen, P. and Leppilahti, J., 2012. Short- to mid-term results of metallic press-fit radial head arthroplasty in unstable injuries of the elbow. *Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume*, 94(6), pp.805-810. Available at: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.94B6.28176> [Accessed 15 December 2024].
20. Foroohar, A., Prentice, H. A., Burfeind, W. E., Navarro, R. A., Mirzayan, R., & Zeltser, D. W. (2022). Radial head arthroplasty: A descriptive study of 970 patients in an integrated health care system. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 31(6), 1242-1253. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.10.004>
21. Gkotsi, A., Bourdon, C., Robert, C. and Schuind, F., 2020. Normative values of the DASH questionnaire in healthy individuals over 50 years of age. *Hand Surgery*, [online] Available at: <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2020.12.010> [Accessed 15 December 2024].
22. Gramlich, Yves ; Krausch, Eva-Lorine ; Klug, Alexander ; Buckup, Johannes ; Schmidt-Horlohé, Kay ; Hoffmann, Reinhard. Complications after radial head arthroplasty: a comparison between short-stemmed bipolar and monopolar long-stemmed osteointegrative rigidly fixed prostheses. *International Orthopaedics* 2019, Vol.43(8), pp.1917-1925
23. Guzzini, M., Vadalà, A., Agrò, A., Di Sanzo, V., Pironi, D., Redler, A., Serlorenzi, P., Proietti, L., Civitenga, C., Mazza, D., Lanzetti, R.M. and Ferretti, A., 2017. Nonsurgical treatment of Mason type II radial head fractures in athletes. A retrospective study. *Giornale di Chirurgia*, 37(5), pp.200-205. <https://doi.org/10.11138/gchir/2016.37.5.200>.
24. Harrington, I.J. and Tountas, A.A., 1981. Replacement of the radial head in the treatment of unstable elbow fractures. *Injury*, 12, pp.405-412
25. Hartzler, U.R., Morrey, F.B., Steinmann, P.S., Llusa-Perez, P.M. and Sanchez-Sotelo, P.J., 2014. Radial head reconstruction in elbow fracture-dislocation: Monopolar or bipolar prosthesis? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 472(7), pp.2144-2150.
26. Iannuzzi, N.P. and Leopold, S.S., 2012. In brief: the Mason classification of radial head fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 470(6), pp.1799-1802. <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2319-2>.
27. Ikeda, M. and Oka, Y., 2000. Function after early radial head resection for fracture: a retrospective evaluation of 15 patients followed for 3-18 years. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 71(2), pp.191-194. Available at: <https://doi.org/10.1080/000164700317413184> [Accessed 15 December 2024].
28. Islam, S.U., Glover, A., MacFarlane, R.J., Mehta, N. and Waseem, M., 2020. The anatomy and biomechanics of the elbow. *The Open Orthopaedics Journal*, [online] Available at: <https://doi.org/10.2174/1874325002014010095> [Accessed 15 December 2024].

29. Itamura, J., Roidis, N., Mirzayan, R., Vaishnav, S., Leach, T. and Shean, C., 2005. Radial head fractures. MRI evaluation of associated injuries. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 14(4), pp.421-424.
30. Judet, T., Massin, P. and Bayeh, P.J., 1994. Radial head prosthesis with floating cup in recent and old injuries of the elbow: preliminary results. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*, 80, pp.123-130.
31. Kaas, Laurens ; Jupiter, Jesse B ; Dijk, C. Niekvan ; Eygendaal, Denise: Management of Radial Head Fractures: Current Concepts. *Shoulder & Elbow* January 2011, Vol.3(1), pp.34-40
32. Kaas, L., van Riet, R.P., Vroemen, J.P.A.M. and Eygendaal, D., 2010. The epidemiology of radial head fractures. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, [online] 19(6), pp.864-868. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.04.004> [Accessed 15 December 2024].
33. Kachooei, A.R., Baradaran, A., Ebrahimzadeh, M.H., van Dijk, C.N. and Chen, N., 2018. The Rate of Radial Head Prosthesis Removal or Revision: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 43(1), pp.39-53. doi: 10.1016/j.jhsa.2017.08.031.
34. Kastenberger, T., Kaiser, P., Spicher, A. et al., 2022. Clinical and radiological outcome of Mason-Johnston types III and IV radial head fractures treated by an on-table reconstruction. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 17, p.503. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03394-w>.
35. Kaur, M.N., MacDermid, J.C., Grewal, R.R., Stratford, P.W. and Woodhouse, L.J., 2014. Functional outcomes post-radial head arthroplasty: a systematic review of literature. *Shoulder & Elbow*, 6(2), pp.108-118. Available at: <https://doi.org/10.1177/1758573214524934> [Accessed 15 December 2024].
36. King, GJw ; Zarzour, Zds ; Rath, Da ; Dunning, CE ; Patterson, SD ; Johnson, Ja: Metallic radial head arthroplasty improves valgus stability of the elbow. *Clinical Orthopaedics And Related Research* 1999 Nov, Issue 368, pp.114-125
37. Knight, D J ; Rymaszewski, L A ; Amis, A A ; Miller, J H. Primary replacement of the fractured radial head with a metal prosthesis. *The Journal of bone and joint surgery, British volume* July 1993, Vol.75(4), pp.562-566
38. Kodde, I.F., Kaas, L., Flipsen, M., van den Bekerom, M.P. and Eygendaal, D., 2015. Current concepts in the management of radial head fractures. *World Journal of Orthopedics*, [online] 6(11), pp.954-960. Available at: <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i11.954> [Accessed 15 December 2024].
39. Kodde, I.F., Veltman, E., Kaas, L., van den Bekerom, M., and others, 2016. Radial head arthroplasty: A systematic review. *JBJS Reviews*, [online] 4(10). Available at: <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.15.00095> [Accessed 15 December 2024]. [/publication/309278946\\_Radial-Head-Arthroplasty-A-Systematic-Review/links/59edc328a6fdccbbefd1ffda/Radial-Head-Arthroplasty-A-Systematic-Review.pdf](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/309278946/Radial-Head-Arthroplasty-A-Systematic-Review/links/59edc328a6fdccbbefd1ffda/Radial-Head-Arthroplasty-A-Systematic-Review.pdf)
40. Kodde, I. F., Viveen, J., The, B., van Riet, R. P., and Eygendaal, D. (2020). Management of the failed radial head arthroplasty. *EFORT Open Reviews*, 5(7), 398-407. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.5.190055>

41. Lanzerath, F., Hackl, M., Wegmann, K., Mueller, L. and Leschinger, T., 2020. The treatment of isolated Mason type II radial head fractures: A systematic review. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.10.011>.
42. Lanzerath, F., Schep, N.W.L., Mulders, M.A.M., et al., 2021. The treatment of isolated Mason type II radial head fractures: a systematic review. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 30(3), pp.487-494. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.11.020>.
43. Laumonerie, P., Tibbo, M.E., Reina, N. et al., 2019. Radial head arthroplasty: a historical perspective. *International Orthopaedics (SICOT)*, 43, pp.1643-1651. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4082-9> [Accessed 15 December 2024]
44. Lee, Y-S., Kang, Y-H., Chung, Y-G. and Shin, S-H., 2018. Open reduction and internal fixation for Mason type III radial head fractures: Is it different from that for Mason type II fractures? *Journal of Orthopaedic Surgery*, 26(3). <https://doi.org/10.1177/2309499018802506>.
45. Li, X., Wang, Y., Yang, S. and Han, P., 2022. Radial head arthroplasty vs. open reduction and internal fixation for the treatment of terrible triad injury of the elbow: A systematic review and meta-analysis update. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 24, p.592. Available at: <https://doi.org/10.3892/etm.2022.11529> [Accessed 15 December 2024].
46. Lindenhovius, A.L., Felsch, Q., Ring, D. and Kloen, P., 2009. The long-term outcome of open reduction and internal fixation of stable displaced isolated partial articular fractures of the radial head. *Journal of Trauma*, 67(1), pp.143-146. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31818234d6>.
47. Lobo-Escolar, L., Abellán-Miralles, C. and Escolà-Benet, A., 2020. Outcomes of press-fit radial head arthroplasty following complex radial head fractures. *Orthopedic Reviews*, 12(1). doi: 10.1016/j.otrs.2020.03.031.
48. Mahmoud, S., Moideen, A., Kotwal, R. and Mohanty, K., 2013. Management of Mason type 1 radial head fractures: a regional survey and a review of literature. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 24. <https://doi.org/10.1007/s00590-013-1386-8>.
49. Marinelli, A., Guerra, E., Ritali, A., Cavallo, M. and Rotini, R., 2017. Radial head prosthesis: surgical tips and tricks. *Musculoskeletal Surgery*, 101(Suppl 2), pp.187-196. <https://doi.org/10.1007/s12306-017-0504-x>.
50. Marsh, J.P., Grewal, R., Faber, K.J., Drosdoweck, D.S., Athwal, G.S. and King, G.J.W., 2016. Radial head fractures treated with modular metallic radial head replacement: outcomes at a mean follow-up of eight years. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, [online] Available at: <https://journals.lww.com> [Accessed 15 December 2024].
51. De Mauro, D., Abou Chakra, S., Liuzza, F., Smakaj, A., Rovere, G., Maccauro, G. and El Ezzo, O., 2024. Radial Head Arthroplasty vs Open Reduction and Internal Fixation in Mason 3 Radial Head Fractures: Meta-analysis of prospective trials. *JSES International*. doi: 10.1016/j.jseint.2024.08.180.
52. Mayhall, W.S., Tiley, F.T. and Paluska, D.J., 1981. Fracture of silastic radial-head prosthesis. Case report. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*, 63-A, pp.459-460.
53. McGlenn, E.P., Sebastin, S.J. and Chung, K.C., 2013. A historical perspective on the Essex-Lopresti injury. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 38(8), pp.1599-1606. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2013.04.031>.

54. Mebouinz, F.N., Kasse, A. and Habib Sy, M., 2020. Results of radial head resection after Mason type 3 or 4 fracture of the elbow. *Clinical Shoulder and Elbow*, 23(3), pp.131-135. <https://doi.org/10.5397/cise.2020.00185>.
55. de Muinck Keizer, R.J., Walenkamp, M.M., Goslings, J.C. and Schep, N.W., 2015. Mason Type I fractures of the radial head. *Orthopedics*, 38(12), pp.e1147-e1154. <https://doi.org/10.3928/01477447-20151123-06>.
56. Mulders, M.A.M., Schep, N.W.L., de Muinck Keizer, R.-J.O., Hoogendoorn, J.M., Goslings, J.C., Eygendaal, D., 2021. Operative vs. nonoperative treatment for Mason type 2 radial head fractures: a randomized controlled trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 30(7), pp.1670-1678. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.01.006>.
57. Mounghondo, F., El Kazzi, W., van Riet, R., Feipel, V., Rooze, M. and Schuind, F., 2010. Radiocapitellar joint contacts after bipolar radial head arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, [online] 19(1), pp.101-107. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.09.015> [Accessed 15 December 2024].
58. Patiño, J.M. and Saenz, V.P., 2023. Radial Head Fractures. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Is land (FL): StatPearls Publishing. [Updated 26 June 2023; cited 15 December 2024].
59. Pike, J.M., Athwal, G.S., Faber, K.F. and King, G.J.W., 2009. Radial head fractures – An update. *Journal of Hand Surgery - American Volume*, 34, pp.556-565.
60. Popovic, N., Lemaire, R., Georis, P. and Gillet, P., 2007. Midterm results with a bipolar radial head prosthesis: radiographic evidence of loosening at the bone-cement interface. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, [online] Available at: <https://journals.lww.com> [Accessed 15 December 2024].
61. Reinhardt, D., Toby, E.B. and Brubacher, J., 2021. Reoperation rates and costs of radial head arthroplasty versus open reduction and internal fixation of radial head and neck fractures: A retrospective database study. *Hand (New York)*, 16(1), pp.115-122. <https://doi.org/10.1177/1558944719837691>.
62. Ryu, S.M., Park, S.G., Kim, J.H., Yang, H.S., Na, H.D. and Seo, J.S., 2018. Treatment of modified Mason type III or IV radial head fracture: Open reduction and internal fixation versus arthroplasty. *Indian Journal of Orthopaedics*, 52(6), pp.590-595. [https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho\\_537\\_16](https://doi.org/10.4103/ortho.IJOrtho_537_16).
63. Safali, S., Eravsar, E., Özdemir, A., Çiftci, S., Ertaş, E.S., Aydın, B.K. and Acar, M.A., 2022. Treatment of comminuted radial head fractures with personalized radial head prosthesis produced with 3-dimensional printing technology. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, [online] 31(12), pp.1001-1007. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2022.10.010> [Accessed 15 December 2024].
64. Schnetzke, M., Jung, M.K., Groetzner-Schmidt, C., Tross, A.K., Porschke, F., Grützner, P.A., Guehring, T. and Nolte, P.-C., 2020. Long-term outcome and survival rate of monopolar radial head replacement. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, [online] Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.11.031> [Accessed 15 December 2024].
65. Scoscina, D., Facco, G., Luciani, P. et al., 2023. Mason type III fractures of the radial head: ORIF, resection or prosthetic replacement?. *Musculoskeletal Surgery*, 107, pp.223-230. <https://doi.org/10.1007/s12306-022-00745-y>.

66. Sellman, C., Daniel ; Seitz, H., William ; Postak, D., Paul ; Greenwald, D., A Seth. Reconstructive Strategies for Radioulnar Dissociation: A Biomechanical Study. *Journal of Orthopaedic Trauma* 1995, Vol.9(6), pp.516-522
67. Smets, S., Govaers, K., Jansen, N. et al., 2000. The floating radial head prosthesis for comminuted radial head fractures: a multicentric study. *Acta Orthopaedica Belgica*, 66, pp.353-358.
68. Speed K (1941) Ferrule caps for the head of the radius. *Surg Gynecol Obstet* 73:845–850
69. Speed K (1924) Fracture of the head of the radius. *Am J Surg* 38:156–159
70. Stirling, P., Malhas, A., Rymaszewski, L.A., Paton, M., McEachan, J.E. and Jenkins, P.J., 2021. The changing epidemiology of radial head replacement over a 22-year period in Scotland. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 103(8), pp.612-614. Available at: <https://doi.org/10.1308/rcsann.2020.7101> [Accessed 15 December 2024].
71. Sun, H., Duan, J. and Li, F., 2016. Comparison between radial head arthroplasty and open reduction and internal fixation in patients with radial head fractures (modified Mason type III and IV): a meta-analysis. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 26(3), pp.283-291. doi: 10.1007/s00590-016-1739-1.
72. Swensen, S.J., Tyagi, V., Uquillas, C., Shakked, R.J., Yoon, R.S. and Liporace, F.A., 2019. Maximizing outcomes in the treatment of radial head fractures. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 20(1), p.15. <https://doi.org/10.1186/s10195-019-0523-5>
73. Taylor, T.K. and O'Connor, B.T., 1964. The effect upon the inferior radio-ulnar joint of excision of the head of the radius in adults. *Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume*, 46, pp.83-88.
74. Thyagarajan, D.S., 2022. Radial head replacement - A comprehensive review. *Journal of Orthopaedics*, 36, pp.51-56. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2022.12.003>.
75. Van Riet, R. and Glabbeek, F., 2007. History of radial head prosthesis in traumatology. *Acta Orthopaedica Belgica*, 73, pp.12-20.
76. Van Riet, R.P., Van Glabbeek, F., Neale, P.G. et al., 2003. The noncircular shape of the radial head. *Journal of Hand Surgery*, 28-A, pp.972-978
77. Vannabouathong, C., Venugopal, N., Athwal, G.S., Moro, J. and Bhandari, M., 2020. Radial head arthroplasty: fixed-stem implants are not all equal—a systematic review and meta-analysis. *JSES International*, 4(1), pp.30-38. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2019.11.003> [Accessed 15 December 2024].
78. Whiting, P.S., Obremskey, W., Johal, H., Shearer, D., Volgas, D. and Balogh, Z.J., 2024. Open fractures: evidence-based best practices. *OTA International*, 7(3 Suppl), p.e313. <https://doi.org/10.1097/OI9.0000000000000313>.
79. Wilps, T., Kaufmann, R.A., Yamakawa, S. and Fowler, J.R., 2020. Elbow biomechanics: Bony and dynamic stabilizers. *Journal of Hand Surgery - American Volume*, 45(6), pp.589-595.
80. van der Windt, A.E., Langenberg, L.C., Colaris, J.W. and Eygendaal, D., 2024. Which radial head fractures are best treated surgically? *EFORT Open Reviews*, 9(5), pp.413-421. Available at: <https://doi.org/10.1530/EOR-24-0035> [Accessed 15 December 2024].
81. Worsing, R.A., Engber, W.D. and Lange, T.A., 1982. Reactive synovitis from particulate silastic. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*, 64-A, pp.581-585.

82. Yang G, Li S, Zhang H, Lu Y. A systematic review and meta-analysis on different stem fixation methods of radial head prostheses during long-term follow-up. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022 Nov 1;10:1041531. doi: 10.3389/fbioe.2022.1041531. PMID: 36394008; PMCID: PMC9663814.

#### 4.1. Kuvalähteet

Kuva 1: <https://pauljarrett.info/wp-content/uploads/elbow-anatomy.png>

Kuva 2: [https://heidenortho.com/wp-content/uploads/2019/12/elbow-anatomy\\_1000px.jpg](https://heidenortho.com/wp-content/uploads/2019/12/elbow-anatomy_1000px.jpg)

Kuva 3: <https://www.sportssurgerychicago.com/wp-content/uploads/2021/03/Elbow-Anatomy.jpg>

Kuva 4: [https://media.springernature.com/lw685/springer-static/image/art%3A10.1007%2Fs00264-021-04987-6/MediaObjects/264\\_2021\\_4987\\_Fig2\\_HTML.jpg?as=webp](https://media.springernature.com/lw685/springer-static/image/art%3A10.1007%2Fs00264-021-04987-6/MediaObjects/264_2021_4987_Fig2_HTML.jpg?as=webp)

Kuva 5: <https://www.researchgate.net/profile/Raphael-Hau/publication/255986839/figure/fig1/AS:202788488388627@1425359951515/Anteroposterior-AP-and-lateral-radiographs-showing-radial-head-prosthesis-Acumed-LLC.png>

Kuva 6: <https://www.acumed.net/wp-content/uploads/2019/05/EL-Anatomic-Radial-Head-Solutions-2-Hero.jpg>

Kuva 7: [https://media-assets.stryker.com/is/image/stryker/Hero-18?\\$max\\_width\\_1440\\$](https://media-assets.stryker.com/is/image/stryker/Hero-18?$max_width_1440$)