



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND

PERIOPERATIIVISEN RAVITSEMUSHOIDON MERKITYS SUURISTA  
ORTOPEDISISTA LEIKKAUKSISTA PALAUTUMISEEN – SYSTEMAATTI-  
NEN KIRJALLISUUSKATSAUS

Noora Toivonen

Ravitsemustiede

Itä-Suomen yliopisto

Terveystieteiden tiedekunta

Lääketieteen laitos

Kansanterveystieteen ja klinisen ravitsemustieteen yksikkö

16.4.2022

Itä-Suomen yliopisto, Terveystieteiden tiedekunta

Lääketieteen laitos

Ravitsemustieteen koulutusohjelma

TOIVONEN NOORA K.: Perioperatiivisen ravitsemushoidon merkitys suurista ortopedisista leikkauksista palautumiseen – systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Pro gradu -tutkielma, 145 sivua, 1 liite (4 sivua)

Tutkielman ohjaajat: TtT Reija Männikkö, TtM Mikko Rinta

Huhtikuu 2022

**Asiasanat:** ortopedia, kirurgia, ravitsemushoito, palautuminen

## PERIOPERATIIVISEN RAVITSEMUSHOIDON MERKITYS SUURISTA ORTOPEDISISTA LEIKKAUKSISTA PALAUTUMISEEN – SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS

Tuki- ja liikuntaelinsairauksien yleistyessä tuki- ja liikuntaelinkirurgian tarve kasvaa. Hoitokäytäntöiden ja leikkaustekniikoiden kehityksen myötä ortopedisia leikkauksia toteutetaan enenevässä määrin. Potilaan toipumista tehostamalla voidaan lisätä leikkausten kustannustehokkuutta ja edistää potilaan elämänlaatua. Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena oli tuottaa tietoa perioperatiivisen sairaalassaolo- tai kuntoutusaikana toteutetun ravitsemushoidon vaikutuksista suurista ortopedisista leikkauksista palautumiseen. Käsitellyt leikkaukset olivat kiertäjäkalvosimen ompelu, eturistisideleikkaus, selän dekompressio-, luudutusleikkaus ja diskusprolapsin poisto sekä polven ja lonkan tekonivelleikkaus ja leikkausta vaativa nilkkamurtuma. Tutkielma toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Aineisto rajattiin aikuisväestössä toteutettuihin tutkimuksiin, joissa akuuttia leikkauksesta palautumista oli arvioitu valituin mittarein, ja ne käsittelivät perioperatiivista tai kuntoutuksen aikaista ravitsemushoitoa. Aineistohaku kohdistui Cochrane-, PubMed- ja Scopus-tietokantoihin. Katsaukseen valikoitui 32 tutkimusartikkelia. Kiertäjäkalvosimen ompeluleikkausta tutkittiin yhdessä tutkimuksessa. Kasvipiperäisiä ainesosia sisältävä ravintolisä kipulääkityksen yhteydessä lievitti kipua pelkkää kipulääkehoitoa tehokkaammin. Eturistisideleikkauksen yhteydessä toteutetuista kuudesta tutkimuksesta kahdessa perioperatiivisella ravitsemushoidolla (heraproteiinilisä ja monikomponenttinen ravintolisä)

havaittiin palautumista edistäviä vaikutuksia. Kreatiini, glukosamiini tai E- ja C-vitamiinisupplementaatiolla ei havaittu edullisia vaikutuksia. Kaikissa viidessä selkäoperaatioita käsitelleessä tutkimuksessa saatiin viitteitä C- tai D-vitamiinilisän, multimodaalisen ravitsemushoidon, hiilihydraattitankkauksen ja ERAS-protokollan hyödyistä. Lonkan ja polven tekonivelleikkauksia käsitel- leistä 20 tutkimuksesta 17:n todettiin perioperatiivisen ravitsemushoidon tehostavan leikkauk- sesta palautumista. Vankin tutkimusnäyttö on EAA- tai BCAA-ravintolisien ja ERAS-rotokollan käy- tön hyödyistä. Viitteitä preoperatiivisen hiilihydraattitankkauksen ja multimodaalisen ravitsemus- hoidon hyödyistä on myös useammasta tutkimuksesta. Nilkkamurtuman leikkaushoidon yhtey- dessä toteutettuja sisäänottokriteerien mukaisia tutkimuksia ei aineistohaussa löytynyt. Tämän- hetkinen tutkimusnäyttö tukee vahvimmin ERAS-protokollien tai EAA- tai BCAA-ravintolisien käy- tön edullisia vaikutuksia suurten ortopedisten leikkausten yhteydessä. Tutkimusnäyttö muiden ravintolisien osalta on toistaiseksi hajanaista, ja johtopäätöksiä ei voida tehdä. Multimodaalisen ravitsemushoidon tai hiilihydraattitankkauksen hyödyistä on viitteitä, mutta laadukasta tutki- musta tarvitaan lisää.

University of Eastern Finland, Faculty of Health Sciences

School of Medicine

Institute of Public Health and Clinical Nutrition

Toivonen, Noora K.: Significance of perioperative nutritional management in patients recovering from major orthopedic surgery: a systematic review

Master's Thesis, 145 pages, 1 appendix (4 pages)

Supervisors: PhD Reija Männikkö, MsC Mikko Rinta

April 2022

**Keywords:** orthopedics, surgery, perioperative nutritional management, rehabilitation

## SIGNIFICANCE OF PERIOPERATIVE NUTRITIONAL MANAGEMENT IN PATIENTS RECOVERING FROM MAJOR ORTHOPEDIC SURGERY: A SYSTEMATIC REVIEW

The incidence of musculoskeletal diseases is rising, which leads to an increased need for orthopedic surgeries. At the same time surgery rates increase because of developing clinical practices and surgical techniques. Enhanced recovery from surgery can lead to better cost-effectiveness and contribute to patients' quality of life. The aim of this master's thesis was to provide information about the effectiveness of perioperative nutritional management in patients recovering from major orthopedic surgeries. The addressed surgeries were rotator cuff repair, anterior cruciate ligament repair, spinal decompression and fusion or discectomy, total knee or hip replacement and ankle fractures requiring surgery. The study was carried out as a systematic review. The literature search was limited to studies that assessed the effect of nutritional management perioperatively or during rehabilitation on acute recovery from surgery with predetermined measures in adult populations. The Cochrane Library, PubMed and Scopus databases were used in the literature search. Altogether 32 research articles were included. In one study assessing patients going through rotator cuff repair, a supplement with plant-based compounds used together with pain medication was found to alleviate post-surgical pain more effectively than the pain medication alone. Two (one with whey protein and one with multi-component dietary supplement) of the six studies evaluating patients undergoing ACL surgery found nutritional management beneficial. Supplementation with creatine, glucosamine, or vitamin E and C had no effects

on recovery. Five studies were conducted on patients undergoing spinal operations. In these studies, it was shown that vitamin C, vitamin D, multimodal nutritional management, preoperative carbohydrate loading, or an ERAS protocol may be beneficial for the patients' recovery. Of the 20 studies considering total knee or hip replacement patients, altogether 17 reported nutritional management beneficial for recovery. Interventions involving EAA or BCAA supplementation or ERAS protocols appeared to be the most effective. Preoperative carbohydrate loading and multimodal nutritional management were also reported valuable in multiple studies. No studies evaluating surgical fixation of ankle fractures matched the inclusion criteria. The current evidence strongly indicates that EAA or BCAA supplementation and ERAS protocols could positively impact patients' recovery from major orthopedic surgery. The evidence considering other nutritional supplements is so far dispersed and conclusions can not be drawn. There are promising results from studies assessing the benefits of multimodal nutritional management but further research is needed.

## Lyhenteet

ACERTO, Acceleration of postoperative recovery

ADL, Activities of daily living, päivittäiset toiminnot

AKBA, Acetyl-11-keto-beta-boswellic acid, inasetyyli-11-keto-beta-boswelliahappo

APSI, anterior-posterior stability index, anteriori-posteriori tasapainoindeksi

Arg, arginine, arginiini

BCAA, Branched Chain Amino Acid, haaraketjuinen aminohappo

BBS, Biodex Balance System

BL, baseline, lähtötilanne

B.serrata, Boswellia serrata

CH, hydrolyzed collagen, hydrolysoitu kollageeni

CMS, Constant Murley Score

CRP, C-reactive protein, C-reaktiivinen proteiini

EAA, Essential Amino Acid, välttämätön aminohappo

EPF, Early Postoperative Feeding, aikainen postoperatiivinen ravinnonotto

ERAS, Enhanced Recovery After Surgery

ERP, Enhanced Recovery Protocol

ESPEN, European Society for Clinical Nutrition and Metabolism

EQ, EuroQol, elämänlaatumittari

FFA, Free Fatty Acids, vapaat rasvahapot

FFQ, Food Frequency Questionnaire, ruoankäyttökysely

FIM, Functional Independence Measure

GAG, glycosaminoglycans, glykosaminoglykaanit

Gln, Glutamine, glutamiini

HC-15, hyaluronihappo-kondroitiinisulfaattikompleksi

HH, hiilihydraatti

HHS, Harris Hip Score

HI, Health Index

HMB, beta-hydroxy-beta-methylbutyrate, beta-hydroksi-beta-metyylibutyraatti

IKDC, International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form

IL-6, Interleukin-6, interleukiini-6  
ISSN, International Society of Sports Nutrition  
ITT, Intention to Treat  
KOOS, The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score  
KOS, Knee Outcome Survey  
KOS-ADL, Knee Outcome Survey – Activities of Daily Living scale  
KSS, Knee Society Score  
LOS, length of stay, sairaalassaoloaika  
LOS, Limits of Stability Test  
LPF, Late Postoperative Feeding, myöhäinen postoperatiivinen ravinnonotto  
LYS, Lysholm Knee Scoring Form  
MCS, Mental Component Score  
MLSI, medial-lateral stability index, mediaali-lateraali tasapainoindeksi  
MNM, Multimodal Nutritional Management, multimodaalinen ravitsemushoito  
MRI, Magnetic Resonance Image, magneettikuvaus  
MSM, Methylsulfonylmethane, metyyliisulfonyylimetaani  
ODI, Oswestry Disability Index, Oswestryn toimintakykykysely  
PCS, Physical Health Summary Measure  
PGA, Patient Global Assessment  
PHQ-9, Patient Health Questionnaire 9  
PGID, Postoperative gastrointestinal dysfunction, postoperatiivinen maha-suolikanavan toimintahäiriö  
POD, Postoperative Day, postoperatiivinen päivä  
POMS, Postoperative Morbidity Survey  
PROM, Patient Reported Outcome Measure, potilaan raportoima tulosmuuttuja  
PRP, Platelet-Rich Plasma, runsaasti verihiutaleita sisältävä plasma  
PST, Postural Stability Test, asentotasapainotesti  
QoR, Quality of Recovery  
QALY, Quality Adjusted Life Expectancy, laatu painotteinen elinajanodote  
RAND-36, The RAND 36-Item Health Survey

RCT, Randomised Controlled Trial, randomoitu kontrolloitu tutkimus  
rEPO, recombinant erythropoietin, rekombinantti erythropoietiini  
RFT, Risk of Fall Test  
RPK, ruokapäiväkirja  
ROM, Range of Motion, liikelaajuus  
SF-36, 36-item Short Form survey  
SPMSQ, Short Portable Mental Status Questionnaire  
SPPB, Short Physical Performance Battery -testi  
SST, Simple Shoulder Test  
S-Alb, Seerumin albumiinipitoisuus  
TUG, Timed "Up and Go" -testi  
VAS, Visual Analogue Scale  
VR-36, Veterans RAND 36 Item Health Survey  
VR-12, Veterans RAND 12 Item Health Survey  
W-BQ12, 12-item Wellbeing Questionnaire  
WHODAS 2.0, WHO Disability Assessment Schedule 2.0  
WOMAC-indeksi (The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index)  
25-OH-D, 25-hydroksi-D-vitamiini eli kalsidioli  
3-MH, 3-methylhistidine, 3-metyylihistidiini



## Sisältö

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Johdanto.....  | 11 |
| 2     | Kirjallisuus.....  | 13 |
| 2.1   | Ortopediset leikkaukset .....  | 13 |
| 2.1.1 | Kiertäjäkalvosimen ompelu .....  | 13 |
| 2.1.2 | Eturistisideleikkaus.....  | 14 |
| 2.1.3 | Selän diskusprolapsin poisto-, dekompressio- ja luudutusleikkaus .....         | 14 |
| 2.1.4 | Lonkan tai polven tekonivelleikkaus .....                                      | 17 |
| 2.1.5 | Leikkausta vaativa nilkkamurtuma .....   | 18 |
| 2.2   | Ortopedisista leikkauksista palautumisen arviointi.....                        | 18 |
| 2.2.1 | Kyselyt ja muut subjektiiviset arviointimenetelmät.....                        | 19 |
| 2.2.2 | Toiminnallisen kyvyn arviointi .....   | 27 |
| 2.2.3 | Lihassoimamittaukset .....   | 29 |
| 2.2.4 | Kuvantamistutkimukset .....  | 31 |
| 2.2.5 | Laboratoriokokeet .....  | 34 |
| 2.2.6 | Sairaalassaoloaika, komplikaatiot, kustannukset .....                          | 36 |
| 2.3   | Ravitsemushoito leikkausten yhteydessä .....                                   | 38 |
| 2.3.1 | Leikkausta edeltävä ravitsemustila .....                                       | 39 |
| 2.3.2 | ERAS-protokolla .....  | 40 |
| 2.3.3 | Preoperatiivinen paasto.....   | 40 |
| 2.3.4 | Preoperatiivinen hiilihydraattitankkaus.....                                   | 41 |
| 2.3.5 | Täydennysravintovalmisteet ja enteraalinen ja parenteraalinen ravitsemus ..... | 42 |
| 2.3.6 | Ravintolisät.....  | 44 |
| 3     | Tavoitteet .....   | 51 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4     | Aineisto ja menetelmät.....  | 52  |
| 4.1   | Hakutermit ja aineiston sisäänotto- ja poissulkukriteerit .....  | 53  |
| 4.2   | Kirjallisuuskatsauksen toteutus.....   | 54  |
| 5     | Tulokset.....  | 56  |
| 5.1   | Kiertäjäkalvosimen ompeluleikkaus.....   | 57  |
| 5.2   | Eturistisideleikkaus .....   | 59  |
| 5.3   | Selän leikkaukset.....   | 66  |
| 5.4   | Lonkan tai polven tekonivelleikkaus .....  | 73  |
| 5.4.1 | Ravintolisien vaikutus lonkan tai polven tekonivelleikkauksesta palautumiseen.                           | 73  |
| 5.4.2 | Perioperatiivisen ravitsemushoidon vaikutus polven tai lonkan tekonivelleikkauksesta palautumiseen ..... | 83  |
| 5.4.3 | ERAS-protokollan käytön vaikutus polven tai lonkan tekonivelleikkauksesta palautumiseen.....             | 94  |
| 6     | Pohdinta.....  | 101 |
| 6.1   | Kiertäjäkalvosimen ompeluleikkaus.....   | 101 |
| 6.2   | Eturistisideleikkaus .....   | 103 |
| 6.3   | Selän leikkaukset.....   | 108 |
| 6.4   | Lonkan tai polven tekonivelleikkaus .....  | 110 |
| 7     | Johtopäätökset.....  | 126 |
|       | Lähteet.....   | 127 |
|       | Liitteet.....  | 142 |
|       | Liite 1. Tutkielman aineistohaussa käytetyt hakulauseet tietokannoittain esitettynä .....                | 142 |

# 1 Johdanto

Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet ovat yleisiä erityisesti varakkaissa maissa (Uutispalvelu Duodecim 2019). Väestön ikääntyminen altistaa rappeumaperäisten tuki- ja liikuntaelinten sairauksien, kuten kiertäjäkalvosimen repeämän, nivelrikon ja selän nikamavälilevyjen rappeuman lisääntyneelle kehitykselle. Esimerkiksi nivelrikko maailman yleisimpänä nivelsairautena esiintyy suurimmin 75–84- vuotiaiden ikäryhmässä (Polvi- ja lonkkanivelrikko: Käypä Hoito -suositus, 2018). Käsitellyt hartioiden ja selän vaivat ovat myös työikäisille tyypillisiä ongelmia (Uutispalvelu Duodecim 2019). Myös ylipainon ja lihavuuden yleistymisen väestössä, erityisesti työikäisessä väestössä, vaikuttaa tuki- ja liikuntaelinsairauksien esiintymiseen ja leikkaustarpeeseen. Suomalaisesta väestöstä on Finterveys 2017 -tutkimuksen mukaan vähintään neljäsosa lihavia (BMI > 30 kg/ m<sup>2</sup>) (Koponen ym. 2018). Ylipaino tai lihavuus vaikuttaa myös itsenäisesti leikkauksesta palautumiseen, eritoten kasvattaen komplikaatoriskiä. Lisäksi esimerkiksi polven ja lonkan tekonivelleikkausten yhteydessä ylipainoisilla kliiniset ja toiminnalliset tulokset ovat heikompia normaalipainoisiin verrattuna (Polvi- ja lonkkanivelrikko: Käypä Hoito -suositus, 2018) ja nilkkamurtuman leikkauksen yhteydessä ylipaino voi altistaa asennon pettämiselle liian aikaisen jalalle varaamisen yhteydessä (Ovaska ym. 2015). Vastaavasti vajaaravitsemus, jota esiintyy usein ikääntyneillä sairaalapotilailla, altistaa itsenäisesti esimerkiksi heikolle haavan parantumiselle tai toimintakyvyn ja lihasmassan palautumiselle (Tipton 2015). Useimmiten tapaturmaperäinen tutkielmassa käsitelty polven eturistisiteen repeämä on yleisin polven nivelsidevamma ja yksi yleisimmistä urheiluvammoista (Suomalainen ym. 2015). Kirurginen hoito on erityisesti liikunnallisilla potilailla yleistä. Leikkauksia myös toteutetaan enemmän leikkaustekniikoiden kehittymisen myötä, ja potilaan optimaalisen palautumisen merkitys kasvaa tästäkin syystä.

Ravitsemustilan, lihavuuden, aliravitsemuksen, ravintoaineiden puutteen ja yksittäisten ravitsemustekijöiden sekä perioperatiivisen ravitsemushoidon vaikutuksesta leikkauksista palautumiseen löytyy paljon näyttöä (Dietz ym. 2019, Tipton 2015, Wainwright ym. 2020, Weimann ym. 2017). Ravitsemuksen merkitys leikkauksista palautumiseen on osoitettu erityisesti gastrointestinaalisten leikkausten yhteydessä (Weimann ym. 2017). Kokonaiskuva perioperatiivisen ravitsemushoidon vaikutuksista leikkauksesta palautumiseen suurten ortopedisten leikkausten yhteydessä kuitenkin uupuu. Potilaan toipumisen edistäminen voi johtaa esimerkiksi vähäisempään

hoitoaikaan liittyen niin postoperatiiviseen vaiheeseen kuin myöhempään sairaalakäyntien tarpeeseen esimerkiksi komplikaatioiden myötä. Vähäisemmällä ulkopuolisen hoidon tarpeella voidaan vaikuttaa leikkauksen kustannuksiin ja kustannusvaikuttavuuteen. Tehokas leikkauksesta palautuminen tukee myös toiminta- ja työkyvyn palautumista ja näin parantaa leikkausten kustannusvaikuttavuutta. Potilaalle komplikaatioiden puutteella, lyhyemmällä sairaalassaoloajalla ja toiminta- ja työkyvyn nopealla palautumisella voi olla merkittävä vaikutus elämänlaatuun.

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena on havainnoida ja koota olemassa olevaa tutkimusnäyttöä siitä, voidaanko perioperatiivisella ravitsemushoidolla vaikuttaa suurista ortopedisista leikkauksista palautumiseen. Kirjallisuusosuus esittelee palautumisen arviointiin yleisesti hyödynnettyjä menetelmiä sekä tutkielman aineistohaussa esiin tulleita tai yleisesti leikkauksesta palautumisen yhteydessä hyödynnettyjä ravitsemustekijöitä. Aineistosta koottua tutkimusnäyttöä voidaan hyödyntää terveydenhuollossa perustelemaan perioperatiivisten ravitsemukseen liittyvien toimenpiteiden tarvetta suurten ortopedisten leikkausten yhteydessä. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus perustuu vuosina 2000–2020 julkaistuihin alkuperäistutkimuksiin. Aineistoha-kuun käytettiin PubMed -, Scopus -, Cochrane Library -tietokantoja. Työ rajattiin koskemaan aikuisväestössä tehtyjä tutkimuksia, joissa valituista suurista ortopedisista leikkauksesta palautumista arvioitiin akuuttivaiheessa. Tutkielmasta poissuljettiin tutkimukset, joissa tutkittiin skolioosin leikkaushoitoa tai lihavuusleikkauksen jälkeisestä leikkauksesta palautumista tai käsiteltiin ainoastaan palautumisen biokemiallisia muuttujia.

## 2 Kirjallisuus

### 2.1 Ortopediset leikkaukset

Ortopedialla tarkoitetaan tuki- ja liikuntaelinvammojen, vikojen ja sairauksien tutkimiseen ja hoitoon erikoistunutta lääketieteen alaa (Kustannus Oy Duodecim 2019). Tämä tutkielma keskittyy ortopedian alan kirurgisiin hoitomenetelmiin. Suurella ortopedisella leikkauksella viitataan leikkaukseen, josta palautuminen on pitkäkestoisempaa ja lihasmassan menetys leikkauksen jälkeen suurempaa. Tutkielmassa käsiteltävät toimenpiteet ovat eturistisideleikkaus, kiertäjäkalvosimen ompelu, polven ja lonkan tekonivelleikkaukset, selän dekompressioleikkaus, luudutusleikkaus ja diskusprolapsin poisto sekä leikkauksen vaativa nilkkamurtuma.

#### 2.1.1 Kiertäjäkalvosimen ompelu

Kiertäjäkalvosimeksi kutsutaan neljän olkaniveltä tukevan lihaksen ja jänteen kokonaisuutta (Olkapään jännerepeämä, Terveyskylä, Nivelvalo.fi 2019, (Pohjolainen 2021). Tärkein kiertäjäkalvosimen tehtävä on varmistaa olkaluun pään pysyminen lapaluun nivelkuopassa nivelen liikkeiden aikana. Kiertäjäkalvosimen repeämä kohdistuu useimmiten supraspinatusjänteen alueelle ja ulottuu vamman luonteen mukaan myös muiden jänneiden alueelle (Olkapään jännerepeämä, Terveyskylä, Nivelvalo.fi 2019, (Vastamäki 2000). Repeämä voi olla läpäisevä eli koko jänteen paksuuden käsittävä vaurio tai osittainen. Kiertäjäkalvosimen repeämän kirurginen hoito on aiheellinen tapaturmaperäisen kiertäjäkalvosimen repeämän yhteydessä (Olkapään jännevaivat: Käypä Hoito -suositus, 2014). Rappeumaperäisessä kiertäjäkalvosimen repeämässä kirurginen hoito toteutetaan harkinnan mukaan, jos kyse on vaikeasta kivusta tai toiminnallisesta vaivasta, eikä konservatiivinen hoito helpota oireita kohtuullisessa ajassa.

Kiertäjäkalvosimen korjausleikkaus suoritetaan avotoimenpiteenä tai artroskooppisesti (tähystyksessä) (Terveystalo Oy 2019). Leikkaushoidolla voidaan useimmiten palauttaa potilaan toimintakyky (Kiviranta ja Järvinen 2012). Akuutisti leikkauksen jälkeen käsivartta tuetaan kantositeellä 3–4 viikon ajan ja ensimmäisen kuuden viikon aikana kuntoutuksessa keskitytään ainoastaan

kevyisiin heiluriliikkeisiin ala-asennossa ja avustettuihin vaakatasoon ylettyviin nostoliikkeisiin (Olkapään jännevaivat: Käypä Hoito -suositus, 2014). Sairausloma kestää tyypillisesti noin 3 kuukautta (Olkapään jännerepeämä, Terveyskylä, Nivelvalo.fi 2019). Kuntoutukseen panostaminen jo ennen leikkausta tukee lihaskuntoa ja liikkuvuutta ja näin edistää toipumista (Olkapään jännevaivat: Käypä Hoito -suositus, 2014).

### **2.1.2 Eturistisideleikkaus**

Polven eturistiside on säären etuosasta reiden takaosaan viistosti kulkeva nivelside (Suomalainen ym. 2015). Polven eturistisiteen repeämä on yleisin polven nivelsidevamma ja yksi yleisimmistä urheiluvammoista, joka ilmenee useimmiten 20–30 vuoden iässä (Kiviranta ja Järvinen 2012, Suomalainen ym. 2015). Eturistisiteen repeämä syntyy tyypillisesti vääntövammoissa tai polven fleksio-kiertovammoissa tai nopeissa pysähdyksissä tai suunnanmuutoksissa (Kiviranta ja Järvinen 2012). Eturistisiderepeämän kirurginen hoito on tarpeellista, jos polven väljyys on haitallista ja konservatiivisella hoidolla ei saavuteta haluttua hoitotulosta (Suomalainen ym. 2015). Leikkaustarve arvioidaan yksilöllisesti edellä mainitun lisäksi pohjaten esimerkiksi liikunnalliseen aktiivisuuteen, työhön ja harrastuksiin (Kiviranta ja Järvinen 2012). Eturistisiderepeämä hoidetaan kirurgisesti tähystyksessä siirrekonstruktiolla, jossa eturistiside korvataan autologisella takareisi- tai patellajännesiirteellä (Suomalainen ym. 2015). Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää elinluovuttajan jännesiirrettä. Leikkauksen jälkeen jalalle varaaminen on sallittu alusta alkaen, mutta ensimmäisten viikkojen aikana kävelyn tukena käytetään kyynärsauvoja (Ristisiteiden repeämät, Terveyskylä, Nivelvalo.fi 2019, (Suomalainen ym. 2015)). Kivun sallimissa rajoissa polven vapaa liikelaajuus on sallittu ja sen saavuttamiseen kannustetaan. Oleellista kuntoutuksessa on reisilihasvoiman palauttaminen vammaa edeltävälle tasolle polven tukemiseksi ja uusilta vammoilta suojaamiseksi. Rasittavampiin liikuntalajeihin palaaminen on tyypillisesti sallittua vasta noin kuuden kuukauden kuluttua.

### **2.1.3 Selän diskusprolapsin poisto-, dekompressio- ja luudutusleikkaus**

Luinen selkäranka muodostuu kaularangasta (7 nikamaa), rintarangasta (12 nikamaa), lannerangasta (5 nikamaa) ja ristiluuksi sulautuneista ristinikamista (5 nikamaa) sekä häntäluusta

(Selkärangan rakenne ja tehtävä, Terveyskylä, Lastentalo.fi 2019). Nikamarakenteiden välissä on välilevyjä ja fasettiniveliä, jotka tukevat selkärankaa, vastaanottavat rasitusta ja mahdollistavat joustavuuden ja taipuisuuden. Selkäydin ja hermojuuret jäävät suojaan nikamien aukoista muodostuvaan selkäydinkanavaan. Tämä tutkielma käsittelee lanne- ja rintarankaan kohdistuvia selän sairauksia.

### **Diskusprolapsin poistoleikkaus**

Diskusprolapsi, ts. välilevytyrä tai välilevyn pullistuma, syntyy nikamavälilevyn degeneraatiosta seuraavasta välilevyn repeämästä (Kiviranta ja Järvinen 2012, Koskinen 2017). Ikääntyessä yleistyvään välilevyrappeumaan liittyy eriasteisia välilevyjen, päätelevyjen ja fasettinivelten muutoksia. Rappeuma on useimmiten normaaliin ikääntymiseen liittyvä tila eikä sairaus (Alaselkäkipu: Käypä Hoito -suositus 2017). Välilevyn repeämästä pullistuu pehmeää materiaalia, joka aiheuttaa selkäydinkanavan hermopinteen. Kliininen oirekuva riippuu diskusprolapsin paikasta ja hermo- puristuksen voimakkuudesta. Diskusprolapsilöydös on tyypillisin lannerangan kolmessa alim- massa nikamavälissä, mutta voi esiintyä millä tasolla tahansa (Koskinen 2017). Lannerangan dis- kusprolapsi on tavallisin äkillisen iskiasoireen syy 20–50-vuotiailla potilailla (Kiviranta ja Järvinen 2012). Tila on tyypillisesti hitaasti etenevä, mutta voi syntyä erityisesti myös esimerkiksi nostoliik- keen tai muun selän liikkeen johdosta tai äkillisesti ilman selkeää ulkoista ärsykettä. Ehdottomia leikkausindikaatioita ovat cauda equina -oireyhtymä, jalkaterän ojentaja- tai koukistajalihasten tai reisilihaksen voiman etenevä heikentyminen sekä sietämätön kipu, joka säteilee alaraajaan ja ei helpota edes voimakkailla opioideilla (Kiviranta ja Järvinen 2012, Koskinen 2017).

Leikkauksessa välilevyn pullistuma poistetaan ja hermopinne vapautuu. Lannerangan leikkaus toteutetaan nykyisin mikroskooppiavusteisesti, takakautta tai lateraalisesti (Kiviranta ja Järvinen 2012, Pohjolainen ym. 2015). Rintarangan leikkaus suoritetaan ensisijaisesti rintaontelon kautta avoleikkauksena tai tähytyksessä (Kiviranta ja Järvinen 2012). Diskusprolapsin poistoleikkauk- sella saavutetaan huolellisesti valikoidussa iskiaspotilaiden ryhmässä nopeampi kivunlievitys kuin konservatiivisella hoidolla (Alaselkäkipu: Käypä Hoito -suositus 2017, (Pohjolainen ym. 2015). Leikkauksen jälkeen mobilisaatiota ei tarvitse rajoittaa, tosin suositellaan raskaimpien nostojen ja voimakkaiden selän taivutuksien tai kierto- liikkeiden välttämistä 4–6 vko (Kiviranta ja

Järvinen 2012). Toipilasaika on diskusprolapsin poistoleikkauksen jälkeen noin kolmesta kahdeksaan viikkoa (Kiviranta ja Järvinen 2012), Kuntoutujalle, Terveyskylä, Kuntoutumistalo.fi 2018).

### **Dekompressio- ja luudutusleikkaus**

Spinaalistennoosilla tarkoitetaan selkäydinkanavan tai hermojuurikanavan ahtaamaa. Tavallisin spinaalistennoosilöydös on lannerangan alueella ja se lisääntyy iän myötä selkärangan rappeumamuutoksissa (Kiviranta ja Järvinen 2012, Saarelma 2021). Pieni osa potilaista kärsii rakenteellisesta stenoosista, jossa lannerangan keskeinen selkäydinkanava on jäänyt normaalia kapeammaksi (Pohjolainen ym. 2015). Tyypillisiä ahtauman aiheuttamia oireita ovat vuosia kestäneet, alaraajoihin säteileväksi kivuksi kehittyneet alaselkävaivat.

Spinaalistennoosi on aihe selän dekompressioleikkaukselle (Alaselkäkipu: Käypä Hoito -suositus 2017, (Österman 2013). Kirurgista hoitoa hyödynnetään, jos potilaan kivut ovat kestäättömiä tai jos toimintakyky rajoittuu liiallisesti oireiden myötä. Ahtauman vuoksi kehittynyt lihasheikkous ja erityisesti heikkouden eteneminen puoltavat leikkaushoitoa. Dekompressioleikkauksessa selkäydin ja juurikanavat on tarkoitus vapauttaa poistamalla ahtaamaa aiheuttavat paksuuntumat (Kiviranta ja Järvinen 2012). Toimenpide suoritetaan useimmiten mini-invasiivisesti mikro-skooppiavusteisesti. Toipilasaika dekompressioleikkauksen jälkeen on tyypillisesti 3–8 viikkoa ja nostojen välttämistä suositellaan 4–6 viikon ajan (Kuntoutujalle, Terveyskylä, Kuntoutumistalo.fi 2018). Leikkaushoito helpottaa niin selkä- että alaraajakipua. Paras leikkaustulos saavutetaan radiologisesti vaikeassa spinaalistennoosissa, mutta leikkaus helpottaa keskivaikeaan spinaalistennoosiin liittyviä kipuja ja haittaa ainakin neljän vuoden ajan (Alaselkäkipu: Käypä Hoito -suositus 2017).

Pienelle osalle potilaista dekompressioleikkauksen yhteydessä tehdään selän luudutusleikkaus (Österman 2013). Luudutusleikkaus on aiheellinen, jos potilaalla on spondylolyttinen nikamansiirtymä tai jos potilaan selän arvioidaan jäävän instabiiliksi pelkän dekompression jälkeen. Spondylolyttinen nikamansiirtymä on useimmiten seurausta välilevyrappeumasta tai nikamankaaren höltymästä (spondylolyysi) (Pohjolainen ym. 2015). Luudutusleikkausta tarvitaan useimmiten kivuliaissa tai yli 50 % siirtymissä. Luudutusleikkaus voi olla aiheellinen myös invalidisoivia kipuja



aiheuttavassa instabiliteetissa, jossa radiologisilla ja kliinisillä tutkimuksilla kyetään osoittamaan yliliikkuvuutta tai instabiliteetin, kuten nikamaliukuman, eteneminen kuvantamiskertojen välillä (Kiviranta ja Järvinen 2012, Pohjolainen ym. 2015). Luudutusleikkauksen tavoitteena on jäykistää virheasento tai korjata liikkuva nikamaväli jäykistämällä se liikkumattomaksi luunsiirrolla tai keinotekoisella luulla ja kiinnitysvälineillä, kuten ruuveilla (Kiviranta ja Järvinen 2012). Luudutusleikkauksen jälkeinen toipilasaika on edellä kuvattuihin leikkauksiin nähden merkittävästi pidempi, noin 3–6 kuukautta. Toipilasaikana tulee välttää samoja selän liikkeitä kuin on kuvattu diskusprolapsin poiston ja dekompressioleikkauksen yhteydessä (Kuntoutujalle, Terveyskylä, Kuntoutumistalo.fi). Täydellisen lujuuden luudutus saavuttaa vasta kahden vuoden kuluttua (Kiviranta ja Järvinen 2012).

#### **2.1.4 Lonkan tai polven tekonivelleikkaus**

Pääsyy tekonivelleikkaukseen on nivelrikko (Tietoa tekonivelleikkauksesta, Terveyskylä, Nivelatalo 2017). Nivelrikko on maailman yleisin nivelsairaus (Polvi- ja lonkkanivelrikko: Käypä Hoito -suositus, 2018). Kliinisen lonkka- ja polvinivelrikon esiintyvyys kasvaa ikääntyessä, mikä on väestön ikärakenteen muuttuessa johtanut suurempaan leikkaustarpeeseen (Kiviranta ja Järvinen 2012). Ikääntymisen lisäksi esimerkiksi lihavuuden on havaittu altistavan polven ja lonkan nivelrikolle. Nivelrikkoon sopivan löydöksen ohella tärkein leikkausindikaatio niin polven kuin lonkan tekonivelleikkaukselle on jokapäiväistä elämää häiritsevä, konservatiivisella hoidolla tai lääkehoidolla helpottamaton kipu ja siihen liittyvä merkittävä toiminnallinen haitta johtuen liikevajeudesta tai virheasennosta. Nuorille potilaille tekonivelleikkaus suoritetaan harvemmin tekonivelen rajallisen kestävyuden vuoksi. Ylipainoisilla kliiniset ja toiminnalliset tulokset ovat heikompia normaali-painoisiin verrattuna ja komplikaatoriski, erityisesti infektioriski, kasvaa (Polvi- ja lonkkanivelrikko: Käypä Hoito -suositus, 2018). Leikkaustavoitteena on kivun väheneminen ja päivittäisen toimintakyvyn paraneminen. Polven ja lonkan tekonivelleikkauksella saavutetaankin kustannus-tehokkaasti merkittävä hyöty potilaan elämänlaadussa ja toimintakyvyssä (Kiviranta ja Järvinen 2012).

Lonkan tekonivelleikkaus suoritetaan tyypillisesti posteriorista tai lateraalista avausta käyttäen mini-invasiivisesti (Kiviranta ja Järvinen 2012). Useimmiten tekonivelleikkauspotilas on

sairaalassa muutaman vuorokauden postoperatiivisesti (Tietoa tekonivelleikkauksesta, Terveyskylä, Niveltaalo 2017). Kävelyn tukena hyödynnetään alkuun, noin 2–4 viikon ajan, kyynärsauvoja tai rollaattoria, siihen asti, kunnes kävely on turvallista ja ontuminen mahdollisimman vähäistä. Sairasloma tekonivelleikkauksen jälkeen on yleisesti noin 3 kuukautta.

### **2.1.5 Leikkausta vaativa nilkkamurtuma**

Nilkkanivel on sääriluun, pohjeluun ja telaluun muodostama sarananivel (Ovaska ym. 2015). Nilkkamurtumaksi nimitetään pohjeluun alaosan ja sääriluun sisä- ja takakehräsluun murtumaa (Nilkkamurtuma, Terveyskylä, Niveltaalo 2018). Röntgenkuvasta todettu nilkan nivelhaarukan stabiliteetti ja kongruenssi määrittävät nilkkamurtuman hoitomenetelmän (Nilkkamurtuma, Terveyskylä, Niveltaalo 2018, (Ovaska ym. 2015). Nivelhaarukan muoto tulee palauttaa virheasennon välttämiseksi, sillä virheasento johtaa nilkan kuormituksen muutoksiin. Muutos kuormituksessa voi altistaa nivelrikolle ja huonolle toiminnalliselle lopputulokselle. Instabiili nilkkamurtuma, jossa nivelhaarukka ei pysy kongruenttina kipsin avulla vaatii leikkaushoitoa. Leikkaushoidossa murtuneet kehräsluut kiinnitetään anatomiseen paikkaansa yleisesti levyjen ja ruuvien avulla. Leikkauksen jälkeen nilkan kipsihoito kestää yleisesti noin 4–6 viikkoa, mutta pyrkimyksenä on sallia potilaille alusta alkaen täydellä painolla varaaminen jalalle kivun mukaan. Tietyissä potilasryhmissä, kuten ylipainoisilla, diabeetikoilla tai heikon luuaineksen omaavilla potilailla palautumista voi kuitenkin haitata alttius asennon peittämiselle liian aikaisen jalalle varaamisen yhteydessä (Ovaska ym. 2015).

## **2.2 Ortopedisista leikkauksista palautumisen arviointi**

Kliinisessä hoitotyössä leikkauksesta palautumisen arvioinnissa oleellista on ammattilaisen toteuttama huolellinen anamneesi tilanteesta ja potilaan kliininen tutkimus (Kiviranta ja Järvinen 2012). Tuki- ja liikuntaelimestön ongelmista kärsivää potilasta tutkiessa oleellisia tekijöitä ovat mm. kipu, kivun sijainti, kivun luonne ja ilmeneminen, arvio potilaan yleisestä motoriikasta ja koordinaatiokyvystä, palpaatio oireilevan alueen nivelten, lihasten ja tukikudosten rakenteen tai esimerkiksi painoarkkuuksien selvittämiseksi sekä arvio nivelten liikelaajuudesta ja stabiiliudesta.

Lisäksi arvio lihasvoimasta antaa tietoa tuki- ja liikuntaelinpotilaan kliinisestä tilasta. Tässä kappaleessa on kuvattu kliinisen tutkimuksen ohelle tai avuksi soveltuvia potilaan tilaa ja toipumista mittaavia subjektiivisia ja objektiivisia menetelmiä.

### **2.2.1 Kyselyt ja muut subjektiiviset arviointimenetelmät**

Potilaan raportoimat mittarit (*PROM, Patient Reported Outcome Measure*) ovat arviointivälineitä, useimmiten kyselyitä, joilla arvioidaan potilaan näkemystä omasta terveydentilastaan, terveyteen liittyvästä elämänlaadustaan, fyysisestä toimintakyvystään, oireista ja niiden hankaluudesta sekä potilaan hoitoon liittyvistä kokemuksista. Kyselyt voivat olla yleislaatuisia tai oire- tai sairausspesifejä (Weldring ja Smith 2013).

Sairauden tai vamman yhteydessä PROM-mittareita voidaan käyttää arvioimaan vamman vaikeusastetta ja sen vaikutusta potilaan fyysiseen toimintakykyyn ja elämänlaatuun. Toistamalla mittauksia voidaan arvioida potilaan saamaa hyötyä, tyytyväisyyttä hoitoon ja hoidon vaikuttavuutta niin konservatiivisen kuin kirurgisenkin hoidon yhteydessä. Osa kyselyistä yhdistää potilaan subjektiiviseen arvioon ammattilaisen objektiivisen arvion esimerkiksi sairaudesta tai vammasta. Oirespesifillä mittarilla voidaan arvioida esimerkiksi kivun, ahdistuksen tai muun tunteen voimakkuutta. Potilaan raportoimia mittareita on useita. Tässä kappaleessa on kuvattu yleisesti käytettyjä, valittuihin leikkaustyyppeihin sopivia ja kirjallisuushaussa esiin tulleita yleislaatuisia ja oire- tai sairausspesifejä mittareita.

#### **Elämänlaadun kyselyt**

RAND-36 tai lähes identtinen SF-36 mittari on potilaan itse raportoima hoidon arviointiin luotu elämänlaadun mittari, joka soveltuu hyödynnettäväksi niin kliinisessä tutkimuksessa kuin hoitotyössä. RAND-36 mittari arvioi potilaan koettua terveyttä, fyysistä toimintakykyä, psyykkistä hyvinvointia, sosiaalista toimintakykyä, tarmokkuutta, kivuttomuutta ja fyysistä ja psyykkistä päivittäistä suoriutumista. Yksi kysymys arvioi viimeisen 12 kuukauden aikana terveydentilassa tapahtunutta muutosta. SF-36 nimellä julkaistu mittari eroaa RAND-36 mittarista ainoastaan pisteytysohjeiltaan kipua ja yleistä terveyttä arvioivissa kohdissa. Veterans RAND 36 Item Health Survey (VR-36) ja lyhennetty Veterans RAND 12 Item Health Survey (VR-12) ovat alkuperäisestä

RAND-36 (tai SF-36) kyselystä johdettuja potilaan täyttämiä kyselyitä. Näitä kyselyitä on pääasiassa hyödynnetty terveyteen liittyvän elämänlaadun ja sairaustaakan sekä sairausspesifin vaikutuksen arvioinnissa yleisissä ja valikoiduissa populaatioissa (Rogers ym. 2015).

EQ-5D-mittarit (kolmen luokan Likert-asteikollinen EQ-5D-3L ja viiden luokan Likert-asteikollinen EQ-5D-5L) ovat standardoituja kliinisessä työssä ja tutkimuksessa käytettyjä koetun terveyden ja terveydenhuollon toimenpiteiden tulosten arviointiin hyödynnettyjä mittareita (Korpilahti 2013). EQ-5D-Y on nuorille suunnattu versio kyselystä. EQ-5D mittarit rakentuvat kahdesta osuudesta: terveydentilaa (liikkuvuus, omatoimisuus tai itsehoito, päivittäiset toiminnot, kipu tai epämukavuuden tunne, ahdistuneisuus tai masennus) arvioivista kysymyksistä ja yleistä terveydentilaa arvioivasta EQ-VAS-asteikosta. EQ-VAS osuutta on käytetty myös yksinään kuvaamaan yleistä terveydentilaa. Koko EQ-5D-mittarin käytön etu on, että se mahdollistaa myös laatu-painotetun elinajanodotteen laskemisen (QUALY = quality adjusted life expectancy).

Aikuisille soveltuvaa diagnoosista riippumatonta Maailman terveysjärjestön (*WHO, World Health Organization*) arviointimenetelmää WHODAS 2.0 (WHODAS, WHO Disability Assessment Schedule) voidaan hyödyntää terveydentilasta (esim. sairauksista, vammoista, mielenterveyden ongelmista tai päihteiden käytöstä) seuraavien arjen toimintarajoitteiden selvittämiseksi (Paltamaa ja Anttila 2015). WHODAS 2.0 soveltuu niin kliniseen kuin väestötutkimuskäyttöön. Toimintarajoitteiden arviointi on tarpeellista päätöksenteossa, esimerkiksi yksilön tarpeiden tunnistamisessa ja toimenpiteiden määrittämisessä ja tuloksen ja vaikuttavuuden arvioinnissa. WHODAS 2.0 -lomakkeiden seitsemän eri versiota eroavat pituudeltaan ja toteutustavaltaan (itse täytetty, haastateltu ja läheisen arvioima). Kysely arvioi terveydentilan aiheuttamia vaikeuksia yleisessä toimintakyvyssä (päivittäisissä toiminnoissa) sekä fyysisessä, kognitiivisessa, sosiaalisessa ja psyykkisessä toimintakyvyssä. Pidemmän version etuna on sen antama yksityiskohtaisempi tieto, lyhyempi versio taas soveltuu kuvaamaan yleisesti toimintakykyä. Kyselyssä huomioitavaa on, että vastaaja arvioi mistä tahansa terveydentilasta johtuvia vaikeuksia ja arviointi kohdistuu viimeisen 30 päivän ajalle.

15- tai 40-kohtainen QoR-kysely (*QoR, Quality of Recovery*) on kehitetty arvioimaan yleisesti akuuttia leikkauksesta ja anestesiasta palautumista ja terveydentilaa sekä perioperatiivista kokemusta potilaan näkökulmasta (Stark ym. 2013, Chazapis ym. 2016). Pidempi versio antaa yksityiskohtaisen arvion potilaan tilanteesta, kun taas lyhyempi versio on potilaalle helpommin lähestyttävä. QoR-kyselyt arvioivat palautumista niin fyysisestä kuin psyykkisestä näkökulmasta viidellä eri osalla, jotka ovat potilaan saama tuki (esim. hoitajien antama tuki), fyysinen ja psyykinen mukavuus (esim. pahoinvointi ja oksentelu ja ahdistuneisuus), fyysinen itsenäisyys (esim. peseytyminen) ja kipu (kohtuullinen kipu ja hankala kipu) (Stark ym. 2013). QoR-15-kyselyn responsiivisuus muutoksille on osoitettu spesifisti myös ortopedisten päiväoperaatioiden yhteydessä erinomaiseksi (Chazapis ym. 2016).

Psyykkisen hyvinvoinnin arviointi fyysisen sairauden, erityisesti pitkäaikaisten kroonisten sairauksien yhteydessä voi parantaa mielenterveyden ongelmien tunnistamista. Eräs spesifisti psyykkisen hyvinvoinnin arviointiin käytetty validiksi ja reliabeliksi havaittu lomake on W-BQ12 (12-item Wellbeing Questionnaire), jota on erityisesti diabetespotilailla suositeltu käytettäväksi rutiininomaisesti (Pouwer ym. 2000, Polus ym. 2011). W-BQ12 on kehitetty alkuperäisestä 22-kohdan kyselystä. W-BQ12 on jaoteltu kolmeen osa-alueeseen (negatiivinen hyvinvointi, energia ja positiivinen hyvinvointi). Toinen yleisesti käytetty psyykkistä hyvinvointia arvioiva mittari on masennusoirekysely PHQ-9 (*PHQ, Patient Health Questionnaire*).

FIM®-mittari (*FIM, Functional Independence Measure*) on kaikille toimintarajoitteisille aikuisille suunnattu yleislaatuinen arviointimenetelmä, jolla voidaan arvioida toimintakykyä ja avuntarvetta ja niissä tapahtuvia muutoksia (Karttunen ja Valkeinen 2019). FIM®-järjestelmä on tarkoitettu sosiaali- tai terveydenhuollon ammattihenkilöiden käyttöön kuntoutuksessa, laitos-, koti- ja avohoidossa. FIM®-mittari arvioi motoriikkaa ja kognitiota. Motorisiin toimintoihin luetaan itsestä huolehtiminen, sulkijalihasten toiminta, siirtyminen ja liikkuminen, mm. ruokailu ja peseytyminen. Kognition toimintoja ovat kommunikointi ja sosiaalinen kognitio, mm. ymmärtäminen ja muisti. Mittarin heikkoutena on pidetty enintään kohtalaista kahden eri mittaajan välistä toistettavuutta.

### **Oire- tai sairausspesifit kyselyt**

Kivun arviointiin hyödynnetään tutkimuksissa ja kliinisessä työssä usein VAS-janaa (*VAS, Visual Analogue Scale*) (Wagemakers ym. 2019). VAS-jana on yleensä 10 cm pitkä vertikaalinen tai horisontaalinen jana, jonka vasen laita useimmiten kuvaa ”ei kipua” kun taas oikeassa laidassa on ”pahin mahdollinen kipu”. Jana merkataan kivun voimakkuutta kuvaavasta kohdasta ja pisteytys lasketaan useimmiten millimetreinä tai senttimetreinä nollapisteestä merkattuun pisteeseen (Williamson ja Hoggart 2005, Haefeli ja Elfering 2006). VAS-janalle voidaan myös lisätä kuvaavia termejä, kuten lievä, keskivaikea ja vaikea tai numeerinen mitta-asteikko. VAS-janaa hyödynnetään myös muiden oireiden, kuten ahdistuksen, janon tai pahoinvoinnin voimakkuuden tai hankaluuden arviointiin. Sovellus VAS-janasta on PGA-mittari (*PGA, Patient Global Assessment*), jolla arvioidaan potilaan kokemaa kokonaisterveyttä, sairauteen liittyvää terveyttä tai sairauden aktiivisuutta vaihtelevalla aikavälillä (Nikiphorou ym. 2016).

Yhteenveto käsitellyistä oire- tai sairausspesifeistä mittareista on esitetty taulukossa 1. Luotettavuutta kuvaamaan on käytetty sisäistä johdonmukaisuutta ja toistettavuutta. Ilmoitettu MCID-arvo kuvaa sellaista pistemäärän muutosta, jolla on havaittavissa myös kliininen hyöty, esim. potilaan tai lääkärin arvioimana. Olkapään toimintakykyä voidaan arvioida muun muassa CMS- (*CMS, Constant Murley Score*) tai SST- (*SST, Simple Shoulder Test*) kyselyin (taulukko 1), joista kumpikin on havaittu sopivaksi kiertäjäkalvosimen ompeluleikkauspotilaiden arviointiin (Romeo ym. 2004, MacDermid ym. 2006, Kukkonen ym. 2013).

Polven nivelkivun, niveljäykkyyden ja toimintakykyhaitan arviointiin on kehitetty useita potilaan subjektiiviseen arvioon pohjautuvia kyselylomakkeita (Polvi- ja lonkkanivelrikko: Käypä Hoito -suositus, 2018). Kyselyitä on kehitetty yleisesti polven ongelmien arviointiin, kuin myös spesifisti esimerkiksi polven tekonivelleikkauspotilaiden arviointiin. Potilaan raportoima KOS (*KOS, Knee Outcome Survey*) on havaittu validiksi, reliabeliksi ja responsiiviseksi arviointimenetelmäksi useissa polven sairauksista kärsivissä potilasryhmissä fysioterapian tai ortopedisten toimenpiteiden yhteydessä (Collins ym. 2011, McHugh ym. 2020). Myös IKDC-kysely (*IKDC, International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form*) on useiden polvivammojen sekä niiden hoidon arviointiin kehitetty potilaan raportoima kaavake (Hambly ja Griva 2010, Collins ym.

2011). LYS-lomake (*LYS, Lysholm Knee Scoring Form*) taas arvioi polven ligamenttivaurioista ja instabiliteetista kärsiviä potilaita (Briggs ym. 2009, Collins ym. 2011). IKDC- ja LYS-kyselyt on validoitu muun muassa eturistisidevamma- ja -leikkauspotilailla (Hambly ja Griva 2010, Collins ym. 2011).

Hieman spesifimpi potilaan raportoima KOOS-kysely (*KOOS, The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*) on käytetty posttraumaattisen nivelrikon tai siihen mahdollisesti johtavien vammojen yhteydessä (Hambly ja Griva 2010, Collins ym. 2011). Kysely on validoitu käyttöön useissa potilasryhmissä, myös eturistisideleikkaus- ja polven tekonivelleikkauspotilailla (Hambly ja Griva 2010, Gandek ja Ware 2017). KOOS on myös käännetty suomeksi vuosina 2016–2017 (Sihvonen ym. 2017) ja se on todettu polven patologian arviointiin sopivaksi suomalaisilla polvivammoista kärsivillä potilailla (Multanen ym. 2018). Polvi- tai lonkkanivelrikon kehittymisen tai hoidon vaikuttavuuden seurannassa käytetään nk. WOMAC-indeksiä (*WOMAC, The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index*) (Collins ym. 2011, Arokoski 2012). Polvi- ja lonkkanivelrikon Käypä Hoito -suositus toteaa, että vähintään WOMAC-kyselyn kipua ja fyysistä toimintakykyä mitaavia osioita voidaan pitää luotettavina potilaan nivelrikkokivun ja toimintahaitan ja hoidon vaikuttavuuden arvioinnissa (Polvi- ja lonkkanivelrikko: Käypä Hoito -suositus, 2018). Myös WOMAC-lomake on käännetty suomeksi ja validoitu polvi- ja lonkkatekonivelleikkauspotilailla. Heikkoutena on havaittu, että kyselyn pisteisiin voi oleellisesti vaikuttaa samanaikainen selkäsärky, masennus tai yleinen terveydentila, mikä tulisi ottaa huomioon kyselyn kliinisessä käytössä (Arokoski 2012).

KSS (*KSS, Knee Society Score*) taas on spesifisti polven tekonivelleikkauspotilaiden pre- ja postoperatiiviseen arviointiin kehitetty objektiivisen ja subjektiivisen osuuden sisältävä kysely (Scuderi ym. 2011, Noble ym. 2012). Se ottaa muista kyselyistä poiketen huomioon potilaan tyytyväisyyden ja odotukset ja eroaa pre- ja postoperatiivisesti potilaan odotuksia arvioivan osion osalta (Dinjens ym. 2014). Lisäksi lomakkeessa määritetään Charnleyn toiminnallinen luokitus, joka luokittelee potilaat kolmeen luokkaan huomioiden polven nivelsairauden ja muun sairastavuuden (Bjorgul ym. 2010, Scuderi ym. 2011).

HHS-lomakkeen (*HHS, Harris Hip Score*) tarkoituksena on arvioida useita lonkkasairauksia ja -leikkauksia ja hoitokäytänteitä aikuisväestössä (Nilsdotter ja Bremander 2011). Alkuperäinen vuonna 1969 luotu kysely on kuvattu taulukossa 1. Alkuperäisestä HHS-lomakkeesta on luotu muokattu MHHS-lomake (*MHHS, Modified Harris Hip Score*), joka ei sisällä ammattilaisen suorittamaa objektiivista arviota (Kumar ym. 2019). Lonkan tekonivelleikkauspotilailla myös MHHS kysely on osoitettu luotettavaksi (Kemp ym. 2013, Kumar ym. 2019).

Oswestryn toimintakykykysely (*ODI, Oswestry Disability Index*) taas on yksi käytetyimmistä spesifisti selkäreiden kartoittamiseen luoduista kyselyistä (Pekkanen ym. 2011). Kyselyn uuden version (ODI 2.0) merkittävin ero ensimmäiseen kyselyyn nähden on kipua koskeva kysymys, jota aiemmin kartoitettiin kipulääkkeiden käytöllä, kun taas uudessa versiossa kysytään kivun voimakkuudesta (Fairbank ja Pynsent 2000, Pekkanen ym. 2011). Kyselystä on validoitu käyttöön myös suomenkielinen versio, jonka toistettavuus ja sisäinen johdonmukaisuus on osoitettu erinomaisiksi (Pekkanen ym. 2011).



Taulukko 1. Oire- tai sairausspesifit PROM-mittarit

| Kysely (lähteet)  | Käyttöaihe   | Osa-alueet  | Luotettavuus  | Pisteytys         | MCID, pistettä  |
|---|--|---|---|-------------------|---|
| <b>CMS</b><br>(Vrotsou ym. 2018, Kukkonen ym. 2013, Angst ym. 2011)     | Olkapään toimintakyvyn arviointi                         | Subjektiiivinen osio: haitta nukkumisessa, työssä, vapaa-ajan aktiviteeteissa, vertikaalinen toiminta-alue<br>Objektiiivinen arvio (ammattilainen): kivuton liikerata, olkavarren isometrinen voima | Kohtalainen sisäinen johdonmukaisuus, erinomainen toistettavuus (sama mittaja), heikko toistettavuus (eri mittajat) | 0–100             | 10,4 pistettä (3 kk kiertäjäkalvosimen ompeluleikkauksesta)   |
| <b>SST</b><br>(MacDermid ym. 2006, Romeo ym. 2004)                      | Olkapään vammat  | Subjektiiivinen<br>Kipu, toimintakyky, voima, olkapään liikkuvuus   | Erinomainen sisäinen johdonmukaisuus, erinomainen toistettavuus   | 0–12              | 2,05–2,33 kiertäjäkalvosimen oireyhtymästä kärsiville   |
| <b>KOS</b><br>(McHugh ym. 2020, Collins ym. 2011, Irrgang ym. 1998)     | Polven patologiat  | Subjektiiivinen<br>Oireet (kipu, jäykkyys, turvotus, instabiliateetti)<br>Toimintakyky (polven patologian aiheuttama rajoite päivittäisissä toiminnoissa, esim. kävelyssä)                          | Erinomainen sisäinen johdonmukaisuus, erinomainen toistettavuus   | 0–100             | Ei saatavilla ortopedisten toimenpiteiden yhteydessä  |
| <b>IKDC</b><br>(Collins ym. 2011, Hambly ja Griva 2010)                 | Polvivammojen ja niiden hoidon arviointi                 | Subjektiiivinen<br>Oireet, urheilussa tai päivittäisissä toiminnoissa suoriutuminen, koettu polven toimintakyky nyt ja ennen vammaa   | Erinomainen sisäinen johdonmukaisuus, erinomainen toistettavuus   | 0–100             | 11,5–20,5 leikkaustoimenpiteitä läpikäyneillä polvivamma-potilailla   |
| <b>KOOS</b><br>(Çelik ym. 2019, Collins ym. 2011, Hambly ja Griva 2010) | Posttraumaattinen nivelrikko tai siihen liittyvät vammat | Subjektiiivinen<br>Kipu, oireet, toimintakyky päivittäisissä toiminnoissa/ urheilussa/ vapaa-ajan aktiviteeteissa, vaikutus elämänlaatuun   | Hyvä sisäinen johdonmukaisuus, hyvä toistettavuus   | Osa-alueet: 0–100 | Kipu 11,5, oireet 1,5, ADL 0,5, urheilu 17,5, QOL 22 ACL-potilailla (10 vko)<br>Kipu 16,7, oireet 10,7, ADL 18,4, urheilu 12,5, QOL 15,6 polven tekonivelleikkauspotilailla (20 pv) |

ACL, Anterior cruciate ligament (eturistiside); CMS, Constant Murley Score; HHS, Harris Hip Score; IKDC, International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form; KOOS, The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score; KOS, Knee Outcome Survey; KSS, Knee Society Score; LYS, Lysholm Knee Scoring Form; ODI, Oswestry Disability Index; QOL, Quality of Life (elämänlaatu); SST, Simple Shoulder Test; WOMAC, The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

## Taulukko 1, jatkuu

|   |   |   |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|
| <b>WOMAC</b><br>(Çelik ym. 2019, Arokoski 2012, Collins ym. 2011)                       | Polvi- tai lonkkanivel-<br>rikon kehittyminen<br>tai hoidon seuranta              | Subjektiiivinen<br>Kipu (asennot ja liikkeet erotellen), nivelen<br>jäykkyys, fyysinen toimintakyky (esim. pukeu-<br>tuminen, portaiden nousu)  | Kipua ja fyysistä toimintakykyä<br>mittaavat osiot: hyvä sisäinen joh-<br>donmukaisuus ja hyvä toistetta-<br>vuus          | 0–100                                      | Kipu 22,9–36; jäykkyys 14,4–<br>21,4, toimintakyky 19–33 pol-<br>ven tekonivelleikkauspotilailla<br>6 kk-2 vuotta leikkauksesta<br><br>19–45,9 lonkkaleikkauspoti-<br>lailla 4 vko – 2 vuotta leikkauk-<br>sesta |
| <b>LYS</b><br>(McHugh ym. 2020, Collins ym. 2011, Briggs ym. 2009)                      | Polven ligamentti-<br>vaurioiden ja instabi-<br>liteetin arviointi ja<br>seuranta | Subjektiiivinen<br>Ontuminen, tukivälineen tarve, polven lukkiu-<br>tuminen, instabiliteetti, kipu, turvotus, portai-<br>den nousu, kyykistyminen   | Hyvä sisäinen johdonmukaisuus ja<br>erinomainen toistettavuus eturis-<br>tisi-, kierukka- ja rustovammo-<br>jen yhteydessä | 0–100                                      | Ei saatavilla  |
| <b>KSS</b><br>(Maredupaka ym. 2020, Dinjens ym. 2014, Noble ym. 2012, Scuderi ym. 2011) | Polven tekonivelleik-<br>kauspotilaiden pre-<br>ja postoperatiivinen<br>arviointi | Subjektiiivinen osio: potilastyytyväisyys, odo-<br>tukset (pre-/ postoperatiivinen), toiminnalli-<br>nen aktiivisuus (kävely, seisominen, päivittäi-<br>set toiminnot, edistyneet aktiviteetit<br>Objektiiivinen arvio (kirurgi): mm. liikerata ja<br>stabiliteetti | Sisäinen johdonmukaisuus hyvä ja<br>toistettavuus erinomainen kaikille<br>osa-alueille                                     | Osa-<br>alueit-<br>tain<br>vaihdel-<br>len | Ei saatavilla  |
| <b>HHS</b><br>(Singh ym. 2016, Nilsdotter ja Bre-<br>mander 2011)                       | Lonkkaleikkausten<br>tulosten arviointi   | Subjektiiivinen osio: kipu, toimintakyky (päivit-<br>täiset toiminnot, kävely)<br>Objektiiivinen arvio (ammattilainen): virhe-<br>asentojen puute, liikerata  | Osa-alueittain sisäinen johdonmu-<br>kaisuus hyvä, toistettavuus erin-<br>omainen (sama testaja) tai hyvä<br>(eri testaja) | 0–100                                      | 15,9–18 pistettä lonkan teko-<br>nivelleikkauspotilailla 2–5 v.<br>seurannassa   |
| <b>ODI</b><br>(Pekkanen ym. 2011, Vianin 2008, Fairbank ja Pynsent 2000)                | Selkäoireiden arvi-<br>ointi  | Subjektiiivinen<br>Kipu, päivittäiset toiminnot (esim. istuminen,<br>nostaminen, matkustaminen)   | Sisäinen johdonmukaisuus hyvä,<br>toistettavuus erinomainen  | 0–100                                      | 4,5–10   |

ACL, Anterior cruciate ligament (eturistisiide); CMS, Constant Murley Score; HHS, Harris Hip Score; IKDC, International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form; KOOS, The Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score; KOS, Knee Outcome Survey; KSS, Knee Society Score; LYS, Lysholm Knee Scoring Form; ODI, Oswestry Disability Index; QOL, Quality of Life (elämänlaatu); SST, Simple Shoulder Test; WOMAC, The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

## 2.2.2 Toiminnallisen kyvyn arviointi

Fyysisellä toimintakyvyllä tarkoitetaan ihmisen fyysisiä edellytyksiä selviytyä hänelle itselleen merkityksellisistä päivittäisistä toiminnoista (THL 2022). Fyysiselle toimintakykyä tukevia ominaisuuksia ovat esimerkiksi lihasvoima ja -kestävyys, kestävyyskunto, nivelten liikkuvuus ja asento- ja liiketasapainon hallinta. Fyysistä toimintakykyä voidaan arvioida useilla päivittäiseen toimintaan soveltuvilla mittareilla. Toimintakyvyn arviointiin sopivat esimerkiksi kävelykyky, portaiden nousu tai laskeutumisaika, kyykistymistesti, tasapainon mittaaminen, käden puristusvoima ja tuolilta nousu. Nivelten liikkuvuutta mitataan tyypillisesti kulmamittareilla. Lihasmassan arviointiin voidaan kuvantamistutkimusten ohella tai sijasta hyödyntää halutun lihasryhmän, kuten reiden, ympäryksen mittaamista. Lihasmassan kehityksen arviointiin voidaan hyödyntää myös yleisesti ravitsemustilan arvioinnissa käytettyä olkavarren ympärysmittaa.

Eräs yleisesti väestötutkimuksissa käytetty fyysisen toimintakyvyn mittari on TUG-testi (*TUG, Timed "Up and Go"*) (Valkeinen ym. 2019). TUG-testi on luotu iäkkäiden toiminnallisen tasapainon ja liikkumiskyvyn arvioimiseksi. Lihasvoimaa, tasapainoa, nivelten liikkuvuutta, koordinaatiota ja näkökykyä ja näiden yhteistoimintaa vaativassa testissä tutkittava nousee tuolilta istumasta seisomaan, kävelee 3 metrin matkan, kääntyy ja kävelee takaisin ja istuu takaisin tuoliin. Suoriutumista arvioidaan testiin kuluneella ajalla. Testi voidaan toteuttaa tutkittavan omassa tahdissa tai kannustaen maksiminopeuteen. Useamman testin sisältävä SPPB-testi (*SPPB, Short Physical Performance Battery*) taas yhdistää arvion tutkittavan seisomatasapainosta, kävelystä ja alaraajojen lihasvoimasta (Valkeinen ym. 2014). Seisomatasapainoa arvioidaan kolmessa eri asennossa: jalat rinnakkain, jalat puolittain peräkkäin (puolitandem-asento) ja jalat peräkkäin (tandemasento). Jokaisessa asennossa tulisi pysyä 10 sekuntia. Kävelykykyä arvioidaan mittaamalla kävelynopeutta, tyypillisesti neljän metrin matkalta. Alaraajojen lihasvoiman mittaamiseen käytetään tuoliltanousutestiä, jossa ylösnousu toistetaan viisi kertaa mahdollisimman nopeasti. Suoriutumisen arvioimiseksi osa-alueet pisteytetään välille 0–4 (maksimipistemäärä 12).

Eritoten toimintarajoitteisten tai iäkkäämpien henkilöiden toimintakyvyn ja avuntarpeen arviointiin sopiva Katz-indeksi arvioi potilaan itsenäistä toimintakykyä päivittäisissä toiminnoissa,

sisältäen makuulle menon, peseytymisen, WC:ssä käymisen, virtsaamisen ja ulostamisen säätelykyvyn sekä pukeutumisen (Autio ja Vesterinen 2011). Indeksi voidaan pisteyttää välille 0-6, jossa  $\leq 2$  pistettä tulkitaan vakavana avun tarpeena ja 6 pistettä itsenäisyytenä, eli kykyä suorittaa kaikki edellä kuvatut kuusi toimintoa ilman apua.

Tasapainon mittaaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi BBS (*BBS, Biodex Balance System*) laitteella. BBS-laite mittaa ja tuottaa tuloksia tutkittavan tasapainosta staattisella tai dynaamisella alustalla (Biodex Medical Systems, Inc.). Laitteen ympyränmuotoinen alusta liikkuu vapaasti anteriori-posteriori- ja mediaali-lateraalisuunnassa mahdollistaen maksimissaan 20 asteen kallistumisen. Alustan stabiliteettia voidaan vaihdella 12 eri tasolla (Cachupe ym. 2001). Dynaamisessa testissä tutkittavan kykyä kontrolloida alustan kulmaa määritetään varianssina tasaisesta asennosta kuin myös astepoikkeamina ajan myötä (Biodex Medical Systems, Inc). Suuri varianssi viitaten viitata heikompaan neuromuskulaariseen kontrolliin. Staattinen testaus taas mittaa asteroja tutkittavan massakeskipisteestä. Laite mahdollistaa neljä testiprotokollaa: RFT- (*RFT, Risk of Fall Test*), LOS- (*LOS, Limits of Stability Test*), PST-testit (*PST, Postural Stability Test*) sekä urheilijan yhden jalan stabiliteettitestauksen (*engl. Athlete single leg stability testing*). BBS laitteella tehdyt testit suoritetaan yleensä useamman kerran, usein 3 kertaa tuloksen luotettavuuden tukemiseksi.

LOS testi on hyvä indikaattori dynaamisesta kontrollista normaalilla huojunta-alueella (Biodex Medical Systems, Inc). Testi määrittää kahdeksaan eri suuntaan (kaikkiin ilmansuuntiin) maksimaalista kulmaa, jonka keho voi saavuttaa vertikaalisesti ilman tasapainon menetystä, esimerkiksi kaatumista tai askeleen ottoa (Skrobot ym. 2019). Tutkittavat pyrkivät kehon massakeskipistettä muuttamalla (eri suuntiin nojaamalla) liikuttamaan laitteen näytöllä näkyvää kursoria keskipisteestä perifeeriseen pisteeseen ja takaisin mahdollisimman nopeasti ja tasaisesti. Alusta voi olla tasainen tai liikkua tutkittavan massakeskipisteen mukana, ja vaikeustasoa muuttamalla pisteet voidaan asettaa lähemmäs tai kauemmas massakeskipisteestä (Biodex Medical Systems, Inc., (Stephenson ym. 2015). Kaikki ilmansuunnat pisteytetään erikseen ja niistä muodostuu kokonaispistemäärä. Tulosta verrataan tavoitearvoihin.

PST-testi mittaa asentotasapainoa kolmella eri indeksillä, kokonaistasapainoindexillä (*Overall Stability Index, OSI*), anteriori-posteriori tasapainoindexillä (*Anterior-posterior Stability Index, APSI*) ja mediaali-lateraali tasapainoindexillä (*Medial-lateral Stability Index, MLSI*) (Skrobot ym. 2019, Biodex Medical Systems, Inc). Mittaus perustuu poikkeavuuksiin ennalta määritetystä tasapainon keskipisteestä stabiililla alustalla suoritettuna tai alustan siirtymän varianssiin asteina vaakatasosta epästabiililla alustalla suoritettuna. Testissä tutkittava pyrkii seisomaan suorassa yhdellä tai kahdella jalalla, katsoen eteenpäin. Suurempi tutkittavan heilahtelu tai alustan poikkeavuus nolllapisteestä viittaa heikompaan kykyyn säilyttää tasapaino (Biodex Medical Systems, Inc.). RFT-testi mittaa tutkittavan kaatumisriskiä vaihtelevalla alustan stabiliteetilla. Tutkittavan tulosta verrataan ikäriippuvaisiin normaaliarvoihin, joita suurempi tulos on aihe jatkotutkimuksille.

### **2.2.3 Lihasvoimamittaukset**

Lihasvoimaa voidaan arvioida esimerkiksi silmämääräisesti, palpoiden tai toiminnallisilla testeillä, tai mitata välineellisesti ja esittää numeerisena arvona. Toiminnallisia testejä on kuvattu kappaleessa 2.2.2 Toimintakyvyn arviointi. Tämä kappale käsittelee lihasvoiman objektiivista mittamista.

Lihasvoimamittauksen suorittamiseksi tulee määrittää lihassupistuksen tyyppi, nivelkulma ja supistusnopeus (Moilanen 2008). Staattinen, eli isometrinen lihassupistus tapahtuu lihaksen pysyessä paikallaan ja lihaspituuden pysyessä ennallaan jännityksessä (Kiviranta ja Järvinen 2012). Dynaaminen lihassupistus voi olla konsentrisen tai eksentrisen. Konsentrisessä lihassupistuksessa supistuva lihas lyhenee ja suorittaa mekaanista työtä siirtäessään vastustavaa kappaletta. Eksentrisessä lihassupistuksessa lihastyöllä taas pyritään hidastamaan lihasta venyttävää liikettä. Isometrinen testi mittaa siis voimantuottoa liikkumattomaan kohteeseen, kuten voimalevyyn, ja isokineettinen testi mittaa voimantuottoa vakioidulla kulmanopeudella (Moilanen 2008). Isometrinen voimamittaus antaa tuloksen vain yhdestä nivelen liikeradan kohdasta, kun taas isokineettinen mittaus kohdistuu koko nivelen liikeradalle (Arokoski ja Salminen 2015). Lihasvoiman testauksessa luotettavuuden turvaamiseksi tulisi vakioida myös suoritusta edeltävä verryttely ja ulkopuolinen kannustus.

Isometrisen, useimmiten maksimilihasvoiman mittaamiseen yleisesti käytettyjä välineitä ovat erilaiset digitaaliset tai analogiset dynamometrit (McArdle ym. 2010). Isometrinen dynamometri rekisteröi ja ilmoittaa voiman suuruuden tyypillisesti massan yksiköin, kuten kilogrammoina (kg), tai voiman yksiköin newtoneina (N). Maksimaalisesta isometrisestä suorituksesta voidaan laitteesta riippuen määrittää myös maksimivoiman tai muun voimatason saavuttamiseen kulunut aika, voimantuottonopeus, voimantuotto tietyssä ajassa tai keskimääräinen voimantuotto sekä voiman laskunopeus eli relaksaatio (Moilanen 2008, Arokoski ja Salminen 2015).

Isokineettinen dynamometri on elektromeekaaninen laite, joka mahdollistaa dynaamisen lihasvoimamittauksen (McArdle ym. 2010). Isokineettisestä kokeesta yleisimmin tarkasteltu arvo on huippumomentti (newtonmetreinä, Nm), joka kuvaa lihaksen maksimaalista voimaa (Davies ym. 2000). Laite määrittää myös huippumomentin saavuttamiseen kuluneen ajan ja sen saavuttamisen nivelkulman. Huippumomentti voidaan ilmoittaa myös testattavan painokiloa kohden, jolloin voimasta saadaan yksilöllisempää tietoa. Isokineettisestä testistä selville saadaan myös tehty työ (jouleina, J) tai työn intensiteettiä kuvaava keskimääräinen lihastyön teho tai voimantuotto (watteina, W). Tyypillisin isokineettisellä mittauksella havainnoitu liike on polven ojennus-koukistusliike (Moilanen 2008). Isokineettinen ja isometrinen testaus ovat tehokkaita objektiivista informaatiota antavia, toistettavia mittaustapoja (Davies ym. 2000, Arokoski ja Salminen 2015). Mittauksia voidaan toistettuina kuntoutuksen yhteydessä hyödyntää havainnoitaessa kuntoutuksen vaikuttavuutta (Arokoski ja Salminen 2015). Vaurioitunutta raajaa tutkiessa arvioidaan usein vaurioitumattoman ja vaurioituneen raajan puoliero, joka ilmoitetaan usein prosentuaalisena vähenemänä (Davies ym. 2000).

Voimaa ja voimantuottoa voidaan arvioida erilaisissa liikkeissä myös esimerkiksi vakioidulla kuormalla toteutetuilla toistomaksimi- tai dynaamisilla toistotesteillä (Moilanen 2008). Spesifien lihasryhmämittausten lisäksi lihasvoimaa ja sen kehitystä voidaan tutkia useisiin ikä- ja potilasryhmiin soveltuvalla käden isometrisellä puristusvoimamittauksella käsikäyttöisen dynamometrin avulla (Stenholm ym. 2013). Puristusvoimamittauksella voidaan arvioida yleistä lihasvoimatasoa, sillä puristusvoiman on raportoitu korreloivan useiden eri lihasryhmien voimatason kanssa. Heikko

käden puristusvoima ennustaa mm. fyysisen toimintakyvyn ja päivittäisissä toiminnoissa selviämisen heikkenemistä.

#### **2.2.4 Kuvantamistutkimukset**

Kuvantamistutkimuksia käytetään potilaan kliinisen tutkimuksen ohella diagnoosin selvittämiseksi ja vahvistamiseksi. Kuvantamistutkimus valitaan ja tulkitaan potilaan kliinisen tilanteen perusteella (Syväranta ym. 2021). Röntgen- ja ultraäänikuvaus ovat yleensä hyviä ensivaiheen tutkimuksia, jotka määrittävät jatkotutkimuksia ja kohdistavat hoitoa oikeaan suuntaan. Magneettikuvausta ja tietokonetomografiaa hyödynnetään yleisesti täydentävää lisätietoa antavina menetelminä.

##### **Röntgenkuvaus**

Röntgenkuvaus on yleisin käytössä oleva radiologinen tutkimus (Sequieros ja Lundbom 2017). Se perustuu röntgensäteilyn kykyyn läpäistä kudoksia eri tavalla riippuen niiden alkuainekoostuksesta ja tiheydestä (Salomaa ym. 2004). Edullisena, helposti saatavilla olevana ja useimmiten luusairauksissa spesifin diagnoosin antavana menetelmänä se on luuston kuvantamisessa ensisijainen menetelmä (Kiviranta ja Järvinen 2012, Niinimäki 2017a). Heikkoutena röntgenkuvaus ei havaitse tarkasti pehmytkudosmuutoksia. Ortopedisien toimenpiteen jälkeen röntgenkuvauksella voidaan arvioida luiden asentoja ja metallisia korjausmateriaaleja (Kiviranta ja Järvinen 2012). Murtuman operatiivisen hoidon, tekonivelleikkausten ja erilaisten osteotomioiden tai nivelten luudutusten seurannassa röntgenkuvaus on usein riittävä menetelmä (Niinimäki 2017b).

##### **Tietokonetomografia**

Tietokonetomografia (TT) (*engl. computed tomography, CT*) hyödyntää röntgenkuvauksen tavoin röntgensäteilyä. TT:ssa röntgenputken tuottama röntgensäde pyörii potilaan ympäri lävistäen kehon, jolloin kehon läpi kulkeutunut säteily kyetään mittaamaan putkea vastapäätä olevalla puolijohdeanturilla. Muodostuva poikkileikekuva perustuu kehon läpäisseen säteilyn määrän muutoksiin. Nykyaikaiset TT-laitteet mahdollistavat kolmiulotteisen kuvatiedoston luomisen. TT on röntgenkuvausta herkempi ja spesifimpi menetelmä, joka näyttää luurakenteen tarkoin (Kiviranta ja Järvinen 2012, Niinimäki 2017a). Pehmytkudoksen kuvantamisessa TT ei ole ensisijainen

menetelmä, sillä pehmytkudospatologia ei kuvauksessa näy kovin hyvin. Tuki- ja liikuntaelimityön tutkimuksissa tietokonetomografiaa on yleensä käytetty trauman yhteydessä (Niinimäki 2017a). Erinomaisen hyvä menetelmä TT on monivammapotilaan arvioinnissa, mutta myös arvioidessa monimuotoisia tai toistensa päälle projisoituvia luiden vammoja ja murtumien luutumista (Kiviranta ja Järvinen 2012, Niinimäki 2017a). Kolmiulotteisuus helpottaa esimerkiksi pirstaleisten murtumien hahmottamista. Tietokonetomografiaa voidaan leikkauksen jälkitiloissa käyttää havaitsemaan esimerkiksi käynnissä olevaa luutumista (Niinimäki 2017b). TT voi olla magneettikuvausta parempi menetelmä esimerkiksi protetisoidun nivelen tutkimisessa, sillä se on vähemmän herkkä metallin aiheuttamille häiriöille ja näyttää luun muutokset usein paremmin ja lähempää metallisia implantteja kuin magneettikuvaus.

### **Ultraäänitutkimus**

Ultraäänitutkimuksessa kudoksen tutkimiseen hyödynnetään suurtaajuisia ääniaaltoja (Sequieros ja Lundbom 2017). Ultraäänilaite mittaa kudoksesta palautuvan kaiun voimakkuutta ja kulunutta aikaa ja muodostaa tämän avulla kuvan, joka esittää kudosten rajapintoja ja tiheyden muutoksia. Ultraäänikuvauksen erotuskyky on erinomainen ja sen vahvuutena pidetään reaaliaikaisuutta (Kiviranta ja Järvinen 2012, Sequieros ja Lundbom 2017). Ultraäänikuva esittää tarkasti pinnalliset pehmytosat, mutta luusta vain pinta saadaan näkyviin. Pinnallisten lihasten tai jänteiden tutkimiseen ultraääni on erinomainen menetelmä, mutta koska luiset rakenteet häiritsevät ultraäänikuvauksessa näkyvyyttä, se ei sovellu esimerkiksi polvensisäisten rakenteiden tutkimiseen (Kiviranta ja Järvinen 2012, Niinimäki 2017a). Yhdessä käytettynä ultraääni- ja röntgentutkimus kuitenkin muodostavat kuvan niin luu- kuin pehmytkudosmuutoksista (Niinimäki 2017a).

Ultraäänikuvauksessa voidaan havainnoida liikkuvaa kohdetta ja seurata toimenpiteitä (Kiviranta ja Järvinen 2012). Tutkimukseen voidaan liittää esimerkiksi lihaksen supistus tai venytys tai muu provokaatio, jolla oire saadaan esille. Ultraäänikuvaukseen ei liity säteilyhaittaa, se ei häiriinny metalliartefakteista ja se on edullinen ja hyvin saatavilla. Sensitiivisyydeltään ja spesifisyydeltään TT tai magneettikuvaus ovat kuitenkin ultraäänikuvaukseen verrattuna parempia menetelmiä (Kiviranta ja Järvinen 2012, Sequieros ja Lundbom 2017). Nivelistä olkapää on tavallisin tutkittava, sillä olkavartta kääntelemällä jänteet saadaan hyvin esille kuvauksessa (Niinimäki 2017a).



Ultraäänikuvaus soveltuu esimerkiksi kiertäjäkalvosimen tutkimukseen. Tyypillisiä ultraäänellä tutkittavia lihaskivelmöjä taas ovat mm. taka- ja etureiden vammat (Kiviranta ja Järvinen 2012).

### **Magneettikuvaus**

Magneettikuvaus (*MRI, Magnetic Resonance Imaging*) perustuu elimistön vetyatomien protonien käyttäytymiseen ulkoisessa magneettikentässä (Sequieros ja Lundbom 2017). Protonien käyttäytymisen muutos aikaansaadaan radiotaajuisilla poikkeutuspulsseilla ja alkuperäisen tasapainotilan palautuessa vuorovaikutus kudoksiin sitoutuneiden protoneiden kanssa tuottaa tietoa kudoksen kiinteästä makromolekyylirakenteesta ja sen muutoksista kudosten patologioissa. MRI:n signaalin riippuvuus kudoksen kemiallisesta koostumuksesta johtaa erinomaiseen pehmytkudoskarakterisaatioon. Verrattaessa röntgen- tai TT-kuvauksiin on magneettikuvaus ylivoimainen tällä osa-alueella (Kiviranta ja Järvinen 2012, Sequieros ja Lundbom 2017). Ultraäänikuvausta parempi menetelmä se on kudoserottelukyvyltään ja erityisesti syviä kudoksia tutkittaessa (Kiviranta ja Järvinen 2012). MRI ei luunmurtumien etsinnässä ole ensisijainen menetelmä, mutta luuytimen muutokset se havaitsee kuvantamismenetelmistä parhaiten (Niinimäki 2017a). Selkäytimen vaurioissa magneettikuvaus on ainoa tutkimusmenetelmä.

Tutkimuksen ongelmina nähdään sen kalleus ja pitkä kesto (Kiviranta ja Järvinen 2012, Sequieros ja Lundbom 2017). Pitkäkestoisena tutkimuksena MRI ei sovellu ensivaiheen traumatutkimukseksi (Niinimäki 2017b). MRI on tuki- ja liikuntaelimistön kuvausmenetelmänä erinomainen sen parhaan pehmytkudoksen erotuskyvyn ja hyvän paikanerotuskyvyn vuoksi (Sequieros ja Lundbom 2017, Niinimäki 2017a). Tavallisimpia tutkimuskohteita ovat selkäranka ja nivelistä polvi (Niinimäki 2017a). Metalliset artefaktit eivät ole este magneettikuvaukselle, mutta kuvausalueella tai sen läheisyydessä voivat vääristää signaalia (Kiviranta ja Järvinen 2012). Ortopedisissa toimenpiteissä polven pehmytkudostoimenpiteiden (esim. nivelkierukan tai eturistisideleikkauksen) leikkauksen jälkeiseen arviointiin sovelletaan yleensä magneettikuvaa (Niinimäki 2017b). MRI voi olla aiheellinen myös akuutteja leikkauskomplikaatioita epäiltäessä, esimerkiksi selän leikkausten jälkeen.

## 2.2.5 Laboratoriokokeet

### Hemoglobiini

Perioperatiivisella hemoglobiinin määrittelyllä voidaan ennustaa leikkauksesta palautumista. Hemoglobiinin normaaliarvo miehillä on 134–167 g/l ja naisilla 117–155 g/l (Tunturi 2020). Alhaista hemoglobiinia eli anemiaa esiintyy perioperatiivisesti suuriin leikkauksiin tulevilla potilailla 30–40 %:lla. Postoperatiivisen anemian esiintyvyyden suurten leikkausten yhteydessä on jopa 80–90 % (Gómez-Ramirez ym. 2019). Perioperatiivisen anemian taustalla on useimmiten raudanpuutos tai raudan aineenvaihdunnan häiriöt, kun taas postoperatiivinen anemia kehittyy useimmiten leikkaukseen liittyvän verenmenetyksen ja inflammatorisen stressivasteen seurauksena (Steuber ym. 2016b, Gómez-Ramirez ym. 2019). Perioperatiivinen anemia on yhdistetty kasvaneeseen postoperatiivisen sairastavuuden ja kuolleisuuden riskiin, pitkittyneeseen sairaalassaoloaikaan ja viivästyneeseen fyysisen toimintakyvyn palautumiseen sekä readmissioihin (Nagra ym. 2016, Steuber ym. 2016a, Gómez-Ramirez ym. 2019). Perioperatiivinen anemia lisää myös verensiirtojen tarvetta, joiden on itsessään havaittu lisäävän komplikaatioiden ja mortaliteetin riskiä ja kasvattavan leikkaukseen liittyviä taloudellisia kustannuksia (Steuber ym. 2016a, Gómez-Ramirez ym. 2019).

### Albumiini

Tyypillisesti ravitsemustilan arvioinnissa käytetty biokemiallinen mittari on seerumin albumiinipitoisuus (Pettersson 2001, Uusitupa ym. 2021). Seerumin albumiinipitoisuuden viitearvojen alarajana pidetään 36 g/l:ssa. Postoperatiivisesti albumiinipitoisuus laskee nopeasti kuvaten leikkaukseen liittyvää stressivastetta ja lisääntyntä kataboliaa (Hübner ym. 2016). Leikkauksen jälkitalassa hypoalbuminemia voi hidastaa leikkaushaavojen paranemista ja altistaa leikkausalueen infektioille (Pettersson 2001, Yuwen ym. 2017). Sen on havaittu myös lisäävän leikkauksen jälkeistä kuolleisuutta (Pettersson 2001). Albumiinin pitkän puoliintumisajan (18–21 vrk) vuoksi sen merkitys akuuttien ravitsemustilan muutosten mittarina (esim. leikkauksen jälkeen) on kyseenalainen (Pettersson 2001, Uusitupa ym. 2021). Hankalasta hypoalbuminemiasta kärsiviä potilaita hoidetaan akuutisti suonensisäisellä verioplasmasta valmistetulla albumiinilla.

Leikkauksen jälkitila altistaa potilaat myös elektrolyyttihäiriöille johtuen veren ja nesteiden menetyksestä, leikkauksen aiheuttamasta stressivasteesta, suonensisäisestä nesteityksestä ja verensierroista. Potilaiden palautumisen kannalta elektrolyyttihäiriöt ovat haitallisia, sillä ne voivat altistaa komplikaatioille, kuten leikkaushaavan infektiolle ja deliriumille (Poultides ym. 2013, Wang, L. ym. 2016). Tyypillisesti määritettyjä elektrolyyttejä ovat natrium, kalium, kalsium ja magnesium.

### **Glukoosi ja insuliini**

Veren glukoositasoa, insuliinitasoa tai insuliiniherkkyyttä mittaamalla voidaan arvioida potilaan glykeemistä kontrollia (Lipshutz ym. 2009). Elimistön glykeeminen kontrolli heikkenee leikkauksen jälkeen, johtaen usein hyperglykemiaan ja lisääntyneeseen insuliinin tarpeeseen (Pili-Floury ym. 2009, Vogel ym. 2017). Insuliiniresistenssi ja hyperglykemia on yhdistetty lisääntyneeseen inflammaatioon, kasvaneeseen leikkaukskomplikaatioiden, erityisesti infektioiden riskiin, pidentyneeseen sairaalassaoloaikaan, kasvaneeseen readmissioiden ja reoperaatioiden tarpeeseen ja jopa lisääntyneeseen mortaliteettiin (Lipshutz ym. 2009, Ljungqvist 2010, Vogel ym. 2017).

### **Inflammaatiovaste**

Inflammaation merkkiaineista yleisimmin mitattu on C-reaktiivinen proteiini (CRP, *C-reactive protein*), jota käytetään inflammaation merkkiaineena tutkimus- sekä kliinisessä tarkoituksessa. CRP:n pitoisuus kohoaa verenkierrossa vasteena inflammatoriselle tekijälle, kuten leikkauksen yhteydessä kudonvauriolle (Rintala ym. 1995). CRP:n mittausta voidaan käyttää tulehdusprosessien aktiivisuuden ja leikkauksen jälkeisen inflammaatiovasteen hiipumisen arvioinnissa (Rintala ym. 1995, Neumaier ym. 2015). Uudelleen kasvanut CRP-arvo on viitteellinen komplikaatioiden, erityisesti infektiivisen komplikaation, synnystä. Inflammaation kuvaamiseen voidaan lisäksi käyttää verisolumerkkiaineita, kuten leukosyyttejä ja makrofageja, akuutin vaiheen proteiineja, adipokiineja, adheesiomolekyylejä, sytokiineja tai kemokiineja (Calder ym. 2013).

### **Lihassetaboliitit**

Luustolihas kudoksen hajotessa lihasatrofian yhteydessä verenkiertoon vapautuu lihasrakenneissa ilmeneviä yhdisteitä (Tunturi 2021). Näiden yhdisteiden pitoisuuksien arviointia voidaan

hyödyntää lihasatrofian arvioinnissa. Tyypillisesti virtsa- tai verikokeella mitattuja yhdisteitä ovat energia-aineenvaihdunnassa syntyvä kreatiiniini, lihasvauriossa lisääntyvä kreatiinikinaasi ja luustolihasen hajotessa vapautuva 3-metyylihistidiini (*3.MH, 3-methylhistidine*) (Tonotsuka ym. 2019, Tunturi 2021, Eerola 2021). Kuvattujen yhdisteiden mittaamista voi haitata ravinnosta saatu kreatiini tai 3-MH (erityisesti lihatuotteissa), mikä heikentää mittauksen luotettavuutta (Huszar ym. 1983). Lihasatrofian tutkimiseen voidaan hyödyntää myös lihaskudosnäytteitä, joista määrittämällä esimerkiksi lihassyyn pinta-alaa tai edellä kuvattujen hajoamistuotteiden esiasteita voidaan arvioida lihaksen menetystä.

### **2.2.6 Sairaalassaoloaika, komplikaatiot, kustannukset**

Kuolleisuus on yleisimpiä mitattuja päätemuuttujia, mutta erityisesti nykyään kehittyneiden hoitokäytänteiden ja parempien leikkaustulosten myötä alhainen leikkauskuolleisuus valinnaisissa leikkauksissa rajoittaa sen soveltuvuutta (Grocott ym. 2007). Kuolleisuuden sijaan ja ohella voidaan prosessien ja leikkaustuloksen indikaattorina hyödyntää mm. sairaalassaoloaikaa ja postoperatiivista sairastavuutta tai kustannusanalyysijä.

Sairaalassaoloaika, joka tiedettävästi reagoi lääketieteellisiin ja ei-lääketieteellisiin muutoksiin on oleellinen sairaalan resurssien käytön indikaattori (Grocott ym. 2007, Baek ym. 2018). Resurssien käyttö taas arvioi sairaalahoidon toimintaa, tehokkuutta ja hoidon laatua ja näin määrittää myös potilaiden palautumista (Baek ym. 2018). Potilaan kannalta lyhyempi sairaalassaoloaika on yhdistetty esimerkiksi vähäisempään infektioriskiin ja vähäisempiin lääkkeiden aiheuttamiin haittavaikutuksiin sekä parempaan hoitotulokseen ja alhaisempaan kuolleisuuteen. Taloudellisesti lyhyempi sairaalassaoloaika johtaa vähäisempiin sairaalahoidon kustannuksiin ja mahdollistaa leikkaustaajuuden kasvattamisen.

Postoperatiivinen sairastavuus ja komplikaatiot vaikuttavat negatiivisesti niin hoitopaikan toimintaan kuin potilaan palautumiseen (Dencker ym. 2021). Komplikaatiot heikentävät potilaan fyysistä palautumista ja hoitokokemusta ja voivat johtaa elämänlaadun ja toimintakyvyn heikkeneemiseen. Komplikaatiot lisäävät sairaalassaoloaikaa, readmissioita ja resurssien käyttöä sekä kustannuksia. Postoperatiivisen sairastavuuden arviointiin potilailla voidaan hyödyntää esimerkiksi

POMS-kyselyä (*POMS, Postoperative Morbidity Survey*) (Taulukko 2) (Grocott ym. 2007). POMS-kysely on kehitetty yksinkertaiseksi ja suurissakin potilasryhmissä käyttöön soveltuvaksi lomakkeeksi, jolla voidaan arvioida ja tunnistaa leikkauksen jälkeinen sairastavuus tai komplikaatiot, jotka tyypiltään ja vakavuudeltaan voivat viivyttää potilaan kotiutumista. POMS-kysely määrittää yhdeksän kohdan avulla kliinisesti merkittäviä toiminnan häiriöitä keskeisissä elinjärjestelmissä. Sairastavuuden esiintyminen määritetään kyselyssä kuvatuin objektiivisin kriteerein. Yksi oleellinen potilaan hoitokokemusta ja palautumista määrittävä tekijä on koettu kipu. Potilaan kokeman kivun hankaluutta voidaan arvioida aiemmin kuvattujen potilaskyselyiden lisäksi määrittämällä kipulääkkeiden käyttömääriä, joko potilaan itsensä tai sairaalassaoloaikana ammattihenkilön toimesta.

Taulukko 2. Postoperatiivinen sairastavuus, POMS-kysely

|   |   |
|---|---|
| <b>Keuhkokomplikaatio</b>                                   | Tarve lisähapelle tai muulle hengityksen tuelle (esim. jatkuva positiivinen hengitystiepainne tai mekaaninen ventilaatio)   |
| <b>Infektio</b>   | Antibioottihoito tai kehonlämpö yli 38°C viimeisen 24 h aikana  |
| <b>Munuaiskomplikaatio</b>                                  | Vähävirtaisuus (oliguria, 30 % normaalista) tai virtsatietekatetri ei-leikkauksellisista syistä   |
| <b>Maha-suolikanavan (ruoansulatuskanavan) komplikaatio</b> | Kyvyttömyys sietää enteraalista ruokavaliota (oraalisesti tai syötötöletkusta) tai pahoinvointi, oksentelu, pahoinvointilääkkeiden tarve, vatsan distensio                                |
| <b>Kardiovaskulaarinen komplikaatio</b>                     | Diagnostinen testi tai hoito viimeisen 24 h aikana sydäninfarktin tai iskemian, hypotension (lääke- tai >200 ml/h nestehoitoa vaativa), eteis- tai kammiovärinän tai keuhkoödeeman vuoksi |
| <b>Neurologinen</b>   | Neurologisen toiminnan vajaus, kooma tai delirium/sekavuus  |
| <b>Haavakomplikaatio</b>                                    | Leikkauksellista tutkimusta tai dreenausta vaativa haavan avautuminen tai haavan märkiminen   |
| <b>Hematologinen</b>  | Veren, verihiutaleiden, plasman tai kryosakan tarve viimeisen 24 h aikana   |
| <b>Kipu</b>   | Merkitsevä leikkaushaavan kipu, joka vaatii hoitoa parenteraalisilla opiaateilla tai paikallispuudutusta  |

Muokattu Grocott ym. 2007, Karmali ym. 2015.

Taloudellinen arviointi voidaan toteuttaa neljällä eri tavalla, kustannusten minimointi-, kustannus-hyöty-, kustannus-vaikuttavuus- ja kustannus-utiliteettianalyysillä (Räsänen ja Sintonen 2013). Kustannusten minimointianalyysin tarkoituksena on saman lopputuloksen tuottavia menetelmiä arvioidessa tavoittaa menetelmä, jolla lopputulos saavutetaan vähäisimmin kustannuksin. Kustannus-hyötyanalyysissä niin kustannukset kuin hoidon vaikuttavuus mitataan rahassa. Kustannus-vaikuttavuusanalyysissä vertailtavien menetelmien terveysvaikutukset arvioidaan

elinvuosina, kliinisinä muuttujina (esimerkiksi vältetty komplikaatio) tai korvikemuuttujina (esimerkiksi muutos laboratorioarvoissa) (Kiviniemi ja Rannanheimo 2020). Kustannus-utileetti-analyysi taas arvioi menetelmien terveysvaikutuksia laatu painotteisena elinaikana (*QALY, quality adjusted life years*), joka yhdistää terveyteen liittyvän elämänlaadun ja odotettavissa olevan elinajan. Kustannusanalyysi voidaan yksinkertaisesti toteuttaa myös vertaamalla mm. sairaalahoidon aikaisia kustannuksia potilasta kohden kahden hoitomenetelmän välillä. Kustannusanalyysissä voidaan vaihtoehtoisesti myös keskittyä spesifeihin tapahtumiin liittyviin kustannuksiin, esimerkiksi readmissioiden tai komplikaatioiden aiheuttamiin kustannuksiin potilasryhmien välillä.

### 2.3 Ravitsemushoito leikkausten yhteydessä

Ravitsemuksellisten toimenpiteiden, ravintotekijöiden ja ravitsemustilan on havaittu tutkimuksissa vaikuttavan leikkauksista palautumiseen niin ortopedisten kuin muidenkin kirurgisten toimenpiteiden yhteydessä (Weimann ym. 2017, Dietz ym. 2019, Wainwright ym. 2020). Perioperatiivisella ravitsemuksella tarkoitetaan ajanjaksoa sairaalaan otosta leikkauksen jälkeiseen kotiutukseen (Weimann ym. 2017). Tässä tutkielmassa perioperatiivisella ravitsemuksella voidaan tarkoittaa myös sairaalajakson aikana aloitettua kuntoutuksen aikana jatkuvaa ravitsemushoitoa sekä kuntoutuksen aikana aloitettavaa ravitsemushoitoa.

Ravitsemushoidolla voidaan tarkoittaa ravinnon tai ravintoaineiden saannin täydentämistä oraalisesti normaalin ruokavalion, rikastettujen ruokavalioiden (esim. runsasproteiininen) tai oraalisten täydennysravintovalmisteiden keinoin (Weimann ym. 2017). Ravitsemushoito voi olla myös ruokavalion täydentämistä tai korvaamista enteraalisella tai parenteraalisella ravitsemuksella. Lisäksi ravitsemushoidolla voidaan viitata ravitsemusohjaukseen. Leikkauspotilaan ravitsemushoidolla pyritään pääasiassa katabolian ja vajaaravitsemuksen ehkäisyyn ja hoitoon. Ortopediselle potilaalle ravitsemushoidosta voi olla hyötyä myös tuki- ja liikuntaelimestön normaalin toiminnan tukemisessa.

Ravitsemushoidon onnistumista voidaan mitata edellä kuvatuin palautumisen mittarein. Akuutin postoperatiivisen tilan mittareista oleellisia ovat kuolleisuus, sairastavuus, sairaalassaoloaika ja

taloudelliset mittarit (Weimann ym. 2017). Myöhemmässä postoperatiivisessa tilassa oleellisimmiksi nousevat taas ravitsemustilan, toiminnallisen palautumisen ja elämänlaadun positiivinen kehitys.

### **2.3.1 Leikkausta edeltävä ravitsemustila**

Ravintoaineiden eli energian, energiaravintoaineiden, vitamiinien tai kivennäisaineiden puute on yksi oleellisimmista leikkauksista toipumista häiritsevistä tekijöistä (Tipton 2015). Se vaikeuttaa haavan parantumista ja kiihdyttää lihasten ja jänteiden massan ja toiminnan menetystä. Aliravitsemuksen on osoitettu olevan itsenäinen riskitekijä komplikaatioiden esiintymiselle sekä kasvanneelle kuolleisuudelle, sairaalassaoloajalle ja kustannuksille (Weimann ym. 2017). Tämä on havaittu yleisesti sairaalahoidossa olevilla potilailla sekä spesifimmin syöpäleikkauksen läpikäyvillä. Preoperatiivisen ravitsemushoidon hyödyt postoperatiivisten komplikaatioiden vähentämisessä on havaittu erityisesti vaikeasti aliravituilla potilailla (Weimann ym. 2017). Euroopan kliinisen ravitsemuksen yhdistys (*ESPEN, European Society for Clinical Nutrition and Metabolism*) suosittelee vaikeasti vajaaravittujen potilaiden ravinnon täydentämistä 7–14 päivän ajan preoperatiivisesti, myös siinä tapauksessa, että leikkaus viivästyy, ja huolimatta potilasryhmästä. Leikkausta edeltävän ravitsemustilan korjaamiseksi voidaan hyödyntää oraalisia täydennysravintovalmisteita tai vaikeassa tapauksessa enteraalista tai parenteraalista ravitsemushoitoa. Myös preoperatiivista ravitsemusohjausta voidaan hyödyntää vajaaravituilla potilailla.

Toisaalta myös liiallisesta energiansaannista voi olla haittaa palautumiselle. Tutkimuksissa on raportoitu, että myös positiivinen energiatase voi kiihdyttää lihasmassan menetystä inaktiivisuuden aikana (Tipton 2015). On arveltu, että vaikutus välittyy systeemisen inflammaation aktivaation ja muuttuneiden insuliiniherkkyyden sekä rasva- ja lihaskudoksen metabolian myötä. Systeemisen inflammaation esiintyminen on tavallista myös ylipainon ja lihavuuden yhteydessä (Guo ja DiPietro 2010). Lihavilla potilailla on esimerkiksi havaittu enemmän haavan komplikaatioita niin lihavuusleikkauksissa kuin lihavuuteen liittymättömissä operaatioissa. Muita syitä haavakomplikaatioille voivat olla esimerkiksi haavan suurempi jännite, hypertensio ja mikrobien kertyminen ihotaitoksiin. Ortopedisten leikkausten ylipaino voi lisäksi polven ja lonkan tekonivelleikkausten yhteydessä heikentää klinisiä ja toiminnallisia tuloksia, ja nilkkamurtuman leikkauksen

yhteydessä altistaa korjatun asennon aikaiselle pettämislle (Polvi- ja lonkkanivelrikko: Käypä Hoito -suositus, 2018), (Ovaska ym. 2015). Valinnaisten leikkausten yhteydessä potilaan ylipainoa voidaan pyrkiä ravitsemusohjauksen keinoin vähentämään ennen leikkausta. Esimerkiksi merkittävästi ylipainoisen (BMI > 35 kg/m<sup>2</sup>) tekonivelleikkauspotilaan on suositeltavaa laihduttaa ravitsemusterapeutin tai lääkärin ohjauksessa leikkausta edeltävästi (Polvi- ja lonkkanivelrikko: Käypä Hoito -suositus, 2018).

### **2.3.2 ERAS-protokolla**

Valinnaisissa leikkauksissa on kyetty osoittamaan, että leikkauksen aiheuttaman stressin vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet voivat minimoida kataboliaa ja tukea anabolialle leikkaukseen liittyvän hoidon aikana ja näin mahdollistaa huomattavasti paremman ja nopeamman palautumisen, jopa suurten toimenpiteiden jälkeen (Weimann ym. 2017, Dietz ym. 2019). ERAS-ohjelma (*ERAS, Enhanced Recovery After Surgery*) ohjelma koostuu komponenteista, joilla pyritään stressin vähentämiseen ja toimintakyvyn palauttamiseen leikkauksen jälkeen. Pre- ja postoperatiivinen ravitsemus on yksi ERAS:n kulmakivistä. Muita komponentteja ovat esimerkiksi preoperatiivinen sekä perioperatiivinen multimodaalinen lääkitys, nestetasapainon optimaalinen hoito sekä aikainen potilaan mobilisaatio. ERAS ohjelmasta on muodostunut perioperatiivisen hoidon standardi useassa maassa. Vaikkakin ERAS luotiin paksusuolen operaatioihin, sitä hyödynnetään useassa muussakin suuressa operaatiossa. Vaikka tutkimusnäyttö ei ole johdonmukaista, ERAS ohjelman hyödyntämisen on esimerkiksi selkäleikkauksissa havaittu vähentävän kipuja ja opioidien käyttöä (Dietz ym. 2019). Kokonaiskustannusten sekä suorien ja epäsuorien kustannusten havaittiin vähenen ERAS ohjelman käytöllä. Ohjelmassa hyödynnettyjen muiden komponenttien myötä ei voida osoittaa vaikutuksen johtuvan yksinään ravitsemukseen liittyvistä toimista.

### **2.3.3 Preoperatiivinen paasto**

ESPEN:n suosituksen mukaan perinteinen 12 tunnin paasto on tarpeeton ennen leikkauksia (Weimann ym. 2017). Nykykäsityksen mukaan 6 tunnin paasto kiinteitä ruokia koskien on riittävä ennen valinnaista leikkausta. Tutkimusnäyttö tukee käsitystä myös siitä, että potilaan aspiraatio- tai oksennusriski ei ole suurempi potilailla, joille sallitaan kirkkaiden nesteiden nauttiminen 2 tuntia



ennen nukutusta (Weimann ym. 2017, Wainwright ym. 2020). Poikkeuksena tähän ovat erityisessä riskissä olevat potilasryhmät, kuten hätäleikkauspotilaat, gastropareesipotilaat ja refluksipotilaat. Paaston välttäminen on myös yksi ERAS-ohjelman kohdista. Nesteen nauttimisen salliminen vähentää potilailla paastosta aiheutuvia päänsärkyoireita ja janontunnetta.

Leikkauksen jälkeen normaaliin ruokaan palaaminen on suositeltavaa mahdollisimman pian, potilaan pystyvyyden mukaan (Wainwright ym. 2020). Oraalinen ravitsemus normaalilla ruoalla tai täydennysravintovalmistein voidaan suurimmassa osassa tapauksia aloittaa välittömästi leikkauksen jälkeen (Weimann ym. 2017). RCT-tutkimuksia (*RCT, Randomized Controlled Trial*) havainnoineiden meta-analyysien perusteella aikainen oraalinen ravitsemus voi alentaa komplikaatioiden esiintymistä ja lyhentää sairaalassaoloaikaa, kun taas viivästyneellä oraalisella ravitsemuksella ei ole havaittu hyötyjä leikkauksesta palautumiseen edes sappirakon tai paksusuolen resektioiden jälkeen. Aikainen oraalinen ravitsemus on yksi ERAS-ohjelmien keskeisistä kohdista.

### **2.3.4 Preoperatiivinen hiilihydraattitankkaus**

Hiilihydraattien käytöllä preoperatiivisesti pyritään ehkäisemään ja hoitamaan leikkauksen jälkeistä insuliiniresistenssiä ja hyperglykemiaa (Wainwright ym. 2020). Tällä pyritään suurten leikkausten yhteydessä vähentämään komplikaatioita. Hiilihydraattitankkauksen hyötyä kliiniseen lopputulokseen ei kuitenkaan tämänhetkisen tutkimusnäytön perusteella voida selkeästi osoittaa (Weimann ym. 2017). Hiilihydraattitankkauksella voidaan kuitenkin mahdollisesti vaikuttaa myös potilaan perioperatiiviseen hyvinvointiin, kuten pahoinvointiin tai ahdistuneisuuteen. Sillä on havaittu positiivisia vaikutuksia leikkauksen jälkeiseen insuliiniresistenssiin, stressiin sekä postoperatiiviseen hyvinvointiin paksusuolileikkauksen, suuren abdominaalisen leikkauksen ja sappirakon poistoleikkauksen yhteydessä (Weimann ym. 2017, Wainwright ym. 2020). Hiilihydraattitankkauksen hyödyistä lyhyemmän sairaalassaoloajan kannalta on suurten leikkauksien yhteydessä myös saatu viitteitä, mutta näyttöaste on toistaiseksi heikko (Weimann ym. 2017). Toisaalta sillä ei myöskään ole havaittu haittoja esimerkiksi aspiraatoriskiiin. Useiden meta-analyysien perusteella hiilihydraattitankkaus voi vähentää sairaalassaoloaikaa, mutta kliinistä hyötyä komplikaatioiden vähenemisessä ei voida osoittaa. Tutkimusnäytön perusteella ESPEN suosittaa oraalisen preoperatiivisen hiilihydraattijuoman käyttöä valinnaisten leikkausten yhteydessä leikkausta edeltävänä

iltana sekä 2 tuntia ennen leikkausta yön yli kestävän paaston sijaan potilaiden perioperatiivisen epämukavuuden, mm. ahdistuneisuuden, vähentämiseksi (Weimann ym. 2021). Postoperatiivisen insuliiniresistenssin ja sairaalassaoloajan lyhentämiseksi preoperatiivista hiilihydraattien käyttöä voidaan harkita suurten leikkausten yhteydessä. Potilaita, joita ei voida ruokkia enteraalisesti parenteraalinen infuusio (1,5 g/kg glukoosia ja 1 g/kg aminohappoja) vaikuttaa positiivisesti postoperatiiviseen stressinsietoon. Poikkeuksena hiilihydraattitankkausta ei suositella hankalaa diabetesta sairastaville potilaille tai gastropareesista kärsiville. Tyypin 1 diabeetikoiden hoidossa hiilihydraattijuomat ovat todennäköisesti merkityksettömiä insuliinin puutteen vuoksi, ja niiden käyttö voi johtaa hyperglykemiaan.

Hiilihydraattijuomia voidaan myös täydentää muilla ravintoaineilla (Weimann ym. 2017). Sappirakon poistoleikkauksen yhteydessä glutamiinilla tädennetty hiilihydraattijuoma vähensi insuliiniresistenssiä ja kasvatti plasman antioksidanttikapasiteettia ja tulehdusvastetta kuvaavien markkereiden pitoisuuksia. Preoperatiivinen juoma, johon oli glukoosin oheen lisätty glutamiinia, antioksidantteja ja vihreäteeuutetta vaikutti haimaleikkauspotilailla nostaen plasman C-vitamiinipitoisuutta ja antioksidanttikapasiteettia vaikuttamatta kuitenkaan oksidatiiviseen stressiin tai tulehdusvasteeseen. Kyseisten rikastettujen juomien kliinisistä hyödyistä ei näin ollen ole näyttöä.

### **2.3.5 Täydennysravintovalmisteet ja enteraalinen ja parenteraalinen ravitseminen**

Ravinnon tai ravintoaineiden saantia voidaan tukea ravitsemuksellisessa riskissä olevilla ali- ja virheravitsemuksen ehkäisemiseksi normaalin ruokavalion, tädennetyt ruokavalion, täydennysravintovalmisteiden tai enteraalisen tai parenteraalisen ravitsemuksen keinoin (Weimann ym. 2017). Täydennysravintovalmisteet, enteraalinen letkuravitseminen sekä parenteraalinen letkuravitseminen tukevat ravintoaineiden saantia vähäisen tai puuttuvan syömisen yhteydessä.

Leikkauksen jälkeen normaaliin ruokaan palaaminen on suositeltavaa mahdollisimman pian, potilaan pystyvyyden mukaan (Wainwright ym. 2020). ERAS:n ohjeiden mukaan on lisäksi suositeltavaa määrätä oraalisia täydennysravintovalmisteita pre- ja postoperatiivisesti vajaaravitsemuksen välttämiseksi erityisesti ravitsemuksellisessa riskissä oleville potilaille (Weimann ym. 2017). Toisaalta preoperatiivisella täydennysravintovalmisteiden käytöllä ei ole havaittu johdonmukaista

hyötyä kliiniseen lopputulokseen. Täydennysravintovalmisteiden käytön jatkaminen postoperatiivisesti minimoi kuitenkin leikkauksen jälkeistä painonlaskua. Täydennysravintovalmisteilla ja enteraalisella letkuravitsemuksella on joissakin niitä normaaliin ruokaan, parenteraaliseen ravitsemukseen tai kristalloideihin vertaavissa tutkimuksissa havaittu positiivisia vaikutuksia infektiivisten komplikaatioiden vähenemiseen, sairaalassaoloaikaan ja kustannuksiin. Tulokset eivät kuitenkaan ole johdonmukaisia ja joissakin tutkimuksissa on havaittu jopa päinvastaisia vaikutuksia.

Spesifin arginiinilla, omega-3 rasvahapoilla ja ribonukleotideilla täydennetyt täydennysravintovalmisteiden preoperatiivisen käytön hyödyistä normaaliin valmisteeseen verrattuna ei ole selkeää näyttöä (Weimann ym. 2017). Usea leikkauspotilailla tehty meta-analyysi on osoittanut kyseisen täydennetyt valmisteiden peri- tai postoperatiivisen käytön vähentävän postoperatiivisia komplikaatioita ja näin vähentävän sairaalassaoloaika. Esimerkiksi valmisteiden 5–7 vuorokauden käyttö pre- tai perioperatiivisesti (3x 250 ml/vrk) vähensi postoperatiivista sairastavuutta ja sairaalassaoloaika suuren abdominaalisen syöpäleikkauksen jälkeen. Erityisesti vajaaravituilla on havaittu hyötyjä. Randomoidussa kontrolloidussa tutkimuksessa perioperatiivinen täydennetyt valmisteiden käyttö 7 päivän ajan ennen ja 5 päivän ajan leikkauksen jälkeen paksusuolileikkauspotilailla johti merkitsevästi vähäisempään infektiivisten komplikaatioiden määrään verrattuna tavallisen valmisteiden käyttöön. Postoperatiivinen käyttö taas vähensi meta-analyysissä haavainfektioita ja sairaalassaoloaika haiman-, mahalaukun- tai ruokatorvenpoistoleikkauspotilailla. Toisaalta preoperatiivinen vertailu normaalin ja täydennetyt täydennysravintovalmisteiden välillä ravitsemuksellisessa riskissä olevilla potilailla ei osoittanut valmisteiden välillä eroja. ESPEN suosittelee kyseisen spesifin täydennetyt valmisteiden peri- tai postoperatiivista käyttöä tutkimusnäytön perusteella vajaaravituille suureen syöpäleikkaukseen tuleville potilaille. Tavalliseen valmisteeseen verrattuna kyseisen spesifin täydennysravintovalmisteiden käytölle ei kuitenkaan preoperatiivisesti perusteita.

Parenteraalisen ravitsemuksen hyödyistä enteraaliseen ravitsemukseen verrattuna ei ole tutkimusnäyttöä (Weimann ym. 2017). Enteraalinen ravitsemus on potilaan ravitsemushoidossa aina ensisijainen vaihtoehto esimerkiksi suoliston toiminnan ylläpitämiseksi. Parenteraalista ravitsemusta tulisi hyödyntää potilailla, joille enteraalinen ravitsemus ei sovellu esimerkiksi

ruuansulatuskanavan toiminnan ongelmien myötä. Lisäksi sitä suositellaan tilanteessa, jossa enteraaliselle ravinnonannolle on vasta-aiheita tai kun energian ja ravintoaineiden tarvetta (< 50 % tarpeesta) ei voida yli seitsemän päivän ajalla tyydyttää oraalisesti tai enteraalisesti. Preoperatiivisen parenteraalisen ravitsemuksen hyödyt komplikaatiomäärään ja kuolleisuuteen on havaittu vain vaikeasti aliravituilla potilailla suuren gastrointestinaalisen leikkauksen yhteydessä, kun sen kesto on 10 päivää ennen ja 9 päivää jälkeen leikkauksen.

### **2.3.6 Ravintolisät**

Ravintolisät ovat ravintoaineiden tai muiden ravitsemuksellisesti tai fysiologisesti vaikuttavien aineiden tiivistettyjä lähteitä (Leinonen ja Enkovaara 2018). Tämä kappale kokoaa ortopedian alalla ja leikkaushoidon yhteydessä mielenkiinnon kohteena olevia ravintolisä, keskittyen erityisesti kirjallisuushaussa esiin tulleiden yhdisteiden esittelyyn.

Yleisesti leikkaushoidon yhteydessä ravintolisien käytöllä voidaan pyrkiä muun muassa inflammatorivasteen hallintaan ja infektioriskin vähenemiseen, haavan paranemisen edistämiseen ja lihasmassan säilymisen tukemiseen. Ortopedian alalla spesifisti kiinnostusta herättävät tuki- ja liikuntaelimistön toimintaa ja nivelterveyttä tukevat tai edistävät valmisteet.

#### **Proteiini ja aminohappolisät**

Leikkaus tai mikä tahansa muu vaurio aikaansaa elimistössä reaktiokaskadin johtaen stressihormonien ja tulehdusvälittäjäaineiden (sytokiinien) vapautumiseen (Weimann ym. 2017). Trauman aikaansaama sytokiinivaste muuttaa aineenvaihduntaa lisäten glykokeenin, rasvan ja proteiinin kataboliaa. Proteiinikatabolian seurauksena menetetään lihaskudosta, mikä voi aiheuttaa lyhyt- ja pitkäaikaisia vaikutuksia toimintakyvyssä. Tähän pohjaten proteiinikatabolian lieventämistä pidetään oleellisena vaikutuskohtana palautumisen edistämiseksi, vaikka jonkinasteinen lihasmassan menetys leikkauksen jälkeen onkin välttämätöntä (Weimann ym. 2017, Hirsch ym. 2021). Raajan immobilisaatioon tai vuodelepoon johtavissa traumaissa myös liikkumattomuus tai raajan käyttämättömyys aiheuttavat lihasmassan ja -voiman menetystä ja vaikuttavat jänteen rakenteeseen ja toimintaan (Tipton 2015).

Välittömässä postoperatiivisessa tilassa ravitsemushoidon mahdollinen lihaskataboliaa ehkäisevä vaikutus on luultavasti enintään lievä (Weimann ym. 2017). Leikkauksen jälkeiseen lihaskatabolian myötä kasvaneeseen proteiinintarpeeseen voidaan kuitenkin vastata proteiinin saannin lisäämisellä ravinnosta (Hirsch ym. 2021). Proteiinin riittävä saanti tukee lihasmassan säilymistä lisäksi mm. elimistön kollageenisynteesiä ja immuunijärjestelmää sekä haavan paranemista (Guo ja DiPietro 2010, Tipton 2015). Kliinisessä hoitotyössä useimmiten käytettyjä proteiinilisiä ovat runsasproteiiniset täydennysravintovalmisteet. Urheilijoiden suosimia proteiinilisiä ovat tyypillisesti proteiinijauheet, kuten hera- tai kasviproteiinivalmisteet (erityisesti soijaproteiini) (Hirsch ym. 2021). Heraproteiini-isolaattia pidetään yhtenä laadukkaimmista proteiininlähteistä, sen korkean (yli 50 %) välttämättömien aminohappojen (*EAA, Essential Amino Acids*) pitoisuuden vuoksi. Ravitsemuksen ohella liikunnalla ja eritoten vastusharjoittelulla on oleellinen rooli lihasmassan säilymistä ja kehityksen tukemisessa (Deutz ym. 2014). Vastusharjoittelun on esimerkiksi osoitettu niin ikääntyneillä kuin nuorilla aikuisilla korjaavan lihaksen alentunutta proteiinisynteesiä ja lihasmenetyksiä (Balagopal ym. 2001).

Proteiinit koostuvat aminohapoista, joita on yhteensä 20 (Mutanen ym. 2021). Yhdeksän aminohapoista on välttämättömiä aminohappoja, joita elimistö ei kykene syntetisoimaan ja joiden saanti ravinnosta on välttämätöntä. Lihaspoteiinisynteesin vaste proteiinin saannille perustuu proteiininlähteen EAA-sisältöön, ts. lihasproteiinisynteesin maksimaalinen stimulaatio ei vaadi ei-välttämättömiä aminohappoja (Deutz ym. 2014). Arginiini, proliini, glutamiini ja glysiini taas ovat ehdollisesti välttämättömiä aminohappoja, sillä niiden synteesi elimistössä on normaalitilanteessa riittävää, mutta esimerkiksi kudosten uusiutumisen tai sairauksien ja niistä toipumisen yhteydessä synteesi voi jäädä riittämättömäksi (Mutanen ym. 2021). Välttämättömistä aminohapoista leusiinia, isoleusiinia ja valiinia kutsutaan haaraketjuisiksi aminohapoiksi (*BCAA, Branched Chain Amino Acids*). Haaraketjuiset aminohapot osallistuvat proteiinisynteesiin ja -kataboliaan, toimivat alaniniin ja glutamiinin esiasteina ja lihaksessa oleellisena energianlähteenä (Choudry ym. 2006). Haaraketjuisista aminohapoista erityisesti leusiini säätelee lihasproteiinin synteesiä ohjaavia signaali- reittejä (Deutz ym. 2014). EAA- tai BCAA-ravintolisiä on tutkittu lihasmassan ja -voiman kehityksen ja näiden menetyksen lieventämisen apuna. EAA:n käytöllä on havaittu lihasmassan ja -voiman menetystä lieventävä vaikutus esimerkiksi pitkittyneen vuodelevon yhteydessä sekä ikääntyneillä

ilman harjoitusinterventiota (Paddon-Jones ym. 2004, Børsheim ym. 2008). Myös BCAA-supplementaation on kriittisesti sairailta havaittu lisäävän proteiinisynteesiä (Biolo ym. 2006), ja harjoitusohjelmaan yhdistettynä leusiinirikkaan aminohappovalmisteen käyttö johti ikääntyneillä sarkopeenisilla naisilla parempaan jalkojen lihasmassaan ja voimaan sekä nopeampaan kävelynopeuteen (Kim ym. 2012). Toisaalta pelkistetty pitkäaikainen leusiinisupplementaatio ei vaikuttanut lihasmassaan tai -voimaan (Verhoeven ym. 2009, Leenders ym. 2011). Myös arginiinilla ja glutamiinilla on raportoitu lupaavia positiivisia vaikutuksia haavan paranemisessa ja muissa palautumiseen liittyvissä muuttujissa (Arribas-López ym. 2021). Toistaiseksi ESPEN:n konsensuksen mukaan pelkistetyillä arginiini- tai glutamiinisupplementeilla ei kuitenkaan leikkauspotilailla ole havaittu riittävää hyötyä (Weimann ym. 2017). Huolimatta aminohapposupplementaation hyötyjä tukevasta tutkimusnäytöstä selvää konsensusta sen eduista leikkauksesta palautumiseen ei ole. Toistaiseksi ei voida myöskään osoittaa EAA- tai BCAA supplementaation tehokkuutta verrattuna kokonaisten, saman määrän tiettyjä aminohappoja sisältävien proteiininlähteiden käyttöön (Tipton 2015).

Elimistön proteiineista kollageeni on merkittävä sidekudoksen proteiini (Guo ja DiPietro 2010). Ravintolisänä käytettyä kollageenia on tutkittu toistaiseksi vähän, mutta eräessä RCT-pilottitutkimuksessa hydrolysoitua kollageenia sisältävän ravintolisän käyttö kuitenkin edisti haavan paranemista merkitsevästi palovammapotilailla (Bagheri Miyab ym. 2020). Lisäksi kollageenisupplementaatiolla on havaittu hyötyjä nivelen toimintakyvyssä ja nivelkivussa (Khatri ym. 2021).

### **Kreatiini ja HMB**

Kreatiini on elimistössä pääasiassa luurankolihasiin kreatiinifosfaattina varastoitunut yhdiste (Sundell ym. 2011). Lihassupistuksessa kreatiinifosfaatin hajotessa saadaan tuotettua suoritukseen erittäin nopeasti energiaa. Kreatiinisupplementaation suorituskykyä parantavat vaikutukset perustuvatkin luultavasti siihen, että se kasvattaa lihasten kreatiinifosfaattivarastoja. Lisäksi kreatiini vaikuttaa proteiinin hajoamista vähentäen, edistäen lihasmassan kehitystä (Kreider ja Stout 2021). Kreatiinin fyysistä suorituskykyä parantavat vaikutukset urheiluun yhdistettynä on todettu useissa populaatioissa miehillä ja naisilla, lapsista ikääntyneisiin, useiden urheilulajien yhteydessä (Kreider ja Stout 2021). Esimerkiksi kahden meta-analyysin perusteella ikääntyneillä

kreatiinin käyttö vastusharjoittelun yhteydessä edisti lihasmassan ja -voiman sekä toimintakyvyn kehitystä (Candow ym. 2014, Lanhers ym. 2015). Kreatiinin vaikutusta on havainnointu myös luustolihasvaurioista palautumisen yhteydessä, ja vaikka joitakin viitteitä sen hyödyistä kuntoutuksen edistämässä on saatu, on tutkimusnäyttö toistaiseksi vähäistä (Kreider ja Stout 2021).

Useimmiten urheilijoiden käyttämä beta-hydroksi-beta-metyylibutyraatti (*HMB, Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate*) on em. leusiinin metaboliitti (Kaczka ym. 2019). Leusiinisupplementaation yhteydessä ilmenevien antikatabolisten vaikutusten on esitetty välittyvän HMB:n myötä (Martínez-Rodríguez ym. 2020). HMB osallistuu elimistössä mm. proteiinimetaboliaan, insuliiniaktiivisuuden säätelyyn ja luustolihasen hypertofiaan (Kaczka ym. 2019). Tämän seurauksena HMB:n käyttö voi vähentää harjoittelun jälkeistä lihasvauriota, kiihdyttää palautumista ja lisätä voimaa, lihasmassaa ja aerobista kapasiteettia (Kaczka ym. 2019). HMB:tä koskeva tutkimusnäyttö on kuitenkin ristiriitaista (Jakubowski ym. 2020). Viitteitä sen edullisista vaikutuksista on saatu esimerkiksi vähän liikkuvilla tutkittavilla harjoittelun yhteydessä (Martínez-Rodríguez ym. 2020) ja ikääntyneillä vuodelevossa olleilla potilailla (Deutz ym. 2014).

### **Glukosamiini ja kondroitiinisulfaatti**

Glukosamiini (tavallisimmin glukosamiinisulfaatti) on erityisesti nivelrikon yhteydessä tutkittu ravintolisä (Arokoski ym. 2008). Glukosamiini esiintyy nivelrustossa glykosamiiniglykaanien rakenneosana, minkä vuoksi glukosamiinilisän mahdollisia vaikutusmekanismeja ovat sen kyky lisätä nivelruston proteoglykaanisynteesiä tai estää proteoglykaanien hajoamista sekä estää tulehdusvälittäjäaineiden muodostusta. Oraalisen glukosamiinisupplementaation vaikutus nivelnesteeseen on kuitenkin niin pieni, että vaikutus proteoglykaanien tai tulehdustekijöiden synteesiin on epäselvä. Meta-analyseissä glukosamiinilla on havaittu hyötyjä lumelääkkeeseen verrattuna nivelrikkoon liittyvän kivun ja toimintakyvyn hoidossa, mutta kliininen tutkimusnäyttö on edelleen ristiriitaista. Kondroitiinisulfaatin käyttö ja tutkimus perustuu glukosamiinin tavoin sen mahdolliseen kykyyn lisätä nivelruston proteoglykaanisynteesiä ja näin edistää hoitoa (Arokoski ym. 2008). Kondroitiinisulfaatilla voi olla vähäisiä tai kohtuullisia vaikutuksia nivelrikkokipuun tai muihin oireisiin, mutta vaikutusta nivelrikon etenemiseen ei ole havaittu (Arokoski ym. 2008, Knapik ym. 2018). Glukosamiinin ja kondroitiinisulfaatin yhteiskäytöstä on nivelrikkopotilailla

positiivisia viitteitä, mutta kliinistä hyötyä ei ole toistaiseksi todettu (Arokoski ym. 2008). Nykynäytön perusteella Polvi- ja lonkkanivelrikkoa koskeva Käypä Hoito -suositus (2018) toteaa, että lumelääkkeeseen verrattuna glukosamiini- tai kondroitiinisulfaatti eivät vaikuta nivelrikkopotilaan toimintakykyyn tai kipuun.

### **Mikroravintoaineet**

Useat mikroravintoaineet, kuten C-, E- ja A-vitamiini sekä sinkki, kupari, rauta ja magnesium on osoitettu tärkeiksi esimerkiksi haavan optimaaliselle paranemiselle ja vammoista palautumiselle (Guo ja DiPietro 2010, Tipton 2015). Tutkimusnäytön perusteella mikroravintoaineiden puutostilojen välttäminen ja normaalia tarvetta vastaava saanti näyttäytyy tehokkaimpana palautumista edistävänä tekijänä (Tipton 2015). Suuremmilla käyttömäärillä ei ole havaittu lisähyötyä potilaalle. C-, A- ja E-vitamiini omaavat anti-inflammatorisia vaikutuksia ja toimivat antioksidantteina estäen vapaiden radikaalien soluja vahingoittavia vaikutuksia (Guo ja DiPietro 2010, Hakkola 2018). Lisäksi C-vitamiinilla on erityisen tärkeä rooli kudoksen korjaantumisessa, osana mm. kollageenisynteesiä (Guo ja DiPietro 2010). C-vitamiinin puutos voi johtaa mm. heikentyneeseen immuunivasteeseen ja kasvattaa haavainfektion riskiä. A-vitamiini toimii myös tukien esimerkiksi solujen muodostusta ja erilaistumista, fibroplastien muodostusta ja kollageenisynteesiä, mikä tekee siitä merkittävän osatekijän haavan paranemisessa. E-vitamiinin ylläpitää lisäksi solukalvojen yhtenäisyyttä ja esimerkiksi kroonisilla haavapotilailla on raportoitu alhaisia E-vitamiinipitoisuuksia (Grada ja Phillips 2021). Myös B-vitamiinipuutokset voivat haitata haavan paranemisprosessia, ja erityisesti tiamiini (B1-vitamiini) on yhdistetty heikentyneeseen haavan vetolujuuteen (Grada ja Phillips 2021). Kalsiumin ja D-vitamiinin riittävä saanti taas tukee erityisesti luunmuodostusta ja murtumista palautumista (Tipton 2015). Heikko D-vitamiinistatus on myös ligamenttinvaurioiden yhteydessä (eturistisideleikkauspotilailla) yhdistetty heikompaan postoperatiiviseen voiman palautumiseen (Barker ym. 2011).

Kivennäisaineista magnesium toimii oleellisena osana proteiini- ja kollageenisynteesiä, kun taas kupari on tärkeä osa antioksidanttipuolustusta ja kollageenin ristisidosten muodostusta (Guo ja DiPietro 2010). Sinkki taas toimii mm. osana normaalia solunjakautumista ja kasvua sekä inflamaatiota ja kudoksen korjaantumista ja on näin oleellinen tekijä haavan paranemisprosessissa



(Grada ja Phillips 2021). Korkean seerumin sinkki- ja kuparipitoisuuden on raportoitu olevan yhteydessä mm. parempaan haavan elastisuuteen ja vetolujuuteen (Grada ja Phillips 2021). Eräs raudanpuutteen vaikutuksista liittyy myös heikentyneeseen kollageenisynteesiin (Guo ja DiPietro 2010).

Monitydyttymättömien rasvahappojen, erityisesti omega-3-rasvahappojen ja kalaöljyn terveysvaikutuksia on tutkittu palautumisen yhteydessä (Guo ja DiPietro 2010). Kriittisesti sairailta tai leikkauspotilailla rasvalisiä käytetään tyypillisesti tukemaan riittävää energiansaantia. Omega-3-rasvahapot voivat kuitenkin myös mm. parantaa systeemistä immuunivastetta ja näin vähentää infektiivisten komplikaatioiden syntyä. Omega-3-rasvahappojen postoperatiivisesta supplementaatiosta ei toistaiseksi ole vakuuttavaa näyttöä. Eräessä 11 tutkimuksen (n=977) meta-analyysissä enteraalinen omega-3-supplementaatio ei gastrointestinaalisilla syöpäpotilailla postoperatiivisen toipumisen yhteydessä käytettynä vaikuttanut haavainfektioiden tai keuhkokomplikaatioiden syntyyn, eikä sillä havaittu vaikutusta potilaiden painoon tai albumiiniarvoon (Wan ym. 2020).

## **Rauta**

Raudanpuutteen, eli anemian vaikutusta leikkauksesta palautumiseen on kuvattu kappaleessa 2.2.5 Laboratoriokokeet. Suurissa ortopedisissa leikkauksissa, joissa odotettavissa on merkittävää verenvuotoa, olisi hemoglobiiniarvon määrittäminen hyödyllistä mm. verensiirtojen välttämiseksi n. kuukautta ennen kiireetöntä leikkausta (Leikkausta edeltävä arviointi: Käypä Hoito -suositus, 2014). Preoperatiivinen anemian korjaus on havaittu vaikuttavaksi perioperatiivista lopputulosta parantavaksi toimenpiteeksi (Neef ym. 2021). Preoperatiivisen anemian hoidossa voidaan hyödyntää oraalista rautalisää, suonensisäistä raudan antoa tai erytropoietiinihoitoa (EPO, erytropoietiini). Oraalinen rautalisä on rautavarastojen korjaamiseksi yleisesti käytetty, halpa, tehokas ja siedetty keino. Leikkausta edeltävän anemian, erityisesti vaikean anemian, korjaamiseksi oraalisesta rautalisästä aiheuttama vaste rautavarastoissa voi kuitenkin olla liian hidas, sillä varastojen täydentyminen voi viedä jopa 3–6 kuukautta. Lisäksi oraalisesta raudan suolistovaikutukset, kuten ummetus, pahoinvointi ja oksentelu voidaan nähdä hoitoon sitoutumista haittaavana tekijänä (Desai ym. 2018, Neef ym. 2021). Ensisijaisesti leikkausta edeltävä raudanpuuteanemia hoidetaan

suonensisäisellä rautalisällä (Neef ym. 2021). Suonensisäinen rautalisä on joissain tutkimuksissa havaittu myös oraalista tehokkaammaksi. Eräässä tutkimuksessa raudanpuutteesta kärsivillä pak-susuolileikkauspotilailla suonensisäistä rautaa saaneiden sairaalassaoloaika oli 2,6 päivää lyhyempi ja kustannukset vähäisemmät päivällä oraaliseen rautalisään verrattuna (Calvet ym. 2016). Rekombinantti erytropoietiini (rEPO) stimuloi punasolujen muodostusta (Desai ym. 2018). Hoito on kuitenkin toissijainen ja suositeltu vasta siinä tilanteessa ortopedisilla aneemisilla potilailla, kun raudan puutostila on korjattu tai poissuljettu. Postoperatiivisesti anemian hoito keskittyy punasolusiirtoihin, joita preoperatiivisella anemian hoidolla pyritään vähentämään.

### **Kasvipäiset valmisteet**

Kasvipäiset valmisteet ovat tuoreista, kuivatuista tai jauhetuista kasveista tai kasvinosista valmistettuja tuotteita, esimerkiksi puristemehuja, uutteita, konsentroituja tuotteita tai haihtuvia öljyjä (Leinonen ja Enkovaara 2018). Kasvipäisiä valmisteita on markkinoilla runsaasti ja tutkimus niiden sisältämien yhdisteiden suhteen on aktiivista. Toistaiseksi suurin osa kasvipäisistä valmisteista on elintarvikkeina myytäviä ravintolisiä, nk. luontaistuotteita, ei lääkkeitä. Kasvipäisten ravintolisien lääkevaikutus perustuu niiden sisältämiin bioaktiivisiin ainesosiin (Ibrahim ym. 2018). Useilla kasvipäisillä valmisteilla on havaittu antioksidanttisia, anti-inflammatorisia, antibakteriaalisia tai esimerkiksi kollageenisynteesiä tukevia vaikutuksia (Maroon ym. 2010, Ibrahim ym. 2018, Henrotin ja Mobasher 2018). Kasvipäisten yhdisteiden on havaittu esimerkiksi inhiboivan samoja inflammatorisia signaalireittejä kuin tulehduskipu- tai steroidilääkkeiden ja niiden hyötyjä on tutkittu esimerkiksi kivunlievityksen, haavan paranemisen ja niveltoimintakyvyn näkökulmasta (Maroon ym. 2010, Ibrahim ym. 2018, Henrotin ja Mobasher 2018). Hanka-luuksia näiden valmisteiden kliiniseen käyttöön tuovat toistaiseksi epävarmuus tuotteen turvallisuudesta ja puhtaudesta.

Kurkuma (*lat. Curcuma longa*) on kukkiva kasvi, josta saatua tyypillisesti värjäyksessä ja ruoan maustamisessa käytettyä luontaista keltaista pigmenttiä kutsutaan kurkumiiniksi (Maroon ym. 2010). Kurkumiinin on kliinisissä tutkimuksissa osoitettu omaavan useita farmakologisia vaikutuksia, kuten antioksidanttisia, anti-inflammatorisia, antitromboottisia ja kipua ja turvotusta vähentäviä vaikutuksia (Maroon ym. 2010, Hsiao ym. 2021). Täydentävänä lääkityksenä

kurkuminoideja on jo käytetty esim. nivelreumassa, degeneratiivisissa hermosairauksissa ja polykystisessä munasarjasyndroomassa (Hsiao ym. 2021). Kahdessa meta-analyysissä ortopedisilla nivelrikkopotilailla kurkuminoidien ja kurkumaekstraktin käyttö on osoitettu kivunlievityksessä hyödylliseksi niin alhaisilla ( $\leq 1000$  mg/pv) kuin korkeammilla annoksilla ( $\geq 1000$  mg/ pv) 4–16 viikon käytön aikana (Hsiao ym. 2021, Zeng ym. 2021). Kurkumiinin raportoitiin olevan tulehduskipulääkkeisiin nähden samankaltainen tai tehokkaampi kivunlievityksessä, mutta vähäisempi haittavaikutuksiltaan. Kurkumiinin ja tulehduskipulääkkeiden yhteiskäyttö on raportoitu olevan ainoastaan tulehduskipulääkkeiden käyttöä tehokkaampi kivunlievityksen lisäksi nivelen jäykkyyden ja toiminnan osalta (Zeng ym. 2021). Pitkäaikaisen käytön vaikutuksista ei toistaiseksi tiedetä.

Boswellia-laji (*lat. Boswellia serrata*) taas on puu, joka erittää olibaaniksi kutsuttua pihkaa (Maroon ym. 2010). Kyseisestä pihkasta valmistetun ravintolisänä käytetyn *Boswellia serrata* -uutteen aktiivinen ainesosa on boswelliahappo, jolla on anti-inflammatorisia, antiartroottisia ja kipua lievittäviä vaikutuksia (Maroon ym. 2010, Yu ym. 2020). Boswelliahapolla, erityisesti sen 3-O-Asetyyli-11-keto-beta-boswelliahapolla (AKBA, *3-O-Acetyl-11-keto- $\beta$ -boswellic acid*), on merkitseviä farmakologisia vaikutuksia inflammatoristen sairauksien, kuten nivelreuman ja kroonisten tulehdusellisten suolistosairauksien hoidossa. Seitsemän RCT-tutkimuksen meta-analyysissä saatiin viitteitä siitä, että verrattuna plasebovalmisteen tai tulehduskipulääkkeen käyttöön *Boswellia serrata* -uutteen käyttö 4–24 viikon ajan voi nivelrikkopotilailla lievittää kipua, jäykkyyttä ja parantaa nivelen liikkuvuutta (Yu ym. 2020). Kuvattujen yhdisteiden haittavaikutukset vastaavat pitkälti tulehduskipulääkkeiden haittavaikutuksia, esim. vatsavaivat tai pahoinvointi (Maroon ym. 2010).

### 3 Tavoitteet

Tämän tutkielman tavoitteena on tuottaa tietoa perioperatiivisen ravitsemushoidon vaikutuksesta suurista ortopedisista leikkauksista palautumiseen. Tässä tutkielmassa käsitellyt suuret ortopediset leikkaukset ovat kiertäjäkalvosimen ompelu, eturistisideleikkaus, selän dekompressio-, luudutusleikkaus ja diskusprolapsin poisto sekä polven ja lonkan tekonivelleikkaus ja leikkausta vaativa nilkkamurtuma. Tutkielma on toteutettu systemaattisena kirjallisuuskatsauksena.

Saadun tiedon myötä voidaan perustella ravitsemuksellisia toimenpiteitä suurten ortopedisten leikkausten yhteydessä terveydenhuollossa.

Pro gradu -tutkielman tutkimuskysymykset:

1. Voidaanko perioperatiivisella ravitsemushoidolla vaikuttaa suurista ortopedisista leikkauksista palautumiseen?

## 4 Aineisto ja menetelmät

Pro gradu -tutkielma toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Tutkielman toimeksi-antaja on Terveystalo Oy. Tämä tutkimus on toteutettu kuvassa 1 esitetyn systemaattisen kirjallisuuskatsauksen prosessin mukaisesti.

|   |  |
|---|--|
| <p><b>1. Katsauksen suunnittelu</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Katsauksen aiheen, tarpeen ja laajuuden määrittäminen</li> <li>▪ Aiheen tausta</li> <li>▪ Tutkimuskysymykset</li> <li>▪ Tutkimussuunnitelma</li> <li>▪ Tietokannat ja hakulauseet</li> <li>▪ Sisäänotto- ja poissulkukriteerit</li> </ul>   |
| <p><b>2. Katsauksen toteutus</b></p>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Haku määritettyihin tietokantoihin</li> <li>▪ Relevanttien tutkimusten valinta otsikko- ja abstraktitasolla ja kokotekstin perusteella</li> <li>▪ Tutkimusten valinta sisäänotto- ja poissulkukriteerien perusteella</li> <li>▪ Kaksoiskappaleiden karsinta</li> <li>▪ Tulosten kokoaminen taulukoiksi</li> </ul> |
| <p><b>3. Katsauksen raportointi</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tulosten raportointi</li> <li>▪ Tulosten pohdinta ja johtopäätökset</li> </ul>  |

Kuva 1. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen prosessi (muokattu Nelson 2014, Tranfield ym. 2003)

#### 4.1 Hakutermit ja aineiston sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Tutkielman hakutermit olivat vapaita hakusanoja ja MeSH-termejä eli asiasanoja. Hakulauseet kehitettiin yhdistämällä hakutermit Boolean operaattorien (AND ja OR) avulla. Hakulauseissa hyödynnettiin lisäksi sanakatkaisuja ja fraaseja. Jokaista tietokantaa varten kehitettiin omat hakulauseet. Hakulauseet on kuvattu liitteessä 1. Tietoasiantuntija toimi apuna tutkielman hakulauseiden määrittelyssä ja haun teossa. Haku tehtiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen haku Cochrane-, PubMed- ja Scopus-tietokantoihin tehtiin mainittuja leikkauksia, palautumista sekä ravitsemustilaa, ravintotekijöitä ja ravitsemushoitoa kuvaavilla hakusanoilla. Toinen haku tehtiin PubMed- ja Scopus-tietokantoihin mainittuja leikkauksia, palautumista sekä lihavuutta tai kehonpainoa kuvaavilla hakusanoilla. PubMed- ja Cochrane-tietokantojen haussa hyödynnettiin edistynyttä hakua, jossa hakulause syötetään tietokantaan vaiheittain.

Tutkielman aineisto rajattiin sisäänotto- ja poissulkukriteerein kirjallisuushaun yhteydessä. Aineiston sisäänottokriteereitä oli yhdeksän (Taulukko 3). Kirjallisuuskatsaukseen sisällytettyjen leikkausten valinta perustui toimeksiantajan asiantuntijan näkemykseen. Kyseiset ortopediset leikkaukset ovat ns. volyymileikkauksia, joista palautuminen on pitkäkestoisempaa ja lihassmassan menetys suurempaa. Tutkimuksen sisäänottokriteerit muuttuivat tutkimuksen edetessä, systemaattisessa haussa kaksoiskappaleiden poiston jälkeen. Alkuperäisissä sisäänottokriteereissä hyväksyttiin perioperatiivista ravitsemushoitoa käsittelevien tutkimusten lisäksi ravitsemustilaa, kuten lihavuutta tai vajaaravitsemusta, yksittäisiä ravitsemustilan mittareita tai yksittäisiä ravitsemustekijöitä käsittelevät tutkimukset. Rajaus perioperatiiviseen ravitsemushoitoon tehtiin suuren tutkimusmäärän vuoksi. Aineistoon valikoitui vain englanninkielisiä artikkeleita, sillä suomenkielisen haun seurauksena ei löytynyt kirjallisuuskatsaukseen soveltuvia artikkeleita. Julkaisuvuodet valittiin kiinnittäen huomiota mahdolliseen hoitokäytänteiden muutokseen sekä pyrkien siihen, että tutkielman aineisto kuvaa kattavasti toistaiseksi vähän tutkittua aihetta.

Taulukko 3. Tutkimuksen lopulliset sisäänotto- ja poissulkukriteerit

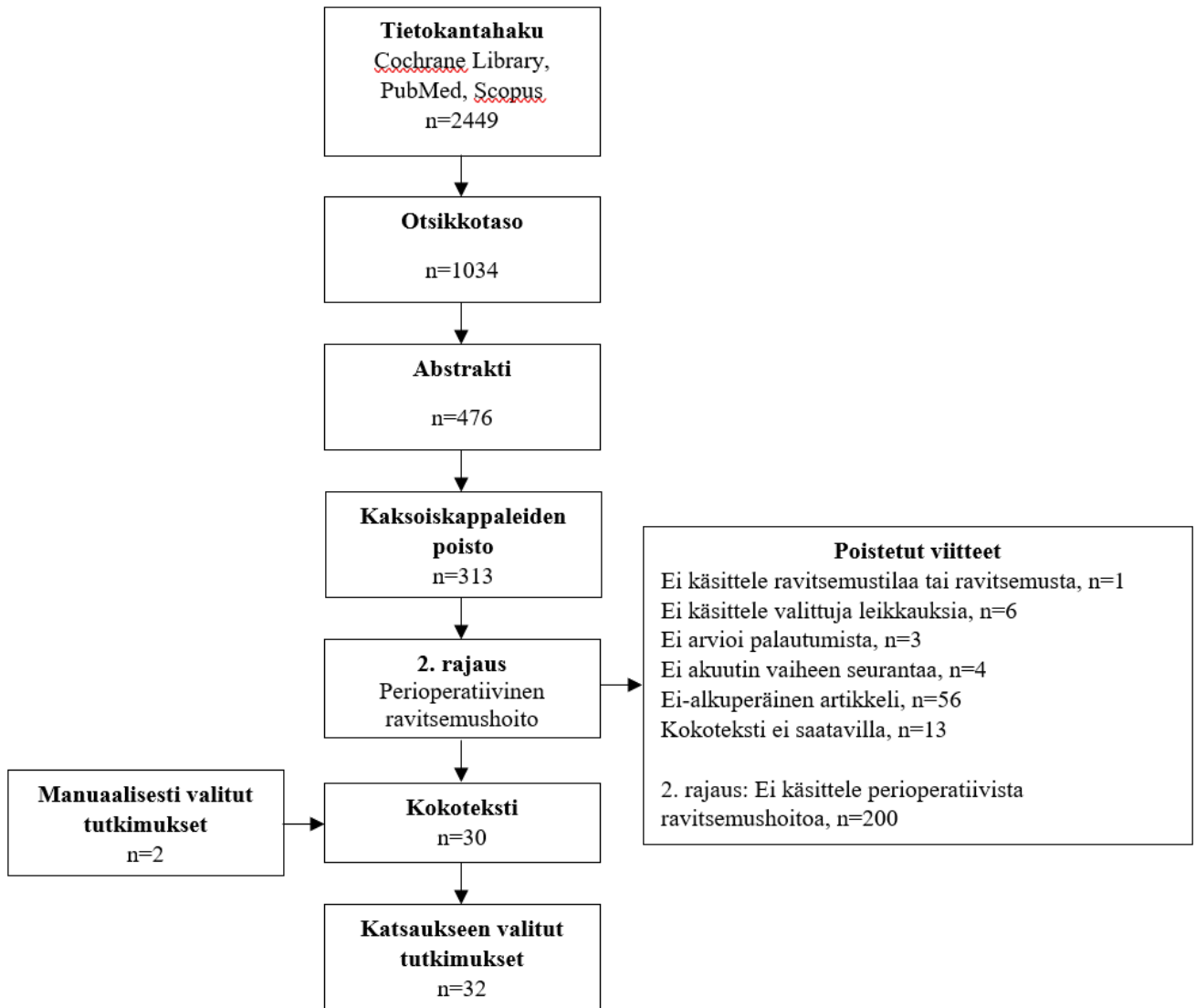
| Sisäänottokriteerit   | Poissulkukriteerit   |
|---|--|
| Tutkimustyyppiä ei rajattu  |  |
| Ihmisillä tehty tutkimus  | Tutkimus, joka toteutettu muuten kuin ihmisillä  |
| Käsittelee valittuja leikkauksia:<br><i>Eturistisideleikkaus, kiertäjäkalvosimen ompelu, polven tai lonkan tekonivelleikkaus, lanne- tai rintarangan diskusprolapsin poisto, dekompressioleikkaus ja/ tai luudutus, leikkauksen vaativa nilkkamurtuma</i> | Käsittelee muita, kuin valittuja leikkauksia<br>Käsittelee skolioosin leikkaushoitoa   |
| Tutkimuksessa arvioitu leikkauksesta palautumista akuuttivaiheessa  | Tutkimuksessa ei arvioitu leikkauksesta palautumista tai tutkimuksessa arvioitu leikkauksesta palautumista akuuttivaiheen jälkeen                                  |
| Palautumista arvioitu valituilla mittareilla:<br><i>Komplikaatoriski, sairaalassaoloaika, kipu, kipulääkkeiden käyttö, fyysinen toimintakyky, rakenteellinen palautuminen, kustannukset</i>   | Palautumista arvioitu muilla kuin valituilla mittareilla   |
| Käsittelee perioperatiivisen ravitsemushoidon vaikutusta palautumiseen  | Käsittelee muuta kuin perioperatiivisen ravitsemushoidon vaikutusta palautumiseen  |
| Tutkimus toteutettu aikuisväestössä (yli 18-vuotiailla)   | Tutkimus toteutettu muussa kuin aikuisväestössä<br>Tutkimuksessa havainnoitu lihavuusleikkauksen vaikutuksia seuraavasta ortopedisesta leikkauksesta palautumiseen |
| Alkuperäisartikkeli   | Muu kuin alkuperäisartikkeli   |
| Koko artikkeli luettavissa  | Koko artikkelia ei luettavissa   |
| Englannin- tai suomenkielinen julkaisu v. 2000–2020 julkaistu tutkimus  | Muu kuin englanninkielinen julkaisu  |

## 4.2 Kirjallisuuskatsauksen toteutus

Tutkielman aineiston hakuprosessi on esitetty tarkemmin kuvassa 2. Tutkielman aineistohaku tehtiin kesä-syyskuussa 2020. Haku kohdistui PubMed-, Scopus- ja Cochrane Library -tietokantoihin. Julkaisuvuosi ja kieli rajattiin ennen haun suorittamista kaikissa tietokannoissa. PubMed-tietokannassa tehtiin lisäksi rajaus kokotekstin saatavuudesta. Katsaukseen valittujen artikkeleiden viitteiden hallinnassa käytettiin RefWorks-kirjallisuusviitteiden hallintaohjelmaa. RefWorks-ohjelmalla suoritettiin myös aineistohaussa tutkielmaan valikoituneiden artikkeleiden

kaksoiskappaleiden poisto. Tietokannoista artikkeleita löytyi yhteensä 2449, joista 591 löytyi lihavuutta tai kehonpainoa kuvaavista hakutermeistä muodostetuilla hakulauseilla. Otsikkotason perusteella kaikista artikkeleista valittiin 1034, joista 402 rajautui lihavuutta tai kehonpainoa koskevassa haussa löytyneistä artikkeleista. Otsikkotasolla valittujen artikkeleiden abstraktit luettiin ja abstraktitasolla valittiin 476 artikkelia. Näistä 476 artikkelista 163 löytyi useammasta tietokannasta tai esiintyi kummassakin kahdesta hausta PubMed- tai Scopus-tietokannoissa, jolloin kaksoiskappaleiden poiston jälkeen viitteitä jäi 313 kappaletta.

Tutkielmaan sopivien tutkimusten suuren määrän myötä rajattiin hakua koskemaan vain perioperatiivista ravitsemushoitoa käsitteleviä tutkimuksia. Valittujen 313 tutkimuksen abstraktit luettiin uudelleen. Abstraktien perusteella 200 tutkimusta ei käsitellyt perioperatiivista ravitsemushoitoa, joten nämä tutkimukset suljettiin pois systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta. Jäljelle jääneiden 131 tutkimuksen kokoteksti käytiin läpi ja tutkielman aineistoon valittiin kokotekstin perusteella 30 artikkelia. Karsituissa artikkeleissa ei käsitelty ravitsemustilaa tai ravitsemusta, valittuja leikkauksia tai arvioitu palautumista. Neljässä tutkimuksessa seuranta kohdistui useiden vuosien päähän. Lisäksi artikkeleita karsittiin, sillä ne eivät olleet alkuperäisiä tutkimusartikkeleita tai kokoteksti ei ollut saatavilla. Systemaattisen haun perusteella valittujen 30 artikkelin lisäksi 2 artikkelia löytyi luettujen artikkeleiden viitteiden kautta ja kokotekstit saatiin PubMed-tietokannan kautta. Aineistoon valikoituneista artikkeleista 24 oli satunnaistettuja kokeita (Randomised Controlled Trial, RCT), 3 prospektiivisiä kontrolloituja kokeita, 2 kohorttitutkimuksia ja 3 muita tutkimuksia.



Kuva 2. Tutkielman aineiston hakuprosessi.

## 5 Tulokset

Kirjallisuuskatsaukseen valituista 32 artikkelista 1 käsitteli kiertäjäkalvosimen ompeluleikkausta, 6 eturistisideleikkausta, 5 selän leikkauksia ja 20 lonkan- tai polven tekonivelleikkauksia. Leikkauksen vaativaa nilkkamurtumaa koskevia tutkimuksia ei löytynyt tämän tutkimuksen sisäänotto- ja poissulkukriteerein.



## 5.1 Kiertäjäkalvosimen ompeluleikkaus

Perioperatiivisen ravitsemushoidon vaikutusta kiertäjäkalvosimen ompeluleikkauksesta palautumiseen on tutkittu yhdessä katsaukseen sisällytetyistä tutkimuksista (Taulukko 4). Merolla ym. (2015) selvitti tutkimuksessaan Tendisulfur-ravintolisän postoperatiivisen käytön vaikutusta koettuun kokonaiskipuun, yönaikaiseen kipuun ja liikkussa tai inaktiivisena esiintyvään kipuun sekä sekundaarisesti SST-, CMS- ja PGA-testipisteisiin. Kyseinen ravintolisä sisältää mm. kasviperäisiä yhdisteitä, joiden ajatellaan tulehduskipulääkkeiden tavoin vaikuttavan elimistön tulehdusvasteeseen. Tutkimuksessa havainnoitiin myös lisälääkityksen käyttöä ja valmisteen siedettävyyttä. Tutkittaville määrättiin tavanomaisena kipulääkityksenä tramadolia ja parasetamolia maksimissaan 400 mg ja 4 g vuorokautta kohden. Tutkittavat raportoivat viimeisen 48 tunnin aikaista keskimääräistä kipua. Kipulääkkeiden käytöstä ohjeistettiin pidättäytymään 24 tuntia ennen jokaista seurantakäyntiä. Ravintolisän käytöllä havaittiin tutkimuksessa lyhytaikaista postoperatiivista kipua lievittävä vaikutus. Interventoryhmässä kokonaiskipu ( $p=0.048$ ) ja yönaikainen kipu ( $p=0.011$ ) olivat plaseboryhmään verrattuna merkitsevästi alhaisemmat postoperatiivisella viikolla 1. Lisäksi lisälääkityksen käyttö postoperatiivisella viikolla 1 oli merkitsevästi vähäisempää interventoryhmässä (180 vs. 130 mg tramadolia/ pv). Myös viikolla 2 koettu kokonaiskipu ( $p=0.099$ ) ja yönaikainen kipu ( $p=0.306$ ) olivat interventoryhmässä plaseboryhmään verrattuna alhaisempia, mutta ero ryhmien välillä ei ollut merkitsevää. Seuraavissa mittauksissa kipu oli lähtötilanteeseen nähden merkitsevästi vähäisempää kummassakin ryhmässä, mutta eroa kivussa ryhmien välillä ei havaittu. Liikkussa esiintyvässä kivussa, SST- tai CMS-pisteissä ei ryhmien välillä havaittu eroa postoperatiivisilla viikoilla 12 tai 24. PGA-pisteet eivät eronneet ryhmien välillä. Valmisteen käytöllä ei havaittu haittavaikutuksia.

Taulukko 4. Tendisulfur-ravintolisän vaikutus kiertäjäkalvosimen ompeluleikkauksesta palautumiseen

| Viite, maa                     | Aineisto  | Menetelmät   | Interventio   | Tulokset  |
|--------------------------------|---|--|---|---|
| <b>Merolla ym. 2015 Italia</b> | n=100<br>≥ 18 v.<br>55 miestä, 45 naista<br>Läpäisevä kiertäjäkalvosimen repeämä, artroskopia<br><br>Ei pre- tai postoperatiivista steroidi-injektiota niveleen tai subarakromiaalisesti 4 kk sisällä | <b>Prospektiivinen randomoitu, kontrolloitu tutkimus</b><br><br>24 vk<br><br>Kipu VAS 0-100 mm (BL + postop vk 1, 2, 4, 6, 8, 12 ja 24)<br>CMS, SST (vk 12, 24)<br>Kipulääkkeiden käyttö<br>PGA, valmisteiden siedettävyyden | Kesto 60 pv<br>Tendisulfur-ravintolisä 2 pussia POD 1-15 ja 1 pussi POD 16-60 (n=50) vs. placebo (n=50)<br><br>Tendisulfur:<br>MSM, tyyppi I ja II collageeni, GAG, L-arginiini, _-lysiini, B. serrata kuivauute (titrattu 30 % AKBA) ja kurkuma kuivauute (titrattu 95 % kurkuminoideiksi)<br><br>Placebo:<br>sorbitoli, asesulfaami K, sukraloosi, silikonidioksidi, ksantaanikumi, appelsiiniaromi, passi-onhedelmäaromi, beta-karoteeni 1 %, E120 (karmiini), vedetön sitruunahappo | Ryhmien välinen ero:<br>Interventioryhmässä vähäisempi kokonaiskipu post-op vk 1 (p=0.048)<br><br>Interventioryhmässä vähäisempi yönkäinen kipu post-op vk 1 (p=0.011) ja vk 2 (p=0.306, NS)<br><br>Ei merkitsevää eroa liikunnan aikaisessa kivussa vk 12 tai 24 (p>0.05)<br><br>Ei merkitsevää eroa CMS tai SST pisteissä vk 12 (p=0.884 ja p=0.352) tai vk 24 (p=0.523 ja p=0.292)<br><br>Ei eroa PGA pisteissä<br><br>Interventioryhmässä vähäisempi lisälääkityksen tarve post-op vk 1: 130 vs. 180 mg |

AKBA, inasetyyli-11-keto-beta-boswelliahappo; BL, baseline; B.serrata, boswellia serrata; CMS, Constant Murley Score; NS, non-significant, VAS, Visual Analogue Scale; PGA, Patient Global Assessment; POD, Post operative day (Postoperatiivinen päivä); RCT, Randomized Controlled Trial, MSM, metyyli-sulfonyylimetaani, GAG, glykosaminoglykaanit; SST, Simple Shoulder Test

## 5.2 Eturistisideleikkaus

Eturistisideleikkauksesta palautumista käsitteleviä tutkimuksia löytyi yhteensä kuusi (Taulukko 5). Kokeellisin menetelmin toteutetut tutkimukset käsittelivät erilaisten ravintolisien hyötyä eturistisideleikkauksesta palautumiseen. Ainoastaan E- ja C-vitamiinia sisältävää antioksidanttisupplementaatiota on tutkittu useammassa kuin yhdessä tutkimuksessa (Barker ym. 2009, Barker ym. 2015). Lisäksi eturistisideleikkauksen yhteydessä on tutkittu kreatiinin, heraproteiinin ja glukosamiinisulfaatin sekä kollageenia, sian prioniproteiinia (*PRP, prioniprotein*), hyaluronihappokondroitiinisulfaattiyhdistettä ja C-vitamiinia sisältävän ravintolisän vaikutuksia leikkauksesta palautumiseen (Eraslan ym. 2014, Kim ym. 2017, López-Vidriero ym. 2019, Tyler ym. 2004).

Perioperatiivisella yhteensä 18 tai 14 viikkoa kestäneellä päivittäisellä E- ja C-vitamiinia sisältävällä antioksidanttisupplementaatiolla ei ole fyysisesti aktiivisilla potilailla havaittu vaikutusta eturistisideleikkauksesta palautumiseen verrattaessa plasebovalmisteseen (Barker ym. 2009, Barker ym. 2015). Tutkimukset eroavat vitamiinilisän suuruudella, joka Barker ym. (2015) tutkimuksessa on huomattavasti suurempi. Lisäksi Barker ym. (2015) tutkimuksessa valmisteen E-vitamiinista puolet on  $\gamma$ -tokoferolia. Barker ym. (2009) tutkimuksessa tutkittavat osallistuivat ohjattuun kuntoutukseen, kun taas Barker ym. (2015) ei kuvaa artikkelissaan fyysistä kuntoutusta. Interventio- ja plaseboryhmien välillä ei tutkimuksissa havaittu merkitsevää eroa lihasatrofiassa tai lihassyyn atrofiassa, huippuvoimassa tai voimantuotossa, harjoituksen aikaisessa uupumisessa tai toimintakykyä ja kipua mittaavissa IDKC- ja WOMAC-testien pisteissä. Lisäksi seerumin sytokiini- ja kasvaintekijäpitoisuudet eivät eronneet, viitaten samankaltaiseen inflammatoriseen vasteeseen kummassakin ryhmässä. Barker ym. (2009) havaitsi tutkimuksessaan, että E- ja C-vitamiinisupplementaatio mahdollisesti jopa haittasi leikkauksesta palautumista. Tutkimuksessa plaseboryhmän vaurioituneen jalan yhden jalan isometrinen huippuvoima, verrattuna vaurioitumattomaan jalkaan, kehittyi lähtöpisteen ja 3 kk leikkauksen jälkeen n. 7 %:a ja interventioryhmässä n. 15 %:a, mutta erot ryhmien välillä eivät olleet merkitseviä ( $p=0.56$ ). Vaurioituneen jalan isometrinen huippuvoima parani tällä välillä plaseboryhmässä kahdeksalla kymmenestä ja interventioryhmässä seitsemällä kymmenestä tutkittavasta. Ryhmien sisäinen riippuvien otosten t-testi osoitti, että isometrinen huippuvoima vaurioituneessa jalassa parani intervention aikana merkitsevästi kontrolliryhmässä

( $p < 0.05$ ), mutta ei interventioryhmässä. Barker ym. (2009) tutkimuksessa taas havaittiin, että tutkittavien lähtötilanteessa suurempi plasman askorbiinihappopitoisuus oli yhteydessä operoidun jalan huippuvoiman parempaan kehitykseen intervention aikana lähtötilanteesta postoperatiiviseen viikkoon 12 ( $r = 0.59$ ,  $p = 0.006$ ).

Kreatiinisupplementaatio ei kuntoutuksen rinnalla vaikuttanut eturistisideleikkauksesta palautumiseen Tylerin ym. (2004) tutkimuksessa. Tutkimusryhmien välillä ei havaittu eroa lyhyellä tai pitkällä aikavälillä polven koukistuksen tai ojennuksen tai lonkan koukistuksen, loitonnuksen tai lähennyksen lihasvoiman tai voimantuoton muutoksissa, toimintakyvyssä (KOS) tai hyppyvoimassa. Ryhmien sisäiset trendit olivat samanlaisia. Polven koukistuksen ja ojennuksen lihasvoimassa havaittiin merkitsevä vähenemä leikatussa jalassa lähtötilanteen ja kuudennen postoperatiivisen viikon välillä, ja merkitsevä voiman palautuminen kuudennen ja 12 postoperatiivisen viikon välillä. Lihaksen voimantuotto väheni samalla tavalla merkitsevästi lähtötilanteesta kuudenteen postoperatiiviseen viikkoon ja parani kuudennen ja kahdennentoista postoperatiivisen viikon välillä ryhmien sisällä. Toimintakyky parani kummassakin ryhmässä merkitsevästi 6 kuukautta leikkauksen jälkeen. Kreatiinipitoisten ruokien käyttö ei eronnut ryhmien välillä.

Eraslan ja Ulkar (2015) tutkimuksessa glukosamiinisulfaatin postoperatiivisella käytöllä kuntoutuksen yhteydessä ei havaittu hyötyä urheilijamiesten eturistisideleikkauksesta palautumiseen. Tässä tutkimuksessa ravintolisän käyttö aloitettiin vasta kuudennen postoperatiivisen viikon jälkeen, kun täydellinen painon varaaminen jalalle oli sallittu. Glukosamiinisulfaatti ei vaikuttanut potilaiden kokemaan kipuun tai toimintakykyyn tai lihaksen voiman ja voimantuoton palautumiseen. Interventio- ja kontrolliryhmän sisällä havaittiin merkitsevä kivun vähenemä ja toimintakyvyn parannus intervention aikana, mutta ryhmien välillä ei muutoksissa havaittu merkitsevää eroa.

Kahdessa tähän tutkimukseen sisällytetyistä tutkimuksista on ravintolisäinterventioilla havaittu hyöty eturistisideleikkauksesta palautumiseen. Kim ym. (2017) tutkimuksessa leikkauksen jälkeiseen kuntoutukseen yhdistetty heraproteiinisupplementaatio paransi nelipäisen reisilihaksen voimaa ja voiman palautumista pelkkään kuntoutukseen verrattuna 12 viikon intervention

aikana miehillä. Interventoryhmässä leikatun jalan voima oli ennen interventiota  $37,4 \pm 16,8$  % ( $60^\circ/s$ ) ja  $29,2 \pm 13,1$  % ( $180^\circ/s$ ) vähäisempi vaurioitumattomaan jalkaan nähden. Harjoittelun ja supplementaation myötä voiman vaje väheni  $22,5 \pm 6,5$  %:iin ( $60^\circ/s$ ) ja  $18,5 \pm 7,9$  %:iin ( $180^\circ/s$ ) vaurioitumattoman jalan voimasta. Kontrolliryhmässä vastaavat muutokset olivat  $36,1 \pm 15,6$  %:sta  $28,5 \pm 8,8$  %:iin ( $60^\circ/s$ ) ja  $27,8 \pm 14,7$  %:sta  $21,9 \pm 9,3$  %:iin ( $180^\circ/s$ ). Ryhmien välinen ero nelipäisen reisilihaksen voimassa oli merkitsevä 12 viikon kohdalla ( $60^\circ/s$ ,  $p=0.01$ ;  $180^\circ/s$ ,  $p=0.03$ ) ja voiman muutoksessa lähtötilanteen ja loppumittauksen välillä ( $60^\circ/s$ ,  $p=0.01$ ;  $180^\circ/s$ ,  $p=0.04$ ).

Lopez-Vidriero ym. (2018) taas tutki Progen-ravintolisän käytön vaikutusta eturistisideleikkauksesta palautumiseen kuntoutuksen yhteydessä. Progen-ravintolisän kollageenipeptidien ja plasmaproteiinien ajatellaan tukevan eturistisidesiirteen ligamentsaatiota, hyaluronihapon ja kondroitiinisulfaatin taas ajatellaan toimivan niveltä suojaavina ja mahdollisesti kipua lievittävinä yhdisteinä. C-vitamiinin tarkoitus antioksidanttina on vähentää tulehdusta lisääviä sytokiineja. Tutkimuksessa havaittiin, että ravintolisän käyttö paransi toimintakykyä 60 pv leikkauksen jälkeen, vähensi kuntoutustavoitteiden saavuttamiseksi vaadittua kuntoutuskertojen määrää ja kipulääkkeiden kulutusta sekä edisti takareisisiirteen maturaatiota kehittyneelle asteelle 90 päivän aikana. Ravintolisän käyttö ei tutkimuksessa vaikuttanut koettuun kipuun, mutta interventoryhmässä kipulääkkeiden käyttö oli merkitsevästi vähäisempää kontrolliryhmään verrattuna 60 ja 90 päivää leikkauksen jälkeen ( $p<0.001$ ). Kontrolliryhmän potilaista 50-56 %:a ja interventio ryhmän potilaista 9-11 % käytti kipulääkkeitä. Intervention päättyessä viimeisellä seurantakäynnillä kontrolliryhmän potilaista 50 % tarvitsi vielä kipulääkkeitä, kun interventoryhmän potilaista kipulääkkeitä käytti vain 8,6 %. IKDC-pisteet paranivat kummassakin ryhmässä merkitsevästi intervention aikana ( $p<0.001$ ). Pisteet erosivat ryhmien välillä merkitsevästi ainoastaan 60 päivää leikkauksen jälkeen ( $62,5 \pm 11,7$  interventoryhmässä ja  $55,5 \pm 11,1$  kontrolliryhmässä,  $p=0.029$ ), mikä voi viitata interventoryhmän potilaiden parempaan toimintakykyyn tässä mittapisteessä kontrolliryhmän potilaisiin verrattuna. Kuntoutustavoitteiden saavuttamiseksi vaadittu kuntoutuskertojen määrä 90 päivän intervention jälkeen oli interventoryhmässä ( $38,0 \pm 9,3$  kertaa potilasta kohden) merkitsevästi pienempi kuin kontrolliryhmässä ( $48,4 \pm 11,3$  kertaa potilasta kohden,  $p<0.001$ ). Lisäksi magneettikuvauksella määritetty takareisisiirteen maturaatio oli kehittyneellä asteella suuremmalla osalla interventoryhmän potilaista kontrolliryhmään verrattuna viimeisessä 90 päivän

mittauksessa. Lääkäriin arvion mukaan 30 pv seurannan kohdalla hoito fysioterapialla ja ravintolisällä oli merkitsevästi tehokkaampi kuin pelkkä fysioterapia. Potilaat taas arvioivat yhdistetyn hoidon merkitsevästi tehokkaammaksi 60 ja 90 pv seurannassa. Lääkärit ja potilaat arvioivat lisäksi hoidon siedettävyyden merkitsevästi paremmaksi, kun hoitoon kuului ravintolisä, potilaat kaikissa mittapisteissä ja lääkäri 30 ja 60 pv seurannassa.

Yhteenvetona ravintolisistä Progen-valmisteen tai heraproteiinin käyttö kuntoutuksen yhteydessä edisti eturistisideleikkauksesta palautumista noin kolmen kuukauden intervention aikana. Hyötyjä havaittiin toimintakyvyssä, kuntoutuksen tavoitteiden saavuttamisessa, kipulääkityksen tarpeessa ja eturistisidesiirteen maturaatiossa (Lopez-Vidriero ym. 2018) sekä leikkauksen jälkeisen lihasvoiman palautumisessa (Kim ym. 2017).

Taulukko 5. Ravintolisien vaikutus eturistisideleikkauksesta palautumiseen

| Viite, maa                                 | Aineisto   | Menetelmät   | Interventio  | Tulokset   |
|--|--|--|--|--|
| <b>Barker ym. 2009 US</b>                  | n=20<br>18-45 v.<br>Miehiä<br>Fyysisesti aktiivisia<br>Eturistisideleikkaus, artroskooppisesti               | <b>Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>14 vk (2 vk preop ja 12 vk postop)<br><br>Lihaskudoksenäyte (leikkauspäivänä ennen leikkausta ja jalalle varaamisen jälkeen (~5 pv postop))<br>Isometrinen voimamittaus (vk 0 ja 12), huippuvoimantuotto vk 12<br>Reiden ympäritys (vk 0, ~POD 10)<br><br>Verikoe (vk 0, 2 ja 90 min, 72 h, 2 pv, 12 vko postop) | Kesto 14 vk (2 vk preop ja 12 vk postop)<br><br>Antioksidanttisupplementaatio 2x vrk (n=10) vs. plasebo 2 x vrk (n=10)<br><br>Ravintolisä: 200 IU E-vit. (50 % D- $\alpha$ -tokoferoli ja 50 % D- $\alpha$ -tokoferyyliasetatti) ja 500 mg askorbiinihappoa<br><br>Kuntoutus | Ei ryhmien välistä eroa reiden ympäryksessä, lihassyiden ympäryksessä, huippuvoimantuotossa<br><br>Isometrinen yhden jalan huippuvoima ( $\Delta$ vk 0, 14) kehittyi merkitsevästi placeboryhmässä (p<0.05), mutta ei antioksidanttiryhmässä |
| <b>Barker ym. 2015 US</b>                  | n=29<br>18-45 v.<br>16 miestä, 13 naista<br>Fyysisesti aktiivisia<br>Eturistisideleikkaus, artroskooppisesti | <b>Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>18 vk (2 vk preop ja 16 vk postop)<br>Isometrinen voimamittaus (vk 0, 8, 12, 16)<br>Uupumisaika<br>IKDC, WOMAC (kipu- ja fyysinen toimintakyky) (vk 2, 10, 14, 18)<br><br>Paastoverikoe (vk 0, 2 (leikkausaamu ja 2 h ennen anestesiaa), vk 8, 12, 16)   | Kesto 18 vk (2 vk preop ja 12 vk postop)<br><br>Antioksidanttisupplementaatio 2 x vrk (n=15) vs. plasebo (n=14)<br><br>Ravintolisä: 1200 mg E-vitamiinia (600 mg $\alpha$ -tokoferolia, 600 mg $\gamma$ -tokoferolia) ja 1000 mg C-vitamiinia                                | Ei eroa yhden jalan huippuvoimassa tai uupumisajassa harjoitusohjelman aikana ryhmien välillä<br><br>Ei eroa IKDC tai WOMAC pisteissä ryhmien välillä  |
| <b>Eraslan ja Ulkar 2015 Iso-Britannia</b> | n=30<br>18-40 v.<br>Miehiä, urheilijoita<br>Primaarinen eturistisideleikkaus, artroskooppisesti              | <b>Sokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>16 vk<br>Kipu (VAS), toiminnallinen status IKDC, LYS (vk 6 ja 14)<br>Isokineettinen mittaus (vk 16)   | 8 vk (postop vk 6 lähtien)<br>1000 mg glukosamiinisulfaatti/ pv (n=15) vs. plasebo (täykkelys) (n=15)<br><br>Fysioterapia  | Ei eroa VAS, IKDC tai LYS pisteissä ryhmien välillä<br><br>Ei merkitsevää eroa ojennus- tai koukistusvoimassa tai voimantuotossa ryhmien välillä   |

BL, Baseline (lähtötilanne); CH, hydrolysoitu kollageeni; FFQ, Food Frequency Questionnaire (ruoankäyttökysely); HC-15, hyaluronihappo-kondroitiinisulfaattikompleksi; IKDC, International Knee Documentation Committee; KOS, Knee Outcome Score; LYS, Lysholm Knee Scoring Form; MRI, Magnetic resonance image, magneettikuvaus; POD, postoperative day (postoperatiivinen päivä); PRP, Platelet-Rich Plasma; VAS, Visual Analogue Scale

Taulukko 5, jatkuu

| Viite, maa                                       | Aineisto  | Menetelmät  | Interventio   | Tulokset  |
|--|---|---|---|---|
| <b>Kim ym. 2017<br/>Korea</b>                    | n=30<br>25.4±6.1 v.<br>Miehiä<br>Eturistisideleik-<br>kaus, artroskooppi-<br>sesti, takareisisiirre   | <b>Prospektiivinen kontrolloitu tutkimus</b><br>12 vk<br>Isokineettinen koe (vk 0, 12)  | 12 vk (POD 1 lähtien)<br>Heraproteiinisupplemen-<br>taatio (40 g heraproteiinia/<br>pv, 20 g ennen ja 20 g 2 h<br>harjoittelun jälkeen ja har-<br>joitusohjelma) vs. kontrolli<br>(harjoitusohjelma)              | Ryhmien välinen ero:<br>Interventioryhmässä vähäisempi nelipäisen reililihak-<br>sen voiman vähenemä prosentteina vrt. vaurioitumatto-<br>maan jalkaan 12 vk post-op:<br>60°/sec: 22,5±6,5 vs. 28,5±8,8 % (p=0.01)<br>180°/sec: 18,5±7,9 vs. 21,9±9,3 % (p=0.03)<br><br>Interventioryhmässä parempi voiman palautuminen (Δ<br>vk 0, 12):<br>60°/sec: p=0.01<br>180°/sec: p=0.04   |
| <b>López-Vidriero<br/>ym. 2018 Es-<br/>panja</b> | n=72<br>18-55 v. (33,7±9,9<br>v.)<br>60 miestä, 12<br>naista<br>Osittainen tai lä-<br>päisevä eturistisi-<br>teen repeämä, etu-<br>ristisideleikkaus<br>artroskooppisesti,<br>takareisisiirre | <b>RCT-tutkimus</b><br>90 pv<br>Kipu (VAS) ja kipulääkkeiden käyttö (pv 0,<br>7, 30, 60, 90)<br>Toimintakyky IKDC (pv 0, 7, 30, 60, 90)<br>Kuntoutustavoitteiden saavuttaminen (pv<br>0, 90)<br>MRI (pv 0, 90)<br>Intervention koettu tehokkuus ja siedet-<br>tävyys (pv 30, 60, 90)<br><br>Käyttämättömät valmisteannekset | 90 pv postoperatiivisesti<br>1 pss ravintolisävalmistetta<br>(2500 mg CH, 300 mg sian<br>PRP, 50 mg HC-15, 40 mg C-<br>vit.) / pv (n=36) vs. kontrolli<br>(ei ravintolisää) (n=36)<br><br>Kuntoutus, kipulääkitys | Ryhmien välinen ero:<br>Ei eroa kivussa<br>Interventioryhmässä vähäisempi kipulääkkeiden kulutus<br>pv 30 jälkeen (p<0.05)<br><br>Interventioryhmässä paremmat IKDC-pisteet pv 60<br>(p=0.029), ei eroa muissa aikapisteissä<br><br>Interventioryhmässä vähäisempi kuntoutuskertojen<br>määrä (p < 0.001)<br><br>Siirteen maturaatio kehittyneellä asteella suuremmalla<br>osalla potilaista interventioryhmässä 90 pv leikkauk-<br>sesta (%:a potilaista): 61,7 % vs. 38,4 % (p < 0.05)<br><br>Parempi intervention koettu tehokkuus ja siedettävyyys<br>interventioryhmässä |

BL, Baseline (lähtötilanne); CH, hydrolysoitu kollageeni; FFQ, Food Frequency Questionnaire (ruoankäyttökysely); HC-15, hyaluronihappo-kondroitiinisulfaattikompleksi; IKDC, International Knee Documentation Committee; KOS, Knee Outcome Score; LYS, Lysholm Knee Scoring Form; MRI, Magnetic resonance image, magneettikuvaus; POD, postoperative day (postoperatiivinen päivä); PRP, Platelet-Rich Plasma; VAS, Visual Analogue Scale



Taulukko 5, jatkuu

| <b>Viite, maa</b>             | <b>Aineisto</b>   | <b>Menetelmät</b>   | <b>Interventio</b>  | <b>Tulokset</b>   |
|-------------------------------|---|---|---|---|
| <b>Tyler ym. 2004<br/>USA</b> | n=60<br>30,4 ± 1,0 v.<br>33 miestä, 27<br>naista<br>Eturistisideleik-<br>kaus, artroskooppi-<br>sesti | <b>Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>6 kk<br>Antropometriset mittaukset, kehonkoos-<br>tumusmittaus (vk 0, 6, 12, 24)<br>KOS (vk 0, 6, 12, 24, 6 kk)<br>Polven liikkuvuus, isokineettinen mittaus<br>(vk 0, 6, 12, 24)<br>Yhden jalan hyppy (6 kk)<br>FFQ (vk 0, 6 kk) | Kesto 12 vk (POD 1 lähtien)<br>Kreatiini 20 g/ pv (POD 1<br>lähtien, vk 1), 5 g/ pv (vk 2-<br>12) (n=30) vs. placebo (kal-<br>sium) (n=30)<br><br>Kuntoutus | Ei eroa ryhmien välillä polven ojennuksen tai koukistuk-<br>sen tai lonkan koukistuksen, loitonnuksen tai lähennyk-<br>sen lihasvoimassa tai voimantuotossa tai näiden muu-<br>toksissa<br><br>Ei eroa ryhmien välillä KOS-pisteissä tai hyppyvoimassa<br>ryhmien välillä |

BL, Baseline (lähtötilanne); CH, hydrolysoitu kollageeni; FFQ, Food Frequency Questionnaire (ruoankäyttökysely); HC-15, hyaluronihappo-kondroitiinisulfaattikompleksi; IKDC, International Knee Documentation Committee; KOS, Knee Outcome Score; LYS, Lysholm Knee Scoring Form; MRI, Magnetic resonance image, magneettikuvaus; POD, postoperative day; PRP, Platelet-Rich Plasma; VAS, Visual Analogue Scale

### 5.3 Selän leikkaukset

Katsaukseen valikoitui yhteensä viisi kokeellista selän leikkauksia käsittelevää tutkimusta (Taulukko 7 ja 8). Kaikki tähän katsaukseen valikoituneista tutkimuksista käsittelevät lanne- tai rintarangan tai ristiselän fuusioleikkauksia. Yksittäisiä ravintolisiä käsitteleviä tutkimuksia löytyi kaksi (Lee ym. 2017, Skrobot ym. 2019). Skrobot ym. (2019) tutki preoperatiivisesti 5 viikkoa kestäneen 80 µg päivittäisen D-vitamiinisupplementaation vaikutusta lannerangan fuusioleikkauksesta palautumiseen, keskittyen potilaiden tasapainon muutoksiin. Osana interventiota kaikki potilaat osallistuivat lisäksi 5 viikon fysioterapeutin toteuttamaan kuntoutukseen, alkaen 4 viikkoa leikkauksen jälkeen. Seerumin 25(OH)D3 pitoisuus ei eronnut ryhmien välillä ennen interventiota. Viiden viikon ravintolisän käytön jälkeen pitoisuus oli interventioryhmässä merkitsevästi plaseboryhmää suurempi ( $p < 0.005$ ). Viiden viikon intervention jälkeen ryhmien välillä ei havaittu merkitseviä eroja tasapainoa mittaavien LOS- tai PST-tulosten kehityksessä. Ryhmien sisäiset muutokset kuitenkin erosivat toisistaan. Sekä LOS-testin tulos että PST-indeksi (OSI) parani merkitsevästi viikoilla 0-5 D-vitamiiniryhmässä, kun parannus ei plaseboryhmässä ollut merkitsevä. Ravintolisän käytön, leikkauksen ja kuntoutuksen jälkeen viikolla 14 parannus LOS-tuloksessa lähtötilanteeseen nähden oli merkitsevästi suurempi D-vitamiiniryhmässä kontrolliryhmään verrattuna ( $p < 0.05$ ). Lisäksi D-vitamiiniryhmässä kaikki PST-indeksit (OSI, APSI ja MLSI) paranivat merkitsevästi verrattuna leikkauksen jälkeiseen tulokseen. Vastaavaa muutos ei plaseboryhmässä ollut merkitsevä. Leikkausta edeltävä D-vitamiinisupplementaatio voi siis kiihdyttää palautumista leikkauksen jälkeiseen kuntoutukseen yhdistettynä.

Lee ym. (2017) taas havainnoi tutkimuksessaan postoperatiivisen 45 päivän C-vitamiinisupplementaation vaikutusta lannerangan fuusioleikkauksesta palautumiseen. Akuutin palautumisen lisäksi tutkimuksessa havainnoitiin vaikutuksia pidemmällä aikavälillä, leikkauksen jälkeisen vuoden ajan. Primääristi tutkittu alaselkäkipu ei eronnut ryhmien välillä missään mittauksessa. Ryhmien sisällä kipu väheni preoperatiiviseen tilanteeseen verrattuna kaikissa mittauksissa. Potilaiden toiminnallista kykyä kuvaava ODI-tulos oli kuitenkin merkitsevästi parempi (korkeampi) C-vitamiinia käyttäneessä ryhmässä 3 kuukautta leikkauksesta havaittiin kuitenkin merkitsevä ero 3 kuukautta leikkauksen jälkeen ( $19,6 \pm 10,3$  vs.  $16,3 \pm 5,9$ ,  $p = 0.04$ ). Seuraavissa mittauksissa, 6

kuukautta ( $p=0.07$ ) ja 12 kuukautta ( $p=0.07$ ) leikkauksen jälkeen, pisteet olivat edelleen lievästi paremmat C-vitamiiniryhmässä kontrolliryhmään verrattuna, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Fuusioaste tai komplikaatiot eivät eronneet ryhmien välillä. Tämän tutkimuksen perusteella C-vitamiinisupplementaatio voi olla yhteydessä parempaan toiminnallisen statuksen akuuttiin kehitykseen lannerangan fuusioleikkauksen jälkeen.

Perioperatiivisesti sairaalahoidon aikana toteutetun ravitsemushoidon vaikutusta selän fuusioleikkauksesta palautumiseen on havainnointu kolmessa tutkimuksessa. Tutkimustulokset myötäilevät toisiaan, viitaten siihen, että hiilihydraattitankkaus, multimodaalinen ravitsemushoito tai kattavan ERAS-protokollan käyttö voi edistää potilaiden leikkauksesta palautumista. Tran ym. (2013) tutki preoperatiivisen hiilihydraattitankkauksen hyötyjä valinnaisesta sepelvaltimon ohitusleikkauksesta tai usean tason lanne- tai rintarangan tai ristiselän dekompressio ja fuusioleikkauksesta palautumiseen. Hiilihydraattitankkauksella ei ainoastaan selän leikkauksen läpikäyneitä potilaita koskeneissa analyyseissä ( $n=12$ ) havaittu vaikutusta heräämöaikaan tai intensiiviosastohoitoaikaan. Kaikkiaan interventioryhmään kuuluneiden selkäleikkauksen tai sepelvaltimon ohitusleikkauksen käyneiden potilaiden sairaalassaoloaika oli kuitenkin lyhyempi kontrolliryhmään verrattuna. Lisäksi kontrolliryhmään verrattuna havaittiin, että hiilihydraattitankkauksen vastaanottaneet potilaat kokivat preoperatiivisesti merkitsevästi vähemmän ahdistuneisuutta ( $p=0.01$ ) ja janoa ( $p=0.005$ ). Koko tutkittavien ryhmää koskevia tutkimustuloksia ei voida kuitenkaan yleistää koskemaan ainoastaan selän leikkauksen läpikäyneitä potilaita. Hiilihydraattitankkaus ei vaikuttanut muuhun koettuun hyvinvointiin, insuliiniresistenssiin tai tulehdusmarkkereihin elimistössä.

Xu ym. (2019) havainnoi tutkimuksessaan multimodaalisen ravitsemushoidon vaikutusta lannerangan fuusioleikkauksesta palautumiseen. Preoperatiivisen hiilihydraattitankkauksen ohella tutkimuksessa tarkasteltuun ravitsemushoitoon kuului perioperatiivinen monipuolisten tai proteiinipitoisten täydennysravintovalmisteiden käyttö ja aikaistettu ravinnonotto postoperatiivisesti. Täydennysravintovalmisteiden koostumus on kuvattu taulukossa 6. Tutkimuksessa multimodaalilla ravitsemushoidolla saavutettiin hyöty sairaalassaoloajassa, haavadreenauksen tarpeessa ja ravitsemustilaa sekä elektrolyyttitasapainoa kuvaavissa mittareissa. Sairaalassaoloaika oli

interventioryhmässä merkitsevästi lyhyempi kontrolliryhmään verrattuna. Haavadreenauksen tarve oli merkitsevästi vähäisempi interventioryhmässä kontrolliryhmään verrattuna. Lisäksi kontrolliryhmään verrattuna interventioryhmän potilaat tarvitsivat merkitsevästi harvemmin albumiini-infuusiota (18,09 vs. 33,33 %,  $p=0.017$ ) ja infuusion kokonaismäärä oli merkitsevästi pienempi ( $p=0.009$ ). Albumiinipitoisuus oli interventioryhmässä merkitsevästi suurempi postoperatiivisena päivänä 1 ( $38,98\pm 3,03$  vs.  $37,68\pm 2,84$ ,  $p=0.003$ ) ja päivänä 3 ( $35,42\pm 3,33$  vs.  $33,81\pm 3,01$ ,  $p=0.001$ ). Lisäksi interventioryhmässä hypokalemian, hyponatremian ja hypokalsemian insidenssi oli merkitsevästi vähäisempi kontrolliryhmään verrattuna. Hemoglobiinissa ei ryhmien välillä havaittu eroa postoperatiivisena päivänä 1 ( $116,48\pm 11,44$  vs.  $114,40\pm 11,26$ ,  $p=0.212$ ), mutta postoperatiivisena päivänä 3 hemoglobiini oli merkitsevästi korkeampi interventioryhmän potilailla ( $101,57\pm 10,82$  vs.  $97,71\pm 11,65$ ,  $p=0.020$ ). Verensiirron määrä ei eronnut ryhmien välillä ( $p=0.278$ ). Komplikaatioissa ei havaittu eroa.

Feng ym. (2019) vertasi tutkimuksessaan lannerangan fuusioleikkauksen läpikäyneiden potilaiden palautumista ennen ERAS-protokollan käyttöönottoa ja ERAS-protokollan käyttöönoton jälkeen (Taulukko 8). Taulukossa 8 on kuvattu vain ERAS-protokollan ravitsemushoidollinen osuus. Ravitsemuksellisten toimenpiteiden osalta hoitohenkilökunnan komplianssi toimenpiteiden toteutukseen oli tutkimuksessa vähintään 98 %. Myös ERAS-protokolla johti interventioryhmässä kontrolliryhmään nähden vähäisempään dreenukseen leikkauksen jälkeisinä päivinä 1-3 millilitroina määritettynä (keskimäärin 86 vs. 160 ml,  $p=0.003$ ). Keskimääräinen sairaalassaoloaika ERAS-ryhmässä oli merkitsevästi kontrolliryhmää lyhyempi (5 vs. 7 pv,  $p=0.001$ ). Lisäksi perioperatiiviset kustannukset potilasta kohden laskivat ERAS protokollan käyttöönoton myötä merkitsevästi verrattuna kontrolliryhmän kustannuksiin (keskimäärin 70 417 vs. 71 426 juania (arviolta 9500 vs. 9600 euroa,  $p=0.012$ ). Komplikaatioiden tai 30-päivän readmissioiden määrässä ei ryhmien välillä ollut merkitsevää eroa. Intraoperatiivisista tekijöistä ERAS-ryhmän leikkausaika ( $p=0.04$ ) ja leikkauksen aikainen verenmenetys ( $p=0.02$ ) sekä intraoperatiivinen suonensisäinen nesteytys ( $p=0.03$ ) olivat merkitsevästi vähäisempiä kontrolliryhmään verrattuna.

Taulukko 6. Multimodaalisessa ravitsemushoidossa käytettyjen ravintojauheiden koostumus ja käyttö.

| <b>Ravintojauhe</b>             | <b>Koostumus</b>  | <b>Käyttö</b>                          |
|---------------------------------|---|--|
| Proteiinijauhe                  | Energia 300 kcal, proteiini 12 g, rasva 3 g, hiilihydraatti 56 g, natrium 558 mg, kalium 805 mg, kalsium 90 mg  | 1 pss 250 ml:n haaleaa keitettyä vettä |
| Hiilihydraattijauhe             | Energia 200 kcal, proteiini 0 g, rasva 0 g, hiilihydraatti 50 g, natrium 393 mg, kalium 523 mg, kalsium 0 mg    | 2 pss 200 ml:n haaleaa keitettyä vettä |
| Aterijauhe                      | Energia 315 kcal, proteiini 19 g, rasva 7 g, hiilihydraatti 43 g, natrium 216 mg, kalium 352 mg, kalsium 206 mg | 1 pss 250 ml:n haaleaa keitettyä vettä |
| Ravintojauhe nukkumaan mennessä | Energia 315 kcal, proteiini 19 g, rasva 7 g, hiilihydraatti 43 g, natrium 216 mg, kalium 352 mg, kalsium 206 mg | 1 pss 250 ml:n haaleaa keitettyä vettä |

Muokattu Cao ym. 2017.

Taulukko 7. Ravintolisien vaikutus selän leikkauksista palautumiseen.

| Viite, maa                        | Aineisto   | Menetelmät   | Interventio   | Tulokset  |
|-----------------------------------|--|--|---|---|
| <b>Lee ym. 2017<br/>Korea</b>     | n=123<br>40-60 v.<br>79 miestä, 44 naista<br>Posteriorinen yhden tason lannerangan fuusio  | <b>Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>12 kk<br>Alaselkäkipu VAS (pre-op, 1, 3, 6, 12 kk)<br>Kliininen tulos (ODI) (pre-op, 1, 3, 6, 12 kk)<br>Röntgenkuva, tomografia (12 kk)<br>Komplikaatiot   | 45 pv<br>C-vitamiinisupplementaatio (500-1000 mg) (POD 1-45) (n=62) vs. placebo (n=61)  | Ryhmien välinen ero:<br>Merkitsevästi parempi ODI tulos C-vitamiiniryhmässä 3 kk postoperatiivisesti (p=0.04), ei eroa muissa arvioinneissa<br><br>Ei eroa ryhmien välillä alaselkäkipussa, komplikaatioissa, fuusioasteessa  |
| <b>Skrobot ym. 2019<br/>Puola</b> | n=33<br>20-70 v.<br>Posteriorinen lannerangan fuusio   | <b>Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>14 vk (5 vk preop, 9 vk postop)<br>PST (vk 0, 5, 9, 14)<br>LOS ja RFT (vk 0, 5, 14)  | 5 vk preop<br>D-vitamiini 80 µg/pv 5 viikon ajan preop (n=15) vs. placebo (kasviöljy) (n=18)<br><br>5 vk kuntoutusohjelma (vk 9-14)   | Ryhmien välinen ero:<br>LOS (Δ vk 0, 14): merkitsevästi suurempi nousu D-vitamiiniryhmässä (p<0.05)<br><br>Ei eroa PST tai RFT kehityksessä (vk 0-5, vk 5-14)   |
| <b>Tran ym. 2013<br/>USA</b>      | n=38 (n=12 selän leikkauksille)<br>Mediaani 59 v.<br>Lannerangan, rintarangan tai ristiselän posteriorinen usean tason dekompressio ja fuusio (n=12) tai sepelvaltimon ohitusleikkaus (n=26) | <b>Yksöissokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>Perioperatiivinen<br><br>Insuliiniherkkyys, verensokeri, β-solufunktio<br>Verikoe (bl (ennen randomisointia), postop heti, 24, 48, 72 h) FFA, CRP, IL-6<br>Koettu hyvinvointi VAS (bl ja ennen operaatiota)<br>Intra- ja postoperatiiviset tapahtumat<br>Sairaalassaoloaika | Preoperatiivinen hiilihydraattitankkaus (n=19 ja 6) vs. paasto (n=19 ja 6)<br><br>Interventio: 800 ml isomolaarinen hiilihydraattisupplementti (12,5 g HH/100 ml) pre-op iltana (klo 21-23) ja 400 ml 2 h pre-op<br><br>Paasto: ruoka- ja juomakielto pre-op (klo 20) | Ryhmien välinen ero:<br>Koko interventoryhmässä lyhyempi sairaalassaoloaika (4,8±1,2 vs. 6,8±4,2 päivää, p=0.05, NS)<br><br>Koko interventoryhmässä vähäisempi preoperatiivinen jano ja ahdistuneisuus (p=0.001, p=0.005)<br><br>Fuusioleikkauspotilaille ei merkitsevää eroa häämääjassa: 3,0±1,6 vs. 4,4±3,3 h (p=0.40)<br><br>Fuusioleikkauspotilaille ei merkitsevää eroa intensiiviosastohoitoajassa: 3,0±7,4 vs. 10,7±19,2 h (p=0.38) |

bl, baseline; CRP, C-reaktiivinen proteiini; ERAS, Enhanced recovery after surgery; FFA, vapaat rasvahapot; HH, hiilihydraatti; IL-6, Interleukiini-6; LOS, Limits Of Stability test; MNM, Multimodal nutritional management, ODI, Oswestry Disability Index; POD, postoperative day; PST, Postural Stability Test; RCT, Randomised Controlled Trial; RFT, Risk of Fall Test; VAS, Visual Analogue Scale

Taulukko 7, jatkuu

| Viite, maa                   | Aineisto   | Menetelmät   | Interventio  | Tulokset   |
|------------------------------|--|--|--|--|
| <b>Xu ym. 2019<br/>Kiina</b> | n=187<br>58.8±7.3 v. MNM,<br>57.2±7.2 v. kontrolli<br>124 miestä, 63 naista<br>Lannerangan transfo-<br>raminaalinen tai<br>posteriorinen laminek-<br>tomia ja fuusio | <b>RCT-tutkimus</b><br>Perioperatiivinen<br><br>Verikoe (preop, POD 1 ja POD 3)<br>Albumiini-infuusio, elektrolyytti-<br>häiriöt, verensiirto<br>Sairaalassaoloaika<br>Komplikaatiot | MNM (n=94): 1. ravintojauhe nukku-<br>maan mennessä 1 pv pre-op, 2. prote-<br>iinijauhe 6 h ennen anestesiaa, 3. hiili-<br>hydraattijauhe 2 h ennen anestesiaa, 4.<br>ateriaravintojauhe + päivällinen post-<br>op, 5. ravintojauhe nukkumaan men-<br>nessä leikkauspäivänä, 6. paasto 8 h<br>pre-op, ravinnonotto 2-4 h leikkauksen<br>jälkeen vs. kontrolli (n=93): ei täyden-<br>nysravintovalmisteita, paasto 8 h pre-<br>op, ravinnonotto 6 h post-op | Ryhmien välinen ero:<br>MNM-ryhmässä vähäisempi haavan dreenaus (%<br>potilaista): 11,7 vs. 26,9 % (p=0.008)<br><br>MNM ryhmässä lyhyempi sairaalassaoloaika<br>9,03±2,33 vs. 11,54±3,18 (p<0.001)<br><br>MNM-ryhmässä albumiini-infuusiota tarvitsevien<br>potilaiden määrä vähäisempi (p=0.017), vähäi-<br>sempi infuusion kokonaismäärä (p=0.009) ja kor-<br>keampi albumiinitaso POD 1 ja 3 (p=0.003,<br>p=0.001)<br><br>MNM-ryhmässä hypokalemian, -natremian, -kal-<br>semian insidenssi vähäisempi (p-arvot: 0.006,<br>0.001, 0.026)<br><br>MNM-ryhmässä korkeampi Hb POD 3 (p=0.020) |

bl, baseline; CRP, C-reaktiivinen proteiini; ERAS, Enhanced recovery after surgery; FFA, vapaat rasvahapot; HH, hiilihydraatti; IL-6, Interleukiini-6; LOS, Limits Of Stability test; MNM, Multimodal nutritional management, ODI, Oswestry Disability Index; POD, postoperative day; PST, Postural Stability Test; RCT, Randomised Controlled Trial; RFT, Risk of Fall Test; VAS, Visual Analogue Scale

Taulukko 8. ERAS-ohjelman vaikutus selän leikkauksista palautumiseen.

| Viite, maa                 | Aineisto   | Menetelmät   | Interventio   | Tulokset   |
|----------------------------|--|--|---|--|
| <b>Feng ym. 2019 Kiina</b> | n=74<br>ka. 61 v. (ERAS) ja 59 v. (ei-ERAS)<br>25 miestä, 49 naista<br>Mikroskooppiavusteinen transforaminaalinen yhden tason lannerangan fuusio | <b>Historiallisesti kontrolloitu prospektiivinen implementaatiotutkimus</b><br>Perioperatiivinen<br>Sairaalassaoloaika<br>Kustannukset<br>30-pv readmissio/ reoperaatio<br>Komplikaatiot<br>Leikkausaika, verenmenetys, intraoperatiivinen i.v. neste, dreenaus (pv 1-3) | ERAS (n=44) vs. ei-ERAS (n=30)<br><br>ERAS: paasto 6 h pre-op nesteille, 8 h pre-op kiinteälle, lyhytketjuisia polypeptidejä sis. juomat ja kirkkaat nesteet 8 ja 2 h pre-op sallittu, kirkkaat nesteet sallittu POD 0, suun kautta ruokailu heti halutessa nukutuksesta toipumisen jälkeen<br><br>ei-ERAS: $\geq$ 10 h paasto pre-op, ei tarjottu kirkkaita nesteitä POD 0 | Ryhmien välinen ero:<br>ERAS-ryhmässä lyhyempi sairaalassaoloaika (keskiarvo): 5 vs. 7 pv (p=0.001)<br><br>ERAS-ryhmässä vähäisempi dreenuksen määrä (ml, POD 1-3) (p<0.05)<br><br>ERAS-ryhmässä vähäisemmät kustannukset (p=0.012)<br><br>Ei eroa komplikaatioissa, 30-pv readmissiossa tai reoperaatioissa |

ERAS, Enhanced Recovery After Surgery; POD, postoperative day; POD 0, leikkauspäivä



## 5.4 Lonkan tai polven tekonivelleikkaus

Tähän systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valikoituneista tutkimuksista 20 käsitteli lonkan- ja polven tekonivelleikkauksia. Kahdeksan tutkimusta käsitteli erilaisten ravintolisien vaikutusta. Myös perioperatiivista ravitsemushoitoa käsitteli kahdeksan tutkimusta. Neljä tutkimusta havainnoi ERAS-protokollan käyttöä.

### 5.4.1 Ravintolisien vaikutus lonkan tai polven tekonivelleikkauksesta palautumiseen

Ravintolisiä käsitteleviä tutkimuksia valikoitui tutkielmaan yhteensä kahdeksan (Taulukko 9). EAA- tai BCAA supplementaation vaikutusta leikkauksesta palautumiseen on tutkittu viidessä kokeellisessa, satunnaistetussa ja kontrolloidussa polven tai lonkan tekonivelleikkausta käsitellessä tutkimuksessa. Tulokset ovat samankaltaisia, vaikkakin tutkimuksissa käytetyt palautumisen mittarit eroavat toisistaan. Ueyama ym. (2020) tutkimuksessa päivittäinen perioperatiivinen 9 gramman EAA-lisän käyttö tuki pinta-alan ja halkaisijan avulla määritetyn suoran reisilihaksen lihasmassan säilymistä leikkauksen jälkeen ja päivittäisiin toimintoihin palaamista polven tekonivelleikkauksen jälkeen. Verrattuna kontrolliryhmään EAA-lisää käyttäneen ryhmän ultraäänikuvausella määritetty suoran reisilihaksen alueen atrofia oli vähäisempää kolme ja neljä viikkoa leikkauksen jälkeen (prosentuaalinen muutos lähtötilanteesta, 3 vko: 119 vs. 102 %,  $p=0.040$ ; 4 vko: 116 vs. 97 %,  $p=0.026$ ). EAA supplementaation havaittiin assosiaatioanalyysissä olevan itsenäinen tekijä suoran reisilihaksen säilymisessä polven tekonivelleikkauksen jälkeen (OR 3.96; 95 % CI, 1.17-13.4). Polven ojennusvoima ei kuitenkaan merkitsevästi eronnut ryhmien välillä leikkauksen jälkeen. Vähäisempään lihaskataboliaan EAA-ryhmässä voi myös viitata plaseboryhmään verrattuna merkitsevästi korkeampi albumiiniarvo (4.2 vs. 4.0 g/dl,  $p=0.009$ ) ja suhteellinen albumiiniarvon muutos (95 vs. 89 %,  $p=0.004$ ) 4 viikkoa leikkauksen jälkeen. Ueyama ym. (2020) havaitsi lisäksi EAA-ryhmässä vähäisempää polven kipua plaseboryhmään verrattuna. EAA-ryhmässä 4 viikon jälkeen VAS pisteet olivat merkitsevästi pienemmät (1,8 vs. 2,5 pistettä,  $p=0.038$ ) ja suhteellinen muutos VAS pisteissä lähtötilanteesta postoperatiiviseen viikkoon 4 oli merkitsevästi pienempi, ollen 39 vs. 56 % lähtötilanteen pisteistä ( $p=0.035$ ). Lisäksi tutkimuksessa EAA-supplementaatiota käyttäneiden potilaiden päivittäinen toiminnallinen kyky palautui

kontrolliryhmää aikaisemmin ( $p=0.005$ ). Päivittäisten toimintojen taso määritettiin neljällä tasolla: "itsenäinen kävely", "kävely kävelykepin kanssa", "kävely rollaattorin kanssa" tai "pyörätuoli". Kuuden metrin kävelyajassa ei havaittu eroja missään mittauksessa. Huomioitavaa on, että tutkittavat potilaat olivat sairaalassa koko neljän viikon ajan postoperatiivisesti ja ravitsemushoito ja fysioterapia toteutettiin samalla tavalla. Ravitsemusterapeutti laati ravitsemussuunnitelman potilaan yksilöllisen tilanteen mukaan. Erityisesti proteiinin määrä oli tarkoin määritetty.

Myös Dreyer ym. (2018) tutki EAA-supplementaation vaikutusta polven tekonivelleikkauksesta palautumiseen aikuispotilailla. Ueyama ym. (2020) tutkimukseen verrattuna pitkäkestoisempaa ja suurempaa pre- ja postoperatiivista 40 gramman päivittäistä EAA-lisää tutkinut Dreyer ym. (2018) havaitsi samankaltaisen hyödyn lihasmassan säilymisessä. Tutkimuksessa magneettikuvauksista määritetty nelipäisen reisilihaksen atrofia oli EAA-ryhmässä merkitsevästi vähäisempää kontrolliryhmään verrattuna intervention aikana niin operoidussa ( $-8,5\pm 2,5\%$  vs.  $-13,4\pm 1,9\%$ ,  $p=0.033$ ) kuin terveessä jalassa ( $1,5\pm 1,6\%$  vs.  $-7,2\pm 1,4\%$ ,  $p=0.014$ ) (Dreyer ym. 2018). Myös takareiden lihasmassan atrofian havaittiin EAA-ryhmässä olevan merkitsevästi vähäisempi, ollen operoidussa jalassa  $-7,4\pm 2,0\%$  vs.  $-12,2\pm 1,4\%$  ( $p=0.036$ ) ja terveessä jalassa  $-2,1\pm 1,3\%$  vs.  $-7,5\pm 1,5\%$  ( $p=0.005$ ). Etu- tai takareiden lihasvoimassa, toiminnallisessa pystyvyydessä tai potilaan raportoimissa kyselytuloksissa ei havaittu merkitseviä eroja 2 tai 6 viikkoa leikkauksen jälkeen verrattuna lähtöpisteeseen.

Dreyer ym. (2013) tutkimuksessa 3 viikon 40 g:n päivittäinen EAA-lisä perioperatiivisesti edesauttoi lihasmassan ja -voiman säilymistä ja toimintakyvyn palautumista polven tekonivelleikkauksen jälkeen. Ravinnonsaanti ei muilta osin merkitsevästi eronnut ryhmien välillä. EAA-supplementaatio vähensi merkitsevästi etureiden atrofiaa operoidussa jalassa 2 viikkoa ja edelleen 6 viikkoa leikkauksen jälkeen (muutos lähtötilanteesta  $-18,4\pm 2,3\%$  plaseboryhmässä vs.  $-6,2\pm 2,2\%$  EAA-ryhmässä,  $p=0.001$ ). Samanlainen trendi havaittiin operoimattoman jalan etureiden atrofiassa 2 ja 6 viikkoa leikkauksesta ( $-9,6\pm 1,8\%$  plaseboryhmässä vs.  $-2,9\pm 1,8\%$  EAA-ryhmässä,  $p=0.016$ ). Lisäksi yhdistetty takareiden ja lähentäjien lihasatrofia operoidussa ja operoimattomassa jalassa oli EAA-ryhmässä plaseboryhmään nähden vähäisempää 2 ja 6 viikkoa leikkauksen jälkeen, mutta

tilastollisesti merkitsevä ero havaittiin ainoastaan 6 viikon kohdalla (operoidussa jalassa plaseboryhmässä  $-18,2 \pm 1,8$  % ja EAA-ryhmässä  $-7,5 \pm 1,7$  % ( $p < 0.001$ ) ja operoimattomassa jalassa plaseboryhmässä  $-8,3 \pm 1,4$  % vs. EAA-ryhmässä  $-1,6 \pm 1,3$  % ( $p = 0.002$ )). Voiman muutoksissa merkitsevä ero EAA- ja plaseboryhmän välillä havaittiin isometrisen ojennusvoiman kehityksessä. Operoidun jalan isometrinen ojennusvoima kasvoi EAA supplementaation vastaanottaneessa ryhmässä kuusi viikkoa leikkauksen jälkeen lähtötilanteeseen verrattuna ( $45^\circ$ :  $+6,5 \pm 6,9$  %,  $60^\circ$ :  $+4,5 \pm 9,4$  %), kun vastaava muutos plaseboryhmässä oli negatiivinen ( $45^\circ$ :  $-15,5 \pm 6,6$  %,  $60^\circ$ :  $-25,9 \pm 9,8$  %;  $p = 0.036$ ). Operoimattoman jalan etureiden voima ei muuttunut tutkimuksen aikana. Operoidun tai operoimattoman jalan koukistusvoiman kehitys ei merkitsevästi eronnut ryhmien välillä mittauksissa. Toimintakyvyn parempaan säilymiseen EAA-ryhmässä viittaavat paremmat tulokset niin TUG-testissä kuin portaiden lasku ja nousuajassa 6 viikkoa leikkauksen jälkeen. TUG-testin aika kehittyi tutkimuksen aikana EAA-ryhmässä  $-4,0 \pm 9,5$  %, kun taas plaseboryhmässä  $31,9 \pm 10,2$  % ( $p = 0.019$ ). Samanlainen trendi havaittiin portaiden nousuajassa (muutos lähtötilanteesta  $51,9 \pm 15,9$  % plaseboryhmässä vs.  $-7,3 \pm 15,3$  % EAA-ryhmässä,  $p = 0.015$ ) ja laskeutumisajassa ( $53,9 \pm 13,5$  % plaseboryhmässä vs.  $0,05 \pm 13,5$  % EAA-ryhmässä,  $p = 0.01$ ). 6-minuutin kävelymatka ei eronnut ryhmien välillä merkitsevästi leikkauksen jälkeisissä mittauksissa. Usean muuttujan regressioanalyysissä koskien ainoastaan operoitua jalkaa selvisi, että suurempi proteiiniinsaanti ja toimintakyky olivat yhteydessä vähäisempään operoidun jalan lihasatrofiaan. Toisaalta taas havaittiin, että proteiiniensaannin kasvu ja TUG-testin tuloksen ja näin ollen toimintakyvyn paraneminen johtuivat suurelta osin EAA-supplementaation käytöstä ( $p = 0.025$  ja  $p = 0.01$  EAA-ryhmässä,  $p > 0.05$  plaseboryhmässä). Operoimattomassa jalassa vastaavaa EAA-supplementaation vaikutusta ei havaittu.

Lonkan tekoniivelleikkauspotilaita tutkinut Baldissaro ym. (2016) havaitsi postoperatiivisella EAA-supplementaation käytöllä lieviä hyötyjä leikkauksesta palautumiseen kuntoutuksen yhteydessä. Poiketen edellä kuvatuista tutkimuksista EAA-lisän käyttö aloitettiin keskimäärin vasta  $17 \pm 1,12$  päivää leikkauksen jälkeen, potilaan siirtyessä kuntoutuslaitokseen. Kuntoutus ei eronnut tutkimusryhmien välillä ja kesti maksimissaan 20 päivää. Lähtötilanteessa ryhmien välinen ero oli merkitsevä koskien leikkauksesta kuluneita päiviä (plaseboryhmässä  $16,0 \pm 1,1$  ja EAA-ryhmässä  $17,9 \pm 1,2$ ,  $p < 0.05$ ). Koko tutkimusryhmässä HHS-kyselyllä arvioitu lonkan toimintakyky parani kokonaisuudessaan kuntoutuksen aikana, mutta EAA-ryhmässä havaittiin suurempi parannus

lähtötilanteesta kotiutumiseen plaseboryhmään verrattuna (HHS:  $41,8 \pm 1,15$  pisteestä  $76,37 \pm 6,6$  pisteeseen vs.  $39,78 \pm 4,89$  pisteestä  $70,0 \pm 7,10$  pisteeseen,  $p < 0.006$ ). Osa-alueittain tarkasteltuna HHS-kyselyn pisteissä merkitsevä ero ryhmien välillä havaittiin kuitenkin ainoastaan kivun vähenemisessä, joka EAA ryhmässä oli merkitsevästi suurempi ( $20 \pm 0$  pisteestä  $39,2 \pm 5,59$  pisteeseen vs.  $20 \pm 0$  pisteestä  $39,2 \pm 5,59$  pisteeseen,  $p = 0.01$ ).

Myös supplementaatio ainoastaan haaraketjuisilla aminohapoilla (BCAA) voi edistää tekonivelleikkauksesta palautumista postoperatiivisen kuntoutuksen yhteydessä. Ikeda ym. (2019) lonkan tekonivelleikkauspotilailla toteutetussa tutkimuksessa 3,4 gramman päivittäinen harjoittelun jälkeinen BCAA-lisä edisti operoidun jalan polven ojennusvoiman paranemista intervention aikana verrattuna plaseboryhmään (prosentuaalinen parannus BCAA-ryhmässä  $147,7 \pm 53,5$  % vs. plaseboryhmässä  $114,4 \pm 18,3$  %,  $p = 0.040$ ). Lonkan loitonnuvoiman kehitys leikatussa tai terveessä jalassa tai terveen jalan polven ojennusvoiman kehitys eivät merkitsevästi eronneet ryhmien välillä. Kummassakin ryhmässä havaittiin lisäksi merkitsevä vähenemä olkavarren poikkileikkauspinta-alassa. Havaittu vähenemä oli BCAA-ryhmässä merkitsevästi pienempi (BCAA:  $48,4 \pm 11,6$  cm<sup>2</sup> ja  $47,0 \pm 11,6$  cm<sup>2</sup>, placebo:  $61,3 \pm 19,9$  cm<sup>2</sup> ja  $58,5 \pm 12,8$  cm<sup>2</sup> ( $p = 0.012$ )), mikä voi viitata BCAA-lisän lihassmassan säilymistä tukevaan vaikutukseen. Lonkan loitonnuvoimassa, puristusvoimassa tai FIM-pisteissä ei havaittu eroa ryhmien välillä. Huomioon on otettava, että BMI erosi ryhmien välillä lähtötilanteessa merkitsevästi (BCAA  $21,9 \pm 4,0$  kg/m<sup>2</sup> ja kontrolliryhmä  $25,5 \pm 3,7$  kg/m<sup>2</sup>,  $p < 0.05$ ). Tutkimus eroaa muista myös siinä, että se on toteutettu ainoastaan naisilla. Interventio on Baldissaro ym. (2016) tutkimuksen kaltaisesti aloitettu vasta aktiivisen kuntoutuksen alkaessa kuntoutuslaitoksessa, BCAA-ryhmässä keskimäärin  $23,3 \pm 4,3$  päivää ja plaseboryhmässä keskimäärin  $20,4 \pm 4,6$  päivää leikkauksen jälkeen.

Scardino ym. (2019) havainnoi Sideral Forte® -rautalisän preoperatiivisen käytön vaikutusta palautumiseen raudanpuutteesta kärsivillä lonkan tekonivelleikkauspotilailla. Rautalisää käyttäneitä verrattiin vastaavaan raudanpuutteesta kärsivään ryhmään sekä ryhmään, jossa ei esiintynyt raudanpuutetta. Sideral Forte -rautalisää käyttäneillä potilailla postoperatiivinen hemoglobiiniarvon lasku oli vähäisempi, sairaalassaoloaika lyhyempi ja vaadittujen verensiirtojen määrä vähäisempi verrattuna vastaavaan ryhmään, joka ei käyttänyt lisää. Rautalisää käyttäneen ja

raudanpuutteesta kärsimättömän ryhmän potilaat kotiutuivat aiemmin, keskimäärin 4 päivää leikkauksen jälkeen, kun raudanpuutteesta kärsivän kontrolliryhmän potilaat kotiutuivat keskimäärin 6,5 päivää leikkauksen jälkeen. Lisäksi biokemiallisia mittareita tarkasteltaessa hemoglobiini laski akuutisti leikkauksen jälkeen kaikissa ryhmissä. Postoperatiivinen hemoglobiiniarvo säilyi kuitenkin rautalisää käyttäneiden ryhmässä merkitsevästi korkeampana akuutisti leikkauksen jälkeen verrattuna raudanpuutteesta kärsivään kontrolliryhmään ( $97 \pm 12,4$  g/l vs.  $84 \pm 8,2$  g/l,  $p < 0.001$ ). Lisäksi verrattuna kumpaankin kontrolliryhmään, rautalisää käyttäneillä potilailla hemoglobiiniarvo palasi lähes preoperatiiviselle lähtötasolle 30 päivää leikkauksen jälkeen ( $133 \pm 15,4$  g/l 30 pv ja  $134$  g/l lähtötilanteessa), kun kontrolliryhmissä se oli edelleen lähtötasoa alhaisempi ( $102 \pm 11,9$  g/l 30 pv ja  $135$  g/l lähtötilanteessa raudanpuutteesta kärsivillä,  $134 \pm 2$  30 pv vs.  $148 \pm 28$  g/l lähtötilanteessa ryhmässä, jossa ei raudanpuutetta). Punasolusiirtojen vaadittu määrä oli rautalisän saaneilla ja raudanpuutteesta kärsimättömillä 0 yksikköä ja raudanpuutteesta kärsivällä kontrolliryhmällä 7 yksikköä. Kaikkia kolmea tutkimusryhmää verranneessa sairaalassaoloajan, punasolusiirtojen määrän ja rautalisän tuomat kustannukset huomioon ottaneessa kustannusanalysissä havaittiin, että rautalisää käyttäneen ryhmän ja raudanpuutteesta kärsimättömän ryhmän kustannukset verrattuna raudanpuutteesta kärsivän kontrolliryhmän kustannuksiin olivat merkitsevästi alhaisemmat. Raudanpuutteesta kärsivän kontrolliryhmän kustannuksia nosti pidempi sairaalassaoloaika ja punasolusiirtojen tarve. Säästö kustannuksissa rautalisää käyttäneessä ryhmässä verrattuna raudanpuutteesta kärsivien kontrolliryhmään oli sadalle potilaalle jaettuna 1763,25 e potilasta kohden.

Nishizaki ym. (2015) tutki perioperatiivisesti HMB:ta, arginiinia ja glutamiinia sisältävän ravintolisän vaikutusta palautumiseen nivelrikon vuoksi polven tekonivelleikkaukseen hyväksytyillä potilailla. Potilaat osallistuivat lisäksi postoperatiiviseen kuntoutukseen. Ravintolisän käytöllä oli vaikutus akuuttiin polven ojennusvoiman vähenemään. Ravintolisää käyttäneessä ryhmässä operoidun jalan ojennusvoimassa ei havaittu merkitsevää vähenemää missään mittapisteessä. Kontrolliryhmässä ojennusvoiman vähenemä oli merkitsevä lähtötilanteen ja postoperatiivisen päivän 14 välillä. Ryhmien välinen ero ei kuitenkaan ollut merkitsevä. Operoimattoman jalan ojennusvoima säilyi kummassakin ryhmässä samana leikkauksen jälkeen. Tietokonetomografialla määritetty suoran reisilihaksen poikkileikkauspinta-ala muuttui ravintolisää käyttäneessä

ryhmässä operoidussa jalassa lähtötilanteen ja postoperatiivisen päivän 42 välillä  $10 \pm 20,5$  % ja kontrolliryhmässä  $-4,3 \pm 26,2$  % ja operoimattomassa jalassa  $9,1 \pm 16,6$  % ja kontrolliryhmässä  $-3,6 \pm 33,8$  %. Vaikka interventioryhmässä havaittiin nouseva trendi, ei ero ryhmien välillä ollut merkitsevä ( $p=0.15$ ). Tutkimuksen rajoitteena on pieni otoskoko ( $n=23$ ), joka voi hankaloittaa merkitsevien tulosten havaitsemista.

Roy ym. (2005) tutkimuksessa kreatiinimonohydraattisupplementaatiolla ei havaittu vaikutusta polven tekonivelleikkauksesta palautumiseen. Nilkan dorsifleksion ja polven ojennuksen voimassa havaittiin kummassakin tutkimusryhmässä samankaltainen, merkitsevä vähenemä lähtötilanteen ja 30 pv mittauksen välillä ( $p<0.01$ ), ilman eroa ryhmien välillä. Lisäksi kummassakin ryhmässä havaittiin 30 päivän aikana 30 jalan kävelyajan ja 4 portaan nousujan merkitsevä pitenemä ilman ryhmien välistä eroa. Eroja ryhmien välillä ei havaittu myöskään keskimääräisessä lihassyyn pinta-alassa tai lihassytyyppien jakautumisessa.

Kokonaisuudessaan ravintolisistä hyödyllisiksi polven tai lonkan tekonivelleikkauksesta palautumiselle ovat tutkimuksissa osoittautuneet EAA- tai BCAA-lisä ja rautalisä raudanpuutteesta kärsivillä potilailla. Myös HMB:ta, arginiinia ja glutamiinia sisältävällä ravintolisällä saavutettiin marginaalinen hyöty akuutille leikkauksen jälkeiselle palautumiselle.

Taulukko 9. Ravintolisien vaikutus lonkan tai polven tekonivelleikkauksesta palautumiseen.

| Viite, maa                            | Aineisto   | Menetelmät   | Interventio   | Tulokset  |
|---------------------------------------|--|--|---|---|
| <b>Baldissaro ym.<br/>2016 Italia</b> | n=60<br>66.58 ± 8.37 v.<br>24 miestä, 36 naista<br>Lonkan tekonivelleikkaus, lateraalinen              | <b>Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus, rinnakkaisryhmäasetelma</b><br>ka. 17 pv (kuntoutusaika)<br>Antropometriset mittaukset (pv 2)<br>Biokemialliset mittaukset (pv 2, kotiutuessa)<br>HHS (pv 2, kotiutuessa)<br>3pv RPK (pv 1–3)  | 14 pv<br>EAA, 2 x 4 g/pv (n=30) vs. placebo (maltodekstriini) (n=30)<br><br>EAA/ 1 annos: 1,25 g leusiini; 0,65 g lysiini; 0,625 g isoleusiini; 0,625 g valiini; 0,35 g treoniini; 0,1 g fenyylialaniini; 0,05 g metioniini; 0,02 g tryptofaani; 0,15 g kysteiini; 0,03 g tyrosiini; 0,15 g histidiini<br><br>Kuntoutus | EAA-ryhmässä parempi toimintakyvyn kehitys (HHS) Δ pv 2, kotiutus (p<0.006)<br><br>EAA-ryhmässä parempi kehitys koetussa kivussa (HHS) Δ pv 2, kotiutus (p=0.01)  |
| <b>Dreyer ym.<br/>2018 USA</b>        | n=39<br>53–76 v.<br>36 % miehiä, 64 % naisia<br>Polven tekonivelleikkaus, unilateraalinen, primaarinen | <b>Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus, rinnakkaisryhmäasetelma</b><br>7 vk (1 vk preop, 6 vk postop)<br><br>Biokemialliset mittaukset (pv 0, 2; vk 2, 6)<br>MRI (bl, vk 7)<br>Toimintakyky (bl, vk 3, 7)<br>Käden puristusvoima (vk 3, 7)<br>Maksimivoimamittaus (vk 7)<br>KOOS, Veterans RAND 12-Item Health Survey, PHQ-9 (bl, vk 7)<br>Fyysinen aktiivisuus (vk 0–3, vk 5–6)<br>3-pv RPK (preop, POD 1, 2, vk 2, 3, 6) | 7 vk (1 vk preop, 6 vk postop)<br>EAA, 2x 20 g/pv (n=19) vs. placebo (n=20)<br><br>Fysioterapia sairaalassaoloaikana<br><br>EAA: Histidiini 2,2 g, isoleusiini 2,0 g, leusiini 3,6 g, lysiini 3,2 g, metioniini 0,6 g, fenyylialaniini 3,2 g, treoniini 2,8 g, valiini 2,4 g<br>Placebo: Alaniini 20 g                  | EAA-ryhmässä vähäisempi operoidun ja ei-operoidun jalan etureiden ja takareiden lihasatrofia (Δ vk 0,6) (p<0.05)<br><br>Ei merkitsevää eroa toimintakyvyssä, etu- tai takareiden lihasvoimassa, puristusvoimassa tai kyselytuloksissa |

Arg, arginiini; ADL, Activities of daily living; BCAA, Branched Chain Amino Acids; EAA, Essential Amino Acid; FIM, Functional Independence Measure; Gln, glutamiini; HHS, Harris Hip Score; HMB, hydroksimetyyllibutyraatti; KOOS, Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; MRI, Magnetic resonance imaging (magneettikuvaus); PHQ-9, Patient Health Questionnaire-9; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); RCT, Randomized Controlled Trial; RPK, ruokapäiväkirja; VAS, Visual Analogue Scale

Taulukko 9, jatkuu

| Viite, maa                      | Aineisto   | Menetelmät   | Interventio  | Tulokset   |
|---------------------------------|--|--|--|--|
| <b>Dreyer ym. 2013 USA</b>      | n=28<br>60-80 v.<br>9 miestä, 19 naista<br>Polven tekonivelleikkaus, primaarinen | <b>Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus, rinnakkaisryhmäasetelma</b><br>7 vk (1 vk preop, 6 vk postop)<br><br>Antropometriset mittaukset (bl)<br>MRI (bl, vk 2, 6 postop)<br>Isometrinen lihasvoimamittaus (bl, vk 2, 6 postop)<br>Toimintakyky (bl, vk 2, 6 postop)<br>Kipu (vk 1, 2, 3: 2 x pv)<br>3 pv RPK (BL, vk 2, 6)<br>Askelmittaus (preop, postop) | 1 vk pre-op + 2 vk post-op<br>EAA 2x 20 g/pv (n=16) vs. placebo (n=12)<br><br>Fysioterapia<br><br>EAA: histidiini 2,2 g (11 %), isoleusiini 2,0 g (10 %), leusiini 3,6 g (18 %), lysiini 3,2 g (16 %), metioniini 0,6 g (3 %), fenyylialaniini 3,2 g (16 %), treoniini 2,8 g (14 %) ja valiini 2,4 g (12 %)<br><br>Placebo: 20 g alaniinia | EAA-ryhmässä (vrt. plaseboryhmään):<br><br>Vähäisempi etureiden atrofia 2 ja 6 viikkoa leikkauksen jälkeen operoidussa ja operoimattomassa jalassa (p<0.05)<br><br>Vähäisempi takareiden ja lähentäjien atrofia 6 viikkoa leikkauksen jälkeen operoidussa ja operoimattomassa jalassa (p<0.05)<br><br>Parempi operoidun jalan ojennusvoiman kehitys 6 viikkoa leikkauksesta (p<0.05)<br><br>Parempi toimintakyvyn säilyminen ja kehitys 6 viikkoa leikkauksesta (TUG ja portaiden nousu- ja laskuaika, p<0.05) |
| <b>Ikeda ym. 2019 Australia</b> | n=31<br>≥ 70 v.<br>Naisia<br>Lonkan tekonivelleikkaus                            | <b>Yksöissokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>1 kk<br><br>Ennen ja jälkeen intervention:<br>Isometrinen lihasvoimamittaus<br>Puristusvoima<br>Olkavarren ympärys<br>FIM   | 1 kk<br>BCAA, 3,4 g/pv harjoituksen jälkeen (n=18) vs. placebo (täikkelys 1,2 g/pv) (n=13)<br><br>BCAA: 1,2 g leusiini, isoleusiini ja valiini ja 1.8 g lysiini<br><br>Kuntoutus 1 harjoituskerta/ pv  | BCAA-ryhmässä operoidun puolen polven ojennusvoiman parempi kehitys (p=0.04)<br><br>BCAA-ryhmässä operoimattoman jalan polven ojentajavoiman parempi kehitys (p=0.028)<br><br>BCAA-ryhmässä olkavarren ympäryksen lievempi vähenemä (p=0.012)  |

Arg, arginiini; ADL, Activities of daily living; BCAA, Branched Chain Amino Acids; EAA, Essential Amino Acid; FIM, Functional Independence Measure; Gln, glutamiini; HHS, Harris Hip Score; HMB, hydroksimetyylilybutyraatti; KOOS, Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; MRI, Magnetic resonance imaging (magneettikuvaus); PHQ-9, Patient Health Questionnaire-9; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); RCT, Randomized Controlled Trial; RPK, ruokapäiväkirja; VAS, Visual Analogue Scale



Taulukko 9, jatkuu

| Viite, maa                       | Aineisto   | Menetelmät   | Interventio  | Tulokset  |
|----------------------------------|--|--|--|---|
| <b>Nishizaki ym. 2015 Japani</b> | n=23<br>65-80 v.<br>11 miestä, 12 naista<br>Polven tekonivelleikkaus nivelrikon vuoksi                             | <b>RCT-tutkimus</b><br>49 pv (7 pv preop, 42 pv postop)<br>Isometrinen polven ojennusvoima (pre-op pv 7 ja POD 14, 28, 42)<br>Suoran reisilihaksen pinta-ala (CT kuva) (bl, POD 42)<br>Sairaalassaoloaika<br>Fyysinen aktiivisuus, energiantarve (mittari preop 5 pv, POD 2-42)<br>Ravinnonsaanti (POD 1-3)  | 5 pv preop, 28 pv postop<br>HMB/Arg/Gln supplementaatio 2 krt/ pv, 5 pv pre-op ja 28 pv post-op (n=13) vs. kontrolli (n=10)<br><br>HMB/Arg/Gln: $\beta$ -hydroksi- $\beta$ -metyylibutyraatti (2400 mg), L-arginiini (14 000 mg), and L-glutamiini (14 000 mg) (158 kcal, 0 g proteiinia)<br>Kontrolli: appelsiinimehu (226 kcal, 128 mg prot.)<br><br>Kuntoutus 5 x vko | Ei merkitsevää eroa ryhmien välillä lihasvoimassa, suoran reisilihaksen pinta-alan muutoksessa, energiantarpeessa, ravinnonsaannissa tai sairaalassaoloajassa |
| <b>Roy ym. 2005 Kanada</b>       | n=37<br>Ka. 63,3 (plasebo) ja 63,7 v. (kreatiini)<br>17 M, 20 N<br>Primaarinen sementoitu polven tekonivelleikkaus | <b>Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>40 pv<br>Verikoe, virtsakoe (7 pv preop, 30 pv postop)<br>Lihaskudosnäyte (intraoperatiivisesti, 30 pv postop)<br>Antropometriset mittaukset, kehonkoostumus, isometrinen polven ojennusvoima ja nilkan koukistusvoima, käden puristusvoima, 30 jalan kävelyaika, 4 portaan nousuaika (pre-op pv 7, post-op pv 30) | 40 pv<br>Kreatiini 10 g/pv 10 pv pre-op, 5 g/pv 30 pv post-op (n=18) vs. plasebo (n=19)<br><br>Kreatiinivalmiste: 5 g kreatiinimonihydraattia, 4 g dekstroosia, maku<br>Placebo: 7 g dekstroosia, makuaine   | Ei merkitseviä eroja ryhmien välillä voimamittauksissa tai toiminnallista kykyä arvioivissa kokeissa  |

Arg, arginiini; ADL, Activities of daily living; BCAA, Branched Chain Amino Acids; EAA, Essential Amino Acid; FIM, Functional Independence Measure; Gln, glutamiini; HHS, Harris Hip Score; HMB, hydroksimetyylibutyraatti; Ka., keskiarvo; KOOS, Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; MRI, Magnetic resonance imaging (magneettikuvaus); PHQ-9, Patient Health Questionnaire-9; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); RCT, Randomized Controlled Trial; RPK, ruokapäiväkirja; VAS, Visual Analogue Scale

Taulukko 9, jatkuu

| Viite, maa                           | Aineisto   | Menetelmät  | Interventio   | Tulokset  |
|--------------------------------------|--|---|---|---|
| <b>Scardino ym. 2019 Saksa</b>       | n=300<br>68,5±6,6 v.<br>135 miestä, 165 naista<br>Lonkan tekonivelleikkaus<br><br>Raudanpuute: ferriitiini <100 µg/l ja hemoglobiini 130-140 g/l miehille ja yli 120-135 g/l naisille tai ferritiini > 100 µg/l, mutta CRP > 3 mg/l ja tranferriniinisaatuaatio < 20 % | <b>Retrospektiivinen havainnoiva kohorttitutkimus</b><br>3-4 vk interventio<br>Hemoglobiini (28-35 pv preop, POD 1, kotiutuessa, POD 30)<br>Sairaalassaoloaika<br>Kustannukset<br>Punasolusiirtojen määrä | Raudanpuute ja Sucrosomial® -rautalisä 30 mg/pv, 3-4 vk pre-op (n=100) (+iron) vs. raudanpuute, ei lisää (n=100) (-iron) vs. ei raudanpuutetta, ei lisää (n=100) (X)  | Rautalisää käyttäneillä vähäisempi akuutti postoperatiivinen hemoglobiinin lasku (vrt. -iron) (p<0.001)<br><br>Rautalisää käyttäneillä hemoglobiiniarvon palautuminen parempaa POD 30 verrattuna kontrolliryhmiin<br><br>Rautalisää saaneilla lyhyempi sairaalassaoloaika verrattuna raudanpuutteesta kärsiviin, joilla ei lisää (4 vs. 6.5 pv)<br><br>Rautalisän saaneilla vähäisemmät kustannukset verrattuna raudanpuutteesta kärsiviin, joilla ei lisää (säästö -1763.25 €/potilas) |
| <b>Ueyama ym. 2020 Iso-Britannia</b> | n=60<br>58-87 v.<br>10 miestä, 50 naista<br>Unilateraalinen polven tekonivelleikkaus primäärin nivelrikon vuoksi   | Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus, rinnakkaisryhmäasetelma<br>2 kk<br>Ultraääni, S-Alb, kipu (VAS), toimintakyky, ADL (1 kk pre-op, 1, 2, 3, 4 vk post-op)<br>Röntgenkuvaus (1 kk pre-op, 2 vk post-op)     | 21 pv<br>EAA 3x3 g/pv, 1 vk pre-op, 2 vk post-op (n=30) vs. placebo (laktoosijauhe 9 g/pv) (n=30)<br><br>Ravitsemussuunnitelma ja fysioterapia<br><br>EAA-supplementti/ 3 g: isoleusiini (603 mg, 6,7 %), leusiini (684 mg, 7,6 %), lysiini (756 mg, 8,4 %), metioniini (603 mg, 6,7 %), fenyylialaniini (405 mg, 4,5 %), threoniini (405 mg, 4,5 %), tryptofaani (207 mg, 2,3 %), valiini (603 mg, 6,7 %), arginiini (630 mg, 7 %), histidiini (315 mg, 3,5 %) ja tärkkelys (1,089 mg, 12,1 %) | Interventioryhmässä suoran reisilihaksen vähäisempi atrofia (Δ vk 0, 3 ja 0,4)<br><br>EAA-supplementaatio itsenäinen tekijä suoran reisilihaksen säilymisessä OR 3.96 (95 % CI: 1.17-13.4) (p=0.027)<br><br>EAA-ryhmässä korkeampi seerumin albumiini ja vähäisempi albumiiniarvon alenema 4 vko postop (p=0.009, p=0.004)<br><br>EAA-ryhmässä vähäisempi kipu 4 vko postop (p=0.038)<br><br>Päivittäisiin toimintoihin palaaminen nopeampaa EAA-ryhmässä (p=0.005)                     |

Arg, arginiini; ADL, Activities of daily living; BCAA, Branched Chain Amino Acids; EAA, Essential Amino Acid; FIM, Functional Independence Measure; Gln, glutamiini; HHS, Harris Hip Score; HMB, hydroksimetyylibutyraatti; KOOS, Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; MRI, Magnetic resonance imaging (magneettikuvaus); PHQ-9, Patient Health Questionnaire-9; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); RCT, Randomized Controlled Trial; RPK, ruokapäiväkirja; S-Alb, Seerumin albumiini; VAS, Visual Analogue Scale

#### 5.4.2 Perioperatiivisen ravitsemushoidon vaikutus polven tai lonkan tekonivelleikkauksesta palautumiseen

Optimaalista perioperatiivista sairaalassa toteutettua ravitsemushoitoa lonkan tai polven tekonivelleikkauksen yhteydessä on havainnointu kuudessa tähän katsaukseen sisällytetyssä tutkimuksessa (Taulukko 10). Kim ym. (2020) pyrki selvittämään tutkimuksessaan optimaalista postoperatiivisen ravinnonoton aloitusaikaa. Ravinnonotto aloitettiin vedellä 4 tuntia (aikainen postoperatiivinen ravinto) tai vähintään 8 tuntia (myöhäinen postoperatiivinen ravinnonotto) leikkauksen jälkeen ja normaalilla tai pehmeällä ruokavaliolla postoperatiivisesta päivästä 0 lähtien. Ryhmien välillä ei havaittu merkitsevää eroa päätemuuttujissa. Perinteinen kahdeksan tunnin paasto postoperatiivisesti ortopedisten toimenpiteiden jälkeen ei tämän tutkimuksen perusteella ole siis perusteltu, vaan aikaista postoperatiivista ravinnonottoa voidaan pitää turvallisena vaihtoehtona. Toisaalta aikaisella ravinnonotolla ei havaittu myöskään hyötyä verrattuna perinteiseen protokollaan.

Karmali ym. (2015) tutkimuksessa hypoteesina taas oli, että purukumin syöminen postoperatiivisesti vähentää lonkan tai polven tekonivelleikkauksen jälkeistä sairastavuutta ja maha-suolikanavan toiminnan häiriöitä säilyttämällä efferentin vagushermon aktiivisuutta. Ensimmäinen purukumi tarjottiin potilaille heräämössä heti, kun he kykenivät pureskelemaan leikkauksen jälkeen. Purukumin syöntiä jatkettiin normaaliin ruokailuun palatessa koko sairaalassaoloajan. Leikkauksen jälkeinen sairastavuus määritettiin POMS-kyselyn kriteerein, jotka on kuvattu taulukossa 2. Sekundaarisesti tutkimuksessa tarkasteltiin yksittäisenä POMS kyselyssä määritettyä PGID:ta (*postoperative gastrointestinal dysfunction*, postoperatiivinen maha-suolikanavan toimintahäiriö). Lisäksi tutkittiin aikaa sairastavuuden loppumiseen leikkauksen jälkeen, joka määritettiin ensimmäisenä päivänä, jolloin POMS kriteerein määritettyä sairastavuutta ei ilmennyt. Kokonaissairastavuudessa ei ryhmien välillä havaittu eroa postoperatiivisena päivänä viisi. Purukumin syöminen oli kuitenkin yhteydessä nopeampaan sairastavuuden loppumiseen ja purukumia syöneillä potilailla esiintyi postoperatiivisena päivänä 5 vähemmän ruoansulatuskanavan toiminnan häiriöitä verrattuna kontrolliryhmään (2/28 potilasta vs. 8/30 potilasta). Purukumin syöminen vähensi PGID riskiä 20 % (ARR: 20 %, 95 % CI: 1-38, p=0.049). Lisäksi purukumia syöneiden potilaiden

sairaalassaoloaika oli lyhyempi kontrolliryhmään verrattuna. Ruoansulatuskanavan toiminnan häiriöt (POD 5) olivat myös yhteydessä pidempään sairaalassaoloaikaan (hazard ratio: 2.14 (95 % CI:1.30–3.51);  $p=0.003$ ). Lisäksi parasympaattinen aktiivisuus ja efferentin vagushermon aktiivisuus olivat kuitenkin merkitsevästi suurempia purukumia syöneillä potilailla kontrolliryhmään verrattuna postoperatiivisena päivänä 3 ( $p<0.05$ ). Purukumin syöminen postoperatiivisesti ei siis vähentänyt kokonaissairastavuutta tekonivelleikkauksen jälkeen viidentenä leikkauksen jälkeisenä päivänä. Toisaalta purukumin syöminen oli yhteydessä sairastavuuden lyhyempään keston, vähäisempään PGID:n esiintymiseen ja lyhyempään sairaalassaoloaikaan.

Hiilihydraattitankkausta on tutkittu kolmessa katsaukseen sisällytetyssä tutkimuksessa ilman muuta optimoitua protokollaa (Blum ym. 2019, Harsten ym. 2012, Ljunggren ja Hahn 2012). Tutkimusten tuloksissa on ristiriitaisuutta. Blum ym. 2019 vertasi hiilihydraattitankkauksen toteuttaneita ja normaalin protokollan mukaan paastonneita lonkan tai polven tekonivelleikkauspotilaita. Potilaat toteuttivat leikkausta edeltävän hiilihydraattitankkauksen itsenäisesti suullisten ja kirjallisten ohjeiden perusteella. Tutkimuksessa hiilihydraattitankkauksen vastaanottaneen ryhmän keskimääräinen sairaalassaoloaika oli kontrolliryhmään nähden merkitsevästi lyhyempi, ollen 1,9 pv hiilihydraattitankkausryhmässä vs. 2,6 pv kontrolliryhmässä, ( $p<0.0001$ ). Lisäksi, vaikka ero ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä, havaittiin tutkimuksessa hiilihydraattitankkauksen vastaanottaneessa ryhmässä trendi vähäisempään pahoinvointiin (4 vs. 12 %,  $p=0.2687$ ) ja vähäisempään keskimääräiseen pahoinvointilääkkeiden käyttöön kontrolliryhmään verrattuna (0,26 vs. 0,42 annosta/ potilas,  $p=0.7815$ ).

Ljunggren ja Hahn (2012) vertasi kolmen ryhmän rinnakkaisasetelmassa toteutetussa tutkimuksessaan hiilihydraattitankkauksen, vesitankkauksen ja paaston vaikutusta lonkan tekonivelleikkauksesta palautumiseen. Keskimääräinen sairaalassaoloaika oli hiilihydraattitankkausryhmässä 1 päivän vähäisempi vesitankkaus- tai paastoryhmään verrattuna (5 vs. 6 vs. 6 pv,  $p=0.36$ ), mutta ero ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Potilaiden kokema pahoinvointi tai hyvinvointi ei akuutisti 2 päivää leikkauksen jälkeen eronnut ryhmien välillä. Toisaalta kaksi viikkoa leikkauksen jälkeen hyvinvointi-indeksin tulos oli merkitsevästi alhaisempi vesitankkausryhmässä hiilihydraattitankkausryhmään verrattuna ( $p<0.02$ ). Paastoryhmän tulos ei eronnut vesitankkaus- tai

hiilihydraattitankkausryhmän tuloksesta. Tutkimuksessa tarkasteltiin lisäksi biokemiallisia mittareita. Potilaiden postoperatiivinen plasman glukoosipitoisuus tai insuliiniherkkyys tai stressivastetta kuvaava kortisolipitoisuus ja lihaskataboliaa kuvaava 3-MH/kreatiniinisuhde eivät eronneet ryhmien välillä.

Harsten ym. (2012) kaksoissokkoutetussa tutkimuksessa hiilihydraattitankkausta taas verrattiin plasebovalmisteseen, joka oli maustettua vettä. Myöskään Harsten ym. (2012) ei havainnut hiilihydraattitankkauksella merkitsevää vaikutusta sairaalassaoloaikaan. Tutkimuksessa plaseboryhmän potilaat olivat preoperatiivisesti hiilihydraattitankkauksen vastaanottaneita nälkäisempiä (VAS: 9,5 vs. 22 mm,  $p < 0.05$ ) ja kokivat enemmän pahoinvointia interventioryhmään verrattuna ennen leikkausta ja 36 sekä 48 tuntia leikkauksen jälkeen ( $p < 0.05$ ). Hiilihydraattitankkauksen vastaanottaneen ryhmän potilaat kokivat merkitsevästi vähemmän kipua 12, 16 ja 20 h leikkauksen jälkeen plaseboryhmään verrattuna (VAS: 7 vs. 20 mm, 5 vs. 30 mm ja 0 vs. 34 mm,  $p < 0.05$ ). Morfiinin tarve ei kuitenkaan eronnut ryhmien välillä ensimmäisen 24 h aikana merkitsevästi. Lisäksi hiilihydraattitankkauksen vastaanottaneet potilaat olivat plaseboryhmään verrattuna väsyneempiä 48, 60 ja 72 tuntia leikkauksen jälkeen ( $p < 0.05$ ). Lisäksi tässä tutkimuksessa plasman glukoosimittausten osalta tutkimuksessa glukoosipitoisuus erosi potilasryhmien välillä ainoastaan 20 h leikkauksesta, jolloin se oli plaseboryhmässä suurempi interventioryhmään verrattuna (9,36 vs. 6,55 mmol/l,  $p < 0.05$ ). Oleellisena sekoittavana tekijänä Blum ym. (2019) tutkimuksessa on tutkimusaikana käyttöön otettu ERAS protokolla, jonka tutkimusvuosien aikana kehittynyt toteutus ja multimodaalinen hoito voi vaikuttaa lyhyempään sairaalassaoloaikaan. Tämä voi selittää eroa muihin hiilihydraattitankkausta havainnoineisiin tutkimuksiin. Preoperatiivisella hiilihydraattitankkauksella voi siis olla maltillinen vaikutus lyhyempään sairaalassaoloaikaan lonkan tai polven tekonivelleikkauspotilailla (Blum ym. 2019). Kahdessa kolmesta tutkimuksesta hiilihydraattitankkaus vähensi potilaiden kokemaa pahoinvointia (Blum ym. 2019, Harsten ym. 2012). Hiilihydraattitankkaus kohensi potilaiden vointia myös vähentäen kipua ja nälkää pre- ja postoperatiivisesti (Harsten ym. 2012). Lonkan tekonivelleikkauspotilailla vesi- tai hiilihydraattitankkauksesta ei näyttäisi olevan hyötyä postoperatiivisten komplikaatioiden vähentämisessä tai stressivasteeseen tai glukoosipitoisuuden säätelyssä (Harsten ym. 2012, Ljunggren ja Hahn 2012).

Multimodaalista ravitsemushoitoa (*MNM, Multimodal Nutritional Management*) käsitteleviä tutkimuksia löytyi kaksi (Cao ym 2017, Petersen ym. 2006). Cao ym. (2017) tutkimuksessa multimodaalinen ravitsemushoito johti polven tekonivelleikkauspotilailla vähäisempään albumiini-infuusion tarpeeseen, vähäisempään elektrolyyttihäiriöiden esiintymiseen ja lyhyempään sairaalassaoloaikaan. Multimodaalisen ravitsemushoidon toteutus on kuvattu aiemmin taulukossa 5, selkäläikkauksia käsittelevien tutkimustulosten yhteydessä. Albumiini-infuusiota tarvinneiden potilaiden määrä oli kontrolliryhmään verrattuna merkitsevästi pienempi (21 (25,9 %) potilasta vs. 35 (45,2 %) potilasta,  $p=0.021$ ). Keskimääräinen albumiini-infuusion määrä oli samoin MNM-ryhmässä merkitsevästi pienempi (6,5 g vs. 15,2 g potilasta kohden,  $p=0.006$ ). Sairaalassaoloaika, määritettynä ainoastaan postoperatiivisena sairaalassaoloaikana oli MNM ryhmässä kontrolliryhmään verrattuna merkitsevästi lyhyempi ( $3,9\pm 1,4$  vs  $5,6\pm 3,3$  päivää,  $p<0.001$ ). Verenmenetyksessä, hemoglobiinin alenemisessa tai verensiirroissa ei havaittu eroa ryhmien välillä. Elektrolyyttihäiriöistä ero ryhmien välillä havaittiin kaliopenian ja hypokalsemian esiintymisessä postoperatiivisena päivänä 1. Näiden insidenssi oli merkitsevästi pienempi MNM ryhmässä, ollen kaliopenialle 17,3 % vs. 33,3 % ( $p=0.019$ ) ja hypokalsemialle 60,5 % vs. 76,5 % ( $p=0.028$ ). Kokonaiskomplikaatioiden määrä oli MNM ryhmässä kontrolliryhmää vähäisempi ja merkitsevä ero ryhmien välillä havaittiin haavan erityksen esiintymisessä. Haavan eritystä ilmeni 9 potilaalla MNM ryhmässä ja 21 potilaalla kontrolliryhmässä ( $p=0.015$ ). Kustannusten osalta säästö MNM ryhmässä oli arviolta 178,6 \$ (arviolta 156 e) potilasta kohden, vaikka multimodaalisen ravitsemushoidon käyttö nostikin ravitsemukseen kuluvia kustannuksia. Alhaisemmat kustannukset seurasivat lyhyemmästä sairaalassaoloajasta, vähäisemmistä komplikaatioista ja vähäisemmästä albumiini-infuusion tarpeesta.

Petersen ym. (2006) taas tutki postoperatiivisen multimodaalisen ravitsemushoidon ja mobilisaation optimoinnin hyötyjä lonkan tekonivelleikkauksesta palautumiseen. Tutkimuksessa havaittiin ainoastaan maltillinen sairaalassaoloajan lyheneminen. Per-protocol analyysissä ( $n=57$ ) suurempi osa interventioryhmän potilaista kontrolliryhmään verrattuna oli sairaalassa alle kahdeksan päivää (59 % vs. 33 %) ja keskimääräinen sairaalassaoloaika oli interventioryhmässä 7 (1-9) päivää ja kontrolliryhmässä 8 (1-10) päivää ( $p=0.019$ ). ITT-analyysissä sairaalassaoloaika ei

eronnut merkitsevästi ryhmien välillä. Ryhmien välillä ei havaittu merkitsevää eroa kivussa, komplikaatioissa, tai päivittäisten aktiviteettien itsenäisen suorittamisen kehittymisajassa.

Schroer ym. (2019) tutkimuksessa havainnoitiin pre- ja postoperatiivisen ravitsemusohjauksen hyötyjä leikkauksesta palautumisessa hypoalbuminemiasta ( $S\text{-Alb} \leq 34 \text{ mg/l}$ ) kärsivillä lonkan tai polven tekonivelleikkauspotilailla. Ravitsemusohjaus koostui kolmesta kohdasta. Ensin kaikki potilaat osallistuivat preoperatiiviseen tekonivelleikkauskoulutukseen, jossa jaettiin tietoa anti-inflammatorisen ja runsasproteiinisen ruokavalion hyödyistä. Potilaat saivat suullista ravitsemusohjausta sekä kirjallisen esitteen suositelluista ruoka-aineista ja esimerkkiruokavaliosta. Potilaita ohjeistettiin aloittamaan ruokavalion noudattaminen heti ja jatkamaan sitä vähintään 1 kuukausi postoperatiivisesti. Toiseksi preoperatiivisen verikokeen perusteella vajaaravituiksi määritetyille potilaille (interventioryhmä) ( $S\text{-Alb} < 34 \text{ mg/l}$ ) soitettiin ennen leikkausta. Potilaille kerrottiin alhaisesta albumiiniarvosta ja tämän myötä kasvaneesta perioperatiivisesta komplikaatoriskistä ja muistutettiin anti-inflammatorisen ruokavalion hyödyistä. Kolmanneksi vajaaravitut interventioryhmän potilaat tapasivat ravitsemusterapeutin sairaalassaoloaikana leikkauksen jälkeen. Ravitsemusterapeutti korosti suositellun ruokavalion tärkeyttä ja vastasi potilaan kysymyksiin. Potilaalle annettiin spesifit ohjeet suositellusta ruokavaliosta kotiutuessa sairaalasta. Anti-inflammatorinen ruokavalio kuvattiin seuraavasti: Punaisen lihan/ prosessoidun lihan, sokerin, tyydyttyneen rasvan, suolan ja yksinkertaisten hiilihydraattien välttäminen/ poisjättäminen. Kalan, pähkinöiden, siementen, hedelmien, vihannesten ja täysjyväviljojen käytön lisääminen. Proteiinin lisääminen  $100 \text{ g/ pv}$  (pl. potilaat, joilla lääketieteellinen syy rajoittaa) ja proteiinisupplementtien käyttö, mikäli riittävä proteiinin saanti ei ole mahdollista ruokavaliosta. Tutkimussairaalassa vajaaravittujen potilaiden sairaalassaoloaika oli merkitsevästi lyhyempi ravitsemusohjauksen käyttöönoton jälkeen verrattuna vajaaravittuihin potilaisiin kontrollisairaaloissa samalla aikajak-solla ( $3,2 \pm 1,4$  vs.  $3,9 \pm 2,8$  päivää,  $p=0.04$ ). Tutkimussairaalan vajaaravittujen potilaiden sairaalassaoloajassa ei kuitenkaan havaittu merkitsevää eroa verratessa kohorttia ennen ja jälkeen ravitsemusohjauksen käyttöönottoa ( $p=0.24$ ). 90-päivän kuluessa tapahtuneiden readmissioiden määrässä ei havaittu merkitseviä muutoksia ajan myötä tai merkitsevää eroa potilaskohorttien välillä. Ensisijaisen sairaalahoidon kustannukset, yksilöllisten re-admissioiden kustannukset ja 90 pv kokonaiskustannukset vähenivät merkitsevästi ravitsemusohjauksen käyttöönoton myötä

tutkimussairaalassa vajaaravittujen potilaiden kohortissa ( $p < 0.001$ ) ja samalla aikavälillä (2014-2016 vs. 2017) ei-vajaaravittujen kohortissa niin tutkimussairaalassa kuin kontrollisairaaloissa ( $p < 0.001$ ). Vajaaravituilla potilailla kontrollisairaaloissa kustannukset kuitenkin nousivat merkitsevästi samalla aikavälillä ( $p < 0.001$ ). Kustannusten arvio koostui kaikista sairaalan sisällä tarjotuista palveluista tai tuotteista. Vajaaravittujen ravitsemusohjauksen vastaanottaneiden ensisijaisen sairaalahoidon kustannukset, readmissioihin liittyvät kustannukset ja 90-päivän kokonaiskustannukset olivat merkitsevästi alhaisemmat verrattuna vajaaravittuihin kontrollisairaaloissa ( $p < 0.001$ ). Iän, anemian, diabeteksen, ja lihavuuden huomioivissa analyyseissä tulokset säilyivät.



Taulukko 10. Paaston, purukumin käytön, hiilihydraattitankkauksen, ravitsemusohjauksen tai multimodaalisen ravitsemushoidon vaikutus lonkan tai polven tekonivelleikkauksesta palautumiseen

| Viite, maa                    | Aineisto   | Menetelmät  | Interventio   | Tulokset  |
|-------------------------------|--|---|---|---|
| <b>Blum ym. 2019<br/>USA</b>  | n=100<br>Mediaani-ikä 69 v.<br>Lonkan tai polven tekonivelleikkaus   | <b>Retrospektiivinen tietokantatutkimus</b><br><br>Sairaalassaoloaika, post-op pahoinvointi ja pahoinvointilääkkeiden määrä (post-op pv 0, 1)         | Preoperatiivinen hiilihydraattitankkaus (n=50) vs. kontrolli (n=50)<br><br>Preoperatiivinen hiilihydraattitankkaus: Ensure Clear-juoma (180 kcal, 37 g HH, 8 g proteiini) tai diabeetikoille Ensure Glucerna Clear-juoma ja 2,4 dl vettä nukkumaan mennessä leikkausta edeltävänä iltana, Ensure Pre-Surgery (200 kcal, 50 g HH) 2 h pre-op<br>Kontrolli: Ei hiilihydraattitankkausta (normaali protokolla) | Hiilihydraattitankkausryhmässä lyhyempi sairaalassaoloaika: 1,9±0,9 vs. 2,6±0,9 (p<0.001)<br><br>Ei merkitsevää eroa pahoinvoinnissa tai pahoinvointilääkkeiden käytössä  |
| <b>Cao ym. 2017<br/>Kiina</b> | n=162<br>67±8 v. (MNM), 66±9 v. (kontrolli)<br>39 miestä, 123 naista<br>Polven tekonivelleikkaus ilman kiristyssidettä | <b>RCT-tutkimus</b><br>Perioperatiivinen<br><br>Biokemialliset mittaukset (preoperatiivisesti, POD 1 ja POD 3)<br>Sairaalassaoloaika<br>Komplikaatiot | Interventio: MNM: 1. ravintojauhe nukkumaan mennessä 1 pv pre-op, 2. proteiinijauhe 6 h ennen anestesiaa, 3. hiilihydraattijauhe 2 h ennen anestesiaa, 4. ateriaravintojauhe + päivällinen post-op, 5. ravintojauhe nukkumaan mennessä leikkauispäivänä, 6. paasto 8 h pre-op, ravinnonotto 2-4 h leikkauksen jälkeen; kontrolli: paasto 8 h pre-op, ravinnonotto 6 h post-op<br>MNM n=81, kontrolli n=81   | MNM-ryhmä: vähemmän albumiini-infuusiota tarvinneita potilaita: 25,9 vs. 42,5 % potilaista (p=0.021)<br><br>MNM-ryhmä: vähäisempi albumiini-infuusion määrä: 6,5 g vs. 15,2 g potilasta kohden (p=0.006)<br><br>MNM-ryhmä: lyhyempi postoperatiivinen sairaalassaoloaika: 3.9±1.4 vs 5.6±3.3 päivää (p<0.001)<br><br>MNM-ryhmä: alhaisempi kaleopenian ja hypokalsemian insidenssi POD 1 (p<0.05)<br>Korkeampi albumiini-, natrium-, kalium- ja kalsiumpitoisuus POD 1 (p<0.05) |

EPF, Early Postoperative Feeding; EQ-VAS, koetun terveyden mittari; HH, Hiilihydraatti; HI, Health Index; ITT, Intention to Treat; LPF, Late Postoperative Feeding; MNM, Multimodan Nutritional Management (multimodaalinen ravitsemushoito); PGID, Postoperative gastrointestinal dysfunction; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); POMS, Postoperative Morbidity Survey; RCT, Randomised Controlled Trial; SPMSQ, *short portable mental status questionnaire*; VAS, Visual Analogue Scale; W-BQ12, Wellbeing Questionnaire

Taulukko 10, jatkuu

| Viite, maa                                      | Aineisto  | Menetelmät  | Interventio  | Tulokset   |
|---|---|---|--|--|
| <b>Harsten ym. 2012</b><br><b>Ruotsi</b>        | n=60<br>45-80 v.<br>Lonkan tekonivel-leikkaus   | <b>Kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>Kipu VAS (pre-op, osastolle päästessä ja 4, 8, 12, 16, 20, 24, 36, 48, 60, 72 h postop, 4 vko postop)<br>Ahdistus, jano (1 h juoman jlk, osastolle päästessä ja 1, 2, 3, 14, 28 pv post-op)<br>Nälkä, pahoinvointi (1 h juoman jlk, osastolle päästessä ja 2 krt/ pv 3 pv ajan)<br>Väsymys (1 h juoman jlk, osastolle päästessä ja 2 krt/pv 3 pv ajan ja 14, 28 pv postop)<br>Päänsärky (1 h juoman jlk, osastolle päästessä)<br>Biokemialliset mittaukset (pre-op ennen HH juoma, osastolle päästessä, 1 x päivässä sairaalassaoloaikana, pv 14 post-op)<br>SPMSQ (preop, kotiutuessa, seurantakäynnillä)<br>Sairaalassaoloaika, haavainfektio, laskimotukos | Hiilihydraattitankkaus (oraalisesti 400 ml 12.5 % hiilihydraattiliuosta (50 kcal/ 100 ml) 1.5 h pre-op ja 2 h post-op) vs. placebo (makuvesi)  | Hiilihydraattijuoman saaneilla vähemmän nälkää ja pahoinvointia pre-operatiivisesti (p<0.05)<br><br>Post-operatiivisesti hiilihydraattijuoman saaneet kokivat vähemmän kipua h 12, 16 ja 20 (keskiarvopisteet: 20, 30 ja 34 vs. 7, 5 ja 0 mm, p < 0.05)  |
| <b>Karmali ym. 2015</b><br><b>Iso-Britannia</b> | n=106<br>> 50 v. (59-67 v.)<br>39 miestä, 67 naista<br>Lonkan tai polven tekonivelleikkaus tai näiden revisio | <b>RCT, kahden yksikön, yksöissokkoutettu</b><br>LOS<br>Postop sairastavuus (POMS) (POD 3, 5, 7)<br>PGID<br>Sairastavuuden kesto postoperatiivisesti<br>Parasympaattinen aktiivisuus (n=38) (preop leikkauispäivänä, POD 3)   | Sokeroimaton purukumi 5 pv ajan (tai kotiutumiseen asti) postop 4 x 30 min/ pv (n=53) vs. kontrolli (n=53)<br><br>Parasympaattinen aktiivisuus: Purukumi (n=18) vs. kontrolli (n=15) | Ei eroa kokonaismorbiditeetissa POD 5 (21/28 vs, 26/30, p=0.26)<br><br>Interventioryhmässä lyhyempi sairastavuuden kesto (RR 1.62, 95 % CI: 1.02-2.58, p=0.04), vähemmän PGID (POD 5) (2/28 potilasta vs. 8/30 potilasta) ja lyhyempi sairaalassaoloaika (RR 1.69, 95 % CI: 1.30-3.51), p=0.003) |

EPF, Early Postoperative Feeding; EQ-VAS, koetun terveyden mittari; HH, Hiilihydraatti; HI, Health Index; ITT, Intention to Treat; LPF, Late Postoperative Feeding; MNM, Multimodan Nutritional Management (multimodaalinen ravitsemushoito); PGID, Postoperative gastrointestinal dysfunction; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); POMS, Postoperative Morbidity Survey; RCT, Randomised Controlled Trial; SPMSQ, *short portable mental status questionnaire*; VAS, Visual Analogue Scale; W-BQ12, Wellbeing Questionnaire

Taulukko 10, jatkuu

| Viite, maa                           | Aineisto   | Menetelmät  | Interventio  | Tulokset   |
|--------------------------------------|--|---|--|--|
| <b>Kim ym. 2020 Etelä-Korea</b>      | n=140<br>23-84 v.<br>Posteriorinen lonkan tekonivelleikkaus<br>Sementoimaton implantti | <b>Yksöissokkoutettu RCT-tutkimus</b><br>Post-op oksentaminen (pv 0, 1)<br>Pahoinvointi, ruokahalu, syödyn ruuan määrä ja koostumus, vatsakipu, aika kaasun vapautumiseen ja ulostamiseen, post-op ileus, sairaalassaoloaika                          | EPF (4 h post-op.) (n=70) vs. LPF (≥ 8 h post-op) (n=70)<br><br>Vesi 4 tai 8 h post-op, normaali tai pehmeä ruoka post-op pv 0   | Ei merkitseviä eroja ryhmien välillä   |
| <b>Ljunggren ja Hahn 2012 Ruotsi</b> | n=57<br>44-89 v.<br>Lonkan tekonivelleikkaus   | <b>RCT-tutkimus</b><br>Lihaskatabolia (virtsan 3-MH ja kreatiniinin suhde, post-op pv 2, 3)<br>Komplikaatiot (3 post-op päivää), sairaalassaoloaika<br>Seerumin kortisoli<br>Hyvinvointi (W-BQ12, HI, EQ-VAS) (pre-op, 2 vk post-op)<br>HI myös POD 2 | Paasto (ei vettä tai ruokaa edeltävästä illasta klo 00 lähtien) (n=20) vs. vesitankkaus (800 ml vettä oraalisesti 2 h pre-op) (n=18) vs. hiilihydraattitankkaus (hiilihydraattijuoma 50 kcal/100 ml: 800 ml edeltävänä iltana ja 400 ml 2 h pre-op) (n=19) | 2 vk post-op vesitankkaus-ryhmässä HI alhaisempi vrt. hiilihydraattitankkausryhmään (p<0.02)<br><br>Hiilihydraattitankkaus-ryhmässä lyhyempi keskimääräinen sairaalassaoloaika (6 vs. 6 vs. 5 pv, p=0.36, NS)<br><br>Ei merkitsevää eroa muissa päätemuuttujissa |

EPF, Early Postoperative Feeding; EQ-VAS, koetun terveyden mittari; HH, Hiilihydraatti; HI, Health Index; ITT, Intention to Treat; LPF, Late Postoperative Feeding; MNM, Multimodan Nutritional Management (multimodaalinen ravitsemushoito); NS, Non-significant, ei merkitsevä; PGID, Postoperative gastrointestinal dysfunction; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); POMS, Postoperative Morbidity Survey; RCT, Randomised Controlled Trial; SPMSQ, *short portable mental status questionnaire*; VAS, Visual Analogue Scale; W-BQ12, Wellbeing Questionnaire

Taulukko 10, jatkuu

| Viite, maa                                       | Aineisto   | Menetelmät   | Interventio   | Tulokset  |
|--|--|--|---|---|
| <b>Petersen ym. 2006</b><br><b>Iso-Britannia</b> | n=70<br>28-84 v.<br><br>Primääri yhden puolen lonkan tekonivelleikkaus | <b>Randomoitu, kontrolloitu seurantatutkimus, sokkouttamaton</b><br><br>Sairaalassaoloaika<br>VAS (kipu) (joka 3. tunti 24 h ajan + joka 8. tunti epiduraalikatetrin poistoon + 1 krt/pv kotiutumiseen)<br>Fyysinen suorituskyky (Katz index, 1 krt/pv)<br>Komplikaatiot, readmissio (30 pv post-op) | Ravitsemus- ja liikuntainterventio (n=40, 36, 27) vs. tavallinen perioperatiivinen hoito (n=39, 37, 30)<br><br>1 pv pre-op:<br>Postoperatiivisen energiansaannin tavoitteet esiteltiin potilaalle ja niitä ohjeistettiin noudattamaan vs. ei ohjeistusta<br><br>Post-op:<br>Aikainen nesteytys ja ruokailu<br>Päivittäisen energian ja nesteensaannin kirjaaminen ja laskenta<br>Ruokailuun ja juomiseen rohkaisu ruokahaluttomuudesta huolimatta<br>Supplementaatio 200 ml proteiinijuomaa (20 g proteiinia) 3 krt/pv aterioiden välissä (Nutricia Fortimel) | ITT-analyysi: ei eroa LOS<br><br>Per-protocol: Keskimääräinen sairaalassaoloaika 7,0 vs. 8,0 pv (p=0.019)<br><br>Interventioryhmässä suurempi kokonaisaika jalkeilla 37,4±10,4 vs. 25,5±14,4 h (p<0.001)<br><br>POD 1-6 ravitsemusinterventioryhmässä liikkuvuus oli tehokkaampaa ja interventioryhmä saavutti liikkuvuustavoitteet paremmin (p<0.001)<br><br>Interventioryhmässä suurempi energian- ja proteiininsaanti POD 1-4 (p<0.0001)<br><br>Ei eroa kivussa, komplikaatioissa, readmissiossa |

EPF, Early Postoperative Feeding; EQ-VAS, koetun terveyden mittari; HH, Hiilihydraatti; HI, Health Index; ITT, Intention to Treat; LPF, Late Postoperative Feeding; MNM, Multimodan Nutritional Management (multimodaalinen ravitsemushoito); PGID, Postoperative gastrointestinal dysfunction; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); POMS, Postoperative Morbidity Survey; RCT, Randomised Controlled Trial; SPMSQ, *short portable mental status questionnaire*; VAS, Visual Analogue Scale; W-BQ12, Wellbeing Questionnaire

Taulukko 10, jatkuu

| Viite, maa                                      | Aineisto                                      | Menetelmät   | Interventio   | Tulokset   |
|---|---|--|---|--|
| <b>Schroer ym. 2019</b><br><b>Iso-Britannia</b> | n=4733<br>Lonkan tai polven tekonivelleikkaus | 1. Retrospektiivinen tietokanta-analyysi (2014–2016)<br>2. Prospektiivinen interventiotutkimus (2017)<br>5 sairaalaa<br><br>Albumiini (preop)<br>Sairaalassaoloaika<br>Readmissiot<br>Kustannukset (primääri sairaalahoito, 90-pv kokonaiskustannukset, readmissioon liittyvät kustannukset) | Runsasproteiininen, anti-inflammatorinen ruokavalio (n=2220) vs. kontrolli (ei ohjeistusta) (n=2513)<br><br>Vajaaravitut, runsasproteiininen, anti-inflammatorinen ruokavalio (n=108) vs. vajaaravitut, ei ohjausta (n=84)<br><br>Pre-op: ohjaus ruokavalion hyödyistä, esite: esimerkki ruokavalio ja suositellut ruokavalinnat, suositeltu aloittamaan ruokavalio heti ja jatkamaan väh. 1kk post-op<br><br>S-Alb ( $\leq 3.4$ g/l): soitto, jossa tietoa kasvaneesta komplikaatoriskistä, muistutus suositellun ruokavalion hyödyistä<br>Sairaalassa ravitsemusterapeutin tapaaminen: suositellun ruokavalion korostaminen, kysymykset<br>Spesifit ruokavaliosuositukset kotiutumishjeessa | Ruokavalio-ohjauksen käyttöönotto johti vajaaravituilla kustannusten laskuun vs. ohjauksen puuttuminen vajaaravituilla samalla aikavälillä kustannusten nousuun (p < 0.001)<br><br>Hyvässä ravitsemustilassa olevilla ruokavalio-ohjatuilla ja ei-ohjatuilla kustannukset laskivat samalla aikavälillä (p < 0.001)<br><br>Vajaaravituilla, ruokavalio-ohjeistuksen saaneilla lyhyempi sairaalassaoloaika (p=0.007) ja vähäisemmät sairaala-, readmissio- ja 90-pv kustannukset verrattuna vajaaravittuihin, jotka eivät saaneet ohjausta (p<0.001) |

EPF, Early Postoperative Feeding; EQ-VAS, koetun terveyden mittari; HH, Hiilihydraatti; HI, Health Index; ITT, Intention to Treat; LPF, Late Postoperative Feeding; MNM, Multimodal Nutritional Management (multimodaalinen ravitsemushoito); PGID, Postoperative gastrointestinal dysfunction; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); POMS, Postoperative Morbidity Survey; RCT, Randomised Controlled Trial; SPMSQ, *short portable mental status questionnaire*; VAS, Visual Analogue Scale; W-BQ12, Wellbeing Questionnaire

### 5.4.3 ERAS-protokollan käytön vaikutus polven tai lonkan tekonivelleikkauksesta palautumiseen

ERAS-protokollan hyötyjä polven tai lonkan tekonivelleikkauksista palautumiseen on tutkittu neljässä tähän katsaukseen sisällytetyssä tutkimuksessa (Taulukko 11). Tutkimuksista saadut tulokset ovat samankaltaisia, viitaten ERAS-protokollien hyötyyn leikkauksesta palautumisessa. Taulukossa 11 on kuvattu ainoastaan tutkitun protokollan ravitsemushoidollinen osuus. Optimoitu ravitsemushoito on kyseisissä tutkimuksissa samantapainen, keskittyen lyhyempään preoperatiiviseen paastoon, preoperatiiviseen hiilihydraattitankkaukseen ja aikaiseen postoperatiiviseen oraaliseen neste- tai ravintovalmisteen käyttöön. Alito ja de Aguilar-Nascimento (2016) tutkimus eroaa muista preoperatiivisen viiden päivän täydennysravintojuomien käytön osalta. Tuloksia tulkittaessa on huomioitava, että ravitsemushoidon optimointi on vain osa tutkittua protokollaa ja ravitsemushoidon itsenäistä vaikutusta potilaiden palautumiseen ei voida määrittää. Hoitoa optimoidaan lisäksi esimerkiksi intraoperatiivisten tekijöiden, kivunlievityksen ja mobilisaation osalta.

Jiang ym. (2019) satunnaistamattomassa ja sokkouttamattomassa tutkimuksessa ERAS-protokollan käyttö ikääntyneillä polven tekonivelleikkauspotilailla johti lyhyempään sairaalassaoloaikaan, vähäisempään komplikaatioiden määrään, vähäisempään akuuttiin postoperatiiviseen kipuun ja parempaan postoperatiiviseen polven toimintakykyyn ja liikkuvuuteen verrattuna perinteiseen protokollaan. Potilaat päättivät itse osallistumisesta ERAS-ryhmään. Sairaalassaoloaika oli merkitsevästi lyhyempi ERAS-ryhmässä kontrolliryhmään verrattuna ( $9,6 \pm 1,6$  pv vs.  $11,3 \pm 1,9$  pv;  $p < 0,001$ ). Komplikaatioiden kokonaismäärä oli merkitsevästi vähäisempi ERAS-ryhmässä kontrolliryhmään verrattuna. ( $26/106$  vs.  $52/141$ ,  $p = 0,039$ ) Yksittäisten komplikaatioiden määrissä ei ollut merkitsevää eroa. Lyhyen ajan kuolleisuus ei eronnut ryhmien välillä merkitsevästi. Preoperatiivisesti kipu, polven toimintakyky tai liikkuvuus eivät eronneet ryhmien välillä. Akuutisti leikkauksen jälkeen postoperatiivisinä päivinä 1 ja 5. ERAS-ryhmässä VAS-pistein määritetty koettu kipu oli vähäisempää kontrolliryhmään verrattuna (POD1:  $3,9 \pm 1,2$  vs.  $4,3 \pm 1,3$ ;  $p = 0,012$  ja POD 5:  $2,8 \pm 0,8$  vs.  $3,1 \pm 1,2$ ;  $p = 0,020$ ). Myös polven toimintakykyä arvioivat KSS-pisteet olivat kyseisinä päivinä merkitsevästi paremmat ERAS-ryhmässä kontrolliryhmään verrattuna (POD 1:  $53,3 \pm 10,7$  vs.  $50,1 \pm 9,3$ ;

$p=0.013$  ja POD 5:  $73,8\pm 11,4$  vs.  $70,2\pm 10,5$ ;  $p=0.011$ ). Kuukauden jälkeen tai viimeisessä seurannassa ryhmien välillä ei havaittu eroa. Lisäksi postoperatiivisena päivänä 1 ERAS-ryhmän polven liikkuvuus oli kontrolliryhmään verrattuna suurempi ( $77,5\pm 7,6^\circ$  vs.  $75,3\pm 7,2^\circ$ ;  $p=0.021$ ). Polven liikkuvuus ei eronnut ryhmien välillä postoperatiivisena päivänä 5, kuukauden jälkeen tai viimeisessä seurannassa. Perioperatiivisista mittareista ERAS-ryhmässä intraoperatiivinen verenmenetys ( $123,7\pm 26,8$  ml vs.  $146,4\pm 0,2$  ml;  $p<0.001$ ) ja kokonaisverenmenetys ( $304,2\pm 51,4$  ml vs.  $421,4\pm 72,5$  ml;  $p<0.001$ ) ja transfuusion tarve (17 % vs. 33 %;  $p=0.004$ ) olivat kontrolliryhmään verrattuna merkitsevästi vähäisempiä. Sairaalakustannuksissa ei havaittu merkitsevää eroa ryhmien välillä.

Myös Tucker ym. (2016) tutkimuksessa ERAS-protokollan käyttöönotto johti lonkan tai polven tekonivelleikkauspotilaille lyhyempään sairaalassaoloaikaan ja vähäisempään postoperatiiviseen kipuun. ERAS-protokollan kriteerein hoidettua tutkimusryhmää verrattiin historialliseen kohorttiin. Sairaalassaoloaika lyheni merkitsevästi ERAS-ohjelman käyttöönoton jälkeen, lonkan tekonivelleikkauspotilaille 6,3 päivästä 4,5 päivään (-1,8 päivää,  $p=0.003$ ) ja polven tekonivelleikkauspotilaille 6,1 päivästä 4,2 päivään (-1,9 päivää,  $p<0.001$ ). Koettu kipu oli polven tekonivelleikkauspotilaille merkitsevästi vähäisempi ERAS-ohjelman implementaation jälkeen niin postoperatiivisena päivänä 1 ( $p=0.02$ ) kuin postoperatiivisena päivänä 2 ( $p<0.001$ ) verrattuna ennen ERAS-ohjelman käyttöönottoa leikkauksen läpikäyneisiin potilaisiin. Lonkan tekonivelleikkauspotilaiden ryhmässä kipu väheni merkitsevästi ainoastaan postoperatiivisena päivänä 2 ( $p=0.02$ ). Kipulääkkeiden tarve ei kuitenkaan ennen ja jälkeen ERAS-protokollan implementaation eronnut potilaille. Sairaalassaoloajan ja katetrin käytön tuoman kustannussäästön ja paikallisen kivunlievityksen ja kipulääkkeiden käytön tuoman kustannuslisän huomioon ottaneessa kustannusanalyysissä arvioitu vuosisäästö polven ja lonkan tekonivelleikkauspotilaille ERAS-ohjelman käyttöönoton myötä oli 203524,80 £ (arviolta 237 500 e).

Alito ja de Aguilar-Nascimento (2016) tutkimuksessa preoperatiivisesti täydennysravintovalmisteita käyttäneiden ja ERAS-protokollan mukaisen hoidon vastaanottaneiden lonkan tekonivelleikkauspotilaiden sairaalassaoloaika oli keskimäärin 3 päivää lyhyempi verrattuna perinteisen protokollan mukaisen hoidon vastaanottaneisiin potilaisiin (3 vs. 6 päivää,  $p<0.01$ ). Lisäksi ERAS-ryhmän potilaille postoperatiivinen CRP-pitoisuuden nousu oli merkitsevästi pienempi kontrolliryhmään

verrattuna, mikä voi viitata lievempään postoperatiiviseen akuuttiin tulehdusvasteeseen ERAS-potilaille. Kummassakin ryhmässä CRP-pitoisuus nousi operaation jälkeen, mutta verrattuna kontrolliryhmään ERAS-ryhmässä CRP-pitoisuus oli merkitsevästi alhaisempi postoperatiivisena päivänä 2 ( $80,6 \pm 10,9$  vs.  $66,5 \pm 16,4$  mg/l,  $p < 0.01$ ).

Christelis ym. (2015) tutkimuksen tulokset ovat aiempiin tutkimuksiin nähden samankaltaisia. ERAS-protokollan kriteerien mukaisen hoidon vastaanottaneiden potilaiden sairaalassaoloaika koko tutkimusryhmää verratessa oli merkitsevästi lyhyempi tavanomaisen hoidon vastaanottaneiden potilaiden sairaalassaoloaikaan verrattuna (geometrinen keskiarvo  $4,9 \pm 1,6$  vs.  $5,3 \pm 1,6$  päivää,  $p < 0.001$ ) ja suurempi osa potilaista ERAS-ryhmässä oli kykeneviä kotiutumaan postoperatiivisena päivänä 3 (59 % vs. 41 %,  $p < 0.001$ , suhteellinen riski 1.35 (95 % CI: 1.18-1.53,  $p < 0.001$ )). Viidentenä leikkauksen jälkeisenä päivänä ERAS-ryhmän potilaista 60 % ja kontrolliryhmän potilaista 52 % kotiutui ( $p = 0.086$ ). Erotelluissa analyyseissä sairaalassaoloaika oli merkitsevästi lyhyempi ainoastaan ERAS-ryhmän polven tekonivelleikkauspotilaille verrattuna kontrolliryhmän polven tekonivelleikkauspotilaisiin ( $4,5 \pm 1,5$  vs.  $5,3 \pm 1,6$  päivää,  $p = 0.001$ ) ja merkitsevästi suurempi osa potilaista kotiutui leikkauksen jälkeisenä päivänä 5 (64 % vs. 54 %,  $p = 0.019$ ). Ainoastaan lonkan tekonivelleikkauspotilaita verratessa ERAS- ja kontrolliryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa keskimääräisessä sairaalassaoloajassa. Kokonaisuudessaan 75. persentiili sairaalassaoloajalle laski 6,8 päivästä 6,0 päivään. Kyseistä ilmoitustapaa on käytetty sairaalassaoloajan kehityksen havainnollistamiseksi suurimmalla osalla potilaista, pois lukien potilaat, joiden hyvin pitkä ja poikkeava sairaalassaoloaika vääristää keskimääräistä arvoa. ERAS-ryhmän potilaille verrattuna kontrolliryhmän potilaisiin kipu oli merkitsevästi vähäisempää postoperatiivisena päivänä 1 ja 2 sekä levossa että liikkeessä ( $p < 0.001$ ). Lisäksi polven tekonivelleikkauspotilaille ERAS-ryhmässä polven liikkuvuus oli parempi postoperatiivisena päivänä 1 ja 2 verrattuna kontrolliryhmän polven tekonivelleikkauspotilaisiin ( $p = 0.026$ ,  $p = 0.009$ ). ERAS-protokollan myötä havaittiin muutos lisäksi paastoajoissa, verenmenetyksessä, kivunlievityksessä, aikaisemmassa liikkumaan lähtemisessä ja potilastyytyväisyydessä verrattuna kontrolliryhmään. Komplianssi ravitsemuksellisten toimenpiteiden toteutukseen oli osin puutteellista. ERAS-ryhmän potilaista merkitysevästi suurempi osa tapasi ravitsemusterapeutin preoperatiivisesti (21 %) ja sai kirkkaita nesteitä oraalisesti (61 %) ennen leikkausta



kontrolliryhmään verrattuna (0 ja <1 %,  $p<0.001$ ). Hiilihydraattitankkauksen toteutti ERAS-potilaista 84 %, kontrolliryhmän potilaista 0 %.

Kootusti tutkimusnäytön perusteella ERAS-protokollan käyttöönotto voi johtaa polven tai lonkan tekonivelleikkauspotilailla lyhyempään sairaalassaoloaikaan, vähäisempään akuuttiin postoperatiiviseen kipuun ja polven parempaan liikkuvuuteen sekä parannukseen intraoperatiivisissa tekijöissä. ERAS-protokollan käyttö voi alentaa sairaalakustannuksia, huolimatta esimerkiksi kivunlievitykseen ja ravitsemukseen liittyvien hoitomuutosten tuomista lisäkustannuksista.

Taulukko 11. ERAS-protokollan käytön vaikutus lonkan- tai polven tekonivelleikkauksesta palautumiseen

| Viite, maa  | Aineisto   | Menetelmät  | Interventio   | Tulokset   |
|---|--|---|---|--|
| <b>Alito ja de Aguilar-Nascimento 2016</b><br><b>Brasilia</b> | n=32<br>26–85 v. (18–80 v.)<br>16 miestä, 16 naista<br>Lonkan tekonivel-<br>leikkaus | <b>Randomoitu, kontrolloitu pi-<br/>lottitutkimus</b><br><br>Sairaalassaoloaika<br>CRP (preop, POD 2) | ACERTO-protokolla (n=15) vs. kontrolli (n=17)<br><br>Pre-op paasto: 6-8 h kiinteälle ruualle, hiilihydraattijuoma 200 ml 2 h pre-op (12 % maltodekstriiniä) vs. 6-8 h paasto<br>Preoperatiivinen täydennys: täydennysravintokuoma (immuuniravitsemus) 600 ml/ pv, 5 pv pre-op vs. ei mitään<br>Post-op ravitsemus: 2-4 h post-op vs. 6 h post-op<br><br>Valmiste: 23 % proteiinia (77 % kalsiumkasei-<br>naatti, 23 % arginiini), 52 % hiilihydraatteja (100 % maltodekstriini), 25 % rasvaa (68 % kalaöljyä, 20 % keskipitkäketjuisia triglyseridejä, 12 % maissiöljy), vitamiineja, elektrolyyttejä | ACERTO-ryhmässä lyhyempi sairaalassaoloaika: 3 vs. 6 pv (p<0.01)<br><br>ACERTO-ryhmässä alhaisempi seerumin CRP post-op pv 2 |

ACERTO, Acceleration of postoperative recovery; CRP, C-reaktiivinen proteiini; ERAS, Enhanced Recovery After Surgery; ERP, Enhanced Recovery Protocol; EQ-VAS, koetun terveyden mittari; HI, Health Index; KSS, Knee Society Score; LOS, Length of stay (sairaalassaoloaika); MH, metyylihistidiini; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); ROM, Range of Motion; VAS=Visual Analogue Scale; W-BQ12, Wellbeing Questionnaire

Taulukko 11, jatkuu

| Viite, maa                                     | Aineisto   | Menetelmät   | Interventio   | Tulokset  |
|--|--|--|---|---|
| <b>Christelis ym.<br/>2015 Austra-<br/>lia</b> | n=709<br>68±11 v., 67±10 v.<br>277 miestä, 432<br>naista<br>Lonkan tai polven<br>tekonivelleikkaus | <b>Ennen-ja-jälkeen -tutkimus-<br/>asetelma (kolmivaiheinen): 1)<br/>Ennen ERAS-protokollaa, 2)<br/>ERAS-protokollan implemen-<br/>taatio, 3) ERAS-protokollan<br/>käyttö</b><br><br>Sairaalassaoloaika<br>Kipu VAS (heräämö, 24, 48 h pos-<br>top, 6 vko)<br>15-item quality-of-recovery<br>score<br>12-item WHO Disability Assess-<br>ment Schedule 2.0 score<br>Potilastytyväisyys<br>ERAS komlianssi | ERAS (n=297) vs. kontrolli (normaali proto-<br>kolla) (n=412)<br><br>ERAS: fysioterapeutin tai ravitsemustera-<br>peutin preoperatiivinen tapaaminen, kirk-<br>kaat nesteet sallittu 2 h pre-op, pre-op hiili-<br>hydraattitankkaus, aikainen oraallinen hiili-<br>hydraattisupplementti (heräämö)  | ERAS-ryhmässä lyhyempi sairaalassaolo-<br>aika (4,5±1,5 vs. 5,3±1,6 päivää, p=0.001)<br><br>ERAS-ryhmässä vähäisempi kipu POD 1<br>ja 2 (p<0.001)<br><br>ERAS-ryhmän polven tekonivelleikkaus-<br>potilaiden polven liikkuvuus parempi<br>POD 1 ja 2 (p<0.05)   |
| <b>Jiang ym.<br/>2019 Kiina</b>                | n=247<br>≥ 65 v.<br>106 miestä, 141<br>naista<br>Yhden polven teko-<br>nivelleikkaus               | <b>Prospektiivinen kontrolloitu<br/>tutkimus</b><br><br>Komplikaatiot, kuolleisuus (2 v)<br>VAS, KSS, polven ROM (pre-op,<br>post-op pv 1, 3, 5; 1kk; 2 v.)<br>Sairaalassaoloaika, sairaalaku-<br>stannukset<br>Operaation kesto, intraoperatii-<br>vinen ja kokonaisverenmenetys,<br>verensiirrot   | ERAS (n=106) vs. kontrolli (n=141)<br><br>ERAS vs. perinteinen protokolla:<br>Pre-op hiilihydraattitankkaus vs. ei pre-op<br>hiilihydraattitankkausta<br>Kiinteä ruokavalio sallittu 6 h preop ja kirk-<br>kaat nesteet sallittu 2 h pre-op asti vs. kirk-<br>kaat nesteet 6 h pre-op asti<br>Aikainen oraallinen neste (vesi, heräämö) vs.<br>ei aikaista oraalista nestettä | ERAS-ryhmässä lyhyempi sairaalassaolo-<br>aika: 9,6±1,6 vs. 11,3±1,9 pv (p<0.001)<br><br>ERAS-ryhmässä vähäisempi kipu POD 1<br>ja 5 (p=0.012, p=0.020)<br><br>ERAS-ryhmässä parempi polven toimin-<br>takyky POD 1 ja 5 (KSS ↑) (p=0.013,<br>p=0.011)<br><br>ERAS-ryhmässä parempi polven liikku-<br>vuus POD 1 (p=0.021)<br><br>ERAS-ryhmässä vähäisempi verenmene-<br>tys ja verensiirron tarve (p<0.05) |

ACERTO, Acceleration of postoperative recovery; CRP, C-reaktiivinen proteiini; ERAS, Enhanced Recovery After Surgery; ERP, Enhanced Recovery Protocol; EQ-VAS, koetun terveyden mittari; HI, Health Index; KSS, Knee Society Score; LOS, Length of stay (sairaalassaoloaika); MH, metyylihistidiini; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); ROM, Range of Motion; VAS=Visual Analogue Scale; W-BQ12, Wellbeing Questionnaire

Taulukko 11, jatkuu

| <b>Viite, maa</b>                  | <b>Aineisto</b>   | <b>Menetelmät</b>  | <b>Interventio</b>   | <b>Tulokset</b>   |
|------------------------------------|---|--|--|---|
| <b>Tucker ym.<br/>2016 Irlanti</b> | <b>n=40<br/>30–89 v.<br/>17 miestä, 23<br/>naista<br/>Lonkan (n=25) tai<br/>polven tekonivel-<br/>leikkaus (n=15)</b> | <b>Prospektiivinen historiallisesti<br/>kontrolloitu tutkimus<br/><br/>Sairaalassaoloaika<br/>Postoperatiivinen kipu (ei ol-<br/>lenkaan, lievä, keskivaikea,<br/>vaikea) (post-op pv 1, 2)<br/>Kustannukset</b> | ERP-ohjelma (n=40) vs. retrospektiivinen<br>kontrolli<br><br>Preoperatiivinen hiilihydraattitankkaus (4<br>juomaa edellisenä iltana + 2 edeltävänä aa-<br>muna, jos iltapäiväleikkaus) ja aikainen<br>oraalinen nesteytys heräämössä<br><br>Nutricia PreOp-valmiste (1 plo):<br>100 kcal, 25,2 g hiilihydraattia | Lonkan tekonivelleikkaus:<br>ERP-ryhmässä lyhyempi sairaalassaolo-<br>aika: 4,5 vs. 6,3 pv (p=0.003)<br><br>ERP-ryhmässä vähäisempi post-operatii-<br>vinen kipu (pv 2) (p=0.02)<br><br>Polven tekonivelleikkaus:<br>ERP-ryhmässä lyhyempi sairaalassaolo-<br>aika 4,2 vs. 6,1 pv (p<0.001)<br><br>ERP-ryhmässä vähäisempi post-operatii-<br>vinen kipu (pv 1 ja 2) (p=0.02, p<0.001)<br><br>Arvioitu vuosisäästö £203,524.80<br><br>Ei eroa post-op kipulääkkeiden tarpeessa |

ACERTO, Acceleration of postoperative recovery; CRP, C-reaktiivinen proteiini; ERAS, Enhanced Recovery After Surgery; ERP, Enhanced Recovery Protocol; EQ-VAS, koetun terveyden mittari; HI, Health Index; KSS, Knee Society Score; LOS, Length of stay (sairaalassaoloaika); MH, metyylihistidiini; POD, Postoperative day (postoperatiivinen päivä); ROM, Range of Motion; VAS=Visual Analogue Scale; W-BQ12, Wellbeing Questionnaire

## 6 Pohdinta

Tässä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa käsitellyistä yhteensä 32 tutkimuksesta 25 tutkimuksessa perioperatiivisella ravitsemushoidolla havaittiin merkitseviä edullisia vaikutuksia leikkauksesta palautumiseen. Suurin osa tutkimuksista (20) käsittelee lonkan tai polven tekonivelleikkauksia. Tutkimusta ravitsemushoidon hyödyntämisestä nilkkamurtuman leikkaushoidon yhteydessä ei toistaiseksi ole. Tätä voi selittää vamman ja leikkauksen akuutti luonne ja näin tutkimuksen hankalampi toteutus verrattuna muihin tässä tutkielmassa käsiteltyihin leikkauksiin. Toisaalta esimerkiksi leikkausta edeltävän ravitsemustilan, kuten lihavuuden tai D-vitamiinistatuksen, vaikutuksista nilkkamurtuman leikkauksesta palautumiseen on jonkin verran näyttöä (Warner ym. 2016, Benedick ym. 2020).

Tulosten yleistettävyyttä leikkaustyyppien välillä voidaan kyseenalaistaa, mutta toisaalta yhteneväisyydet esimerkiksi leikkauksen jälkeisessä immobilisaatiossa ja interventioiden pyrkimyksessä lihasmassan menetyksen lievenemiseen yhdistävät tutkimusryhmiä. Suuri osa leikkauksista on myös toteutettu tähytysleikkauksina tai mini-invasiivisina leikkauksina, joissa pyritään mahdollisimman vähäiseen invasiivisuuteen ja pieniin haavoihin.

### 6.1 Kiertäjäkalvosimen ompeluleikkaus

Kiertäjäkalvosimen ompeluleikkausta koskien löytyi ainoastaan yksi tutkimus. Kokeellinen, randomoitu ja plasebokontroloitu tutkimus havainnoi Tendisulfur-ravintolisän vaikutusta leikkauksesta palautumiseen. Nykykäsityksen mukaan tämän kaltaiset satunnaistetut, kontrolloidut, kaksoissokkoutetut kokeelliset tutkimukset tuottavat luotettavinta tieteellistä tietoa (Misra 2012). Ensisijaisesti oltiin kiinnostuneita ravintolisän sisältämien kasvipäristen *Boswellia serrata* - ja kurkumauutteen kipua lievittävästä vaikutuksesta. Kiertäjäkalvosimen ompeluleikkauksen on raportoitu johtavan hyvään väli- ja pitkäaikaiseen kliiniseen tulokseen (Kim ym. 2014, Merolla ym. 2015). Olkapään artroskopiaan liittyy kuitenkin edelleen vaikea postoperatiivinen kipu, joka voi edelleen vaikuttaa potilaan kuntoutumiseen ja tyytyväisyyteen (Kim ym. 2014). Tämän vuoksi tehokas aikainen postoperatiivinen kivunlievitys on tärkeää. Kasvipäristen yhdisteiden kipua

lievittävät vaikutukset ovat herättäneet kiinnostusta perinteisten tulehduskipulääkkeiden sivuvaikutusten vuoksi (Maroon ym. 2010). Boswellia serratan ja kurkuman on havaittu inhihoivan samoja tulehdussignaalireittejä kuin tavanomaisten tulehduskipulääkkeiden.

Tendisulfur-ravintolisä vähensi Merolla ym. (2015) tutkimuksessa merkitsevästi kiertäjäkalvosimen ompeluleikkauspotilailla akuuttia postoperatiivista kipua viikon ajan plaseboon verrattuna. VAS-janalla määritettyä koetun kivun vähenemistä tukee raportoitu kipulääkkeiden käyttömäärä, joka ravintolisää käyttäneessä ryhmässä oli merkitsevästi vähäisempää plaseboryhmään verrattuna. Tutkimustulokset eivät kuitenkaan viittaa paremman aikaisen kivunlievityksen vaikuttaneen CMS- ja SST-kyselyin arvioituun olkapään toimintakykyyn pidemmällä aikavälillä. Kyseiset kyselyt on havaittu soveltuviksi arvioimaan kiertäjäkalvosimen ompeluleikkauksen tulosta ja SST-kyselyn käyttö täydentää CMS-kyselyn vajavaista potilaan raportoimaa osuutta, mikä lisää tulosten luotettavuutta. Toisaalta potilaan raportoimiin tuloksiin liittyy yleisesti suurentunut harhan riski. Yksinkertaisten kivun tai muun oireen hankaluutta mittaavien VAS- tai NRS-asteikkojen luotettavuutta rajoittaa niiden subjektiivisuus ja riippuvuus monista muista tekijöistä kuin oireesta itsestään, kuten potilaan mielialasta tai muusta terveydentilasta (Wagemakers ym. 2019). Potilaan nykyhetken arvioon voi lisäksi vaikuttaa vertailu aiempaan raportoituun oireen hankaluuteen. Kivun hankaluuden vertailua potilaiden välillä taas hankaloittaa erilainen kivunsietokyky. Tutkimuksessa käytetyn plasebovalmisteen sisältämällä  $\beta$ -karoteenilla on antioksidanttisia ja -inflammatorisia vaikutuksia, mutta plasebovalmisteen sisältämä hyvin pienellä määrällä (1 %) ei todennäköisesti ole vaikutusta tulokseen. Yhden tutkimuksen pohjalta kyseisen Tendisulfur-ravintolisän tai sen sisältämien yhdisteiden vaikutuksista ei voida kuitenkaan tehdä johtopäätöksiä. Boswellia serrata - ja kurkumauutteen itsenäinen vaikutus ei ole nähtävissä ravintolisän sisältämien muiden mahdollisesti kivunlievitykseen tai nivelterveyteen vaikuttavien yhdisteiden, kuten kollageenin ja MSM:n myötä. Tulos viittaa kuitenkin siihen, että tavanomaisen kivunlievityksen ohella Tendisulfur-ravintolisän käyttö voi tehostaa kivunlievitystä lyhytaikaisesti leikkauksen jälkeen.

## 6.2 Eturistisideleikkaus

Eturistisideleikkauspotilaiden palautumista tutkineita tutkimuksia löytyi kirjallisuushaussa yhteensä kuusi. Kaikki tutkimukset on toteutettu prospektiivisessä kokeellisessa asetelmassa. Viisi tutkimuksista on RCT-tutkimuksia (Tyler ym. 2004, Barker ym. 2009, Eraslan ja Ulkar 2015, Barker ym. 2015). Kim ym. (2017) tutkimus on randomoitu kliininen koe. Eturistisideleikkauksesta palautumiseen havaittiin hyötyjä heraproteiinisupplementaatiolla (Kim ym. 2017) ja kollageeni-peptidejä, plasmaproteiineja, hyaluronihappo-kondroitiinisulfaattikompleksia ja C-vitamiinia sisältävän Progen-ravintolisän käytöllä (Lopez Vidriero ym. 2018).

Yleisesti tässä tutkielmassa käsiteltyjen tutkimusten tutkimusryhmät kuvaavat hyvin tyypillisiä kyseisiin leikkauksiin päätyviä potilaita. Eri leikkaustyyppien sisäisesti aineistossa ei näy suurta vaihtelua, mikä helpottaa tutkimustulosten vertailua. Leikkaustyyppien välillä aineistossa taas on enemmän vaihtelua. Verrattuna muihin tässä tutkielmassa käsiteltyihin leikkaustyyppisiin, on eturistisideleikkauksia koskevat tutkimukset toteutettu selvästi nuoremmilla potilailla. Tämä selittyy luultavasti sillä, että eturistisiteen repeämä esiintyy tyypillisesti nuoremmilla, urheiluvilla potilailla ja vanhemmissa ikäryhmissä aktiivinen urheilu ei ole yhtä tyypillistä. Aineistoltaan osa tutkimuksista eroaa myös sukupuolen myötä. Tutkimuksista kolme on toteutettu ainoastaan miehillä (Barker ym. 2009, Eraslan ja Ulkar 2015, Kim ym. 2017). Barker ym. 2009, Barker ym. 2015 ja Eraslan ym. 2014 tutkimuksissa tutkittavat on valittu lisäksi fyysisen aktiivisuuden perusteella. Eturistisideleikkauksia käsittelevien tutkimusten yleisenä heikkoutena on pidemmän ajan seurannan puute. Tutkimusten kesto asettuu enintään noin 3 kuukauden ajalle postoperatiivisesti, kun toipuminen jatkuu vähintään kuuteen kuukauteen saakka. Toisaalta lihasmassaan kohdistuvia vaikutuksia havainnoivissa tutkimuksissa merkittävin seuranta-aika kohdistuu immobilisaation ajalle, kun potilas on alttiimmillaan lihasmassan menetykselle. Pitkän ajan seurannalla voitaisiin kuitenkin näissä tutkimuksissa selvittää ravitsemushoidon vaikutusta lihasmassan palautumiselle kuntoutuksen edetessä vastusharjoitteluun.

Barker ym. (2009) ja Barker ym. (2015) E- ja C-vitamiinisupplementaatiota käsitelleissä tutkimuksissa suurillakaan määrillä näitä vitamiineja ei saavutettu hyötyä eturistisideleikkauksesta palautumiseen. Tutkimusten pieni otoskoko voi vaikuttaa merkitsevien muutosten havaitsemiseen.

Toisaalta kummassakaan tutkimuksessa tutkittavilla ei raportoitu E- tai C-vitamiinin puutosta interventiota edeltävästi tai muissa mittauksissa. Lisäksi säännöllistä päivittäistä ravintolisää viimeisen vuoden aikana käyttäneet tutkittavat suljettiin pois. Vitamiinien ja kivennäisaineiden normaalia tarvetta vastaava saanti on osoitettu riittäväksi palautumista edistäväksi tekijäksi, ja tarvetta suurempien käyttömäärien lisähyödyistä ei ole aikaisempaakaan näyttöä, mikä voi selittää tutkimustuloksia. Leikkausta edeltävän vitamiinistatuksen merkitystä voi tukea Barker ym. 2009 havainto, jossa tutkittavien lähtötilanteessa suurempi plasman askorbiinihappopitoisuus, riippumatta kuulumisesta interventio- tai kontrolliryhmään, oli yhteydessä operoidun jalan huippuvoiman parempaan kehitykseen intervention aikana.

Tutkimuksiin valikoituneet fyysisesti aktiiviset potilaat todennäköisimmin ovat olleet myös muilta osin terveystietoisia, mikä voi vaikuttaa jo valmiiksi riittävään C- ja E-vitamiinin saantiin. E-vitamiinin puutos on ylipäätään erittäin harvinainen, ja esiintyy aikuisilla yleisimmin rasvojen imeytymisen tai kuljetuksen häiriöiden yhteydessä. C-vitamiinin parhaita lähteitä ovat hedelmät, marjat ja vihannekset, ja näiden käyttö terveystietoisella henkilöllä on todennäköisesti riittävää turvaamaan C-vitamiinin riittävän saannin. Tulos ei näyttäisi olevan sukupuoliriippuvainen, sillä Barker ym. (2015) tutkimuksessa oli mukana myös naisia. Tutkimusten heikkoutena on niiden pieni otoskoko, mikä voi hankaloittaa tilastollisesti merkitsevien erojen havaitsemista. Lisäksi tutkimuksissa osalle tutkittavista on toteutettu lisätoimenpiteitä eturistisiteen korjausleikkauksen ohella. Useassa muussa tutkimuksessa sekoittavan tekijän minimoimiseksi lisätoimenpiteet on poissuljettu, leikkaustekniikka on ennalta määritetty samankaltaiseksi tai leikkaukset on toteuttanut sama kirurgi (Tyler ym. 2004, Roy ym. 2005, Ljunggren ja Hahn 2012, Alito ja de Aguilar-Nascimento 2016, Lee ym. 2017, Cao ym. 2017, Lopez Vidriero ym. 2018, Feng ym. 2019, Xu ym. 2019, Ueyama ym. 2020, Kim ym. 2020). Vaikka Barker ym. 2009 ja Barker ym. 2015 tutkimuksissa ryhmät eivät eronneet lisätoimenpiteiden osalta, eikä niillä kuvattu haitallista vaikutusta palautumiselle, on epäselvää, onko tämä voinut vaikuttaa tuloksiin (Barker ym. 2015). E- ja C-vitamiinisupplementaation tavoitteena oli vaikuttaa leikkauksen jälkeiseen proinflammatoristen sytokiinien vähenemiseen. Huolimatta  $\alpha$ -tokoferolin,  $\gamma$ -tokoferolin ja askorbiinihapon pitoisuuksien noususta, ei Barker ym. (2015) tutkimuksessa interventioyhmässä havaittu kontrolliryhmään vähäisempiä seerumin sytokiinipitoisuuksia.



Kim ym. (2017) tutkimuksen perusteella heraproteiinin käyttö harjoittelun yhteydessä voi edistää voiman palautumista eturistisideleikkauksen jälkeen miespotilailla. Myös tässä eturistisideleikkauksen yhteydessä toteutetussa tutkimuksessa luotettavuutta heikentää pieni otoskoko. Tämän lisäksi Kim ym. (2017) tutkimuksessa palautumisen arviointiin on käytetty ainoastaan yhtä tulomuuttujaa, isokineettisellä kokeella mitattua etureiden voimaa. Huolimatta interventioryhmän paremmasta etureiden voiman kehityksestä kontrolliryhmään verrattuna, ei tuloksista suoraan ole nähtävissä kliinisesti merkitsevää etua palautumiselle. Vaikka lihasvoiman tiedetään olevan yhteydessä toimintakykyyn, ei tuloksesta ole nähtävissä eroja tutkittavien toimintakyvyssä.

Tyler ym. (2004) tutkimuksessa 12 viikkoa kestäneellä kreatiinilisän käytöllä ei havaittu hyötyä eturistisideleikkauksesta palautumiseen. Vastaavasti polven tekonivelleikkauksen yhteydessä verrattain iäkkäämmässä aineistossa Roy ym. (2005) ei havainnut 40 päivän kreatiinilisän käytöllä hyötyä potilaan palautumiseen. Eturistiside- ja polven tekonivelleikkausten aiheuttama raajan immobilisaatio ja kuntoutus on samankaltainen, minkä vuoksi pohdinta tutkimuksista on yhdistetty tähän kappaleeseen. Kumpikin tutkimus on luotettavaksi nähty kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus (Tyler ym. 2004, Roy ym. 2005). Tulosten luotettavuutta Roy ym. (2005) tutkimuksessa heikentää alkujaan pieni otoskoko, kun taas Tyler ym. (2004) tutkimuksessa suurehko tutkimuksen keskeyttäneiden määrä erityisesti viimeiseen seurantaan voi heikentää tilastollisesti merkitsevien erojen havaitsemista. Toisaalta Tyler ym. (2004) tutkimuksessa ryhmien välillä havaittu ero (polven ojennusvoimassa) oli minimaalinen ja on arvioitu, että tutkimuksesta poisjääneiden aiheuttama harha tuloksessa on epätodennäköinen. Tyler ym. (2004) kontrolloi tutkimuksessaan kreatiinipitoisten ruokien käytön ruoankäyttökyselyä (*FFQ, Food Frequency Questionnaire*) hyödyntäen tutkimuksen alussa ja lopussa. Kreatiinipitoisten ruokien käyttö ei eronnut tutkimusryhmien välillä, mikä viittaa siihen, että havaintojen puute ei ollut riippuvainen tutkittavien ruokavaliosta. Roy ym. (2005) tutkimuksessa kreatiinilisän käyttö oli Tyler ym. (2004) tutkimukseen verrattuna huomattavasti lyhytkestoisempi (40 päivää vs. noin 84 päivää). Kreatiinin positiivisista vaikutuksista fyysiseen suorituskyykyyn ja kehon rasvattomaan massaan on vankkaa tutkimusnäyttöä intensiivisen ja kuormittavan harjoittelun yhteydessä (Kreider ja Stout 2021). Mahdollinen selitys havaintojen puutteelle kreatiinilisää eturistisideleikkauksen tai polven

tekonivelleikkauksen kuntoutuksen yhteydessä havainnoineissa tutkimuksissa on riittävän kuormittavan harjoittelun puute kuntoutuksen ensimmäisinä viikkoina tai kuukausina (Tyler ym. 2004). Erityisesti Roy ym. (2005) tutkimuksessa intervention kesto on tästä näkökulmasta lyhyt, sillä ensimmäisen postoperatiivisen kuukauden aikana kuntoutus painottuu pääasiassa polven liikkuvuuden kehittämiseen ja matalaintensiteettiseen harjoitteluun. Aiempi tutkimusnäyttö kreatiinin hyödyistä luustolihasvaurioiden yhteydessä on epä johdonmukaista (Kreider ja Stout 2021). Tyler ym. (2004) ja Roy ym. (2005) tutkimusten tulokset viittaavat siihen, että kreatiinilisän käyttö ei edistä akuuttia eturistisideleikkauksesta tai polven tekonivelleikkauksesta palautumista. Kreatiinilisän hyöty voisi olla suurempi aloitettuna myöhemmin, riittävän kuormittavan vastus harjoittelun alkaessa (Tyler ym. 2004).

Eraslan ja Ulkar (2015) sokkoutetussa RCT-tutkimuksessa glukosamiinilisän käytöllä ei miesurheilijoiden eturistisideleikkauksen jälkeen havaittu palautumista edistäviä vaikutuksia. Tutkimuksen luotettavuutta voi heikentää pieni otoskoko ja tarkoin rajattu tutkittavien ryhmä (miehiä, urheilijoita, primäärinen eturistisideleikkaus ilman liitännäisvammoja). Lisäksi glukosamiinilisän käyttö aloitettiin vasta 6 viikkoa leikkauksen jälkeen, mikä on voinut vaikuttaa tutkimusryhmien välisten erojen havaitsemiseen. Esimerkiksi leikkaukseen liittyvässä kivussa ei todennäköisesti enää tässä vaiheessa nähdä eroa. Lisäksi potilaan kuntoutus on kuudenteen leikkauksen jälkeiseen viikkoon mennessä edennyt selkeästi, ja kuntoutus itsessään on hyvin merkittävää palautumisen, erityisesti toimintakyvyn edistämässä. Glukosamiinilisän käytön osalta Eraslan ja Ulkar (2015) eturistisideleikkauspotilailla toteutetun tutkimuksen havainnot kuitenkin mukailevat nivelrikkopotilailla toteutettujen tutkimusten havaintoja. Vaikka glukosamiinilla on joissakin meta-analyyseissä havaittu lumelääkkeeseen verrattuna hyötyjä nivelrikkopotilaiden kivun tai toimintakyvyn edistämässä, tukee tämänhetkinen tutkimusnäyttö sitä, että glukosamiinin vaikutus ei kyseisessä potilasryhmässä edistä kipua tai toimintakykyä lumelääkkeeseen verrattuna (Arokoski ym. 2008, Vuolteenaho ja Moilanen 2012). Glukosamiinilisän käytöllä on raportoitu edullisia tuloksia ikäänntyneillä rustovaurioista kärsivillä potilailla (Eraslan ja Ulkar 2015). Eraslan ja Ulkar (2015) tutkimuksessa tutkittavien keskimääräinen ikä oli 25,6 vuotta. On mahdollista, että glukosamiinin hyöty ei ole samalla tavoin nähtävissä nuoremmilla potilailla, joiden nivelruston uusiutumiskapasiteetti on luontaisesti korkeampi ja lihaksen ja jänteiden rakenne vahvempi. Lisäksi niin Eraslan

ja Ulkar (2015) kuin Barker ym. (2009) ja Barker ym. (2015) tutkimusten yhteydessä on mahdollista, että fyysisesti aktiivisten potilaiden aktiivinen kuntoutus on peittänyt alleen ravitsemusintervention vaikutusta. Eraslan ja Ulkar (2015) ei myöskään eturistisideleikkauspotilaiden kuntoutuksen yhteydessä havainnut glukosamiinilisän käytöllä hyötyjä potilaan kokemaan kipuun tai objektiivisesti ja subjektiivisesti arvioituun toimintakykyyn. Verraten esimerkiksi Eraslan ja Ulkar (2015) ja Lopez-Vidriero ym. (2018) tutkimusta, on mahdollista, että useampia potentiaalisia palautumista edistäviä komponentteja sisältävän ravintolisän käytöllä on enemmän hyötyä verrattuna yhden komponentin sisältävään ravintolisiin. Vähäisen tutkimusnäytön perusteella tästä ei kuitenkaan voida tehdä johtopäätöksiä.

López-Vidriero ym. (2018) eturistisideleikkauspotilailla toteutetussa tutkimuksessa tutkittu Progen-ravintolisä sisälsi useaa potentiaalisesti leikkauksen jälkeiseen palautumiseen vaikuttavaa komponenttia. Valmisteen sisältämän PRP:n oraalista käytöstä ei löydy aiempaa tutkimusnäyttöä. Injektiohoitona sillä on havaittu edullisia vaikutuksia esimerkiksi polven nivelrikon yhteydessä (Nazaroff ym. 2021). Aiempi tutkimusnäyttö hyaluronihapon käytöstä painottuu myös pääasiassa injektioihin (Wang, D. ja Rodeo 2017). Hyaluronihapon ja kondroitiinisulfaatin käyttöä koskeva tutkimusnäyttö ortopedian alalla on toistaiseksi ristiriitaista. Kollageeni-peptideillä on oraalisesti käytettynä aiemmin havaittu esimerkiksi nivelrikon oireita ja kipua lievittäviä vaikutuksia (García-Coronado ym. 2019). Tutkimuksessa ravintolisän käytöllä havaittiin monipuolisesti hyötyjä niin subjektiivisesti arvioidussa potilaan toimintakyvyn kehityksessä (IKDC-kysely) kuin objektiivisesti arvioiduissa kuntoutustavoitteiden saavuttamisessa ja eturistisidesiirteen maturaatiossa (Lopez Vidriero ym. 2018). Lisäksi ravintolisän käyttö tulehduskipulääkkeiden ohella raportoitiin ainoastaan tulehduskipulääkkeiden käyttöä siedettävämmäksi. Vaikka koettu kipu ei merkitsevästi eronnut ravintolisää käyttäneillä kontrolliryhmään verrattuna, oli ravintolisää käyttäneiden kipulääkkeiden kulutus merkitsevästi vähäisempää ensimmäisen 30 postoperatiivisen päivän jälkeen. Erot kipulääkkeiden käytössä voivat vääristää VAS-janalla arvioitua eroa koetussa kivussa. Keskimäärin seitsemän pisteen ero IKDC-kyselyn tuloksissa ryhmien välillä 60 päivää leikkauksen jälkeen oli tilastollisesti merkitsevä, mutta sen kliinistä merkitsevyyttä voidaan kyseenalaistaa. IKDC-kyselyn kliinisesti merkitsevä muutos on raportoitu olevan 11,5–20,5 leikkaustoimenpiteitä läpikäyneillä polvivammapotilailla (Collins ym. 2011). Lisäksi kummassakin

ryhmässä saavutettiin kliinisesti merkitsevä kehitys IKDC-kyselyn tuloksissa em. arvojen perusteella intervention aikana. 60 päivän kohdalla saadun tuloksen luotettavuutta heikentää myös se, että muissa mittauksissa merkitsevää eroa ei havaittu.

Tutkimuksen selkeimpänä heikkoutena on sokkouttamisen puute (Lopez Vidriero ym. 2018). Tutkimuksessa hoitajat, fysioterapeutit tai tutkittavat eivät olleet sokkoutettuja tutkimusryhmästä. Tutkittavan tietoisuus interventioryhmään kuulumisesta voi vääristää erityisesti arvioituja kyselytuloksia todellisuutta paremmiksi. Fysioterapeutti oli vastuussa tutkittavien kuntoutuksesta ja kuntoutustavoitteiden saavuttamisen arvioinnista. Sokkouttamisen puute ja tieto potilaan tutkimusryhmästä on voinut vaikuttaa esimerkiksi fysioterapeutin tutkittavalle tarjoamaan tukeen tai vääristää arviota tavoitteiden saavuttamisesta. Ainoastaan magneettikuvat tulkinnut radiologi oli sokkoutettu potilaiden tutkimusryhmästä. Vastaava harhan mahdollisuus ei koske siirteen maturation arviota, mikä tukee näyttöä ravintolisän käytön edullisista vaikutuksista. Kliinisen hyödyn kannalta havaittu vähäisempi kuntoutuskertojen tarve voisi vähentää leikkaukseen liittyviä kustannuksia ja intervention koettu tehokkuus ja siedettävyyys voisivat parantaa potilaan leikkauskemusta. Lisäksi Progen-ravintolisän kaltaisen valmisteen soveltaminen kliinisessä hoitotyössä olisi yksinkertaista. Vaikka valmisteella havaittiin useita edullisia vaikutuksia, vaaditaan Progen-ravintolisän tai sen kaltaisten monikomponenttisten ravintolisien kliinisen käytön taustalle vielä tutkimusnäyttöä laadukkaista kaksoissokkoutetuista RCT-tutkimuksista. Erityisesti PRP:n, kollageenipeptidien ja hyaluronihapon itsenäisistä ja yhteisvaikutuksista oraalisesti käytettynä vaaditaan vielä paljon tutkimusnäyttöä. Tämä tutkimus antaa kuitenkin viitteitä Progen-ravintolisän edullisista vaikutuksista eturistisideleikkauksesta palautuessa, ja osoittaa ravintolisän lisätutkimustarpeen.

### 6.3 Selän leikkaukset

Selän leikkauksia tutkineista tutkimuksista neljä on RCT-tutkimuksia, 2 näistä kaksoissokkoutettuja (Lee ym. 2017, Skrobot ym. 2019), 1 yksöissokkoutettu (Tran ym. 2013) ja 1 sokkouttamaton (Xu ym. 2019). ERAS-protokollaa selän leikkausten yhteydessä havainnoinut tutkimus on historiallisesti kontrolloitu tutkimus (Feng ym. 2019). Tutkimuksista preoperatiivista

hiilihydraattitankkausta havainnoinutta Tran ym. (2013), multimodaalista ravitsemushoitoa käsitellyttä Xu ym. (2019) ja ERAS-protokollaa käyttänyttä Feng ym. (2019) tutkimusta on käsitelty vastaavien interventioiden yhteydessä kappaleessa 6.4 Lonkan tai polven tekonivelleikkaus. Selän leikkausten yhteydessä potilaita on rajattu esimerkiksi leikkauksen primäärisyyden tai leikkauksen kohdan ja -laajuuden mukaan. Tässä tutkielmassa käsiteltyjen tutkimusten myötä toimenpiteen laajuuden vaikutuksesta tuloksiin ei kuitenkaan voida tehdä johtopäätöksiä interventioiden erojen vuoksi.

Poiketen eturistisideleikkausten yhteydessä vitamiinilisillä toteutetuista tutkimuksista, selän leikkauksen yhteydessä vitamiinilisän (C- tai D-vitamiini) käyttö edisti potilaan leikkauksesta palautumista. C-vitamiinilisän (500–1000 mg vuorokaudessa) käytön havaittiin Lee ym. (2017) kaksois-sokkoutetussa RCT-tutkimuksessa parantavan lannerangan fuusioleikkauspotilaiden toimintakykyä merkitsevästi 3 kuukautta leikkauksen jälkeen verrattuna plasebovalmistetta käyttäneisiin potilaisiin. Merkitsevää eroa ei havaittu muissa mittauspisteissä tai päätemuuttujissa. Havaittu ero ODI-pisteissä kolmen kuukauden kohdalla oli noin 3,3 pistettä, jonka kliininen merkitsevyys voidaan kyseenalaistaa. ODI-kyselyn pistemäärä 0–20 voidaan tulkita minimaalisena disabiliteettina. Pisteet olivat interventioryhmässä kolmen kuukauden kohdalla  $16,3 \pm 5,9$  ja plaseboryhmässä  $19,6 \pm 10,3$ . Tämän perusteella kummankin ryhmän potilaat myös keskimäärin asettuvat vähäisimmän toimintakyvyn heikkenemisen ryhmään, minkä vuoksi C-vitamiinilisällä saadun tuloksen kliinistä merkittävyyttä voidaan kyseenalaistaa. ODI-kyselyn pisteiden pienimmän kliinisesti merkitsevän muutoksen asettuessa välillä 4,5–10 pistettä (Vianin 2008), oli kummassakin ryhmässä myös kolmen kuukauden kohdalla saavutettu kliinisesti merkitsevä muutos lähtötilanteeseen verrattuna. Tutkimuksessa ei kuvata tutkittavien leikkausta edeltäviä elimistön askorbiinihappopitoisuuksia, tai sen muutoksia intervention johdosta. Tutkimuksessa ei myöskään ole kontrolloitu tutkittavien ruokavaliota tai ilmoiteta ravintolisien käytöstä. Tämän myötä ei voida olla varmoja, kärsivätkö tutkittavat C-vitamiinin puutteesta, tai erosiko sen saanti ryhmien välillä ruokavaliosta tai ravintolisistä merkitsevästi.

Skrobot ym. (2019) kaksois-sokkoutettu RCT-tutkimus on toteutettu lannerangan fuusioleikkauspotilailla. Interventioryhmään kuuluneet potilaat käyttivät 80 µg päivittäistä D-vitamiinilisää 5

viikkoa preoperatiivisesti. Interventoryhmässä havaittiin plaseboryhmään verrattuna merkitsevästi parempi tasapainon kehitys tutkimuksen aikana. Skrobot ym. (2019) tutkimuksessa D-vitamiinisupplementaation havaittuun hyötyyn voi vaikuttaa tutkittavien lievästi alhainen 25-OH-D-pitoisuus tutkimuksen alussa. Tutkittavien keskimääräinen 25-OH-D pitoisuus oli tutkimuksen alussa interventoryhmässä  $48,4 \pm 9,5$  nmol/l ja plaseboryhmässä  $51,4 \pm 18,1$  nmol/l. Suomessa 25-OH-D-vitamiinin pitoisuuden tavoitearvona pidetään arvoa 50 nmol/l. Intervention myötä interventoryhmässä pitoisuus nousi  $75,1 \pm 10,3$  nmol/l:ssa ja plaseboryhmässä säilyi suhteellisen samana ( $49,5 \pm 11,8$  nmol/l). Kuntoutuksen jälkeen tutkimuksen lopussa interventoryhmän 25-OH-D pitoisuus oli edelleen yli tavoitearvon ( $67,1 \pm 11,5$  nmol/l), kun taas plaseboryhmässä pitoisuuden raportoitiin olleen laskusuuntainen  $43,6 \pm 11,9$  nmol/l. On arveltu, että mikroravintoaineiden saannin kasvattamisen kliininen hyöty on parhaiten havaittavissa puutostiloista kärsivillä potilailla. Lisäksi puutostila itsessään voi heikentää potilaan palautumista. Nämä seikat voivat selittää Skrobot ym. (2019) havaitsemia hyötyjä verrattuna muihin vitamiinilisiä havainnoineisiin tutkimuksiin. Lisäksi D-vitamiinin puute on erityisesti pohjoismaissa selvästi C- tai E-vitamiinin puutetta yleisempää, mikä voi vaikuttaa siihen, että D-vitamiinin hyödyt olivat tutkimuksessa havaittavissa, mutta C- tai E-vitamiinin hyödyt vähäisempiä (Schwab 2021). Päivittäisen 20–25 µg D-vitamiinilisän on myös aiemmin raportoitu vaikuttaneen positiivisesti tasapainoon ja voimaan esimerkiksi yli 60-vuotiailla (Muir ja Montero-Odasso 2011).

#### 6.4 Lonkan tai polven tekonivelleikkaus

Polven ja lonkan tekonivelleikkauksia havainnoineista tutkimuksista 14 on RCT tutkimuksia. Kaksoissokkoutettuja tutkimuksia on 5 (Roy ym. 2005, Harsten ym. 2012, Dreyer ym. 2013, Dreyer ym. 2018, Ueyama ym. 2020), yksöissokkoutettuja 4 (Karmali ym. 2015, Baldissarro ym. 2016, Ikeda ym. 2019, Kim ym. 2020) ja sokkouttamattomia 5 (Petersen ym. 2006, Ljunggren ja Hahn 2012, Nishizaki ym. 2015, Alito ja de Aguilar-Nascimento 2016, Cao ym. 2017). Tutkimuksista kaksi on prospektiivisiä kontrolloituja tutkimuksia. Jiang ym. (2019) tutkimuksessa kontrolliryhmää on tutkittu samaan aikaan, kun taas Tucker ym. (2016) tutkimuksessa on käytetty historiallista kontrolliryhmää. Schroer ym. (2019) tutkimuksessa retrospektiivisen tietokanta-analyysiin on yhdistetty prospektiivinen interventiotutkimus. Christelis ym. (2015) tutkimus on

prospektiivinen, kolmessa vaiheessa toteutettu ennen-jälkeen tutkimus. Scardino ym. (2019) tutkimuksessa hoitokäytänteiden muutoksen yhteydessä toteutettiin retrospektiivinen havainnoiva tutkimus. Blum ym. (2019) tutkimus on retrospektiivisesti toteutettu tietokanta-analyysi.

### **Ravintolisät**

Plasebokontrolloidussa RCT-tutkimuksessa HMB yhdistettynä suureen annokseen arginiinia ja glutamiinia ei näyttänyt merkitsevästi edistävän polven tekonivelleikkauksesta palautumista kuntoutuksen yhteydessä käytettynä ikääntyneillä potilailla (Nishizaki ym. 2015). Vaikka ryhmien välillä ei havaittu merkitseviä eroja, raportoitiin tutkimuksen interventoryhmässä nouseva trendi operoidun jalan suoran reisilihaksen pinta-alassa verratessa mittaustuloksia ennen leikkausta ja 42 päivää leikkauksen jälkeen. Vastaavalla aikavälillä kontrolliryhmässä suoran reisilihaksen pinta-alassa havaittiin vähenevä trendi. Operoimattoman jalan osalta havainnot olivat samankaltaisia. Lisäksi lihasvoiman osalta ainoastaan kontrolliryhmässä havaittiin merkitsevä polven ojennuksen lihasvoiman vähenemä 14 päivää leikkauksen jälkeen, kun vastaavaa ei interventoryhmässä tapahtunut. Tutkimuksen pieni otoskoko (n=23) voi häiritä esimerkiksi kyseisissä tulostuloksissa merkitsevien erojen havaitsemista. Lihasmassan muutoksissa ei ollut merkitseviä eroja ryhmien sisällä muissa mittauksissa. Tutkittavien leikkausta edeltävää liikunnallisuutta ei ole kommentoitu tutkimuksessa. Eräässä tutkimuksessa vähän liikkuvilla tutkittavilla HMB-supplementaatio lisäsi kehon rasvatonta massaa ja lihasvoimaa harjoitusjakson alussa (Martínez-Rodríguez ym. 2020). Mikäli tutkittavien liikunnallisuus erosi merkitsevästi ennen tutkimusta, on mahdollista, että vähän liikkuvilla HMB:n vaikutus on tehostunut.

Scardino ym. (2019) tutkimus käsitteli preoperatiivisen raudanpuutteen korjaamista Sucrosomial®-rautalisällä lonkan tekonivelleikkausten yhteydessä. Valmiste valittiin sen imeytymiskykyyn ja oletetusti vähäisten gastrointestinaalisten sivuvaikutusten perusteella, joita muilla rautalisävalmisteilla esiintyy usein. Raudanpuutteesta kärsivillä potilailla preoperatiivisella oraalisella rautalisän käytöllä saavutettiin lyhyempi sairaalassaoloaika, parempi postoperatiivinen hemoglobiiniarvon palautuminen ja vähäisempi verensiirtojen tarve hoitamattomaan raudanpuutteeseen verrattuna. Vähäisempi punasolusiirtojen tarve ja lyhyempi sairaalassaoloaika johti vähäisempiin kustannuksiin intervention vastaanottaneilla. Rautalisää saaneilla hemoglobiini palautui 30

postoperatiivisen päivän aikana nopeammin myös verrattuna raudanpuutteesta kärsimättömään ryhmään, mutta muissa tulosmuuttujissa tai akuutissa postoperatiivisessa hemoglobiinissa (POD 1, kotiutuspäivä) eroa ei havaittu. Tutkimuksen myötä selvittämättä jää hemoglobiinitason paremman palautumisen kliininen merkitys. Tätä tutkimalla voitaisiin selvittää preoperatiivisen rautalisän hyötyjä raudanpuutteesta kärsimättömillä potilailla.

Tutkimuksen heikkouksiin lukeutuvat tyypilliset retrospektiivisen tutkimuksen heikkoudet. Huomioitavaa on, että tutkimuksesta poissuljettiin aneemiset potilaat (Hb < 130 g/l miehille ja <120 g/l naisille) ja potilaat, joilla oli muita merkittäviä terveysongelmia, mikä rajaa aineiston suhteellisen spesifiin ryhmään ja heikentää yleistettävyyttä (Scardino ym. 2019). Kliinisen sovellettavuuden kannalta oraalisen rautalisän preoperatiivinen käyttö edellyttäisi raudanpuutteesta kärsivän potilasryhmän tunnistamisen riittävän aikaisin. Scardino ym. (2019) tutkimuksessa ravintolisää käytettiin 3–4 viikkoa leikkausta edeltävästi. Tyypillisesti leikkausta edeltävät laboratoriotutkimukset suoritetaan 1–2 viikkoa ennen leikkausta (Ennen leikkausta, Leikkaukseen.fi, Terveyskyliä 2021). Toisaalta suurten ortopedisten leikkausten yhteydessä hemoglobiiniarvoa suositellaan mittaavaksi n. kuukautta ennen kiireetöntä leikkausta (Leikkausta edeltävä arviointi: Käypä Hoito -suositus, 2014). Oraalisen rautalisän käyttö kliinisessä hoitotyössä edellyttäisi siis tämän käytännön muutosta aikaisempaan. Lisäksi potilaan leikkausturvallisuuden kannalta rautalisän vaikutus tulisi varmistaa uudella laboratorionkokeella, jolloin leikkausta edeltävän rautainfuusion tarve voitaisiin poissulkea. Oraaliseen rautalisään verrattuna rautainfuusiolla rauta-arvojen kasvu säävytetään varmemmin. Lisäksi oraalisen rautalisän käyttö näyttäytyy tämän tutkimuksen perusteella kustannusvaikuttavana ainoastaan verrattuna korjaamattomaan raudanpuutteeseen ennen leikkausta. Selvittämättä jää oraalisen rautalisän kustannusvaikuttavuus verrattuna yleisesti käytössä olevaan rautainfuusioon.

### **Aminohappolisät**

Aminohapposupplementaatiota lonkan tai polven tekonivelleikkauksen yhteydessä käsitteli viisi kokeellista RCT-tutkimusta (Dreyer ym. 2013, Baldissarro ym. 2016, Dreyer ym. 2018, Ikeda ym. 2019, Ueyama ym. 2020). Intervention kesto vaihtelee tutkimuksissa kahdesta seitsemään viikkoon, ja on toteutettu joko pre- ja postoperatiivisesti tai postoperatiivisen kuntoutuksen aikana.



Tutkimuksissa käytetty EAA-lisä on pienimmillään 8 g/ pv ja suurimmillaan 40 g/ pv. Ainoastaan Ikeda ym. 2016 hyödynsi tutkimuksessaan BCAA-lisää, jonka käyttömäärä oli 3,4 g/ pv. Tutkimusaineistot ovat yleisesti pieniä, vaihdellen 28 tutkittavasta 60 tutkittavaan. Kaikissa tutkimuksissa EAA- tai BCAA-ravintolisän käytöllä havaittiin potilaan palautumista edistäviä vaikutuksia. Kaikkia tutkimuksia tarkastellessa aminohapposupplementaation osalta tutkimustulos ei näyttäisi olevan riippuvainen tutkittavien iästä. Aminohapposupplementaation yhteydessä hyötyjä on havaittu niin ikääntyneillä (yli 65-vuotiailla) (Nishizaki ym. 2015, Ikeda ym. 2019) kuin nuoremmilla potilailla (Dreyer ym. 2013, Baldissarro ym. 2016, Dreyer ym. 2018).

Lonkan tekonivelleikkausten yhteydessä toteutetut tutkimukset poikkeavat intervention aloitusajankohdan osalta muista tutkimuksista. Interventio on Baldissarro ym. (2016) tutkimuksessa aloitettu keskimäärin  $17,5 \pm 1,12$  päivää leikkauksen jälkeen ja Ikeda ym. (2016) tutkimuksessa interventioryhmässä keskimäärin  $23,3 \pm 4,3$  päivää ja placeboryhmässä keskimäärin  $20,4 \pm 4,6$  päivää leikkauksen jälkeen. Näiden tutkimusten vertailtavuutta häiritsee käytettyjen palautumisen mittareiden erot. Baldissarro ym. (2016) havaitsi EAA-ravintolisän käytöllä hyötyjä koetun kivun ja toimintakyvyn kehityksessä kuntoutuksen aikana, kun taas Ikeda ym. (2016) tutkimuksessa hyötyä havaittiin operoimattoman ja operoidun jalan polven ojennusvoiman kehityksessä sekä olkavarren ympärysmittassa. Ikeda ym. (2016) ei havainnut BCAA-ravintolisän käytöllä vaikutusta potilaiden toimintakykyyn. Myös polven tekonivelleikkauksia koskevien tutkimusten yhteydessä vertailtavuutta hankaloittaa erot käytetyissä palautumisen mittareissa sekä havaintojen painottuminen erilaisiin palautumista arvioiviin tekijöihin. Dreyer ym. (2018) havaitsi EAA-ravintolisän käytöllä hyödyn ainoastaan operoidun ja ei-operoidun jalan etureiden ja takareiden lihasatrofiassa. Hyötyjä ei havaittu lihasvoimassa, toimintakyvyssä (TUG-testi, portaiden nousu- ja laskuaika), kyselytuloksissa tai puristusvoimassa. Dreyer ym. (2013) taas havaitsi lihasmassan paremman kehityksen lisäksi paremman kehityksen operoidun polven ojennusvoimassa ja samoin mittarein määritetyssä potilaan toimintakyvyssä EAA-ravintolisää käyttäneillä tutkittavilla. Myös tuoreimmassa Ueyama ym. (2020) tutkimuksessa hyötyä havaittiin reisilihaksen massan säilymisessä. Lisäksi EAA-lisää käyttäneillä potilailla leikkauksen jälkeinen kipu oli vähäisempää ja päivittäisiin toimintoihin palaaminen oli nopeampaa. Toisaalta eroa polven ojennusvoimassa tai toimintakyvyssä 6 metrin kävelyajalla mitattuna ei havaittu. EAA-ravintolisän käytön on myös ilman

harjoitusinterventiota raportoitu lisäävän lihasmassaa ja parantavan toimintakykyä ikääntyneillä sekä lieventävän lihasmassan ja -voiman menetystä pitkittyneen vuodelevon ja immobilisaation aikana, mikä tukee käsitystä sen lihaskataboliaa lieventävästä vaikutuksesta (Børsheim ym. 2008, Tipton 2015). Myös BCAA-supplementaation on kriittisesti sairailta havaittu lisäävän proteiinisynteesiä (Biolo ym. 2006). Yllättäen enemmän hyötyjä EAA-supplementaatiolla havaittiin polven tekonivelleikkauksen yhteydessä lyhyemmillä interventioilla. Dreyer ym. (2013) ja Ueyama ym. (2020) tutkimuksissa kolmen viikon interventio johti parempiin tuloksiin verrattuna Dreyer ym. (2018) tutkimuksen seitsemän viikon interventioon. Harjoittelun tiedetään olevan toinen oleellinen palautumista kiihdyttävä tekijä (Deutz ym. 2014). Näitä tutkimuksia koskien tulos ei näyttäisi kuitenkaan olevan riippuvainen potilaan fysioterapian määrästä. Esimerkiksi Ueyama ym. (2020) tutkimuksessa potilaat osallistuivat neljän viikon sairaalassaoloaikana päivittäin kahden tunnin ajan fysioterapiaan, kun taas Dreyer ym. (2013) tutkimuksessa leikkauksen jälkeisten fysioterapiakäyntien määrä oli selvästi pienempi, keskimäärin  $11,8 \pm 0,9$  kertaa kuuden viikon aikana.

Edellä kuvatun mukaisesti palautumisen mittareista aminohappolisän käytön hyöty polven tekonivelleikkauksissa on useimmiten havaittu kuvantamistutkimuksin määritetyssä etureiden lihasmassassa. Tutkimustulosten kliinisen merkittävyyden ja potilaan kokeman hyödyn kannalta ainoastaan lihasmassan parempi säilyminen ei välttämättä ole oleellista, kun taas parempi toimintakyky voi korreloida esimerkiksi elämänlaatuun. Toisaalta lihasmassan mittaaminen on toimintakyvyn mittaamiseen nähden luotettavampaa, ja sen on joissain tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä myös lihasmassaan ja mobiliteettiin (Dreyer ym. 2018, Ueyama ym. 2020). Luotettava mittaus tuottaa useammin vertailtavia tuloksia. Fyysisen toimintakyvyn ja kyselytulosten mittauksen luotettavuutta heikentää esimerkiksi potilaan mielialan, sen hetkisen muun terveydentilan tai ulkopuolisen kannustuksen mahdollinen vaikutus tulokseen.

Kokonaisuudessaan tutkimusnäyttö kohdistuu yli 50-vuotiaisiin potilaisiin. Tutkimusnäyttö näyttäisi pääasiassa olevan yleistettävissä tyypillisiin tekonivelleikkauspotilaisiin, nuorille potilaille tekonivelleikkauksia suoritetaan harvemmin tekonivelen rajallisen kestävyuden vuoksi (Kiviranta ja Järvinen 2012). Ikeda ym. (2016) tutki ainoastaan ikääntyneitä, yli 70-vuotiaita naisia. Ueyama ym. (2020) tutkimuksen yleistettävyyttä tekonivelleikkauspotilaiden populaatiossa taas heikentää

painoindeksin mukaan lihavien potilaiden (BMI > 30 kg/m<sup>2</sup>) sekä diabetesta sairastavien potilaiden poissulku tutkimuksesta. Ylipaino lisää tiedettävästi nivelrikon ja tekonivelleikkauksen riskiä (Polvi- ja lonkkanivelrikko: Käypä Hoito -suositus, 2018). Ikeda ym. 2016, Baldissaro ym. 2016 ja Ueyama ym. 2020 tutkimusten yleistettävyyttä normaaliin kliiniseen käyttöön heikentää myös se, että potilaat ovat koko intervention aikana olleet sairaalassa tai kuntoutuslaitoksessa, jolloin niin ravintolisän käyttö kuin harjoittelu on tarkoin määritettyä ja valvottua. Lisäksi Ueyama ym. (2020) tutkimuksessa tutkittavien ruokavalio taas oli tarkoin määritetty ravitsemusterapeutin toimesta tutkimuksen ajan, kun taas esim. Dreyer ym. (2018) ja Dreyer ym. (2013) tutkimuksissa ravinnonsaannin erot kontrolloitiin 3-päivän ruokapäiväkirjoilla. Normaalitylanteessa lonkan tekonivelleikkauspotilas kotiutuu suomalaisten hoitokäytänteiden mukaan 2–3 päivän kuluttua leikkauksesta (Toipuminen tekonivelleikkauksesta, Terveyskylä, Nivelvalo.fi 2018). Esimerkiksi Dreyer ym. (2013) tutkimuksessa keskimääräinen sairaalassaoloaika oli 3,2±0,2 päivää.

Kliinisessä työssä EAA- tai BCAA-ravintolisien käyttöä rajoittaa ainakin toistaiseksi kliiniseen käyttöön soveltuvien valmisteiden puute. Muuhun käyttöön suunniteltujen, esimerkiksi tyypillisesti urheilijoiden käytössä olevien EAA- tai BCAA-valmisteiden käyttöä ei kliinisessä työssä voida suositella, johtuen epävarmuudesta niiden laatuun ja sisältöön liittyen. Kyseisten valmisteiden puhtautta ei voida taata, ja näin ollen esimerkiksi niiden turvallisuudesta ja yhteisvaikutuksista lääkkeiden kanssa ei voida olla varmoja. Nutrician Complete Amino Acid Mix -valmiste on kliininen lapsi- ja aikuispotilaiden käyttöön kehitetty aminohappovalmiste, mutta se on korvattava vain lasten vaikeissa aliravitsemustiloissa tai pienten lasten lehmänmaitoallergian yhteydessä (Nutricia 2021). Ensisijaisesti valmiste on suunniteltu käytettäväksi, mikäli potilaan on saatava ravinnon proteiini aminohappoina. Sitä ei siis ole tarkoitettu ravintolisäksi normaalin ruokavalion ohelle. Toistaiseksi EAA- tai BCAA-ravintolisän tehokkuutta ei ole tutkimuksissa verrattu kokonaisten, saman määrän välttämättömiä tai haaraketjuisia aminohappoja sisältävien, proteiininlähteiden käyttöön (Tipton 2015). Toisaalta tässä tutkielmassa eturistisideleikkausten yhteydessä esitelty Kim ym. (2017) tutkimus antaa viitteitä proteiinsaannin lisäämisen heraproteiinin avulla olevan hyödyksi eturistisideleikkauksesta palautuessa miespotilailla. Eturistisideleikkauksen aiheuttama immobilisaatio on tekonivelleikkauksiin verrattessa samankaltainen. Heraproteiinia on hyödynnetty esimerkiksi täydennysravintovalmisteissa, joita on kehitetty kliiniseen käyttöön. Ruoan

proteiininlähteiden lisääminen taas olisi potilaalle luultavasti myös helpommin lähestyttävä, taloudellisesti kestävämpi keino leikkauksesta palautumisen edistämiseksi ravintolisiin verrattuna.

### **Perioperatiivinen ravitsemushoito**

Perioperatiivista sairaalassaoloaikana toteutettua ravitsemushoitoa, ilman muita ERAS-komponentteja, käsitteli seitsemän lonkan tai polven tekonivelleikkauksen yhteydessä toteutettua tutkimusta (Petersen ym. 2006, Harsten ym. 2012, Ljunggren ja Hahn 2012, Karmali ym. 2015, Cao ym. 2017, Blum ym. 2019, Kim ym. 2020). Lisäksi tässä kappaleessa on käsitelty Xu ym. (2019) tutkimusta, jossa multimodaalista ravitsemushoitoa havainnoitiin selän fuusioleikkauksen yhteydessä. Kim ym. (2020) tutkimuksessa tutkittiin aikaisen leikkauksen jälkeisen ravinnonoton vaikutusta potilaan leikkauksesta palautumiseen. Primäärinen tulosmuuttuja oli oksentelu postoperatiivisena päivänä 0 tai 1. Muut tulosmuuttujat painottuivat vatsaoireisiin, ja lisäksi mitattiin potilaiden sairaalassaoloaika. Aikaisen oraalisen ravinnonoton yhteydessä pääasiallinen huoli liittyy postoperatiiviseen ileukseen. Ryhmien välillä ei havaittu merkitseviä eroja missään tulosmuuttujissa, ja aikainen postoperatiivinen ravinnonotto raportoitiin turvalliseksi vaihtoehdoksi lonkan tekonivelleikkauspotilailla. Oksennus oli jopa hieman yleisempää ravinnonoton myöhään aloittaneessa ryhmässä, vaikka ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä (3 vs. 9 potilasta,  $p=0.070$ ). Postoperatiivisen ileuksen esiintyminen ei lisääntynyt aikaisemmin ravinnonoton aloittaneessa ryhmässä. Tutkimuksen heikkoutena on ainoastaan yksöissokkoutettu malli. Lisäksi potilaat ovat voineet päätellä tutkimusryhmänsä toteutetun intervention perusteella. Harhan mahdollisuutta pyrittiin kuitenkin kontrolloimaan sokkouttamalla potilaiden postoperatiiviset arvioinnit toteuttanut tutkija. Lisäksi oksennus primäärisenä tulosmuuttujana on objektiivinen, ja on epätodennäköistä, että potilaan tietoisuus ryhmästä vaikuttaisi siihen. Suurimmassa osassa leikkauksista oraalisen ravitsemuksen aloitusta suositellaankin mahdollisimman pian leikkauksen jälkeen, sillä se voi alentaa komplikaatioiden esiintymistä ja lyhentää sairaalassaoloaika (Weimann ym. 2017). Tämä tutkimus tukee sen turvallisuutta myös ortopedisen leikkauksen jälkitilassa, vaikka palautumisen muuttujissa ei havaittu merkitseviä eroja (Kim ym. 2020). Lisätutkimukset ovat toistaiseksi tarpeen aikaisen oraalisen ravitsemuksen itsenäisen vaikutuksen määrittämiseksi potilaan palautumisessa. Toisaalta aikainen oraalinen ravitsemus on myös usein ERAS-protokollan

osana hyödynnetty ja turvalliseksi osoitettu komponentti, mikä tukee myös näyttöä sen hyödyllisistä vaikutuksista.

Karmali ym. (2015) tutkimus keskittyi havainnoimaan, voidaanko purukumin postoperatiivisella syömisellä vähentää lonkan tai polven tekonivelleikkauksen jälkeistä sairastavuutta ja maha-suolikanavan toiminnan häiriöitä. Hypotesina oli, että vaikutus välittyy, kun purukumin syönti säilyttää efferentin vagushermon aktiivisuutta ja vaikuttaa parasympaattisen hermoston toimintaan. Purukumin syönnin positiivinen vaikutus postoperatiivisen ileuksen vähentämisessä on raportoitu aiemmin esimerkiksi abdominaalisten, gastrointestinaalisten ja keisarileikkausten yhteydessä (Fitzgerald ja Ahmed 2009, Li ym. 2013, Craciunas ym. 2014). Karmali ym. (2015) tutkimus antaa viitteitä siitä, että myös vatsan alueelle kohdistumattomien ortopedisten leikkausten yhteydessä PGID:n, kuten postoperatiivisen ileuksen esiintymistä voidaan vähentää purukumin säännöllisellä käytöllä sairaalassaoloaikana. Lisäksi purukumia kuluttaneessa ryhmässä sairaalassaoloaika oli lyhyempi kuin kontrolliryhmässä, kun taas PGID esiintyminen oli yhteydessä pidempään sairaalassaoloaikaan. Vaikutusta sairaalassaoloaikaan ei ole johdonmukaisesti todennettu aiemmassa tutkimuksessa (Fitzgerald ja Ahmed 2009, Li ym. 2013, Craciunas ym. 2014). Suurempi parasympaattisen hermoston aktiivisuus kyettiin lisäksi todentamaan purukumia kuluttaneilla Holter-tutkimuksen perusteella.

Tutkimuksen luotettavuutta heikentää tutkittavien tietoisuus tutkimusryhmästään (Karmali ym. 2015). Toisaalta tulomuuttujina ei ollut subjektiivisia mittareita, vaan potilaan palautumista pyrittiin mittaamaan objektiivisesti. POMS-kyselyn toteuttanut henkilökunta ei ollut tietoinen potilaan tutkimusryhmästä, mikä pienentää harhan mahdollisuutta. POMS-kyselyn osana kartoitettu PGID pohjautuu kuitenkin osin potilaan subjektiiviseen kokemukseen (pahoinvointi), mutta sisältää myös objektiivisia kohtia (pahoinvointilääkkeiden tarve). On mahdollista, mutta epätodennäköistä, että potilaan tietoisuus tutkimusryhmästään on vaikuttanut kyselyn tulokseen. Lisäksi objektiivinen arvio parasympaattisesta aktiivisuudesta lisää tuloksen luotettavuutta. Heikkoutena Holter-tutkimuksen toteutuksessa oli vain osalta potilaista saatu data (n=33). Kliinisestä näkökulmasta postoperatiivisten gastrointestinaalisten toimintahäiriöiden vähentämiseen ja potilaan hyvinvoinnin ja palautumisen edistämiseen purukumin tarjoaminen potilaalle näyttäytyy

yksinkertaisena ja kustannustehokkaana keinona. Mahdollinen vaikutus sairaalassaoloaikaan lisää myös intervention kustannusvaikuttavuutta. Lisää tutkimusta aiheesta vaaditaan ortopedisten leikkausten yhteydessä.

Preoperatiivisen hiilihydraattitankkauksen hyötyjä on tutkittu kolmessa polven tai lonkan tekonivelleikkauksen yhteydessä toteutetussa tutkimuksessa (Harsten ym. 2012, Ljunggren ja Hahn 2012, Blum ym. 2019) ja yhdessä usean tason selän dekompression ja fuusioleikkauksen yhteydessä toteutetussa tutkimuksessa (Tran ym. 2013). Asetelmaltaan tutkimukset vaihtelevat selvästi. Harsten ym. (2012) tutkimus on kaksoissokkoutettu RCT-tutkimus, Ljunggren ym. (2012) tutkimus sokkouttamaton RCT-tutkimus ja Blum ym. (2019) tutkimus retrospektiivinen tietokanta-analyysi. Aineistoltaan tekonivelleikkauksia käsitelleet tutkimukset ovat samankaltaisia ja tutkittavat vastaavat tyypillisiä tekonivelleikkaukseen hakeutuvia potilaita. Tran ym. (2013) yksöissokkoutetussa RCT-tutkimuksessa tutkittavat olivat joko dekompressio- ja fuusioleikkauks- tai sepelvaltimon ohitusleikkauspotilaita, mikä heikentää koko tutkimusryhmän tulosten yleistettävyyttä ortopedisiin leikkauspotilaisiin. Lisäksi Tran ym. (2013) tutkimuksessa leikkaustyyppit erotelluissa analyyseissa otoskoko jää hyvin pieneksi, mikä voi vääristää tuloksia (n=12 selkäleikkauspotilaille). Interventiossa hiilihydraattijuoman käyttöä on verrattu paastoon (Ljunggren ja Hahn 2012, Blum ym. 2019) tai veteen (Ljunggren ja Hahn 2012, Harsten ym. 2012). Hiilihydraattitankkaus on toteutettu joko preoperatiivisena iltana ja noin 2 h ennen leikkausta (Ljunggren ja Hahn 2012, Tran ym. 2013, Blum ym. 2019) tai noin 2 h ennen leikkausta ja 2 h leikkauksen jälkeen (Harsten ym. 2012). Tulosuuttajat ja niiden mittausajankohdat vaihtelevat tutkimusten välillä, mikä hankaloittaa tulosten vertailua. Preoperatiivista potilaan hyvinvointia havainnoitiin Tran ym. (2013) ja Harsten ym. (2012) tutkimuksissa. Hiilihydraattitankkauksen toteuttaneissa ryhmissä potilaat olivat preoperatiivisesti vähemmän ahdistuneita ja kokivat vähemmän janoa (Tran ym. 2013) sekä kärsivät harvemmin pahoinvoinnista tai nälästä (Harsten ym. 2012). Harsten ym. (2012) tutkimuksessa havaitut erot olivat VAS-janalla kuitenkin suhteellisen pieniä (7 mm pahoinvoinnille ja 12,5 mm nälälle), minkä vuoksi tuloksen kliininen merkitsevyys on kyseenalaistettavissa.

Postoperatiivisen hyvinvoinnin osalta ainoastaan Harsten ym. (2012) raportoi merkitseviä eroja kivussa 12, 16 ja 20 tuntia hiilihydraattitankkausryhmässä kontrolliryhmään verrattuna. Toisaalta kipulääkityksen käytössä ei havaittu eroja ja merkitsevä ero kivun kokemuksissa havaittiin yhteensä 13 mittauksesta kolmessa, on tuloksen kliininen merkitsevyys epätodennäköinen. Muut tutkimukset eivät kuvaa hiilihydraattitankkauksella vaikutusta postoperatiiviseen hyvinvointiin tai komplikaatioihin. Toisaalta hiilihydraattitankkauksella ei ole havaittu näissä tutkimuksissa myöskään haittoja, mikä viittaa sen turvalliseen käyttöön suurten ortopedisten leikkausten yhteydessä. Blum ym. (2019) ja Tran ym. (2013) tutkimuksessa hiilihydraattitankkauksella havaittiin positiivinen vaikutus potilaan sairaalassaoloaikaan. Muiden hiilihydraattitankkausta käsitelleiden tutkimusten näyttöä voidaan kuitenkin pitää tutkimusasetelman puolesta luotettavampana. Blum ym. (2019) retrospektiivisen tietokanta-analyysin perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä syy-seuraussuhteista ja sen luotettavuutta heikentää esimerkiksi muiden hoitokäytänteiden muutos tutkittuna aikana. Tran ym. (2013) tutkimuksessa vaikutus sairaalassaoloaikaan taas havaittiin koko interventioryhmässä, joka käsitti selkäleikkauspotilaiden lisäksi sepelvaltimon ohitusleikkauspotilaat, minkä vuoksi tulosta ei voida yleistää koskemaan ainoastaan ortopediseen leikkaukseen osallistuneita potilaita. Lisäksi ainoastaan selkäleikkauspotilaita tarkastellessa heräämö- tai intensiiviosastohoitoajassa ei tutkimusryhmien välillä havaittu eroa (Tran ym. 2013). Tutkimusnäyttö vastaa pitkälti ESPEN suosituksen kokoamaa tutkimusnäyttöä, jonka perusteella hiilihydraattitankkausta suositetaan potilaiden perioperatiivisen epämukavuuden, mm. ahdistuneisuuden tai pahoinvoinnin, vähentämiseksi suurten leikkausten yhteydessä (Weimann ym. 2021). Vaikutus sairaalassaoloaikaan, insuliiniresistenssiin tai postoperatiiviseen hyvinvointiin on todennettu pääasiassa paksusuolileikkauksen, suuren abdominaalisen leikkauksen ja sappirakon poistoleikkauksen yhteydessä (Weimann ym. 2017, Wainwright ym. 2020).

Multimodaalista ravitsemushoitoa käsitelleet Xu ym. (2019) lannerangan laminektomian ja fuusioleikkauksen yhteydessä toteutettu RCT-tutkimus ja Cao ym. (2017) polven tekonivelleikkauksen yhteydessä toteutettu RCT-tutkimus vastaavat interventioiltaan ja tulostuultuujiltaan toisiinsa, mikä tekee tutkimusta helpommin vertailtavia. Aineiston osalta verrattuna Xu ym. (2019) tutkimukseen, Cao ym. (2017) tutkimuksen tutkimusryhmä painottuu enemmän naisiin ja keskimäärin tutkittavat olivat noin 10 vuotta vanhempia. Multimodaalinen ravitsemushoito

toteutettuna sairaalassaoloaikana erilaisten täydennysravintojauheiden avulla johti tutkimuksissa pitkälti samoihin havaintoihin kummankin leikkaustyyppin yhteydessä. Multimodaalisen ravitsemushoidon hyöty nähtiin interventioryhmässä lyhyempänä sairaalassaoloaikana, vähäisempänä haavan dreenaustarpeena, vähäisempänä albumiini-infuusion tarpeena ja vähäisempänä elektrolyyttihäiriöiden esiintymisenä (Cao ym. 2017, Xu ym. 2019). Kyseisiin multimodaalisiin ravitsemusinterventioihin oli tutkimuksissa sisällytetty myös preoperatiivinen hiilihydraattitankkaus, jota itsenäisesti käsitelleet tutkimukset on kuvattu edellisessä kappaleessa. Verrattuna hiilihydraattitankkausta käsitelleisiin tutkimuksiin, havaittiin Xu ym. (2019) ja Cao ym. (2017) tutkimuksissa multimodaalisella ravitsemushoidolla enemmän vaikutuksia potilaan palautumista arvioiviin mittareihin. Kyseisten tutkimusten tulokset voisivat viitata siihen, että multimodaalinen ravitsemushoito on pelkkää hiilihydraattitankkausta tehokkaampaa potilaan palautumista edistää.

Vastuu ravitsemushoidon toteutumisesta oli Cao ym. (2017) ja Xu ym. (2019) tutkimuksissa ravitsemusterapeutilla. Nykytilanteessa kliinisessä hoitotyössä ravitsemusterapeutin rooli ortopedisten leikkauspotilaiden hoidossa on vähäinen, ja kyseisen monivaiheisen ravitsemushoidon toteutus ja seuranta ei nykyresurssien myötä ravitsemusterapeutin toteuttamana ole mahdollinen. Toisaalta nykykäytänteiden mukaan täydennysravintovalmisteiden hyödyntäminen potilaan hoidossa olisi mahdollista ravitsemusterapeutin ohjeistuksella hoitohenkilökunnan toteuttamana.

Petersen ym. (2006) tutkimuksessa lonkan tekonivelleikkauspotilailla ravitsemushoidolla yhdistettynä postoperatiiviseen mobilisaatiointerventioon saavutettiin interventioryhmässä parempi energian- ja proteiiniinsaanti sekä parempi liikkuvuustavoitteiden saavuttaminen postoperatiivisesti. Tällä ei kuitenkaan havaittu vaikutusta potilaan kokemaan kipuun tai toimintakyvyn kehittymiseen sairaalassaoloaikana tai komplikaatioihin ja readmissioihin 30 päivän aikana. Merkitsevä ero sairaalassaoloajassa havaittiin ainoastaan per-protocol analyysissä. Interventio eroaa edellä kuvatuista tutkimuksista. Petersen ym. (2006) tutkimuksessa potilaille esiteltiin energiansaannin tavoitteet ja niitä ohjeistettiin noudattamaan. Energiansaannin tavoitteiden perustetta ei ole kuvattu artikkelissa. Lisäksi interventioryhmän potilaat käyttivät 3 pulloa runsasproteiinista täydennysravintovalmistetta päivittäin. Tuloksia on voinut vääristää tutkittavien suhteellisen alhainen



energiansaanti sairaalassaoloaikana. Ensimmäisen neljän postoperatiivisen päivän aikana energiansaanti oli interventoryhmässä huolimatta täydennysravintovalmisteiden käytöstä 25 kcal/kg, kun taas kontrolliryhmässä 18 kcal/kg. Interventoryhmänkin energiansaanti kuvautuu kuntoutuksen yhteydessä niukaksi, millä voi olla negatiivinen vaikutus potilaan palautumiseen (Petersen ym. 2006). Proteiininsaanti oli interventoryhmässä 1,25 g/kg, joka taas kuvautuu asianmukaisena verrattuna kontrolliryhmän 0,75 g/kg proteiininsaantiin. Ainoastaan adekvaatti proteiininsaanti ei kuitenkaan mahdollista optimaalista ravitsemusta potilaan palautumisen kannalta. Toimintakyvyn kehityksen seuranta toteutettiin ainoastaan sairaalassaoloaikana (7–8 päivää), mikä kertoo vähäisestä ravinnonsaannin tehostamisen hyödyistä potilaan palautumiselle. Lisäksi itsenäisen toimintakyvyn arviointi Katz-indeksillä ei välttämättä kuvaa oleellisia toimintakyvyn eroja ryhmien välillä, sen arvioidessa ainoastaan hyvin yleisiä päivittäisiä toimintoja, kuten peseytymistä tai makuulle menoa. Nykysairaanhoidossa potilaan kehitys kyseisissä toiminnoissa on varmasti tavoitteena postoperatiivisten ensimmäisten päivien aikana. On mahdollista, että toimintakyvyn kehityksen erot olisivat olleet paremmin kuvattavissa muilla, esimerkiksi spesifisti lonkan tekonivelleikkauksen tuloksen seurantaan kehitetyillä kyselyillä. Pidempiaikainen toimintakyvyn kehityksen seuranta erilaisin menetelmin olisi voinut tuottaa luotettavampaa tietoa ravinnonsaannin optimoinnin hyödyistä. Lisäksi on mahdollista, että täydennysravintovalmisteiden käytön hyöty olisi paremmin nähtävissä pre- tai perioperatiivisesti käytettäessä, jolloin vaikutus ravitsemustilaan alkaa jo ennen leikkausta.

Schroer ym. (2019) tutkimus on ainoa tässä tutkielmassa käsitellyistä tutkimuksista, jossa on interventiona hyödynnetty ainoastaan preoperatiivista ravitsemusohjausta. Tutkimus on myös ainoa vajaan vuorokauden toteutettu tutkimus. Sairaalassaoloaika ja leikkaukseen liittyvät kustannukset olivat merkitsevästi alhaisemmat aliravituilla intervention vastaanottaneilla verrattuna aliravittuihin normaalin protokollan mukaan hoidettuihin potilaisiin. Lyhin sairaalassaoloaika ja vähäisimmät kustannukset havaittiin kuitenkin tutkimuksen alussa hyvän ravitsemustilan omaaviksi määritetyillä (albumiiniarvo > 34 g/l) potilailla. Hyvän ravitsemustilan omaavien potilaiden kustannukset laskivat ja sairaalassaoloaika lyheni niin kontrollisairaaloissa kuin tutkimussairaalassa vuosien 2014–2016 ja 2017 lukuja verratessa. On siis mahdollista, että havaintojen luotettavuutta heikentää muut muuttuneet käytänteet retrospektiivisen tietokanta-analyysin ja

interventiotutkimuksen välillä. Toisaalta vajaaravituilla kontrollisairaaloissa kustannukset nousivat samalla aikavälillä, mikä ei viittaa parantuneisiin hoitokäytänteisiin.

Tutkimuksella on heikkouksia. Huolimatta suuresta otoskoosta (n=4733) vain 53 %:lta kyseisenä aikana tekonivelleikkauksen läpikäyneistä potilaista oli määritetty albumiiniarvo, mikä voi vääristää aineistoa (Schroer ym. 2019). Tutkimuksessa pre- ja postoperatiivisella terveyttä edistävään ruokavalioon ja riittävään proteiininsaantiin pohjautuvalla ravitsemusohjauksella saavutettiin hyöty leikkauksesta palautuessa preoperatiivisesti aliravitsemuksesta kärsineillä tekonivelleikkauspotilailla. Aliravitsemustila määritettiin ainoastaan albumiiniarvolla (< 34 g/l). Tutkimuksessa ei kuvata esimerkiksi tutkittavien ikäjakaumaa, mahdollisia tulehdustiloja tai poissulkua maksa- ja munuaissairauden vuoksi, joilla voi olla itsenäinen vaikutus määritettyyn albumiiniarvoon (Pettersson 2001, Uusitupa ym. 2021). On mahdollista, että kaikkia aliravitsemuksesta kärsiviä potilaita ei ole tunnistettu tai, että osa aliravituiksi tulkituista ei todellisuudessa kärsinyt aliravitsemuksesta. Lisäksi tutkimuksessa ei ole kuvattu esimerkiksi leikkausta edeltäviä muutoksia albumiiniarvossa ravitsemusohjeiden myötä. Tutkimuksessa sekoittavina tekijöinä oli kuitenkin huomioitu muut mahdolliset riskitekijät, kuten anemia, lihavuus ja huonossa hoitotasapainossa oleva diabetes.

Kliinistä sovellettavuutta heikentää se, että sairaalassaoloaikana kaikki aluksi aliravituiksi määritetyt tekonivelleikkauspotilaat tapasivat ravitsemusterapeutin ja saivat henkilökohtaista ravitsemusohjausta (Schroer ym. 2019). Suurimmassa osassa hoitopaikoista nykyravitsemusterapiaressien puitteissa kyseinen toimintatapa tuskin olisi mahdollinen. Interventio sisälsi pakollisen tekonivelleikkausta edeltävän koulutustilaisuuden potilaille ja leikkausta edeltävän verikokeen jälkeen soiton aliravituiksi tulkituille potilaille. Tämänkaltaisen perioperatiivisen ravitsemushoitoprotokollan implementointi vaatisi siis laajalti muutoksia hoitokäytänteisiin. Verikokeen ajankohdasta ei tutkimuksessa kuvata, mutta yleisesti riippuen hoitopaikasta leikkausta edeltävät laboratoriotutkimukset suoritetaan vasta 1–2 viikkoa ennen leikkausta (Ennen leikkausta, Leikkaukseen.fi, Terveyskylä 2021). Vaikka ravitsemusohjauksella voidaan tehokkaasti vaikuttaa potilaan ruokailutottumuksiin, jää tämän kaltaisen intervention myötä muutos pitkälti potilaan vastuulle. Usean laadullisen ruokavaliomuutoksen tekeminen vaatii aikaa, ja omatoiminen ravitsemusmuutosten

tekeminen tässä ajassa on luultavasti potilaalle kuormittavaa. Tutkimuksessa ei kuvata ensimmäisen ohjauksen tai albumiinimittauksen ajankohtaa, joten on hankala määrittää, kuinka kauan potilaalla oli aikaa sopeutua ruokavalion muutokseen leikkausta edeltävästi. Tutkimuksessa epäselväksi jää siis potilaiden sitoutuminen ohjeistettuihin muutokseen tai kokemus kyseisestä interventiosta. Toisaalta tutkittavien tietoisuus tutkimuksesta on voinut edistää sitoutumista ravitsemusmuutosten tekoon. Verratessa tätä Schroer ym. (2019) henkilökohtaista ravitsemusohjausta vaatinutta interventiota ja esim. Skrobot ym. (2019) D-vitamiinilisää tai Scardino ym. (2019) rautalisää havainnoineita tutkimuksia kliinisestä näkökulmasta, ovat ravintolisiin toteutetut interventiot todennäköisesti helpommin implementoitavissa kliiniseen hoitotyöhön.

Tämä tutkimus kuitenkin osoittaa, että leikkausta edeltävä aliravitsemustila on mahdollinen vaikutuskohta leikkauksesta palautumisen edistämiseksi (Schroer ym. 2019). Lisää tutkimusta kuitenkin vaaditaan tämän kaltaisten tai muun kaltaisten interventioiden vaikutuksesta leikkauksesta palautumiseen ortopedisilla aliravituilla leikkauspotilailla. Tässä tutkielmassa kuvattujen tutkimusten perusteella jää esimerkiksi selvittämättä preoperatiivisen täydennysravintovalmisteiden käytön vaikutus leikkauksesta palautumiseen ortopedisilla leikkauspotilailla. Täydennysravintovalmisteiden käyttö on kliinisessä työssä yleistä, ja potilaallekin helposti toteutettavissa oleva interventio. Alito ja de Aguilar-Nascimento (2016) ERAS-tutkimuksessa preoperatiivinen täydennysravintovalmisteiden käyttö on yhdistetty muuhun ravitsemushoitoon ja ERAS-protokollaan. Tutkimuksessa nähtiin positiivinen hyöty sairaalassaoloajassa ja CRP:ssä, mutta täydennysravintovalmisteiden itsenäinen vaikutus ei käy ilmi.

## **ERAS**

Erilaisia ERAS-protokollia käsitteli yhteensä 5 tutkimusta, joista yksi on toteutettu lannerangan fuusioleikkauksen (Feng ym. 2019) ja neljä polven- tai lonkan tekonivelleikkausten yhteydessä (Christelis ym. 2015, Alito ja de Aguilar-Nascimento 2016, Tucker ym. 2016, Jiang ym. 2019). Tutkimuksista kolmessa on hyödynnetty historiallista kohorttia vertailukohtana ERAS-ryhmälle (Christelis ym. 2015, Tucker ym. 2016, Feng ym. 2019), kun taas kaksi tutkimuksista on prospektiivisiä kokeellisia tutkimuksia (Alito ja de Aguilar-Nascimento 2016, Jiang ym. 2019). Ainoastaan Alito ja de Aguilar-Nascimento (2016) on randomoitu tutkimus. Sökkouttaminen ei ERAS-protokollia

tutkiessa käytännössä ole mahdollista. ERAS-tutkimusten vertailua helpottaa käytettyjen palautumisen mittarien samankaltaisuus. Kaikki tutkimukset ovat havainnoineet esimerkiksi vaikutusta sairaalassaoloaikaan. Kaikissa ERAS-protokollan käyttöä havainnoineissa tutkimuksissa raportoitiin merkitseviä hyötyjä leikkauksesta palautumiseen. ERAS-protokollan hyödyntämisellä näyttäisi siis olevan hyötyä myös elektiivisten ortopedisten leikkausten, erityisesti polven- ja lonkan tekonivelleikkausten yhteydessä. Viitteitä sen hyödyistä myös lannerangan fuusioleikkausten yhteydessä hyödynnettynä on, mutta johtopäätöksiä ei yhden tutkimuksen perusteella voida tehdä (Feng ym. 2019). ERAS-tutkimuksissa samankaltaisia havaintoja on tehty niin ainoastaan ikääntyneessä tutkimusryhmässä (Jiang ym. 2019) kuin 26–80-vuotiailla potilailla (Christelis ym. 2015, Alito ja de Aguilar-Nascimento 2016, Tucker ym. 2016, Feng ym. 2019), joten hyödyt eivät näyttyädy olevan tutkittavien iästä riippuvaisia.

Historiallisen kontrollin hyödyntäminen voi heikentää tutkimuksen luotettavuutta, esimerkiksi tutkimusajankohtien välillä muuttuneiden tutkimuksessa huomioimattomien hoitokäytänteiden myötä. Toisaalta laajoja hoitokäytänteiden muutoksia tutkiessa historiallisen kontrolliryhmän käyttö mahdollistaa protokollan käyttöönottoa edeltävän asianmukaisen koulutuksen ja implementaation, ennen havainnointia. Kunnollisella koulutuksella voidaan edistää hoitohenkilökunnan sopeutumista ja sitoutumista muuttuneiden hoitokäytänteiden toteutukseen. ERAS-protokollaa koskevissa tutkimuksissa päätemuuttujina on pääasiassa käytetty muuttujia, jotka kyetään mittaamaan sairaalassaoloaikana. ERAS-tutkimusten antama tieto potilaan pidempiaikaisesta palautumisesta, esimerkiksi toimintakyvyn kehityksestä, on heikkoa. Ainostaan Jiang ym. (2019) tutki polven tekonivelleikkauspotilailla ERAS-protokollan vaikutuksia kipuun, KSS-pisteisiin ja liikerataan vielä kuukausi ja 2 vuotta leikkauksen jälkeen. Tutkimustulosten perusteella selän ja tekonivelleikkauksissa ERAS-protokollan käytöstä näyttäisi olevan hyötyä eritoten sairaalassaoloajan lyhentämisessä ja lyhytaikaisen postoperatiivisen kivun lieventämisessä. Lisäksi se voi vaikuttaa vähentäen postoperatiivista dreenaustarvetta, verenmenetystä, verensiirtojen tarvetta ja inflammaatiota. Polven tekonivelleikkauksissa ERAS-ohjelman käytöllä voidaan saavuttaa akuutisti parempi leikkauksen jälkeinen polven liikkuvuus tai toimintakyky. Jiang ym. (2019) tutkimuksen tulos viittaa siihen, että protokollan hyödyt kivussa tai polven toimintakyvyssä eivät

ulotu pidemmälle aikavälille polven tekonivelleikkauspotilailla (1 kk tai 2 v leikkauksen jälkeen), mutta luotettavaa johtopäätöstä ei yhden tutkimuksen perusteella voida tehdä.

ERAS-protokollan käyttöönotto voi hoitohenkilökunnasta tuntua kuormittavalta useiden vaadittujen toimenpiteiden myötä. Feng ym. (2019) otti tutkimuksessaan huomioon hoitohenkilökunnan komplianssin protokollan toteuttamiseen. Tässä tutkimuksessa muuttuvia komponentteja oli 11. Näistä 100 %:sti toteutui potilaan edukaatio protokollasta ja sen tavoitteista, antimikrobiaalinen profylaksia antibiootilla, normaalilämpöisyyden ylläpito ja postoperatiivinen aikainen ravitseminen ja mobilisaatio. Suurimmaksi osaksi toteutuivat myös preoperatiivinen hiilihydraattitankkaus (98 %), ennaltaehkäisevä kivunlievitys (86 %) ja postoperatiivinen multimodaalinen kivunlievitys (98 %). Vähäisimmin sitouduttiin leikkauksen aikaisista komponenteista tavoitteelliseen nestehoitoon (40 %), traneksaamihapon käyttöön (25 %) sekä paikalliseen kivunlievitykseen ropivacaiinilla (43 %). Feng ym. 2019 tutkimukseen verrattuna Christelis ym. 2015 tutkimuksessa hoitohenkilökunnan sitoutuminen ERAS-toimenpiteiden toteutukseen oli puutteellisempaa, esimerkiksi vain 21 % ERAS-ryhmän potilaista tapasi suunnitellusti ravitsemusterapeutin ennen leikkausta, 61 % sai kirkkaita nesteitä ennen leikkausta ja 84 % toteutti hiilihydraattitankkauksen. ERAS-protokollan kokonaisyöty saattaa siis tutkimuksissa jäädä havaitsematta, mikäli sitoutuminen kaikkiin komponentteihin ei onnistu.

Kokonaisuudessaan tutkimusnäyttö tukee ERAS-protokollan hyötyjä myös suurten ortopedisten leikkausten, erityisesti polven- tai lonkan tekonivelleikkausten yhteydessä. ERAS-protokollien hyödyt on osoitettu myös useiden muiden suurten leikkausten yhteydessä. ERAS-protokollissa hyödynnetyn ravitsemushoidon itsenäisestä vaikutusta on mahdoton selvittää, mutta osana protokollaa se näyttäisi edistävän potilaiden leikkauksen jälkeistä palautumista. Suurten ortopedisten leikkausten yhteydessä myös immobilisaation aiheuttama lihasmassan menetys on oleellinen palautumiseen liittyvä tekijä. ERAS-tutkimusten yhteydessä tämä näkökulma jää huomiotta lyhytaikaisen seurannan johdosta. Protokollan käytöllä on kuitenkin positiivinen vaikutus muihin, esimerkiksi intra- ja postoperatiivisiin palautumista edistäviin tekijöihin.

## 7 Johtopäätökset

Käsitellyn tutkimusnäytön perusteella perioperatiivisen ravitsemushoidon vaikutus suurista ortopedisistä leikkauksista palautumiseen riippuu pitkälti ravitsemushoidon luonteesta. Tämän tutkimusnäytön perusteella ei voida todentaa sitä, onko ravitsemushoidon vaikutus riippuvainen leikkaustyyppistä, sillä käsitellyt tutkimukset eroavat leikkausten välillä suuresti. Pääasiassa tutkimusten tulokset ovat yleistettävissä tyypillisiin leikkauskohtaisiin populaatioihin. Vaikuttavin tutkimusnäyttö kohdistuu perioperatiivisen ravitsemushoidon palautumista edistävään vaikutukseen osana ERAS-protokollaa selän fuusioleikkauksen tai lonkan tai polven tekonivelleikkauksen yhteydessä. Myös EAA- tai BCAA-ravintolisän käyttö on useammassa lonkan tai polven tekonivelleikkauksia käsitelleessä tutkimuksessa osoittautunut potilaan palautumista edistäväksi tekijäksi. Sairaalassaoloaikana toteutetun, ilman ERAS-protokollaa implementoidun perioperatiivisen ravitsemushoidon osalta multimodaalinen ravitsemushoito näyttäytyy pelkkää hiilihydraattitankkausta tehokkaampana potilaan palautumisen edistämiseksi. Vaikutus on nähty selän fuusioleikkausten ja lonkan tai polven tekonivelleikkausten yhteydessä. Aikainen postoperatiivinen ravinnonotto on yksittäisenä ja osana protokollia todettu turvalliseksi. Viitteitä on myös purukumin ja ravitsemusohjauksen hyödyllisistä vaikutuksista sairaalassaoloaikaiselle palautumiselle. Kiertäjäkalvosimen ompeluleikkauksen ja eturistisideleikkauksen yhteydessä toteutettavaa ravitsemushoitoa koskeva tutkimusnäyttö on toistaiseksi vähäistä ja hajanaista, ja yksittäisten tutkimusten pohjalta ei voida tehdä johtopäätöksiä. Tutkimusnäyttö viittaa kuitenkin siihen, että E- ja C-vitamiinilisän käyttö ei edistä potilaan palautumista eturistisideleikkauksesta puutteesta kärsimättömillä. Lisäksi näiden leikkaustyyppien yhteydessä viitteitä on siitä, että monikomponenttisten kivunlievitykseen ravintolisien käyttö voi edistää potilaan leikkauksesta palautumista. Vitamiinien osalta C- ja D-vitamiinilisien hyödyistä on joitakin viitteitä selän fuusioleikkausten yhteydessä, mutta yksittäiset tutkimukset eivät tarjoa vankkaa näyttöä. Ravintolisistä kreatiini tai HMB eivät näyttäisi edistävän potilaan eturistiside- tai polven tekonivelleikkauksesta palautumista tässä tutkielmassa käsitellyn tutkimusnäytön perusteella. Laadukasta tutkimusta perioperatiivisen ravitsemushoidon hyödyistä suurten ortopedisten leikkausten yhteydessä vaaditaan kuitenkin vielä lisää. Erityisesti ravintolisiä ja ravinnonsaannin täydentämistä koskeva tutkimusnäyttö on toistaiseksi hajanaista ja vähäistä.

## Lähteet

Alaselkäkipu. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Fysiat-  
riyhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2017 (viitattu  
5.3.2020). Saatavilla internetissä: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Alito MA, de Aguilar-Nascimento JE. Multimodal perioperative care plus immunonutrition versus  
traditional care in total hip arthroplasty: a randomized pilot study. *Nutr J* 2016;15:34-1.

Arokoski J. WOMAC-indeksin kliininen käytettävyys. Näytönastekatsaukset. Suomalainen lääkäri-  
seura Duodecim 2012.

Arokoski J, Salminen J. Kliininen tutkiminen. Kirjassa: Arokoski, J, Mikkelsson M, Pohjolainen, T,  
Viikari-Juntura, E, toim. Fysiatría. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2015;.

Arokoski J, Vuolteenaho K, Lammi MJ, Moilanen E. Nivelrikon lääkehoito. *Lääketieteellinen Aika-  
kauskirja Duodecim* 2008;124:1899-1907.

Arribas-López E, Zand N, Ojo O, Snowden MJ, Kochhar T. The Effect of Amino Acids on Wound  
Healing: A Systematic Review and Meta-Analysis on Arginine and Glutamine. *Nutrients*  
2021;13:2498.

Autio T, Vesterinen P. Katzin indeksi. TOIMIA-mittarit. 2011. Saatavilla: [https://www.ter-  
veysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00094?toc=307488](https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00094?toc=307488)

Baek H, Cho M, Kim S, Hwang H, Song M, Yoo S. Analysis of length of hospital stay using electro-  
nic health records: A statistical and data mining approach. *PLoS One* 2018;13:4.

Bagheri Miyab K, Alipoor E, Vaghardoost R ym. The effect of a hydrolyzed collagen-based supple-  
ment on wound healing in patients with burn: A randomized double-blind pilot clinical trial.  
*Burns* 2020;46:156-163.

Balagopal P, Schimke JC, Ades P, Adey D, Nair KS. Age effect on transcript levels and synthesis  
rate of muscle MHC and response to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*  
2001;280:203-208.

Baldissarro E, Aquilani R, Boschi F ym. The Hip Functional Retrieval after Elective Surgery May Be  
Enhanced by Supplemented Essential Amino Acids. *Biomed Res Int* 2016;2016:9318329.

Barker T, Henriksen VT, Rogers VE, Trawick RH. Serum cytokines and muscle strength after an-  
terior cruciate ligament surgery are not modulated by high-doses of vitamins E ( $\alpha$ - and  $\gamma$ -  
tocopherol's) and C. *Cytokine* 2015;74:279-286.

- Barker T, Leonard S, Hansen J ym. Vitamin E and C supplementation does not ameliorate muscle dysfunction after anterior cruciate ligament surgery. *Free radical biology & medicine* 2009;47:1611-1618.
- Barker T, Martins TB, Hill HR ym. Low Vitamin D Impairs Strength Recovery After Anterior Cruciate Ligament Surgery. *J Evid Based Complementary Altern Med* 2011;16:201-209.
- Benedick A, Audet MA, Vallier HA. The effect of obesity on post-operative complications and functional outcomes after surgical treatment of torsional ankle fracture: A matched cohort study. *Injury* 2020;51:1893-1898.
- Biolo G, De Cicco M, Dal Mas V ym. Response of muscle protein and glutamine kinetics to branched-chain-enriched amino acids in intensive care patients after radical cancer surgery. *Nutrition* 2006;22:475-482.
- Bjorgul K, Novicoff WM, Saleh KJ. Evaluating comorbidities in total hip and knee arthroplasty: available instruments. *Journal of orthopaedics and traumatology : official journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology* 2010;11:203-209.
- Blum CL, Akerman M, Callari M, Jordan E, Capozzi JD. Association of nausea and length of stay with carbohydrate loading prior to total joint arthroplasty. *Journal of Clinical Outcomes Management* 2019;26:175-179.
- Børsheim E, Bui QT, Tissier S, Kobayashi H, Ferrando AA, Wolfe RR. Effect of amino acid supplementation on muscle mass, strength and physical function in elderly. *Clinical Nutrition* 2008;27:189-195.
- Briggs KK, Lysholm J, Tegner Y, Rodkey WG, Kocher MS, Steadman JR. The Reliability, Validity, and Responsiveness of the Lysholm Score and Tegner Activity Scale for Anterior Cruciate Ligament Injuries of the Knee: 25 Years Later. *Am J Sports Med* 2009;37:890-897.
- Cachupe WJC, Shifflett B, Kahanov L, Wughalter EH. Reliability of Biodex Balance System Measures. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 2001;5:97-108.
- Calder PC, Ahluwalia N, Albers R ym. A consideration of biomarkers to be used for evaluation of inflammation in human nutritional studies. *Br J Nutr* 2013;109 Suppl 1:1.
- Calvet X, Gené E, ÀngelRuíz M ym. Cost-minimization analysis favours intravenous ferric carboxymaltose over ferric sucrose or oral iron as preoperative treatment in patients with colon cancer and iron deficiency anaemia. *Technol Health Care* 2016;24:111-120.
- Candow DG, Chilibeck PD, Forbes SC. Creatine supplementation and aging musculoskeletal health. *Endocrine* 2014;45:354-361.
- Cao G, Huang Q, Xu B, Huang Z, Xie J, Pei F. Multimodal Nutritional Management in Primary Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *J Arthroplasty* 2017;32:3390-3395.



Chazapis M, Walker EMK, Rooms MA, Kamming D, Moonesinghe SR. Measuring quality of recovery-15 after day case surgery. *Br J Anaesth* 2016;116:241-248.

Choudry HA, Pan M, Karinch AM, Souba WW. Branched-Chain Amino Acid-Enriched Nutritional Support in Surgical and Cancer Patients. *The Journal of Nutrition* 2006;136:314-318.

Christelis N, Wallace S, Sage CE ym. An enhanced recovery after surgery program for hip and knee arthroplasty. *Med J Aust* 2015;202:363-369.

Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM. Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care & Research* 2011;63:208-228.

Craciunas L, Sajid MS, Ahmed AS. Chewing gum in preventing postoperative ileus in women undergoing caesarean section: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BJOG* 2014;121:793-799.

Davies G, Heiderscheit B, Brinks K. Isokinetic Test Interpretation. Kirjassa: Brown L, toim. Isokinetics in Human Performance. *Human Kinetics* 2000, s. 3-21.

Dencker EE, Bonde A, Troelsen A, Varadarajan KM, Sillesen M. Postoperative complications: an observational study of trends in the United States from 2012 to 2018. *BMC Surg* 2021;21:393.

Desai N, Schofield N, Richards T. Perioperative Patient Blood Management to Improve Outcomes. *Anesth Analg* 2018;127:1211-1220.

Deutz NEP, Bauer JM, Barazzoni R ym. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr* 2014;33:929-936.

Dietz N, Sharma M, Adams S ym. Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) for Spine Surgery: A Systematic Review. *World Neurosurg* 2019;130:415-426.

Dinjens RN, Senden R, Heyligers IC, Grimm B. Clinimetric quality of the new 2011 Knee Society Score: High validity, low completion rate. *The Knee* 2014;21:647-654.

Dreyer HC, Owen EC, Strycker LA ym. Essential Amino Acid Supplementation Mitigates Muscle Atrophy After Total Knee Arthroplasty: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *JB JS Open Access* 2018;3(2):e0006.

Dreyer HC, Strycker LA, Senesac HA ym. Essential amino acid supplementation in patients following total knee arthroplasty. *J Clin Invest* 2013;123:4654-4666.

- Eerola H. Kreatiiniinaasi (P-CK). [www.terveyskirjasto.fi](http://www.terveyskirjasto.fi). Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. 26.10.2021
- Ennen leikkausta, Terveyskylä, Leikkaukseen. 2021. Saatavilla internetissä: <https://www.terveyskyla.fi/leikkaukseen/ennen-leikkausta>. Viitattu 3.1.2021
- Eraslan A, Ulkar B. Glucosamine supplementation after anterior cruciate ligament reconstruction in athletes: a randomized placebo-controlled trial. *Res Sports Med* 2015;23:14-26.
- Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:2940-2952.
- Feng C, Zhang Y, Chong F ym. Establishment and Implementation of an Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Pathway Tailored for Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion Surgery. *World Neurosurg* 2019;129:317-323.
- Fitzgerald JEF, Ahmed I. Systematic review and meta-analysis of chewing-gum therapy in the reduction of postoperative paralytic ileus following gastrointestinal surgery. *World J Surg* 2009;33:2557-2566.
- Gandek B, Ware JE. Validity and Responsiveness of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): A Comparative Study among Total Knee Replacement Patients. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2017;69:817-825.
- García-Coronado J, Martínez-Olvera L, Elizondo-Omaña R ym. Effect of collagen supplementation on osteoarthritis symptoms: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *International orthopaedics* 2019;43:531-538.
- Gómez-Ramirez S, Jericó C, Muñoz M. Perioperative anemia: Prevalence, consequences and pathophysiology. *Transfus Apher Sci* 2019;58:369-374.
- Grada A, Phillips TJ. Nutrition and cutaneous wound healing. *Clinics in Dermatology* 2021;.
- Grocott MPW, Browne JP, Van der Meulen J ym. The Postoperative Morbidity Survey was validated and used to describe morbidity after major surgery. *J Clin Epidemiol* 2007;60:919-928.
- Guo S, DiPietro LA. Factors Affecting Wound Healing. *Journal of Dental Research* 2010;89:219.
- Haefeli M, Elfering A. Pain assessment. *Eur Spine J* 2006;15:17-24.
- Hakkola J. Antioksidantit ja antioksidanttimekanismit. Kirjassa: Ruskoaho H, Hakkola J, Huupponen R, Kantele A, Korpi E, Moilanen E, Piepponen P, Savontaus E, Tenhunen O, Vähäkangas K (toim.) Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim 2018;.
- Hambly K, Griva K. IKDC or KOOS: which one captures symptoms and disabilities most important to patients who have undergone initial anterior cruciate ligament reconstruction? *The American journal of sports medicine* 2010;38:1395-1404.

- Harsten A, Hjartarson H, Toksvig-Larsen S. Total hip arthroplasty and perioperative oral carbohydrate treatment: A randomised, double-blind, controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2012;29:271-274.
- Henrotin Y, Mobasheri A. Natural Products for Promoting Joint Health and Managing Osteoarthritis. *Curr Rheumatol Rep* 2018;20:72.
- Hirsch KR, Wolfe RR, Ferrando AA. Pre- and Post-Surgical Nutrition for Preservation of Muscle Mass, Strength, and Functionality Following Orthopedic Surgery. *Nutrients* 2021;13:1675.
- Hsiao A, Lien Y, Tzeng I, Liu C, Chou S, Horng Y. The efficacy of high- and low-dose curcumin in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Med* 2021;63:102775.
- Hübner M, Mantziari S, Demartines N, Pralong F, Coti-Bertrand P, Schäfer M. Postoperative Albumin Drop Is a Marker for Surgical Stress and a Predictor for Clinical Outcome: A Pilot Study. *Gastroenterol Res Pract* 2016;2016:8743187.
- Huszar G, Golenwsky G, Maiocco J, Davis E. Urinary 3-methylhistidine excretion in man: the role of protein-bound and soluble 3-methylhistidine. *Br J Nutr* 1983;49:287-294.
- Ibrahim N', Wong SK, Mohamed IN ym. Wound Healing Properties of Selected Natural Products. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15:2360.
- Ikeda T, Matsunaga Y, Kanbara M ym. Effect of exercise therapy combined with branched-chain amino acid supplementation on muscle strength in elderly women after total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *Asia Pac J Clin Nutr* 2019;28:720-726.
- Jakubowski JS, Nunes EA, Teixeira FJ ym. Supplementation with the Leucine Metabolite  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) does not Improve Resistance Exercise-Induced Changes in Body Composition or Strength in Young Subjects: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 2020;12:1523.
- Jiang H-, Jian X-, Shangguan Y-, Qing J, Chen L-. Effects of Enhanced Recovery After Surgery in Total Knee Arthroplasty for Patients Older Than 65 Years. *Orthopaedic Surgery* 2019;11:229-235.
- Kaczka P, Michalczyk MM, Jastrz b R, Gawelczyk M, Kubicka K. Mechanism of Action and the Effect of Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrate (HMB) Supplementation on Different Types of Physical Performance - A Systematic Review. *Journal of Human Kinetics* 2019;68:211.
- Karmali S, Jenkins N, Sciusco A, John J, Haddad F, Ackland GL. Randomized controlled trial of vagal modulation by sham feeding in elective non-gastrointestinal (orthopaedic) surgery. *British journal of anaesthesia* 2015;115:727-735.
- Karttunen A, Valkeinen H. FIM®-toimintakyvyn ja avuntarpeen mittari. TOIMIA-mittarit. 2019. Saatavilla internetissä: <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00187?toc=307493>

Kemp JL, Collins NJ, Roos EM, Crossley KM. Psychometric properties of patient-reported outcome measures for hip arthroscopic surgery. *Am J Sports Med* 2013;41:2065-2073.

Khatri M, Naughton RJ, Clifford T, Harper LD, Corr L. The effects of collagen peptide supplementation on body composition, collagen synthesis, and recovery from joint injury and exercise: a systematic review. *Amino Acids* 2021;53:1493.

Kim C, Kim J, Kim D. The factors affecting pain pattern after arthroscopic rotator cuff repair. *Clin Orthop Surg* 2014;6:392-400.

Kim D, Park G, Yu J. The Effect of Protein Supplementation Improve Quadriceps Muscle Strength with ACL Reconstruction. *Research Journal of Pharmacy and Technology* 2017;10:2871-2874.

Kim HK, Suzuki T, Saito K ym. Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2012;60:16-23.

Kim J, Park Y, Kim JH, Jang E, Ha Y. The Optimal Time of Postoperative Feeding After Total Hip Arthroplasty: A Prospective, Randomized, Controlled Trial. *Clin Nurs Res* 2020;29:31-36.

Kiviniemi V, Rannanheimo P. Lääkehoitojen kustannusvaikuttavuuden arviointi: perusteista käytäntöön. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2020;136:184-191.

Kiviranta I, Järvinen M, toim. *Ortopedia*. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy 2012.

Knapik JJ, Pope R, Hoedebecke SS, Schram B, Orr R, Lieberman HR. Effects of Oral Glucosamine Sulfate on Osteoarthritis-Related Pain and Joint-Space Changes: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Spec Oper Med* 2018;18:139-147.

Koponen P, Borodulin K, Lundqvist A ym. Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa - FinTerveys 2017-tutkimus. Raportti 4/2018. Helsinki: Terveysten ja hyvinvoinnin laitos 2018.

Korpilahti U. EQ-5D. TOIMIA-mittarit. 2013. Saatavilla internetissä: <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00139/search/eq-5d>

Korpilahti U, Aalto A. RAND-36 terveyteen liittyvän elämänlaadun mittari. TOIMIA-mittarit. 2013. Saatavilla: <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00143/search/eq-5d#R7> Koskinen S. Tuki- ja liikuntaelimestö. Kirjassa: Sequieros, R, Koskinen, S, Aronen, H, Lundbom N, Vanninen R, Tervonen, O. *Klininen radiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2017;.

Kreider RB, Stout JR. Creatine in Health and Disease. *Nutrients* 2021;13:447.

Kukkonen J, Kauko T, Vahlberg T, Joukainen A, Äärimaa V. Investigating minimal clinically important difference for Constant score in patients undergoing rotator cuff surgery. *Journal of shoulder and elbow surgery* 2013;22:1650-1655.

Kumar P, Sen R, Aggarwal S, Agarwal S, Rajnish RK. Reliability of Modified Harris Hip Score as a tool for outcome evaluation of Total Hip Replacements in Indian population. *J Clin Orthop Trauma* 2019;10:128-130.

Kuntoutujalle, Terveyskylä, Kuntoutumistalo. 2018. Saatavilla internetissä: <https://www.terveyskyla.fi/kuntoutumistalo/kuntoutujalle>. Viitattu 2.2.2022

Kustannus Oy Duodecim. Ortopedia. 2019. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=Ilt02434](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=Ilt02434) (viitattu 13.2.2022).

Lanhers C, Pereira B, Naughton G, Trousselard M, Lesage F, Dutheil F. Creatine Supplementation and Lower Limb Strength Performance: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Sports Med* 2015;45:1285-1294.

Lee GW, Yang HS, Yeom JS, Ahn MW. The Efficacy of Vitamin C on Postoperative Outcomes after Posterior Lumbar Interbody Fusion: A Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Clin Orthop Surg* 2017;9:317-324.

Leenders M, Verdijk LB, van der Hoeven L ym. Prolonged Leucine Supplementation Does Not Augment Muscle Mass or Affect Glycemic Control in Elderly Type 2 Diabetic Men. *The Journal of Nutrition* 2011;141:1070-1076.

Leikkausta edeltävä arviointi. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Anestesiologiyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2014 (viitattu 4.3.2020). Saatavilla internetissä: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Leinonen ES, Enkovaara A. Kasvirohdosvalmisteet lääkkeinä. Kirjassa: Ruskoaho H, Hakkola J, Huupponen R, Kantele A, Korpi E, Moilanen E, Piepponen P, Savontaus E, Tenhunen O, Vähäkangas K (toim.) Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim 2018;.

Li S, Liu Y, Peng Q, Xie L, Wang J, Qin X. Chewing gum reduces postoperative ileus following abdominal surgery: a meta-analysis of 17 randomized controlled trials. *J Gastroenterol Hepatol* 2013;28:1122-1132.

Lipshutz AM, Gropper M, Warner D, Warner M. Perioperative Glycemic Control: An Evidence-based Review. *Anesthesiology* 2009;110:408-421.

Ljunggren S, Hahn RG. Oral nutrition or water loading before hip replacement surgery; a randomized clinical trial. *Trials* 2012;13:97.

Ljungqvist O. Insulin Resistance and Outcomes in Surgery. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2010;95:4217-4219.

Lopez Vidriero E, Olive Vilas R, Lopez Capape D ym. Efficacy and tolerability of a dietary supplement containing collagen, hyaluronic acid, chondroitin sulfate and plasma proteins in the

recovery after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedic journal of sports medicine* 2018;6:6 suppl 3.

MacDermid JC, Drosdowech D, Faber K. Responsiveness of self-report scales in patients recovering from rotator cuff surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:407-414.

Maroon JC, Bost JW, Maroon A. Natural anti-inflammatory agents for pain relief. *Surg Neurol Int* 2010;1:80.

Martínez-Rodríguez A, Cuestas-Calero BJ, Hernández-García M, Martíez-Olcina M, Vicente-Martínez M, Rubio-Arias JÁ. Effect of Supplements on Endurance Exercise in the Older Population: Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020;17:5224.

McArdle WD, Katch FI, Katch FL. *Exercise physiology: Energy, nutrition, and human performance*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2010.

McHugh M, Droy E, Muscatelli S, Gagnier JJ. Measures of Adult Knee Function. *Arthritis Care & Research* 2020;72:219-249.

Merolla G, Dellabiancia F, Ingardia A, Paladini P, Porcellini G. Co-analgesic therapy for arthroscopic supraspinatus tendon repair pain using a dietary supplement containing *Boswellia serrata* and *Curcuma longa*: a prospective randomized placebo-controlled study. *Musculoskelet Surg* 2015;99 Suppl 1:43.

Moilanen P. *Testausopin perusteet*. Jyväskylän yliopisto 2008.

Muir SW, Montero-Odasso M. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 2011;59:2291-2300.

Multanen J, Honkanen M, Häkkinen A, Kiviranta I. Construct validity and reliability of the Finnish version of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2018;19:155.

Mutanen M, Voutilainen E, Freese R. *Proteiinit ja aminohapot*. Kirjassa: Mutanen M, Niinikoski H, Schwab U, Uusitupa M (toim.). *Ravitsemustiede*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2021;.

Nagra NS, van Popta D, Whiteside S, Holt EM. An analysis of postoperative hemoglobin levels in patients with a fractured neck of femur. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* 2016;50:507-513.

Nazaroff J, Oyadomari S, Brown N, Wang D. Reporting in clinical studies on platelet-rich plasma therapy among all medical specialties: A systematic review of Level I and II studies. *PLoS ONE* 2021;16:4.

Neef V, Choorapoikayil S, Piekarski F, Schlesinger T, Meybohm P, Zacharowski K. Current concepts in the evaluation and management of preoperative anemia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2021;34:352-356.

Neumaier M, Braun KF, Sandmann G, Siebenlist S. C-Reactive Protein in Orthopaedic Surgery. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2015;82:327-331.

Niinimäki J. Kliininen diagnostiikka, tuki- ja liikuntaelimestön kuvantamisen erityispiirteet ja kuvantamismenetelmät. Kirjassa: Sequieros, R, Koskinen, S, Aronen, H, Lundbom N, Vanninen R, Tervonen, O. *Kliininen radiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2017.

Niinimäki J. Leikkauksen jälkeiset muutokset. Kirjassa: Sequieros, R, Koskinen, S, Aronen, H, Lundbom N, Vanninen R, Tervonen, O. *Kliininen radiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2017.

Nikiphorou E, Radner H, Chatzidionysiou K ym. Patient global assessment in measuring disease activity in rheumatoid arthritis: a review of the literature. *Arthritis Res Ther* 2016;18:251.

Nilkkamurtuma, Terveyskylä, Niveltaalo. 2018. Saatavilla internetissä: <https://www.terveyskyla.fi/niveltaalo/mihin-sattuu/nilkka/nilkkavamma/nilkkamurtuma>. Viitattu 4.11.2021

Nilsson A, Bremander A. Measures of hip function and symptoms: Harris Hip Score (HHS), Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), Oxford Hip Score (OHS), Lequesne Index of Severity for Osteoarthritis of the Hip (LISOH), and American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS) Hip and Knee Questionnaire. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2011;63 Suppl 11:200-207.

Nishizaki K, Ikegami H, Tanaka Y, Imai R, Matsumura H. Effects of supplementation with a combination of  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methyl butyrate, L-arginine, and L-glutamine on postoperative recovery of quadriceps muscle strength after total knee arthroplasty. *Asia Pac J Clin Nutr* 2015;24:412-420.

Noble PC, Scuderi GR, Brekke AC ym. Development of a New Knee Society Scoring System. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2012;470:20.

[Nutricia](#). Kliiniset ravintovalmisteet aineenvaihduntasairauksista kärsiville ja muihin erityistilanteisiin. Koontiesite. 2021. [Saatavilla pdf-muodossa: https://ammattilaiset.nutricia.fi/wp-content/uploads/2018/07/Metabolia-koontiesite-Nutricia-Medical.pdf](https://ammattilaiset.nutricia.fi/wp-content/uploads/2018/07/Metabolia-koontiesite-Nutricia-Medical.pdf)

Olkapään jännerepeämä, Terveyskylä, Niveltaalo. 2019. Saatavilla internetissä: <https://www.terveyskyla.fi/niveltaalo/mihin-sattuu/olkap%C3%A4%C3%A4/olkapään-vammat/olkapään-jännerepeämä> Viitattu 9.9.2021

Olkapään jännevaivat. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Fysiatriryhdistyksen ja Suomen Ortopediayhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2014 (viitattu 3.3.2020). Saatavilla internetissä: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Ovaska M, Madanat R, Mäkinen T, Lindahl J. Nilkkamurtuman leikkaushoidon komplikaatiot. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2015;131:1451-1459.

Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, Urban RJ ym. Essential amino acid and carbohydrate supplementation ameliorates muscle protein loss in humans during 28 days bedrest. J Clin Endocrinol Metab 2004;89:4351-4358.

Paltamaa J, Anttila H. WHODAS 2.0 - terveyden ja toimintarajoitteiden arviointi. TOIMIA-mittarit. 2015. Saatavilla internetissä: [www.https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00160?toc=802599](http://www.https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00160?toc=802599)

Pekkanen L, Kautiainen H, Ylinen J, Salo P, Häkkinen A. Reliability and validity study of the Finnish version 2.0 of the Oswestry Disability Index. Spine (Phila Pa 1976) 2011;36:332-338.

Petersen MK, Madsen C, Andersen NT, Søballe K. Efficacy of multimodal optimization of mobilization and nutrition in patients undergoing hip replacement: a randomized clinical trial. Acta anaesthesiologica scandinavica 2006;50:712-717.

Pettersson T. Hypoalbuminemia ja sen kliininen merkitys. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2001;117:1803-1810.

Pili-Floury S, Mitifiot F, Penfornis A ym. Glycaemic dysregulation in nondiabetic patients after major lower limb prosthetic surgery. Diabetes and Metabolism 2009;35:43-48.

Pohjolainen T. Kipeä olkapää - kiertäjäkalvosinoireyhtymä. [www.terveyskirjasto.fi](http://www.terveyskirjasto.fi). Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. 11.6.2021.

Pohjolainen T, Karppinen J, Malmivaara A. Aikuisten alaselkäkipu. Kirjassa: Arokoski, J, Mikkelsen M, Pohjolainen, T, Viikari-Juntura, E, toim. Fysiatría. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2015.

Polus B, Kimpton A, Walsh M. Use of the measure your medical outcome profile (MYMOP2) and W-BQ12 (Well-Being) outcomes measures to evaluate chiropractic treatment: An observational study. Chiropractic & manual therapies 2011;19:7.

Polvi- ja lonkkanivelrikko. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Ortopediyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2018 (viitattu 14.3.2022). Saatavilla internetissä: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

Poulsides LA, Ma Y, Della Valle AG, Chiu Y, Sculco TP, Memtsoudis SG. In-Hospital Surgical Site Infections after Primary Hip and Knee Arthroplasty — Incidence and Risk Factors. The Journal of Arthroplasty 2013;28:385-389.

Pouwer F, Ploeg HM, Ader H, Heine R, Snoek F. The 12-item Well-being Questionnaire: An evaluation of its validity and reliability in Dutch people with diabetes. Diabetes Care 2000;22:2004-10.



Rintala E, Tertti R, Nikoskelainen J. CRP-määrityksen kliininen käyttö. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 1995;111:173.

Ristisiteiden repeämät, Terveyskylä, Nivelatalo. 2019. Saatavilla internetissä: [https://www.terveyskyla.fi/nivelatalo/mihin-sattuu/polvi/polven-vammat/ristisiteiden-repeämät](https://www.terveyskyla.fi/nivelatalo/mihin-sattuu/polvi/polven-vammat/ristisiteiden-repeamät). Viitattu 11.11.2021

Rogers W, Iqbal SU, Selim A ym. The Veterans RAND 12 Item Health Survey (VR-12): What it is and how it is used. 2015;.

Romeo A, Mazzocca A, Hang D, Shott S, Bach B. Shoulder scoring scales for the evaluation of rotator cuff repair. Clinical orthopaedics and related research 2004;427:107-114.

Roy B, de Beer J, Harvey D, Tarnopolsky M. Creatine monohydrate supplementation does not improve functional recovery after total knee arthroplasty. Archives of physical medicine and rehabilitation 2005;86:1293-1298.

Räsänen P, Sintonen H. Terveysthuollon Taloudellinen Arviointi. Suomen Lääkärilehti 2013;68:1255-1260.

Saarelma O. Selkäydinkanavan ahtauma (spinaalistennoosi). [www.terveyskirjasto.fi](http://www.terveyskirjasto.fi). Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. 21.9.2021.

Salomaa S, Pukkila O, toim., Ikäheimonen TK ym. Säteily- ja ydinturvallisuus. Karisto Oy kirjapaino, Hämeenlinna: Säteilyturvakeskus 2004.

Scardino M, Di Matteo B, Martorelli F, Tanzi D, Kon E, D'Amato T. Improved patient blood management and cost saving in hip replacement surgery through the implementation of pre-operative Sucrosomial® iron supplementation: a quality improvement assessment study. Int Orthop 2019;43:39-46.

Schroer WC, LeMarr AR, Mills K, Childress AL, Morton DJ, Reedy ME. 2019 Chitranjan S. Ranawat Award: Elective joint arthroplasty outcomes improve in malnourished patients with nutritional intervention: a prospective population analysis demonstrates a modifiable risk factor. Bone Joint J 2019;101-B:17-21.

Schwab U. Vitamiinit. [www.terveyskirjasto.fi](http://www.terveyskirjasto.fi). Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. 19.10.2021.

Scuderi GR, Bourne RB, Noble PC, Benjamin JB, Lonner JH, Scott WN. The New Knee Society Knee Scoring System. Clin Orthop Relat Res 2011;470:3-19.

Selkärangan rakenne ja tehtävä, Terveyskylä, Lastentalo. Saatavilla internetissä: [https://www.terveyskyla.fi/lastentalo/tietoa-lasten-sairauksista/lasten-ja-nuorten-ortopedia/selkaranka/selkarangan-rakenne-ja-tehtävät](https://www.terveyskyla.fi/lastentalo/tietoa-lasten-sairauksista/lasten-ja-nuorten-ortopedia/selkaranka/selkarangan-rakenne-ja-tehtavat). Viitattu 3.11.2021

Sequieros RB, Lundbom N. Tutkimusmenetelmien erityispiirteitä. Kirjassa: Sequieros, R, Koskinen, S, Aronen, H, Lundbom N, Vanninen R, Tervonen, O. Kliininen radiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2017.

Sihvonen R, Jalkanen J, Joukainen A. The translation and linguistic validation of KOOS questionnaire to Finnish. 2017.

Skrobot W, Liedtke E, Krasowska K ym. Early Rehabilitation Program and Vitamin D Supplementation Improves Sensitivity of Balance and the Postural Control in Patients after Posterior Lumbar Interbody Fusion: A Randomized Trial. *Nutrients* 2019;11:2202.

Stark PA, Myles PS, Burke JA. Development and Psychometric Evaluation of a Postoperative Quality of Recovery Score: The QoR-15. *Anesthesiology* 2013;118:1332-1340.

Stenholm S, Punakallio A, Valkeinen H. Käden puristusvoima. TOIMIA-mittarit. 2013. Saatavilla internetissä: <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00141?toc=307488> (viitattu 6.1.2022).

Stephenson J, Zesiewicz T, Gooch C ym. Gait and balance in adults with Friedreich's ataxia. *Gait & posture* 2015;41:603-607.

Steuber TD, Howard ML, Nisly SA. Strategies for the Management of Postoperative Anemia in Elective Orthopedic Surgery. *Ann Pharmacother* 2016a;50:578-585.

Steuber TD, Howard ML, Nisly SA. Strategies for the Management of Postoperative Anemia in Elective Orthopedic Surgery: *Annals of Pharmacotherapy* 2016;50:578-585.

Sundell J, Hulmi J, Rossi J. Heraproteiini ja kreatiini urheiluravintolisinä. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2011;127:700-705.

Suomalainen P, Sillanpää P, Järvelä T. Eturistisiderepeämän hoito. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2015;130:489-94.

Syväranta S, Vuorinen A, Tokola A. Radiologisen kuvantamisen perusteet. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2021;137:969-976.

Terveystalo Oy. Kiertäjäkalvosimen repeämän leikkaus. 2019. <https://www.terveystalo.com/fi/Palvelut/Tuki-ja-liikuntaelinsairaudet/Olkapaa/Kiertajakalvosimen-repeaman-leikkaus/> (luettu 21.12. 2021).

THL. Terveiden ja hyvinvoinninlaitos. Mitä toimintakyky on? Päivitetty 2022 (viitattu 12.12.2021). Saatavilla internetissä: [www.thl.fi](http://www.thl.fi)

Tietoa tekonivelleikkauksesta, Terveyskylä, Nivelatalo. 2017. Saatavilla internetissä: <https://www.terveyskyla.fi/nivelatalo/tekonivelleikkaus/tietoa-tekonivelleikkauksesta>. Viitattu 10.11.2021

Tipton K. Nutritional Support for Exercise-Induced Injuries. *Sports Med* 2015;45:93-104.

Toipuminen tekonivelleikkauksesta, Terveyskylä, Nivelatalo. 2018. Saatavilla internetissä: <https://www.terveyskyla.fi/nivelatalo/tekonivelleikkaus/tietoa-tekonivelleikkauksesta/toipuminen-tekonivelleikkauksesta>. Viitattu 3.1.2021

Tonotsuka H, Sugiyama H, Tanaka D, Ito T, Amagami A, Marumo K. Postoperative creatine kinase elevation following hip arthroscopy and associated risk factors. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* 2019;53:397-401.

Tran S, Wolever TM, Errett LE, Ahn H, Mazer CD, Keith M. Preoperative carbohydrate loading in patients undergoing coronary artery bypass or spinal surgery. *Anesth Analg* 2013;117:305-313.

Tucker A, McCusker D, Gupta N, Bunn J, Murnaghan M. Orthopaedic Enhanced Recovery Programme for Elective Hip and Knee Arthroplasty - Could a Regional Programme be Beneficial? *Ulster Med J* 2016;85:86-91.

Tunturi S. Kreatiniini (P-Krea). [www.terveyskirjasto.fi](http://www.terveyskirjasto.fi). Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. 4.8.2021.

Tunturi S. Hemoglobiini (B-Hb). [www.terveyskirjasto.fi](http://www.terveyskirjasto.fi). Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. 31.12.2020.

Tyler TF, Nicholas SJ, Hershman EB, Glace BW, Mullaney MJ, McHugh MP. The effect of creatine supplementation on strength recovery after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a randomized, placebo-controlled, double-blind trial. *Am J Sports Med* 2004;32:383-388.

Ueyama H, Kanemoto N, Minoda Y, Taniguchi Y, Nakamura H. 2020 Chitranjan S. Ranawat Award: perioperative essential amino acid supplementation suppresses rectus femoris muscle atrophy and accelerates early functional recovery following total knee arthroplasty. *The bone & joint journal* 2020;102:10-18.

Uusitupa M, Fogelholm M, Schwab U. Ravitsemustilan arviointi. Kirjassa: Mutanen M, Niinikoski H, Schwab U, Uusitupa M (toim.). Ravitsemustiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2021.

Uutispalvelu Duodecim. Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet yleistyneet hurjasti – aiheuttavat työkyvyttömyyttä varsinkin Euroopassa. 2019. <https://www.duodecim.fi/2019/05/07/tuki-ja-liikuntaelinten-sairaudet-yleistyneet-hurjasti-aiheuttavat-tyokyvyttomytta-varsinkin-euroopassa/> (luettu 5.3.2021).

Valkeinen H, Stenholm S, Sainio P, Pajala S, Vaara M. SPPB, Lyhyt fyysisen suorituskyvyn testistö. TOIMIA-mittarit. 2014. Saatavilla internetissä: <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00154?toc=307486> (viitattu 21.12.2021)

- Valkeinen H, Stenholm S, Sainio P, Pajala S, Vaara M, Paltamaa J. Timed "Up and Go" -testi TOI-MIA-mittarit. 2019. Saatavilla internetissä: <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00153?toc=307484> (viitattu 21.12.2021)
- Vastamäki M. Olkanivelen kiertäjäkalvosimen vaivat . Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2000;116:1991-1997.
- Verhoeven S, Vanschoonbeek K, Verdijk LB ym. Long-term leucine supplementation does not increase muscle mass or strength in healthy elderly men. *Am J Clin Nutr* 2009;89:1468-1475.
- Vianin M. Psychometric properties and clinical usefulness of the Oswestry Disability Index. *Journal of Chiropractic Medicine* 2008;7:161-163.
- Vogel TR, Smith JB, Kruse RL. The association of postoperative glycemic control and lower extremity procedure outcomes. *J Vasc Surg* 2017;66:1123-1132.
- Vuolteenaho K, Moilanen E. Glukosamiini vs lumelääke polvi- ja lonkkanivelrikkopotilailla. Näytönastekatsaus. *Suomalainen Lääkäriseura Duodecim* 2012.
- Wagemakers SH, van der Velden, Joanne M, Gerlich SA, Hindriks-Keegstra AW, van Dijk, Jaqueline F M, Verhoeff JJC. A Systematic Review of Devices and Techniques that Objectively Measure Patients' Pain. *Pain physician* 2019;22:1-13.
- Wainwright TW, Gill M, McDonald DA ym. Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations. *Acta Orthopaedica* 2020;91:3-19.
- Wan G, Zheng L, Li H, Yuan H, Xue H, Zhang X. Effects of enteral nutritional rich in n-3 polyunsaturated fatty acids on the nutritional status of gastrointestinal cancer patients: a systematic review and meta-analysis. *European journal of clinical nutrition* 2020;74:220-230.
- Wang D, Rodeo SA. Platelet-Rich Plasma in Orthopaedic Surgery: A Critical Analysis Review. *JBJS Rev* 2017;5:7.
- Wang L, Xu D, Wei X, Chang H, Xu G. Electrolyte disorders and aging: risk factors for delirium in patients undergoing orthopedic surgeries. *BMC Psychiatry* 2016;16:418.
- Warner SJ, Garner MR, Nguyen JT, Lorch DG. Perioperative vitamin D levels correlate with clinical outcomes after ankle fracture fixation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2016;136:339-344.
- Weimann A, Braga M, Carli F ym. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clin Nutr* 2021;40:4745-4761.
- Weimann A, Braga M, Carli F ym. ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clin Nutr* 2017;36:623-650.

Weldring T, Smith SMS. Patient-Reported Outcomes (Pros) and Patient-Reported Outcome Measures (Proms). *Health services insights* 2013;2013:61-68.

Williamson A, Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs* 2005;14:798-804.

Xu B, Xu WX, Lao YJ, Ding WG, Lu D, Sheng HF. Multimodal Nutritional Management in Primary Lumbar Spine Surgery: a Randomized Controlled Trial. *Spine* 2019;44:967-974.

Yu G, Xiang W, Zhang T, Zeng L, Yang K, Li J. Effectiveness of Boswellia and Boswellia extract for osteoarthritis patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Complementary Medicine and Therapies* 2020;20:225.

Yuwen P, Chen W, Lv H ym. Albumin and surgical site infection risk in orthopaedics: a meta-analysis. *BMC Surg* 2017;17:7.

Zeng L, Yu G, Hao W, Yang K, Chen H. The efficacy and safety of Curcuma longa extract and curcumin supplements on osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Biosci Rep* 2021;41:6.

Österman H. Spinaaliklaudikaatio. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2013;129:1820-1826.

**Liitteet**

LIITE 1 (1/1)

**Liite 1. Tutkielman aineistohaussa käytetyt hakulauseet tietokannoittain esitettynä****Pubmed Advanced Search Builder:**

"Anterior Cruciate Ligament Reconstruction"[mh]

"Anterior Cruciate Ligament Injuries/surgery"[mh]

"Anterior Cruciate Ligament/surgery"[mh]

("Anterior Cruciate Ligament"[tiab] OR "Anterior Cruciate Ligaments"[tiab] OR "Cranial Cruciate Ligament"[tiab] OR "Cranial Cruciate Ligaments"[tiab]) AND (surgery[tiab] OR surgical\*[tiab] OR reconstruct\*[tiab] OR re-construct\*[tiab])

"Rotator Cuff/surgery"[mh]

"Rotator Cuff Injuries/surgery"[mh]

("Rotator Cuff"[mh] OR "Rotator Cuff Injuries"[mh]) AND (Sutures[mh] OR "Suture Techniques"[mh])

("rotator cuff"[tiab] OR "rotator cuffs"[tiab] OR Infraspinatus[tiab] OR Subscapularis[tiab] OR Supraspinatus[tiab] OR "Teres Minor"[tiab]) AND (surgery[tiab] OR surgical\*[tiab] OR sutur\*[tiab])

"Arthroplasty, Replacement, Knee"[mh]

"knee replacement"[tiab] OR "knee arthroplasty"[tiab]

"Arthroplasty, Replacement, Hip"[mh]

"hip replacement"[tiab]

(Spine[mh] OR "Spinal Cord"[mh] OR spinal[tiab]) AND ("Decompression, Surgical"[mh] OR decompress\*[tiab] OR de-compress\*[tiab])

Laminectomy[mh]

laminectom\*[tiab] OR laminotom\*[tiab]

"spinal decompression"[tiab] OR "spine decompression"[tiab]

Spine[mh] AND (Osteogenesis[mh] OR ossif\*[tiab])

"spinal ossification"[tiab] OR "spine ossification"[tiab]

"Spinal Fusion"[mh]

"spinal fusion"[tiab] OR spondylodesis[tiab] OR spondylosyndesis[tiab]  
 "Intervertebral Disc Displacement/surgery"[mh] OR "Intervertebral Disc/surgery"[mh]  
 diskectomy[mh]  
 diskectom\*[tiab] OR discectom\*[tiab]  
 ("Intervertebral Disc Displacement"[tiab] OR "prolapsed intervertebral disc"[tiab] OR "prolapsed  
 intervertebral discs"[tiab] OR "disc prolapse"[tiab] OR "prolapsed disc"[tiab] OR "prolapsed  
 discs"[tiab] OR "herniated disc"[tiab] OR "herniated discs"[tiab] OR "slipped disc"[tiab] OR  
 "slipped discs"[tiab]) AND (surgery[tiab] OR surgical\*[tiab])  
 "Ankle Fractures/surgery"[mh]  
 ("ankle fracture"[tiab] OR "ankle fractures"[tiab]) AND (surgery[tiab] OR surgical\*[tiab])  
 ("Bimalleolar Equivalent Fracture"[tiab] OR "Bimalleolar Fracture"[tiab] OR "Lateral Malleolus  
 Fracture"[tiab] OR "Medial Malleolus Fracture"[tiab] OR "Posterior Malleolus Fracture"[tiab] OR  
 "Trimalleolar Fracture"[tiab]) AND (surgery[tiab] OR surgical\*[tiab])  
 ("Bimalleolar Equivalent Fractures"[tiab] OR "Bimalleolar Fractures"[tiab] OR "Lateral Malleolus  
 Fractures"[tiab] OR "Medial Malleolus Fractures"[tiab] OR "Posterior Malleolus Fractures"[tiab]  
 OR "Trimalleolar Fractures"[tiab]) AND (surgery[tiab] OR surgical\*[tiab])  
 #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13 OR #14  
 OR #15 OR #16 OR #17 OR #18 OR #19 OR #20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24 OR #25 OR #26  
 OR #27 OR #28  
 AND  
 "Enhanced Recovery After Surgery"[mh] OR "Recovery of Function"[mh] OR "Fracture Heal-  
 ing"[mh] OR "Wound Healing"[mh] OR Rehabilitation[mh] OR recover\*[tiab] OR rehabilitat\*[tiab]  
 OR heal\*[tiab] OR postsurg\*[tiab] OR post-surg\*[tiab] OR "after surgery"[tiab] OR "after surgi-  
 cal"[tiab]  
 AND  
 "Diet, Food, and Nutrition"[mh] OR "Nutritional Physiological Phenomena"[mh] OR "Nutritional  
 Status"[mh] OR "Nutrition Therapy"[mh] OR Diet[mh] OR Food[mh] OR Eating[mh] OR "Diet  
 Therapy"[mh] OR "Nutritional Support"[mh] OR "Enteral Nutrition"[mh] OR Malnutrition[mh] OR  
 nutrition\*[tiab] OR malnutrition[tiab] OR undernutrition[tiab] OR diet\*[tiab] OR food\*[tiab] OR  
 eating[tiab] OR feeding[tiab]

ja

obes\*[ti] OR overweight[ti] OR "body weight\*[ti] OR Obesity[majr]

**Scopus Advanced Search:**

((TITLE-ABS-KEY(("Anterior Cruciate Ligament\*" OR "Cranial Cruciate Ligament\*")) AND (surgery OR surgical\* OR reconstruct\* OR re-construct\*)) OR (TITLE-ABS-KEY(("rotator cuff\*" OR Infraspinatus OR Subscapularis OR Supraspinatus OR "Teres Minor") AND (surgery OR surgical\* OR sutur\*))) OR (TITLE-ABS-KEY((knee\* OR hip\*) W/2 (replacement\* OR arthroplast\*))) OR (TITLE-ABS-KEY((Spine OR spinal) W/2 (decompress\* OR de-compress\* OR osteogenesis OR ossif\* OR fusion))) OR (TITLE-ABS-KEY(laminectom\* OR laminotom\*)) OR (TITLE-ABS-KEY(spondylodesis OR spondylosyndesis)) OR (TITLE-ABS-KEY(diskectom\* OR discectom\*)) OR (TITLE-ABS-KEY(("intervertebral disc\*" OR "disc displacement" OR "prolapsed intervertebral disc\*" OR "disc prolapse" OR "prolapsed disc\*" OR "herniated disc\*" OR "slipped disc\*")) AND (surgery OR surgical\*)) OR (TITLE-ABS-KEY("ankle fracture\*" AND (surgery OR surgical\*))) OR (TITLE-ABS-KEY(("Bimalleolar Equivalent Fracture\*" OR "Bimalleolar Fracture\*" OR "Lateral Malleolus Fracture\*" OR "Medial Malleolus Fracture\*" OR "Posterior Malleolus Fracture\*" OR "Trimalleolar Fracture\*")) AND (surgery OR surgical\*)) AND (TITLE-ABS-KEY(recover\* OR rehabilitat\* OR heal\* OR postsurg\* OR post-surg\* OR "after surgery" OR "after surgical")) AND (TITLE-ABS-KEY(nutrition\* OR malnutrition OR malnourish\* OR undernutrition OR diet\* OR food\* OR eating OR feeding))

ja

((TITLE-ABS-KEY(("Anterior Cruciate Ligament\*" OR "Cranial Cruciate Ligament\*")) AND (surgery OR surgical\* OR reconstruct\* OR re-construct\*)) OR (TITLE-ABS-KEY(("rotator cuff\*" OR Infraspinatus OR Subscapularis OR Supraspinatus OR "Teres Minor") AND (surgery OR surgical\* OR sutur\*))) OR (TITLE-ABS-KEY((knee\* OR hip\*) W/2 (replacement\* OR arthroplast\*))) OR (TITLE-ABS-KEY((Spine OR spinal) W/2 (decompress\* OR de-compress\* OR osteogenesis OR ossif\* OR fusion))) OR (TITLE-ABS-KEY(laminectom\* OR laminotom\*)) OR (TITLE-ABS-KEY(spondylodesis OR spondylosyndesis)) OR (TITLE-ABS-KEY(diskectom\* OR discectom\*)) OR (TITLE-ABS-KEY(("intervertebral disc\*" OR "disc displacement" OR "prolapsed intervertebral disc\*" OR "disc prolapse" OR "prolapsed disc\*" OR "herniated disc\*" OR "slipped disc\*")) AND (surgery OR surgical\*)) OR (TITLE-ABS-KEY("ankle fracture\*" AND (surgery OR surgical\*))) OR (TITLE-ABS-KEY(("Bimalleolar Equivalent Fracture\*" OR "Bimalleolar Fracture\*" OR "Lateral Malleolus Fracture\*" OR "Medial



Malleolus Fracture\*" OR "Posterior Malleolus Fracture\*" OR "Trimalleolar Fracture\*") AND (surgery OR surgical\*)) AND (TITLE-ABS-KEY(recover\* OR rehabilitat\* OR heal\* OR postsurg\* OR post-surg\* OR "after surgery" OR "after surgical")) AND (TITLE(obes\* OR overweight OR "body weight\*"))

### **Cochrane Library:**

Advanced Search > Search Manager

#1 ("Anterior Cruciate Ligament\*" OR "Cranial Cruciate Ligament\*") AND (surgery OR surgical\* OR reconstruct\* OR re-construct\*)

#2 ("rotator cuff\*" OR Infraspinatus OR Subscapularis OR Supraspinatus OR "Teres Minor") AND (surgery OR surgical\* OR sutur\*)

#3 (knee\* OR hip\*) NEAR/2 (replacement\* OR arthroplast\*)

#4 (Spine OR spinal) NEAR/2 (decompress\* OR de-compress\* OR osteogenesis OR ossif\* OR fusion)

#5 laminectom\* OR laminotom\*

#6 spondylodesis OR spondylosyndesis

#7 diskectom\* OR discectom\*

#8 ("intervertebral disc\*" OR "disc displacement" OR "prolapsed intervertebral disc\*" OR "disc prolapse" OR "prolapsed disc\*" OR "herniated disc\*" OR "slipped disc\*") AND (surgery OR surgical\*)

#9 "ankle fracture\*" AND (surgery OR surgical\*)

#10 ("Bimalleolar Equivalent Fracture\*" OR "Bimalleolar Fracture\*" OR "Lateral Malleolus Fracture\*" OR "Medial Malleolus Fracture\*" OR "Posterior Malleolus Fracture\*" OR "Trimalleolar Fracture\*") AND (surgery OR surgical\*)

#11 #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10

#12 recover\* OR rehabilitat\* OR heal\* OR postsurg\* OR post-surg\* OR "after surgery" OR "after surgical"

#13 nutrition\* OR malnutrition OR malnourish\* OR undernutrition OR diet\* OR food\* OR eating OR feeding

#14 #11 AND #12 AND #13