



# Ortopedisen leikkauspotilaan lämpötilouden hallinta perioperatiivisessa hoitotyössä

TUGCEM AKTAS

MARGARITA SERGEJEVA

2023 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

# Ortopedisen leikkauspotilaan lämpötilouden hallinta perioperatiivisessa hoitotyössä

Tugcem Aktas  
Margarita Sergejeva  
Hoitotyön koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Toukokuu, 2023

Tugcem Aktas, Margarita Sergejeva

**Ortopedisien leikkauspotilaan lämpötilouden hallinta perioperatiivisessa hoitotyössä**

Vuosi

2023

Sivumäärä

40

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli edistää ortopedisen leikkauspotilaan lämpötilouden huolehtimisesta perioperatiivisen hoitotyön kaikissa vaiheissa. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa näyttöön perustuvaa tietoa ortopedisen leikkauspotilaan lämpötilouden huolehtimisesta leikkausosaston sairaanhoitajille. Opinnäytetyön tehtävänä oli laatia leikkausosaston sairaanhoitajille ohjeet ortopedisen leikkauspotilaan lämpötiloudesta huolehtimiseen. Perioperatiivisessa hoitotyössä tärkeintä on hypotermian ennaltaehkäisy sekä toimintaohjeiden noudattaminen.

Opinnäytetyössä käytettiin kehittämismenetelmää, joka tunnettiin aiemmin toiminnallisena menetelmänä. Menetelmän tehtävänä on tuottaa uudet ohjeet hypotermian tunnistamiseksi. Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Peijaksen sairaalaan anestesia- ja leikkaus osasto K:n kanssa. Mainitulle osastolle ei ole tehty aiemmin ohjeita. Osastolla oli käytössä Meilahden sairaalan yleisohjeet hypotermian estämiseksi, jotka oli laadittu sairaalan oman henkilökunnan toimesta vuonna 2017. Yleisohjeet ovat pitkiä ja monimutkaisia ja vaativat sairaanhoitajilta enemmän aikaa. Opinnäytetyömme ohjeet ovat lyhyitä, selkeitä ja helppoja noudattaa.

Uudet ohjeet ovat tehty käytettyjen lähteiden perusteella. Hoitosuosituksen mukaan hypotermia eli alilämpöisyys syntyy tahattomasti ja on huomioitava koko perioperatiivisen hoitotyön aikana. Hypotermian eteneminen aiheuttaa haittoja potilaan toipumiseen. Hypotermia lisää sydäntapahtumien, haavainfektioiden sekä kuolleisuuden riskejä. Laaditut ohjeet julkaistaan ja otetaan käyttöön osastolla pienen infotilaisuuden jälkeen. Ohjeet menevät myös Helsingin ja Uudenmaan sairaalaan omaan tietopankkiin.

Tugcem Aktas, Margarita Sergejeva

**Thermoregulation Management of orthopedic surgery patient in perioperative care**

Year

2023

Pages

40

---

The purpose of this thesis was to promote care for the thermoregulation management of orthopedic surgical patients at all stages in perioperative nursing. The aim of the thesis was to produce evidence-based information on the care of orthopedic surgical patient's thermoregulation for surgery nurses. The purpose of the thesis was to prepare instructions for surgery nurses to care for the thermoregulation of an orthopedic surgical patient. The most important part of perioperative care is that hypothermia is prevented and, if so, treatment as directed.

The thesis used a development method, previously known as functional method. The purpose of the method is to produce a new output. The thesis was done in collaboration with Peijas Hospital Anesthesia and Surgery Department K. Peijas Hospital's Anesthesia and Surgery Department K have not been prepared to follow instructions before. The department used guidelines from the Meilahti Hospital to prevent hypothermia, which had been prepared by the hospital's own personnel in 2017. The guidelines are long and complex, which requires more time from the nurses to comply. The new instructions we made are short, clear and easy to follow.

The new guidelines are based on the sources used. According to the recommended treatment, hypothermia occurs unintentionally and should be considered throughout perioperative care. Hypothermia is gradually progressing and, the end of the disease treatment is affecting the patient's recovery and causing other adverse events such as cardiac events, wound infection and increased mortality.

The instructions will be published and held as a small information opportunity for ward nurses taken into use after an introduction held at the ward. The instructions also go to the Helsinki and Uusimaa hospital in to their own data bank.

Keywords: Hypothermia, normothermia, thermoregulation, orthopedics, perioperative care

## Sisällys

1	Johdanto .....	6
2	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tehtävä.....	6
3	Perioperatiivinen hoitotyö leikkaussalissa .....	7
3.1	Ortopedisen leikkauspotilaan prosessi .....	7
3.2	Preoperatiivinen vaihe .....	8
3.3	Intraoperatiivinen vaihe .....	9
3.4	Postoperatiivinen vaihe .....	10
4	Leikkauspotilaan lämpötaloudesta huolehtiminen .....	11
4.1	Lämmönsäätely ja hypotermia.....	11
4.2	Anestesian vaikutus lämpötalouteen leikkauksen aikana.....	13
4.3	Hoidosuositukset normotermian ylläpitämiseen .....	15
4.4	Kehon lämpötilaseurantapaikat.....	15
4.5	Lämpötilan seurantamenetelmät perioperatiivisesti .....	16
5	Kehittämistyö tutkimusmenetelmänä .....	20
5.1	Opinnäytetyö kehittämistyönä.....	20
5.2	Kehittämistyön yhteistyökumppani Peijaksen sairaalan anestesia- ja leikkaus osasto K .....	21
6	Kehittämistyön tutkimusten analysointitulokset .....	22
6.1	Lämpötalouden menetelmiä .....	22
6.2	Kehittämistyön ohjeiden esittäminen.....	24
7	Pohdinta .....	25
8	Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus .....	26
	Lähteet .....	28
	Liitteet .....	34

## 1 Johdanto

Ihmisen kehonlämpötila on normaalisti keskimäärin 37 astetta (Mustajoki 2022). Ihmisen lämmönsäätelyn puolustuskeinoja ovat hikoilu, arteriavenoosinen sunttivasokonstriktio eli verenvirtaus valtimosta suoraan laskimoon sekä vilunväristykset. Yleisanestesiassa käytettävät lääkkeet heikentävät kehonlämpötila suuresti ja alentavat synkronisesti verisuonten supistumista. Neuraksiaaliset puudutukset eli spinaali- ja epiduraalipuudutukset heikentävät myös keskushermoston lämmönsäätelyä sekä estävät verisuonten supistumista. Lämmittämättömänä nukutettujen potilaiden kehonlämpötila laskee helposti noin 1-2 astetta. Hypotermia johtuu sisäisen kehonlämmön uudelleen jakautumisen ytimeistä periferiaan, jonka jälkeen lämmönhukka ylittää metabolisen lämmöntuotannon. Perioperatiivisen potilaan hypotermian komplikaatiot ovat koagulaatio, lisääntynyt verensiirrontarve, kirurginen infektio, viivästynyt lääkeaineenvaihdunta, pitkittynyt toipuminen, vilunväristykset ja epämukava lämmöntunto. Kehonlämpöä voidaan mitata luotettavasti ruokatorvesta, nenänielusta, suusta sekä virtsarakosta. Potilaan lämpötilaa tulee seurata ennen leikkausta, yleisanestesiassa sekä neuraksiaalisessa puudutuksessa, leikkauksen aikana ja sen jälkeen. (Sessler 2016.)

Opinnäytetyö tehdään kehittämistyönä Peijaksen sairaalan anestesia- ja leikkausosasto K:n kanssa. Leikkausosasto K:lla tehdään yleisanestesiassa sekä spinaali- ja epiduraalianestesiassa ortopedisiä ja urologisia leikkauksia. Osasto on pohjoismaiden suurin tekonivelyksikkö, jossa tehtiin liki 3000 tekonivelleikkausta vuonna 2019. Suurin osa leikkauksista on polven ja lonkan tekonivelleikkauksia. Helsingin ja Uudenmaan sairaalan (HUS) alueen tekonivelkirurgiset uusintaleikkaukset on keskitetty osastolle. (HUS 2023.)

## 2 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tehtävä

Opinnäytetyöhön tarkoituksena on edistää ortopedisen leikkauspotilaan lämpötaloudesta huolehtimista perioperatiivisen hoitotyön kaikissa vaiheissa. Opinnäytetyöhön tavoitteena on tuottaa näyttöön perustavaa tietoa ortopedisen leikkauspotilaan lämpötaloudesta huolehtimisesta leikkausosaston sairaanhoitajille. Opinnäytetyön tehtävänä on laatia leikkausosaston sairaanhoitajille ohjeet ortopedisen leikkauspotilaan lämpötaloudesta huolehtimiseen.

### 3 Perioperatiivinen hoitotyö leikkaussalissa

Perioperatiivinen hoitotyö tarkoittaa leikkauspotilaan hoitotyötä, joka tapahtuu leikkaus- ja anestesiaosastolla sekä vuodeosastolla sairaalassa. "Perioperative" sanaa on käytetty ensimmäistä kertaa Yhdysvalloissa vuonna 1978. Suomessa perioperatiivista sanaa käytettiin ensimmäisen kerran vuonna 1990. Leikkaukseen menevän potilaan kokonaisuhoitoprosessi alkaa, kun lääkäri tekee päätöksen. Leikkausta suunnitellaan ja potilasta ohjataan sairaanhoitajan toimesta koko prosessin aikana. Prosessi sisältää kolme vaihetta; preoperatiivinen, intraoperatiivinen ja postoperatiivinen. Opinnäytetyössämme keskitetään ortopedisen leikkauspotilaan hoitotyöhön. (Lukkari, Kinnunen & Korte 2013,11.)

#### 3.1 Ortopedisen leikkauspotilaan prosessi

Ortopedisen leikkauspotilaan perioperatiivisessa prosessissa hoitotyö on samanlaista kuin muiden leikkauspotilaiden hoitotyö. Ortopedisen leikkaukseen menevän potilaan ohjaus on tärkeää. Tehdyt tutkimukset osoittavat että, potilaan ohjaaminen perioperatiivisessa hoitotyössä sairaanhoitajan toimesta, vähentää potilaan pelkoa ja ahdistusta, sairaalapäiviä sekä postoperatiivista kipua. Kun potilas saa tiedon suunnitellusta lonkkatekonivelleikkauksesta, on kirurgin sekä kirurgin oman tiimin vastuulla antaa potilaalle informaatiota ja ohjausta prosessin alussa. Ohjauksen tarkoituksena on antaa potilaalle tietoa leikkauksesta ja auttaa potilasta kehittämään realistisia odotuksia. (Callighan, Rosenberg, Rubash, Clohisy, Beaulé & Della Valle 2015.)

Ortopediset leikkaukset voivat olla vaativampia ja pidempiä, esimerkiksi lonkkaleikkaukset. Kun potilaan lämpötila laskee alle 35 °C lievä hypotermia alkaa keskushermoston solujen stimuloinnilla ja niiden aktiivisuus heikkenee. Lämpötilan lasku aiheuttaa syketaajuuden, verenpaineen ja sydämen minuuttitilavuuden pienentymistä. (Laurila, Karhu, Hanhela & Alahuhta 2000). Lievässä hypotermiassa ihmisen keho alkaa tärisemään lihasvärinällä. Hypotermian seurauksena voi esiintyä esimerkiksi tekonivelinfektio postoperatiivisessa vaiheessa. Suomessa tehdään yli 20000 lonkan tai polven tekonivelleikkausta. Tekonivelinfektio on vakava komplikaatio. (Huotari & Leskinen 2016.)

Ortopedisten leikkausten määrä kasvaa myös maailmalla. Vuonna 2017 tehtyjen ortopedisten leikkauksien määrä oli 22,3 miljoonaa. Ortopedisessä kirurgiassa käytetään yleis- ja regionaalianestesiatekniikoita. Regionaalipuudutuksia ovat esimerkiksi spinaali- ja epiduraalipuudutukset ovat olleet suosittuja viime vuosien aikana. Nämä puudutukset aiheuttavat vähemmän komplikaatioita kuin yleisanestesian komplikaatiot. Komplikaatioita ovat potilaan hengitysvaikeudet, hypoksia, hengityslama, oksentelu sekä pahoinvointi.

Regionaalipuudutuksen etuna on kivunhallinta, lyhyempi sairaalajakso, opioidien tarpeen väheneminen, potilastyytyväisyys ja nopeampi toipuminen. (Kamel, Ahmed & Sethi 2022.)

Leikkauksella tarkoitetaan elektiivisiä toimenpiteitä, joissa anestesia- ja muotoon on yleisanestesia tai regionaalinen anestesia. Potilaan lämmönseuranta yleisanestesian aikana on tärkeää. Lähes 50-70 % potilaista joutuu hypotermiatilaan kirurgisissa toimenpiteissä. Hypotermia aiheuttaa elimistössä monia fysiologisia tiloja ja lisää kuolleisuutta. Fysiologisia tiloja ovat heikentynyt aineenvaihdunta, vähentynyt sydämen minuuttitilavuus, nämä lisäävät postoperatiivisten infektioiden esiintyvyyttä. Postoperatiivinen väristys voi johtaa hapenkuluttamisen lisääntymiseen, norepinefriinin vapautumiseen ja sydänlihasiskemiaan. (Robertson, Dieckmann, Rodriguez & Austin 2013.)

Normotermiaa suositellaan kansallisissa ohjeissa Yhdysvalloissa. Tutkimus tehtiin vuosien 2005 ja 2013 aikana ja tutkimukseen osallistui noin 1525 potilasta. Aiheena oli intraoperatiivisen lonkkamurtumapotilaiden normotermia ja hypotermia. Alle 36 °C havaittiin hypotermiatilaksi leikkauksen aikana. Tutkimuksessa havaittiin noin 17 % lonkkamurtumapotilaista hypotermia ja hypotermiaan liittyi syvän leikkauskohdan infektion lisääntyminen. (Frish, Pepper, Jildeh, Shaw, Guthrie & Silvertown 2016.)

### 3.2 Preoperatiivinen vaihe

Preoperatiivinen vaihe eli ennen leikkausta tapahtuva toiminta alkaa, kun leikkauspäätös on tehty yhdessä potilaan kanssa. Potilas valmistautuu kotona sairaanhoitajalta saadun ohjeen mukaan. Sairanhoitaja keräilee potilaan tietoja sekä seuraa leikkausta edeltäviä tutkimuksia. Preoperatiivisen vaiheeseen kuuluu potilas, potilaan perhe, läheisten tapaaminen sekä ohjaaminen. Preoperatiivinen vaihe päättyy, kun vastuu potilaan hoidosta siirtyy leikkausosaston hoitohenkilökunnalle. (Lukkari ym. 2013, 20.)

Anestesiahoitaja on vastuussa hoitovälineistön varaamisesta, tarkistuksesta sekä anestesia- ja valmisteluista ennen leikkausta. Anestesia- ja valmisteluissa huomioidaan potilaan yksilöllisyys turvallisen hoidon ylläpitämisen takia. (Lukkari ym. 2013, 136-137.)

Anamneesin ja kliinisen yleiskunnon perusteella anestesiahoitaja voi arvioida leikkauspotilaan anestesian riskiä ASA luokituksesta I-V (ASA= American Society of Anesthesiologists Physical Status), jonka anestesiahoitaja merkitsee lomakkeeseen sekä tietojärjestelmään. ASA on yksinkertainen ja käytännönläheinen kliiniseen työhön soveltuva luokittelu leikkausriskeistä (Taulukko 1). (Karinen & Kiviluoma, 2020.)



Luokka	Potilaan yleiskunto
1	Terve alle 65-vuotias ja yli 1-vuotias
2	Yli 65-vuotias tai henkilö, jolla on lievä yleistauti (esim. komplisoitumaton tasapainossa oleva verenpainetauti)
3	Henkilö, jolla on vakava mutta ei henkeä uhkaava yleissairaus (esim. insuliinidiabeetikko, jolla on myös hypertonia)
4	Henkilö, jonka sairaus on hengenvaarallinen (esim. huonossa tasapainossa oleva diabetes, epästabiili angina pectoris)
5	Kuolemansairas, jonka elinikä ilman leikkausta on alle 24 t

Taulukko 1: ASA- luokat (Tuominen 2021)

Leikkauspotilaan ydinlämmön tavoite on yli 36 °C. Potilan ikä, alhainen paino, anestesian aloituksen aikainen ydinlämpö sekä ruumin rakenne vaikuttavat jäähtymisen riskiin. Osa leikkauspotilaista on hypotermisia ennen anestesiainduktiota. Tämän ehkäisemiseksi potilaan ydinlämpö pitää mitata hyvissä ajoin ennen leikkaussalille saapumista. Tarvittaessa hoitohenkilökunta lämmittää potilasta ennen leikkausta. Esilämmitys on tehokas tapa ehkäistä potilaan jäähtymistä. Jos potilaan ydinlämpö on alle 36 °C, potilasta ei saa nukuttaa eikä puuduttaa. (Lauronen 2020, 390-394.)

### 3.3 Intraoperatiivinen vaihe

Intraoperatiivinen vaihe alkaa, kun potilas vastaanotetaan leikkausosastolla ja päättyy, kun potilas siirretään valvontayksikköön eli heräämööseen. Intraoperatiiviseen hoitotyöhön kuuluu moniammatillinen ryhmätyöskentely. Leikkausta suorittavaan henkilökuntaan kuuluvat kirurgi, anestesia lääkäri, anestesiahoitaja, instrumenttihoitaja sekä valvontahoitaja. Hoitotyöhön kuuluu potilaan huolehtimisen lisäksi potilaan henkinen tukeminen. (Lukkari ym. 2013, 20.)

Tässä vaiheessa potilaalle annetaan sopiva anestesia. Anestesiainduktiossa mukana on anestesia lääkäri sekä anestesia sairaanhoitaja. Tavoitteena on antaa potilaan tarvitsema anestesia suoritettavan toimenpiteen mukaan (paikallinen tai yleisanestesia). (Davrieux 2019.)

Leikkauspotilaan ydinlämpöä monitoroidaan leikkauksen aikana jatkuvasti tai vähintään puolen tunnin välein toistetuin mittauksin kaikissa toimenpiteissä, joiden kesto ylittää 30 minuuttia. Ydinlämmön muutokset ensimmäisen puolen tunnin jälkeen riippuvat anestesian ja leikkauksen aikaisista toimista. Jos potilaan ydinlämpö laskee ensimmäisen puolen tunnin jälkeen, leikkauspotilaan lämmitystä on tehostettava käyttämällä lämpöpatjoja ja puhaltimia, jotka ylläpitävät leikkauspotilaan ydinlämpöä. (Kokki 2013, 140-143.)

### 3.4 Postoperatiivinen vaihe

Postoperatiivinen vaihe alkaa, kun potilas siirretään leikkauksen jälkeen valvontayksiköön eli heräämöhön. Tässä vaiheessa seurataan ja tarkkaillaan potilaan toipumista leikkauksesta ja anestesiasta. Postoperatiivinen vaihe päättyy, kun potilas ei enää tarvitse leikkaustapahtumaan liittyvää hoitotyötä. (Lukkari ym. 2013, 21-22.)

Anestesian jälkivalvontaa varten on järjestettävä asianmukaisesti varusteltu valvontatila eli heräämö, jossa hoitohenkilökunta voi seurata leikkauspotilaan tajunnan tasoa, verenkiertoa, hengitystä, lämpötilaa, diureesia sekä kipua. Heräämössä esiintyvien postoperatiivisten komplikaatioiden hoidossa sekä elvytyksessä käytettävien lääkkeiden ja nesteiden tulee olla valmiina heräämössä helposti saatavilla. Myös lääkärin tulee olla aina saatavilla. Heräämössä on oltava lääkkeet pahoinvoinnin, hypotermian, kivun, hypo- ja hypertension, nestetasapainon, hengityselinsairauksien, anafylaksian sekä deliriumin hoitoon. (Maksimow 2020.)

Potilaan ydinlämpöä seurataan heräämössä jatkuvasti. Hypotermista potilasta ei saa siirtää vuodeosastolle. (Lauronen 2020, 394.)

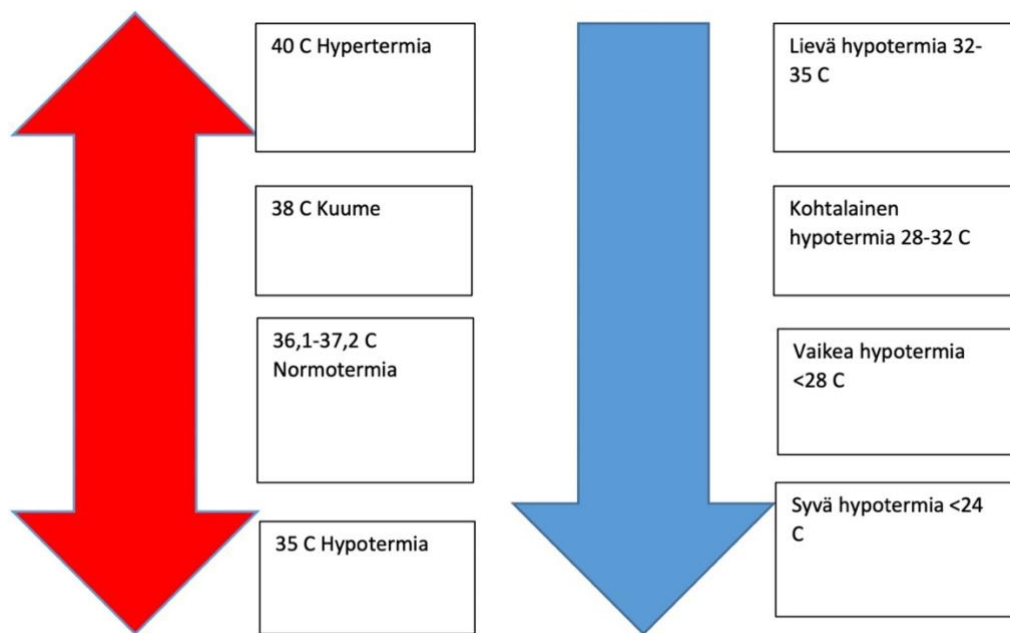
Kansainvälisten suositusten mukaisesti potilaan lämmittäminen ilmaa kiertävien peittojen käyttö voi vähentää lihasvärinää, parantaa potilastyytyväisyyttä sekä vähentää hypotermian aiheuttamia postoperatiivisia haittatapahtumia (Maksimow 2020).

#### 4 Leikkauspotilaan lämpötaloudesta huolehtiminen

Ihmisen normaali ydinlämpötila on 36,5-37,1 °C. Ortopedisen leikkauspotilaan lämpötila saattaa alkaa alenemaan jo ennen leikkauksen aloittamista. Potilas vastaanotetaan esimerkiksi monipoliklinikalla ja sairaanhoitaja huolehtii potilaan lämmönmittauksesta heti kun on mahdollista. Mittauksen jälkeen sairaanhoitajan pitäisi pyrkiä vähentämään lämmönhukkaa esimerkiksi lisäämällä vaatekappa tai antamalla potilaalle termomyssy. Toimenpidettä ei pidä aloittaa, jos potilaan lämpötila on alle 36 °C. (Kokki 2013, 140.)

##### 4.1 Lämmönsäätely ja hypotermia

Lämmönsäätely tapahtuu ihmisen elimistössä tahdosta riippumatta. Elimistö säätelee ydinlämpöä ja se voi vaihdella 0,5-1 °C ympäristöstä riippuen. Lämpötilan laskiessa keho alkaa reagoimaan verisuonten supistelulla lämmönhukan estämiseksi, tämä aiheuttaa lihasvärinää lämmöntuotantoa varten. (Kuva 1) (Duong & Patel 2022)



Kuva 1: Hypotermia, kuume, normotermia, hypotermia, ja sen asteet (Duong & Patel 2022)

Ydinlämpötilalla tarkoitetaan sisäelinten lämpötilaa. Rissanen ja Mänttärin mukaan lämmönsäätely tapahtuu keskushermostossa hypotalamuksen etuosassa preoptisella alueella. Lämmönsäätelyn muutoksia voi tapahtua elimistössä, kehon lämmönhukan olleessa voimakasta tai lämpötilan noustessa yli 39-40 °C. Hypotermiaan johtavia syitä voivat olla heidän mukaan esimerkiksi alkoholi, huumeet, lääkeaineiden yliannostus, sairauskohtaukset sekä liikuntakyvyttömyys, aliravitsemus, perussairaudet. (Rissanen & Mänttari, 2021.)

Hypotermia ilmenee, kun ihmisen lämpötila laskee alle 36 °C. Nyssösen mukaan lievä alilämpöisyys on 32-35 °C, keskivaikea alilämpöisyys on 28-32 °C ja vaikea alilämpöisyys on 28-30 °C. Alilämpöisyys voidaan luokitella Swing staging- systeemillä neljään eri luokkaan potilaan oirekuvan mukaan (Taulukko 2). (Nyssönen 2013.)

HT 1	Lievä alilämpöisyys	Normaali tajunta ja lihasvärinä
HT 2	Keskivaikea alilämpöisyys	Laskenut tajunta ilman lihasvärinää
HT 3	Vaikea alilämpöisyys	Tajuton, elonmerkkejä on
HT 4	Syvä alilämpöisyys	Ei elonmerkkejä, ei hengitystä, ei pulssia

Taulukko 2: Alilämpöisyyden luokitus Swing staging-systeemillä (Nyssönen 2013)

Hypotermiassa verenhyytymistekijöiden vaikutus laskee. Tämä pitää huomioida toimenpiteissä, jos vuotoriski merkittävästi kasvaa. Hypotermia aiheuttaa sydämessä rytmihäiriöitä. EKG muutoksia on muun muassa bradykardia ja se voi muuttua eteisvärinäksi. Nyssösen mukaan (2013) sydän on herkkä defibrillaattorille, kun kyseessä on rytmihäiriö. Kun potilaan lämpötila laskee alle 30 °C voidaan käyttää defibrillaattoria rytmin kääntämiseksi. Muita EKG muutoksia voivat olla QRS kompleksin leveneminen, QT ajan piteneminen, bradykardia ja hidas eteisvärinä. Hypotermia voi aiheuttaa myös hypovolemiaa. Hypovolemia syntyy, kun munuaisverenkierron osuuden nestetilavuus vähenee ja virtsaneritys kiihtyy. Kehon alilämpöisyydessä vähenee myös antiidiureettisten hormonien erityis. Potilaalle on aloitettava nesteytys ja nesteytyksen lämpötilan on oltava 37 °C. (Nyssönen 2013).

Hypotermia aiheuttaa sympaattisen hermoston aktivoinnin elimistössä. Vasokonstriktiokynnys alenee, kun kehon lämpötila vähenee 0.2 °C. Pienikin lämmönlasku stimuloi perifeeristä verisuonten supistumista sympaattisen hermoston kautta. Hypotermiasta johtuvat farmakokineettiset muutokset pidentävät lääkkeiden eliminaatioaikaa injektioina annettuna. Tämä johtuu maksan verenkierron heikkenemisestä yleisanestesiassa, kun potilalla on jo hypotermia. Hypotermiassa koagulaatio eli verenhyytyminen lisääntyy protrombiinin vaikutuksen takia sekä osittain myös tromboplastiinin vaikutuksen vuoksi. Koagulaatio havaitaan, kun PT ja PTT laboratorion kokeet suoritetaan 37 °C. Jos verinäyte on otettu hypotermiassa olevalta potilaalta koagulaatiota ei havaita. Hypotermian seurauksena voi esiintyä verenvuotoa intra- ja postoperatiivisessa vaiheessa. Tutkimuksen mukaan normotermia ryhmään kuuluvien potilaiden lämpötilan olleessa 36.6 °C, verenvuotoa oli 690 ml. Toiseen ryhmään kuuluvien potilaiden lämpötilan olleessa 35 °C, verenvuotoa oli 920 ml leikkauksen aikana. Tässä hypotermisten potilaiden ryhmässä verenvuotoa oli noin 480 ml enemmän kuin normotermisten potilaiden ryhmässä mitattuna 24 tunnin aikana. Sydämen toiminta heikkenee kehonlämmön olleessa alle 33 °C. Rytmihäiriöiden raja on noin 31 °C. Kun lämpötila laskee alle 30 asteeseen kammiovärinän todennäköisyys lisääntyy. Postoperatiivisessa vaiheessa sydän ei kestä enää hypotermiaa. Usein potilas saattaa menehtyä tämän takia. Hypotermia aiheuttaa haavainfektion lisääntymistä. Kudoksen happipitoisuus on yleensä vähentynyt ja vastustuskyky alentunut. Leikkauksen jälkeen ensimmäisen kolmen tunnin aikana haavan infektoitumisen riski lisääntyy. Normotermia ja normovolemia auttavat kudoksen hapettumista ja infektion ehkäisyä. Tutkimuksen mukaan hypotermisen potilaan sairaalajakso pitenee 2,6 päivää verrattuna normotermia potilaseen. (Fiedler 2001.)

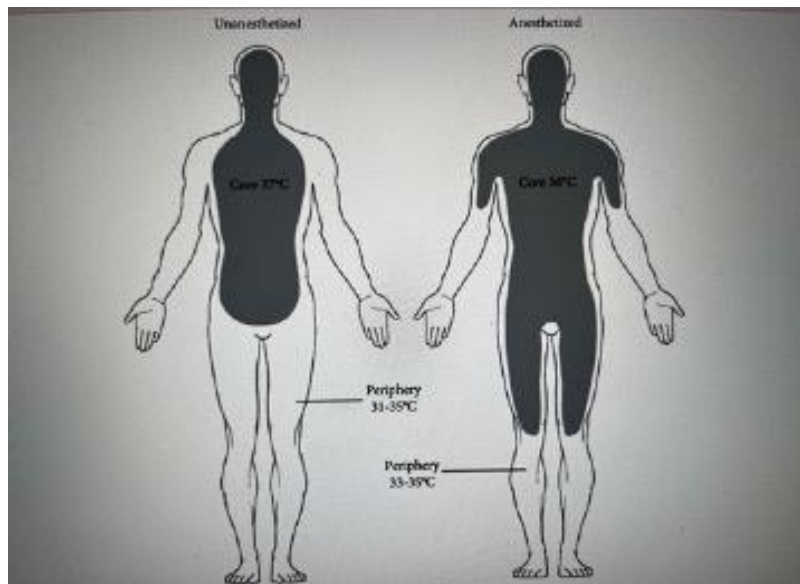
#### 4.2 Anestesian vaikutus lämpöalouteen leikkauksen aikana

Yleisanestesiassa käytettävät lääkkeet esimerkiksi propofoli, vahvat opioidit sekä sevofluraani vaikuttavat kehonlämpötilan laskuun. Nämä lääkkeet vähentävät verisuonten supistamista ja vilunväristyskynnystä. Tyypillisesti vasokonstriktio eli verisuonten supistumiskynnys vähenee, kun kehon lämpötila laskee noin 34,5 asteeseen. Vasokonstriktio vähentää myös aineenvaihduntaa. Yleisanestesia estää potilaan vilunväristyksiä, mutta opioidin käytön aikana vapinan ja tärinän maksimivoimakkuus säilyvät. Rauhoittava lääke midatsolaami ei merkittävästi vähennä kehonlämpötilaa. Neuraksiaalilla anestesiolla tarkoitetaan epiduraali- ja spinaalipuudutusta. Epiduraalipuudutus annetaan epiduraalitalaan ja spinaalipuudutus annetaan selkäydinkanavaan. Molemmat anestesia-tyypit estävät hermotoimintaa ja blokkavat alaraajoja. Sesslerin mukaan (2016) nämä anestesia-tyypit eivät suoraan vaikuta aivoihin, mutta laskevat silti kehonlämpötilaa leikkauksen aikana. Tämän tutkimuksen aikana potilaat eivät valittaneet kylmyydestä, vaikka he olivat

hypotermisia. Neuraksaalinen anestesia heikentää lämpötilaa keskushermostossa vähemmän kuin yleisanestesia. (Sessler 2016.)

Yleisanestesia estää elimistön lämmönsäätelykompensaatiota mutta jättää myös autonomisia puolustuskeinoja. Tämä riippuu yleisanestesiassa käytettävien lääkkeiden annos määristä. Yleisanestesia heikentää verisuonten supistumiskykyä sekä hikoilukykyä. Hikoilukyky heikkenee noin kolme kerta enemmän kuin verisuonten supistumiskyky. Yleispuudutusaineet lisäävät lineaarisesti lämpövastetta, kun opioideja annetaan vähemmän. Opioidit sekä suonensisäinen anestesia, esimerkiksi propofoli alentavat lineaarisesti vasokonstriktiota sekä vilunväristyskynnystä. Rauhoittava lääke deksmedetomidiini, alfa 2 agonisti reseptori aiheuttaa saman reaktion. Myös anestesia-aineet kuten isofluraani, desfluraani, sevofluraani ja halotaani vähentävät kylmävastetta epälineaarisesti. Ainoa anestesiassa käytettävä lääke midatsolaami ei vaikuta kehonlämmön laskuun. (Lenhardt 2010.)

Yleisanestesian induktio heikentää lämmönsäätelyä vähentämällä vasokonstriktiota, lääkitys avaa tai pitää valtimo- ja laskimoverisuonen shuntit auki. Tämän jälkeen lämmönjako uudelleen muodostuu. Lämpö virtaa sydäimestä perifeerisiin kudoksiin. Tämä tapahtuu 80 % potilailla ensimmäisen tunnin aikana anestesiassa. Ydinlämpötila laskee noin 1-1,5 °C, kun perifeerisen kudoksen lämpö nousee noin 2 °C (Kuva 2). (Yang & Wang 2022.)



Kuva 2: Anestesian vaikutus potilaan lämpötilaan intraoperatiivisessa vaiheessa (Yang & Wang 2022)

#### 4.3 Hoitosuositukset normotermian ylläpitämiseen

Syksyllä 2022 on laadittu hoitosuositukset potilaan normotermian ylläpitämisestä perioperatiivisen hoitoprosessin aikana (Hotus- hoitosuositus 2022). Opinnäytetyömme pohjaa näihin hoitosuosituksiin sekä muihin lähteisiin.

Hoitosuosituksen mukaan normotermian ylläpitäminen on tärkein asia. Hypotermiassa potilaan kehossa tapahtuu paljon erilaisia muutoksia, joita pitää ennaltaehkäistä ja hoitaa ohjeiden mukaan. Oppaan tavoitteena on parantaa leikkauspotilaan hoidon laatua ja potilasturvallisuutta normotermian ylläpitämisen näkökulmasta sekä ehkäistä hypotermian aiheuttamia tapahtumia ja vähentää komplikaatiosta johtuvia lisäkustannuksia. Hoitosuositus on tehty terveydenhuollon ammattilaisille perioperatiivisen työskentelyn tueksi.

Hoitosuosituksissa käsiteltäviä asioita ovat leikkauspotilaan esilämmittäminen, lämpöpuhaltimen käyttö, laskimoon annettavien nesteiden lämmittäminen, lämmitetyt huuhtelunesteet tähytysleikkauksissa, lämmitetty hiilidioksiidikaasu tähytysleikkauksissa, aktiiviset lämmitysmenetelmät keisarinleikkauspotilaalla, lämpöpuhallin vs. air-free menetelmät, useiden lämmitysmenetelmien käyttö, potilaan lämpömukavuus.

Hoitosuosituksen käsitteitä ovat: aikuiset leikkauspotilaat, perioperatiivinen hoitoprosessi, normotermia, hypotermia, hoitokäytäntö, ydinlämpötila, aktiiviset lämmitysmenetelmät, passiiviset lämmitysmenetelmät, esilämmitykset. Hoitosuosituksen mukaan leikkauspotilaan esilämmitys on 10 minuuttia ja se toteutetaan aktiivisilla lämmitysmenetelmillä.

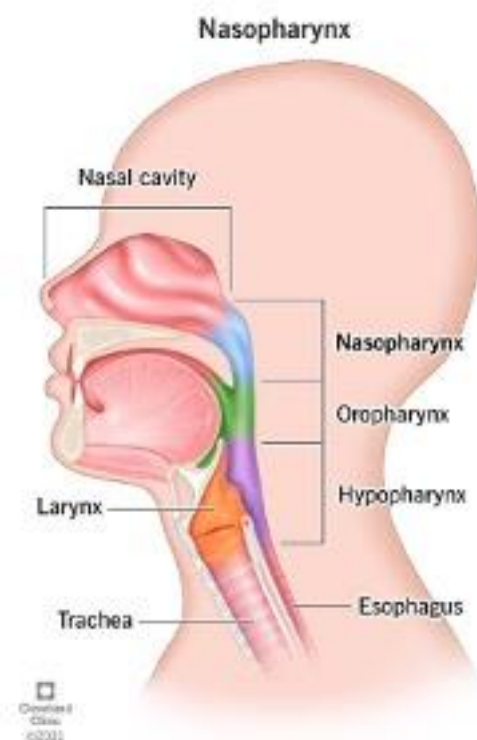
Lämpöpuhaltimia tulee käyttää koko perioperatiivisen hoidon aikana, koska passiiviset menetelmät eivät ole yhtä tehokkaita kuin aktiiviset. (Hotus- hoitosuositus 2022.)

Leikkauksessa käytettävät nesteet tulee lämmittää 37 °C, vasta tämän jälkeen ne annetaan potilaalle i.v. suonensisäisesti. Hoitosuosituksen mukaan lämmitetyt nesteet ja aktiivisten lämmitysmenetelmien käyttö yhdessä estävät hypotermiaa. Lämpöpuhaltimen käyttö pre- ja intraoperatiivisessa vaiheessa on tehokkaampi kuin pelkästään intraoperatiivisessa vaiheessa toteutettu. Lämpöpuhallin- ja air-free menetelmien käyttäminen ovat yhtä tehokkaita keinoja potilaan normotermian ylläpitämisessä. Useiden lämmitysmenetelmien käyttö on kuitenkin tehokkaampaa kuin yhden menetelmän käyttö. Potilaan lämpömukavuus riippuu aktiivisestä lämpömenetelmän käytöstä perioperatiivisesti. (Hotus- hoitosuositus 2022.)

#### 4.4 Kehon lämpötilaseurantapaikat

Kehon lämpötilaa on seurattava koko perioperatiivisen hoidon ajan. Kun potilas tulee leikkaukseen elektiivisesti, sairaanhoitaja mittaa hänen lämpötilansa vastaanotossa. Potilas, joka odottaa leikkausta osastolla, on lämpötilaa seurattava ennen vastaanotolle saapumista. Tässä vaiheessa sairaanhoitaja voi mitata lämpötilan esimerkiksi kuumemittarilla,

korvamittarilla tai otsamittarilla. Myöhemmin lämpötilan seuranta vaihtuu monitorille. Kehon lämpötila ei ole homogeeninen. Rintakehän, vatsan ja keskushermoston lämpötila on yleensä 2-4 °C vähemmän kuin ala- ja yläraajojen. Ihon lämpötila vaihtelee huomattavasti ympäristön lämpötilan mukaan, mutta ydinlämpötila ei muutu. Ydinlämpötilaa voidaan seurata tärykalvosta, keuhkovaltimosta, distalisesta ruokatorvesta ja nenänielusta intraoperatiivisen hypotermian seuraamiseksi, hypertermian estämiseksi sekä ylikuumentumisen estämiseksi. Vaihtoehtoisesti kehonlämpötilaa voidaan seurata suusta, kainalosta, virtsarakosta, peräsuolesta tai ihon pinnasta. (Kuva 3) (Sessler 2008.)



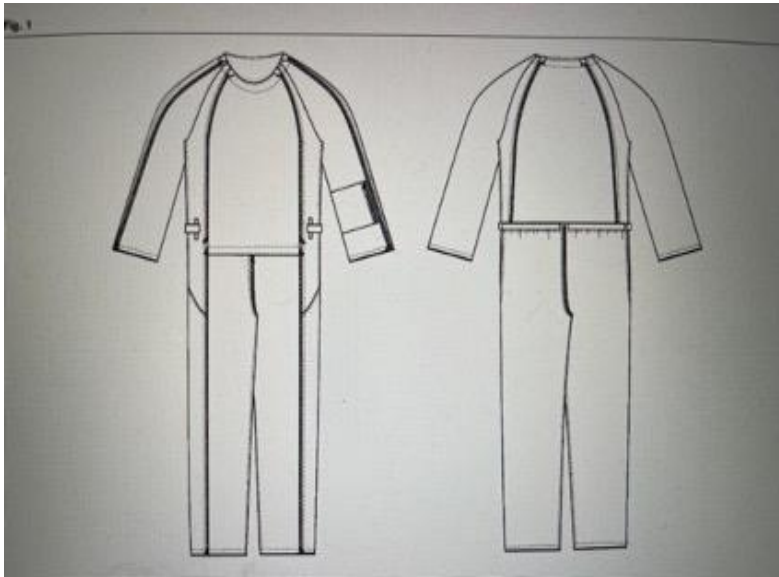
Kuva 3: Lämpötilan seurantapaikat anatomisesti (Sessler 2008)

#### 4.5 Lämpötilan seurantamenetelmät perioperatiivisesti

Passiivisten menetelmien käyttäminen on helpoin keino vähentää ihon lämmönhäviötä. Näitä menetelmiä ovat lämmitetyt peitot, muoviset lämmityspeitot, heijastavat peitot ja kangaslakanat. Yhden peiton käyttäminen vähentää lämpöhäviötä ihosta noin 30 %. Sessler ja Schroederin mukaan lämmitetyt peitot ovat kuitenkin hetkellisiä, suhteellisia ja tehottomia (Sessler & Schroeder 1991; 1993).



Vuonna 2011 Hirvonen ja Niskanen kehittivät lämpöhaalari. Haalarissa on useita vetoketjuja, jotka voi avata ja sulkea intraoperatiivisessa vaiheessa. Haalari saattoi pestä ja käyttää uudelleen. Haalarissa on mikrokuitukerrokset, laminoitu kangas ja vedenpitävä kerros. Tehdyn tutkimuksen mukaan haalarin käyttäminen esti tehokkaasti hypotermiaa. Vuonna 2019 tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että haalari ei ollut enää sopiva käytettäväksi leikkauksen aikana leikkaushaavan kontaminoinnin vuoksi. (Kuva 4) (Hirvonen & Niskanen 2011; Brodshaug 2019.)



Kuva 4: Lämpöhaalari (Hirvonen & Niskanen 2011)

Vuonna 2016 tehdyn tutkimuksen mukaan aktiivinen ihon lämmitys oli eniten käytetty lämmitysmenetelmä (Lauronen 2022). Aktiivista lämmitysmenetelmistä tunnetuin on Forced Air Warming. FAW menetelmän toiminta perustuu konvektiivisen lämmönsiirron käyttämiseen. Menetelmässä käytetään yhtä letkua suuttimella ja suodattimella sekä muovisella peitolla.

Lämmintä ilmaa muodostuu sähkölämmittimestä sekä puhaltimesta ja kulkeutuu laitteesta letkun kautta muovisen peiton alle. Laitteen lämpötilaa säädellään potilaan tarpeen mukaan 32 °C, 38 °C ja 43 °C. Bräuerin mukaan pienimmissä peitoissa ilma jakautuu tasaisemmin kuin isommissa. FAW menetelmän tehokkuus perustuu käytetyn alueen laajuuteen. Menetelmä siirtää lämpöä kehoon ja estää myös lämmönhukkaa. Menetelmän miinus puolia ovat palovammariski ja käytön meluisuus. (Bräuer 2009.)

Kiertovesipatja on toinen käytetty menetelmä hypotermian estämiseksi potilaan lämmittimisessä. Kiertovesipatjoissa ja peitoissa vesi kiertää ja lämmittäen näin potilasta. Menetelmää vertailtu FAW menetelmän kanssa. Kurzin mukaan menetelmä ei ollut yhtä tehokas kuin FAW menetelmä potilaan lämmittämisessä. Patjan ja peiton pienuuden vuoksi menetelmästä ei ole paljon hyötyä. Menetelmää ei myöskään voi hyödyntää potilaan selässä, koska käyttöön liittyy palovammariski. (Kurz 1993.)

Resistiivinen lämmitys perustuu hiilikuituteknologiaan, joka toimii sähköllä. Lämpö siirtyy hiilikuitukangasliuskojen läpi. Laitteen lämpötilaa voidaan säädellä 37-42 °C asteen välillä. Laitetta voidaan käyttää uudelleen, laite on myös hiljainen. Matsuzakin mukaan (2003) menetelmä ylläpitää kehon sisälämpötilaa tehokkaammin kuin FAW. Tämän lämmitysmenetelmän nimi on Astopad ja se on kehitetty Yhdysvalloissa. Tätä voidaan käyttää kaikissa kirurgisissa toimenpiteissä turvallisesti. Astopad auttaa ehkäisemään hypotermiaa ja tätä voi käyttää koko perioperatiivisen prosessin ajan. Patjan voi laittaa potilaan päälle tai alle. (Matsuzaki 2003).

Self warming menetelmä on kehitetty Ruotsissa. Menetelmän nimi on Barrier easy warm. Menetelmä perustuu kemialliseen reaktioon. Muovisessa peitossa on kaksitoista rautaa sisältävää jauhetta, jotka toimivat lämmitystyyninä. Maksimilämpötilan noin 40-42 astetta voi saavuttaa puolessa tunnissa ja se voi säilyä jopa kymmenen tuntia. Tyynyissä ei ole säädettävää toimintaa, joten lämpöä voi jakaa vain tasaisesti. Menetelmässä saattaa olla palovammariski. (Andrzejowski 2010.)

Intraoperatiivisessa vaiheessa potilaalle annetaan nesteitä suonensisäisesti lämmitettynä. Leikkaussalissa löytyy nesteenlämmityslaitteita, joilla voi lämmittää IV nesteitä. Potilaille annettavat suonensisäiset nesteet lämmitetään noin 37 asteessa. Campbellin mukaan potilaan sisälämpötila pysyy noin puoli astetta lämpimämpänä lämmitettyjä nesteitä annettaessa kuin huoneenlämpöistä nestettä käyttäen. (Campbell 2015.) Toinen vaihtoehto nesteenlämmitykselle on lämmityskaappi, jossa esilämmitetään i.v. nesteitä ennen kuin ne annetaan potilaalle. Myös tämän nesteen lämpötila tulee olla annettaessa noin 37 astetta. Intraoperatiivisena lämmitysmenetelmänä käytetään myös ruokatorven lämmönvaihinta eli esophageal heat exchanger. Menetelmässä potilaan ruokatorveen laitetaan putki, jossa on kiertovesi. Kiertovesiä voi lämmittää jopa 41 °C asteeseen. Tutkimuksen mukaan menetelmästä ei ollut hyötyä lonkkanivelleikkauksen aikana hypotermian estämiseksi. (Andrzejowski 2010.)

Endovaskulaarisia ja ekstrakorparaalisia menetelmiä voi käyttää onnettomuuspotilailla. Menetelmässä reisilaskimoon työnnetään katetri ja lämmin nesteytys laitetaan suoraan laitteesta vereen. Menetelmässä on hemofiltratio, hemodialyysi, kardiopulmonaalinen ohitus sekä ekstrakorparaalinen hapetus. (Lauronen 2022.)

Muita käytettäviä menetelmiä ovat farmokologiset- ja ravitsemusmenetelmät. Farmokologiset menetelmät, kuten anesteettien käyttö intraoperatiivisessa vaiheessa, esimerkiksi sevofluraanin käyttö propofolin sijaan rajoittaa ja vähentää lämmön uudelleen jakautumista. Selldenin mukaan ennen leikkausta aloitettu aminohappoinfuusio nostaa potilaan sisälämpötilan, mutta ei estä lämmön uudelleen jakautumista. Anestesia-aineet eivät myöskään heikennä ravinteiden aiheuttamaan termogeneesin mekanismeja. (Sellden 1994.)

Vuonna 2016 tehdyn tutkimuksen mukaan reflektiiviset peitot eli termopeitot ja niiden käyttö hypotermian estämiseksi olivat yhtä hyödyllisiä kuin Forced air warming menetelmä. Näitä menetelmiä ei alkuun uskallettu käyttää, kun oli epäily kontaminoinnista leikkaushaavan kanssa. Näiden menetelmien käyttö ei kuitenkaan häiritse ilmanvirtausta, joten kontaminointiriskiä ei tapahdu menetelmää käytettäessä. Eräässä tutkimuksessa on osoitettu, että peitot eivät olisi yhtä hyödyllisiä kuin FAW menetelmä normotermian ylläpitämisessä. Toisessa tutkimuksessa tutkittiin noin 50 potilasta, joilla oli lonkka- tai polvinivelleikkaus. Ryhmä jaettiin kahteen osaan. Toisessa ryhmässä käytettiin esilämmitysmenetelmänä termopeittoja ja toisessa FAW menetelmää. Kummassakaan ryhmässä ei ollut merkittäviä eroja kehonlämmössä. Tämä tutkimus osoitti, että termopeitot olivat yhtä tehokas kuin FAW menetelmä normotermian ylläpitämisessä polvi- tai lonkkanivelleikkauspotilailla. (Tjoakarfa, David, Ko & Hau 2016.)

Austinin mukaan, hypotermian estäminen vähentää perioperatiivisen hoidon aikana postoperatiivista komplikaatiota. Tahattoman hypotermian seurauksena on sydänkomplikaatio, heikentynyt haavan paraneminen ja heikentynyt munuaisten toiminta. Useat tutkijat ovat samaa mieltä, että leikkauskohdan infektion ilmaantuvuus on lisääntynyt potilailla, joilla on hypotermiaa. FAW menetelmä on tehokas estämään hypotermiaa. Tehdun tutkimuksen mukaan FAW menetelmä oli osallisena leikkaushaavan infektion lisääntymiseen polvi- tai lonkkanivelleikkauksessa. Eräässä tutkimuksessa voitiin päätellä, että FAW menetelmä aiheuttaa haavainfektioita, mutta kun FAW menetelmää käytettiin ohjeiden mukaan tällaista havaintoa ei voitu tehdä. Toinen tutkimus osoitti nivelleikkauksen lisääntyneistä infektioiden ilmaantuvuudesta. Mutta näissä tutkimuksissa ei otettu huomioon muita infektion aiheuttajia. Tällä hetkellä nykyiset tutkimukset eivät tue näitä väittämiä infektoriskistä polven tai lonkan arthroplastiasa. FAW menetelmää tulee käyttää ohjeiden mukaisesti ja tarvittaisiin enemmän tutkittua tietoa FAW:in roolin selvittämiseksi infektioiden lisääntymisessä. (Austin 2017.)

Vuonna 2021 tehdystä tutkimuksesta seurattiin noin 130 potilasta yli 120 minuuttia kestävässä leikkauksissa, joissa käytettiin lämmitysmenetelmänä FAW. Tutkimuksessa seurattiin FAW menetelmän tuloksia leikkauspotilailla. Potilaat jaettiin kahteen ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä käytettiin esilämmityksessä FAW menetelmää hypotermian estämiseksi. Toisessa ryhmässä käytettiin vain puuvillapeittoa. Molemmissa ryhmissä käytettiin aktiivisena

lämmitysmenetelmän lämpötilana noin 47 astetta. Potilaan kehonlämpötilaa mitattiin tärykalvosta sekä nenänieluanturin avulla leikkauksen aikana. Potilailta seurattiin vilunväristys (shivering) lämpömukavuus (thermal comfort), tyytyväisyys (satisfaction) mittareilla. Intra- ja postoperatiivisen hypotermian ilmaantuvuus potilailla FAW menetelmää käyttäessä oli pienempi (19 %) verrattuna puuvillapeitolla lämmitettyihin potilaisiin (57 %). Molemmissa ryhmissä leikkauksen aikana verenvuoto, vilunväristys ja tyytyväisyyspisteet olivat samanlaisia. Postoperatiivisten sairaalapäivien lukumäärässä ei ollut eroja. Tutkimus osoitti FAW menetelmän olevan tehokas, yksinkertainen ja kätevä estämään tahatonta hypotermiaa potilailla, joiden leikkauksen kesto on yli 120 minuuttia. (Yoo, Ok & Kim 2021.)

Zero heat flux- menetelmää voi käyttää kaikissa kirurgisissa toimenpiteissä. Se on non-invasiivinen lämpötilan seurantateknikka. Vuonna 2021 tehdyn tutkimuksen mukaan seurattiin Zero Heat Flux vs. esophageal lämpötilan mittausta ortopedisissa leikkauksissa. Tutkimuksessa seurattiin 30 potilasta eri menetelmien avulla lämmönmittauksen sopivuudesta ja herkkyydestä hypotermian havaitsemiseksi. Menetelmän avulla mitattu lämpötila oli alhaisempi kuin esophageal mittausta, mutta potilaat olivat tyytyväisiä lämmönmukavuudesta. Tutkimuksen mukaan tämä vertailu vaatii lisää arviointia jatkossa. (Munday, Higgins, Jones, Vagenas, Zundert & Keogh 2021.) Zero heat flux- menetelmä tunnetaan Spot on- nimellä perioperatiivisessa hoitotyössä. Spot on- lämmönmittausmenetelmä mittaa potilaan sisälämpötilaa. Järjestelmä sisältää anturin, virtalahteen ja monitorikaapelin. Järjestelmä lämmittää anturia ja luo tasalämpöisen alueen. Kun sisälämpötila on saavutettu, ihopinna lämmönluovutus estetään ja saadaan aikaiseksi nolla lämpötila. Kun lämpötila on tasapainottuu potilaan sisälämpötilaan, näyttöön tulee potilaan sisälämpötilasta tarkka ja non-invasiivinen mitta-arvo. (3M Health Care 2013.)

## 5 Kehittämistyö tutkimusmenetelmänä

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä on kehittämistyö. Toikon ja Rantasen mukaan toiminnallinen opinnäytetyö on kehittämistyötä, jossa tutkimus ei vaadi kehittämistä, vaan tutkimuksen idea ja sen käytännöt palvelevat ammatillista kehittämistä (Toikko & Rantanen 2009, 7).

### 5.1 Opinnäytetyö kehittämistyönä

Kehittämistyön tavoitteena on tuottaa ohjeistusta, opastusta ja järjestystä käytännön toimintaan. Opinnäytetyössä etsitään tietoa aiemmista tutkimuksista ja kootaan tietoja saaduista tuloksista. Opinnäytetyöntekijällä on tuoretta tietoa alaan liittyvistä asioista ja hän

on etsinyt tutkittuja tietoja luotettavista lähteistä. Työelämäkumppani esittää toimintaympäristöstään tarvittavia kehittämiskohteita, joihin haetaan ratkaisua kehittämistyön kautta. (Kostamo, Airaksinen & Vilka 2022.)

Kehittämistyössä ei ole kyseessä pelkästään ratkaisun etsiminen tekijän oman tiedon ja taidon mukaan, vaan kyse on ammattilaiden, asiakkaiden tai käyttäjien yhdessä tiedon ja kokemuksen hyödyntämisestä. Eteneminen tapahtuu erilaisista näkökulmista tietoja ja taitoja käyttäen. Kehittämistyö etenee tilannekohtaisesti, koska tekemiseen liittyy paljon erilaisia kysymyksiä ja vastauksia. Kehittämistyössä tekijän kuuntelu, keskustelu, joustavuus sekä muiden näkökulmien huomioon ottamisen taidot lisääntyvät. Kehittämistyössä suunnitellaan ideoita ja rajataan aihetta yhdessä toimeksiantajan kanssa. Tietoperusteisen menetelmän muoto tukee opinnäytetyötä. Kehittämistyössä kerätään tietoa ja aineistoa opinnäytetyön tueksi ja tavoitteena on luoda uutta sekä todentaa tekijän osaamista. Kehittämistyössä palautteen antaminen ja vastaanottaminen on tärkeää. Se auttaa tekijää kasvamaan ammatillisesti. Palautetta voi saada koko prosessin ajan. (Kostamo, Airaksinen & Vilka 2022.)

Kehittämistyössä kehittämiskohta saattaa löytyä työpaikan toimintaympäristöstä. Työpaikalla voi olla vanhentuneita ohjeita, jotka eivät enää sovellu tämän päivän tarpeisiin. Tästä syntyy kehittämiskohta, johon tekijä etsii ratkaisua opinnäytetyön kautta. Ammattilaisella on usein erilaisia näkökulmia kokemuksen myötä, jota voi hyödyntää kehittämistyössä. Kokemukset auttavat ymmärtämään todellisuutta paremmin. Kokemukset voivat olla monimerkityksellisiä ja voivat tuottaa lisää haasteita tekijälle. (Kukkola 2018, 41-42; Toikkanen & Virtanen 2018, 9.)

Anttilan mukaan kehittämistyö perustuu asetettuihin tavoitteisiin. Kehittämistyössä asetetaan tavoitteet ja tavoitteiden saavuttamista arvioidaan opinnäytetyön lopuksi. Arvioinnissa todetaan miten ja millä keinoin kehittämistyö on saavutettu. (Anttila 2007.)

Salosen mukaan kehittämistoiminnassa on tärkeää tuottaa hyötyä, tulosta, näkyvää toimintaa, suunnittelua, konkreettista tuotosta, uutuusarvoa ja suunnittelua. Kehittämistyön tavoitteet ja arvioinnit ovat tärkeitä. Lopussa kehittämistyö arvioidaan, kun tavoitteet ovat toteutuneet. (Salonen 2013.)

## 5.2 Kehittämistyön yhteistyökumppani Peijaksen sairaalan anestesia- ja leikkaus osasto K

Osasto on pohjoismaiden toiseksi suurin tekonivelyksikkö. Vuonna 2019 osastolla tehtiin liki 3000 tekonivelleikkausta. Suurin osa leikkauksista on polven ja lonkan tekonivelleikkauksia. HUS alueen tekonivelkirurgiset uusintaleikkaukset on keskitetty tälle osastolle. Osasto on myös pohjoismaiden suurin urologinen yksikkö. Osastolla hoidetaan HUS alueen vaativimpia

urologisia potilaita. Osastolla on 9 leikkaussalia, joista kaksi toimii päivystyssalina, 19-paikkaisessa heräämössä valvotaan potilaita ja suoritetaan erilaisia heräämötöimenpiteitä, kuten polvinivelen narkoosimanipulaatiota, nivelten reponointeja sekä dreerien ja erilaisten laskimo- ja valtimokatetriin asennuksia. Vuonna 2021 osastolla hoidettiin 4565 potilaita. Työyhteisöä johtaa osastonhoitaja. Osastolla on kaksi apulaisosastonhoitajaa. Sairaanhoitajia on 65, lääkintämestareita on neljä ja osastonsihteereitä on kaksi. (HUS 2023.)

Opinnäytetyömme lopuksi syntyvät uudet ohjeet Peijaksen sairaalan anestesia- ja leikkausosastolla työskenteleville sairaanhoitajille. Uudet ohjeet otetaan käyttöön osastolla 15.5.23 ja ohjeistus siirtyy HUS:in oman tietopankkiin.

## 6 Kehittämistyön tutkimusten analysointitulokset

Kehittämistyössä keskityimme tutkimuksiin, joissa käsitellään enemmän hypotermian estämiseksi käytettävissä olevia menetelmiä. Lämpötalouden hallinnassa tärkeintä on potilaan pitäminen normotermiassa ja hypotermian syntymiseen estokeinoja käytetään koko prosessin ajan. Potilaan lämpötaloudesta huolehtiminen alkaa potilaan lämpötilan mittaamisella ja jatkuu hypotermian syntymisen estokeinoilla. Lämpötila pyritään pitämään yli 36 °C koko prosessin ajan, jotta komplikaatioita ja kuolleisuutta pystytään seuraamaan ja estämään. (Hotus- hoitosuositus 2022.) (Liite 1)

### 6.1 Lämpötalouden menetelmiä

Passiiviset menetelmät, kuten lämmitetyt peitot ovat hyödyllisiä potilaan lämpötilan normotermian ylläpitämiseksi, joiden tutkittiin estävän hypotermiaa 30 % yhden peiton kerroksella. Tämä menetelmä ei ollut kuitenkaan tehokas yksinään. (Sessler 1991.)

Vuonna 2011 Hirvosen ja Niskasen tehdyn tutkimuksen mukaan oli lämpöhaalari kehitetty intraoperatiivisesti käyttöön. Kontaminaatoriskin takia vuonna 2019 tehdyn toisen tutkimuksen mukaan tämä on kumottu, lämpöhaalari ei ollut hyödyllinen eikä ole käytössä enää leikkauksen aikana. (Hirvonen & Niskanen 2011; Bruodhaug 2019.)

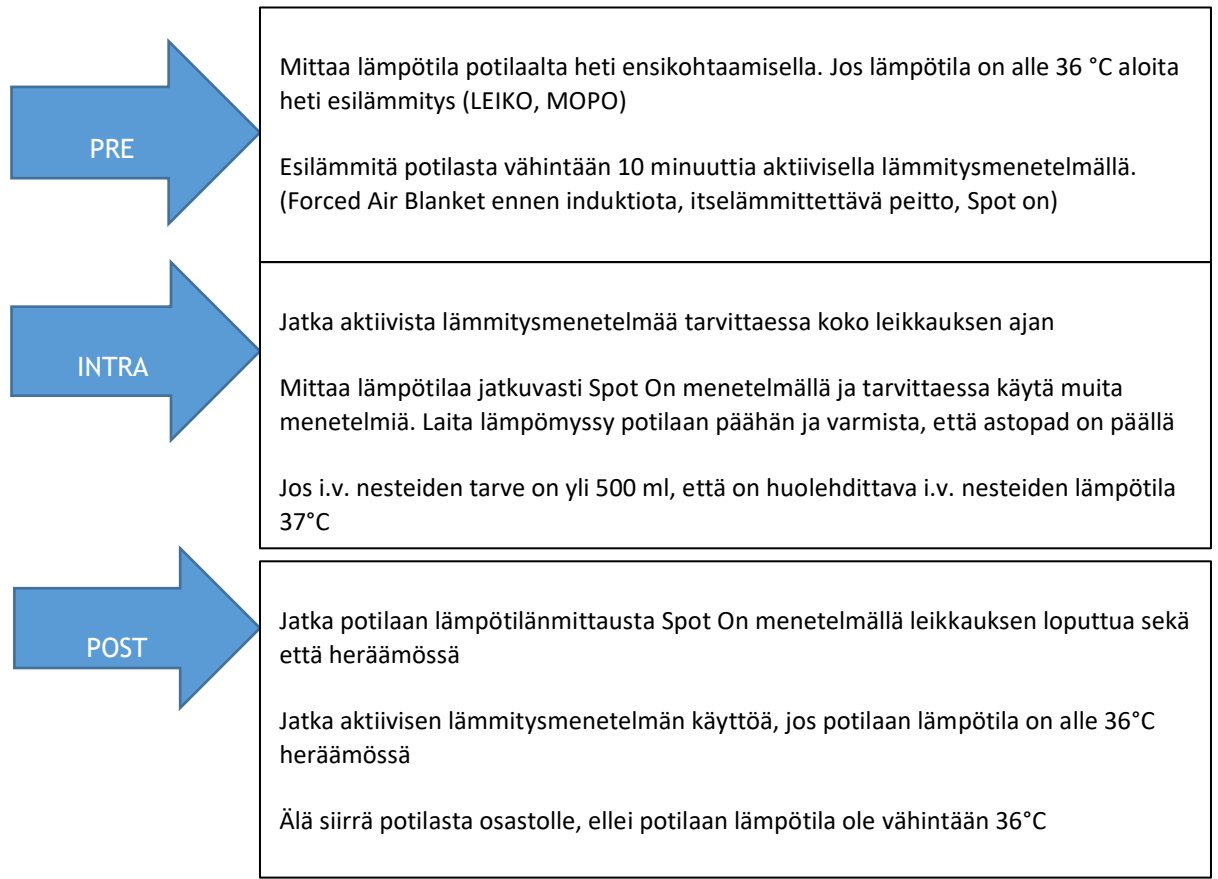
Vuonna 2022 tehdyn vertailun ja lisätutkimuksen mukaan eniten käytetty menetelmä oli FAW (forced air warming) menetelmä. Self warming menetelmä eli Barrier easy menetelmä oli myös yksi käytetyimmistä menetelmistä. Molemmissa menetelmissä on palovammariski. Hypotermian estämiseksi käsiteltiin seuraavaksi nesteet. Nesteet annetaan potilaalle 37 °C,

jotta ne ei aiheuteta potilaalle hypotermiaa jäädytyksellä leikkauksen aikana. Campbellin mukaan (2015) hyödyllinen nesteiden lämmitys on noin 0,5 astetta enemmän kuin kehon sisälämpötila, i.v. nesteytyksen antamiseen. Laurosen mukaan ruokatorvessa käytetty lämmitysmenetelmä oli tehoton hypotermian estämiseksi (Lauronen 2022).

Vuonna 2016 tehdystä tutkimuksessa vertailtiin FAW menetelmää ja termopeittoja. Termopeitot olivat yhtä tehokkaita kuin FAW menetelmä potilaan normotermian ylläpitämisessä. (Tjokarfa, David, Ko & Hau 2016.) FAW menetelmää oli tutkittu Austinin mukaan (2017) kontaminoinnin riskistä. Tulokset eivät tukeneet tätä yhteyttä riskille. FAW menetelmää tulee käyttää ohjeiden mukaan. (Austin 2017.) FAW menetelmää on vertailtu myös normaalin lämmitetyn peiton kanssa Yo, Ok ja Kimin mukaan ja nämä olivat yhdessä hyödyllisempiä kuin normaalipeitot (Yo, Ok & Kim 2021.)

Zero heat flux menetelmää vertailtiin ruokatorvesta mitatun lämpötilan menetelmään. Ruokatorvi on sisäelimen osa, josta lämpöä on paljon helpompi mitata. Zero heat flux eli Spot On mitataan otsasta. Ruokatorvesta mitattu lämpö antoi parempia tuloksia lämmönseurannasta, mutta tämäkin tutkimus vaatii enemmän arviointia jatkossa. (Munday, Higgins, Jones, Vagenas, Zundert & Keogh 2021.)

Kehittämistyön lopullinen tulos on ohjeet sairaanhoitajille, joiden avulla he voivat huolehtia potilaan lämpötaloudesta perioperatiivisen hoidon kaikissa vaiheissa. Ohjeet tiivistettiin käyttämiemme tutkimusten tulosten mukaan. (Taulukko 3).



Taulukko 3: Ohjeet sairaanhoitajille hypotermian estämiseksi pre-, intra- ja postoperatiivisessa vaiheessa (Hotus- hoitosuositus 2022; Rauch & Miller 2021)

## 6.2 Kehittämistyön ohjeiden esittäminen

Hoitosuosituksen sekä muiden eri lähteiden tarkastelun tuloksena opinnäytetyössämme laadittiin sairaanhoitajille 8 ohjetta, jotka kokosimme yhteen taulukkoon. Ohjeet ovat lyhyitä, selkeitä ja helppoja. Osaston opetushoitajan ehdotuksesta lisäsimme pari ohjetta. Nämä ohjeet näytettiin sairaanhoitajille osastolla 3.5.2023 15 minuutin pituisella esityksellä.

3.5.2023 toteutui käynti Peijaksen anestesia- ja leikkausosastolla. Paikalla oli arvioinnin mukaan noin 25 sairaanhoitajaa sekä osastonhoitaja. Kerrottu aluksi opinnoista opinnäytetyöstä ja sen tarkoituksesta. Olimme tulostaneet ohjeet laminoidulle A4 paperille ja annettu ne luettavaksi sairaanhoitajille. Sairaanhoitajilta saatu positiivista palautetta ohjeiden selkeydestä. Ohjeet koettiin sopivan tiiviiksi mutta kuitenkin tarpeeksi informatiivisiksi. Sairaanhoitajat kommentoivat ohjeita omien aiemmin mainitsemiemme havaintojen tavoin. Sairaanhoitajille kerrottiin, että ohjeet tulevat noudatettavaksi heille 15.5.2023 alkaen.



## 7 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli edistää ortopedisen leikkauspotilaan lämpötaloudesta huolehtimisesta perioperatiivisen hoitotyön kaikissa vaiheissa. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa näyttöön perustuva tietoa ortopedisen leikkauspotilaan lämpötaloudesta huolehtimisesta leikkausosaston sairaanhoitajille. Tehtävänä oli laatia leikkausosaston sairaanhoitajille ohjeet ortopedisen leikkauspotilaan lämpötaloudesta huolehtimiseen.

Opinnäytetyön aihe tuli ehdotuksena Peijaksen sairaalan anestesia- ja leikkausosasto K:lta. Hoitosuositukset tehtiin syksyllä 2022. Osaston opetushoitaja oli suunnitellut ohjeiden tekemistä osastolle. Opinnäytetyön aiheena oli ortopedisen leikkauspotilaan lämpötaloudesta hallinnasta koko perioperatiivisen prosessin aikana. Keskitymme pre-, intra- ja postoperatiivisiin vaiheisiin. Kiinnitimme huomioita hypotermian ehkäisykeinoihin ja tieteellisiin tutkimustuloksiin. Ortopedisen leikkauspotilaan kirurginen toimenpidepolku on samankaltainen kuin muiden toimenpiteiden. Leikkaukseen käytettävä aika on pidempi ortopedisilla leikkauspotilailla. Hypotermian riski suurenee, kun leikkauksen kesto pitenee. Huomioimme tämän uusien tutkimuksien etsimisessä.

Tavoitteemme mukaan näyttöön perustuvaa tietoa löydettiin monista englanninkielisestä artikkeleista, joista saimme paljon uutta tietoa. Hyödynnetyt tutkimukset olivat tuoreita ja kansanvälisiä. Käytimme Pub Med, Cinahl tietokantoja ja tiedon etsimiseen. Tiedon etsimiseen ja lukemiseen ja suomentamiseen käytettiin paljon aikaa. Parityönä työskentely sujui hyvin ja kirjoittaminen jaettiin puoliksi. Toinen etsii artikkeleita englanniksi ja toinen suomeksi. Olimme molemmat leikkaussalilla harjoittelussa, toinen ennen opinnäytetyön aloittamista ja toinen opinnäytetyön teon aikana. Opettajalta ja osaston opetushoitajalta saatiin hyvin ohjeistuksia sekä ehdotuksia tarvittaessa.

Uusista tutkimuksista aiheesta on saatu hyvin vastauksia. Tutkimustulokset olivat monissa artikkelissa samankaltaisia ja ne tukivat toisiaan. Esimerkkinä Laurosen (2022) sekä Tjoakarfan, Davidin, Kon ja Haun (2016) mukaan lämmitysmenetelmissä FAW ja termopeittojen käyttö olivat yhtä tehokkaita kuin toisiaan hypotermian estämiseksi. Tutkimusten perusteella voidaan todeta, että hypotermian postoperatiiviset vaikutukset ovat samankaltaista. Esimerkkinä Austinin (2017) sekä Yoon, Okin ja Kimin (2021) mukaan FAW menetelmän käyttöä tutkittiin intraoperatiivisesti hypotermian estämisessä ja todettiin että, hypotermian postoperatiiviset vaikutukset kuten vilunväristys, asiakastyytyväisyys ja infektioiden esiintyvyys olivat samankaltaista. Lopuksi voidaan todeta, että uusimmat tutkimukset tukevat erilaisten menetelmien käyttöä lämpötilan seurannassa. Tutkimusten

mukaan lämpötilanseurantakeinot ja käytettävät menetelmät ovat hypotermian estämiseksi yksimielisiä. Potilaan normotermiassa pitäminen on tärkein kaikissa vaiheissa perioperatiivisessa hoitotyössä. Potilasta pyritään pitämään normotermiassa erilaisilla keinoilla ja pyritään estämään hypotermian aiheuttajia ajoissa. Näin saadaan hallittua potilaan lämpötiloutta perioperatiivisessa hoitotyössä.

Opinnäytetyön onnistumisen kannalta potilaan lämpötilan seuraaminen oli tärkeää koko prosessin ajan. Osastolla on käytössä Spot on menetelmä kaikissa vaiheissa perioperatiivisessa prosessissa pois lukien preoperatiivinen vaihe. Muita lämmitysmenetelmiä käytetään myös osastolla potilaan normotermiassa pitämiseksi. Osaston sairaanhoitajille oli annettu hoitosuosituksia seurattavaksi, mutta palautteen johdosta haluaisimme koota ohjeet helpoksi, ymmärrettäväksi ja lyhyeksi ohjeistukseksi opinnäytetyön kautta. Muistutamme ohjeissa mittamaan potilaan lämpötila heti hoitajanvastaanotolle saavuttaessa. Termomyyssyn käyttö oli jäänyt käyttämättä intraoperatiivisessa vaiheessa, muistutamme myös tästä ohjeissa.

Jatkokehittämis ehdotukseksi suositamme seuraamaan sairaanhoitajien käyttämiä keinoja ortopedisen leikkauspotilaan lämpötilouden hallinnassa. Hoitajat osaavat hoitaa hypotermiaa suositusten mukaisesti sekä huolehtia potilaan lämpötiloudesta, mutta keinot hypotermian estämiseksi jäävät käyttämättä. Ehdotamme nykytilanteen kartoitusta ja tästä saatavien tulosten hyödyntämistä mm. osaamisen ja ajanhallinnan kehittämisessä. Kysely voitaisiin tehdä keräämällä sairaanhoitajilta tietoja netissä suoritettavan lomakkeen avulla.

## 8 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön eettisyydessä huomioitiin ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Suositusten mukaan opinnäytetyöntekijän on hallittava tieteellinen käytäntö opinnäytetyöprosessissaan, tieteellisen käytännön vastuut, ihmisiin kohdistuvan tutkimuksen yleiset periaatteet, eettisen ennakoarvioinnin lähtökohdat, tarpeellisuus ja ennakoarviointimenettely. (Arene 2020.)

Opinnäytetyössämme noudatimme esteellisyttä, asiantuntijuutta ja riittäviä resursseja sekä tutkimuseettisiä ohjeistuksia. Olimme tietoisia, että opinnäytetyömme on julkinen ja plagiointi on kielletty.

Opinnäytetyössämme käytettiin Pub Med ja Cinahl tietokantoja luotettavien tietojen etsimiseen. Tietokantoja käytetään yleisesti ja kaikki julkaistut tutkimukset löytyvät sieltä.

Sairaalan opetushoitaja suositteli näiden tietokantojen hyödyntämistä opinnäytetyössämme. Opinnäytetyössä esitimme tuloksia rehellisesti ja luotettavasti käytettyjen lähteiden avulla. Laitimamme ohjeet sairaanhoitajille perustuvat saman tietokannan lähteisiin sekä Suomessa laadittuihin hoitosuosituksiin.

Käytetyt lähteet olivat pääosin englanninkielisiä. Käytimme englanninkielisessä haasteissa apuna MOT sanakirjaa. Osaamme englantia ja tätä päästiin hyödyntämään opinnäytetyöprosessissa. Englannin kielen lähteiden lukeminen ja kääntäminen suomeksi oli hieman haasteellista, mutta hyödynsimme toisen tekijän parempaa kielitaitoa. Toinen tekijä oli jo aiemmin perehtynyt enemmän hoitotieteelliseen kirjallisuuteen. Yhteisenä haasteena oli molempien suomen kielen osaamiseen liittyvät asiat. Olemme molemmat maahanmuuttajataustaisia, joilla suomen kieli ei ole äidinkieli. Tarvitsimme apua kieliasuun liittyvissä virheissä yleisesti. Keskustelimme tästä ohjaajan kanssa ja toimimme saadun ohjeistuksen mukaan.

## Lähteet

### Painetut

Anttila, P. Realistinen evaluaatio ja tuloksellinen kehittämistyö 2007, s.15

Beyea, SC. The national patient safety goals and their implications for perioperative nurses. Aorn Journal 2003.

Brodshaug, I. Thermal suit or forced air warming in prevention of hypothermia: A randomized control trial. Journal of perianesthesia nursing 2019; 34 (5) s.1006-1015

Bräuer, A. What determines the efficacy of forced air warming systems? A manikin evolution with upper body blankets. Anesthesia and analgesia 2009 108 (1) s.192

Callighan, J., Rosenberg, A., Rubash, H., Clohisy, J., Beaulé, P., Della Valle, C. 2015. The Adult Hip: Hip Arthroplasty Surgery. Vol.3 s.921

Fiedler, M. Thermoregulation: Anesthetic and perioperative concerns. AANA Journal 2001;69 (6) s. 487

Kokki, H. Perioperatiivinen lämpötilous. Finnanest 2013. 46 (2) s.140-143

Kostamo, P. & Airaksinen, T.& Vilkkä, H. Kirjoita itsesi asiantuntijaksi 2022 s.15, 20, 70

Kukkola, J. 2018. Kokemuksen tutkimuksen metatiede: kokemuksen käsitteen käytön ja kokemuksen ehtojen tutkimus. Kokemuksen tutkimus VI. Kokemuksen käsite ja käyttö. Rovaniemi:Lapland University Press, s.160-174.

Kurz, A. Forces air warming maintains intraoperative normothermia better than circulating waters mattresses. 1993. Anesthesia and analgesia 77 (1) s.89-95

Lauronen, S-L. 2022. New insights into perioperative thermal management. Tampere University Disertations s. 39-43

Lauronen, S-L. Leikkauspotilaan lämmönhallinta, Finnanest 2020, 390-394

Lenhardt R. The effect of anesthesia on body temperature control. Frontiers in bioscience 2010; S2 s.1147

Lukkari, L. Kinnunen, T. & Korte, R. 2013. Perioperatiivinen hoitotyö. Sanoma Pro Oy.

Matsuzaki, Y. 2003. Warming by resistive heating perioperative normothermia as well as forced air heating. British journal of anesthesia 90 (5) s. 689-91

Nyysönen, T. Finnanest 2013; 46 (2) s.129

Salonen, K. 2013. Näkökulma tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille ja opettajille ja TKI henkilöstölle. Turun Ammattikorkeakoulu 2013 s.13

Sessler, D. Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation. Anesthesiology 2008; 109 (2) S.318-338

Sessler, D.& Schroeder, M. The effects of pre induction warming on temperature and blood pressure during propofol/nitrous oxide anesthesia. Anesthesiology 1993; 79 (2) s.219

Sessler D. Central thermoregulatory inhibition by general anesthesia. Anesthesiology 1991; 75 (4) s.557

Toikkanen, J. & Virtanen, A. 2018. Kokemuksen käsitteen ja käytön jäljillä. Kokemuksen käsite ja käyttö. Rovaniemi.Lapland University Press, s.7-25

Toikko, T. & Rantanen T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampere: Tampere University Press.

#### Sähköiset

Aantaa, R.& Alahuhta, S.& Olkkola, K.& Reinikainen, M.& Yli -Hankala, A.2016. ASA Luokitus. Finnanest 2016. Viitattu 15.4.2023. [http://www.finnanest.fi/files/nyt\\_asa.pdf](http://www.finnanest.fi/files/nyt_asa.pdf)

Andrejowski D. 2010. A randomised single blinded study of the administration of pre-warmed fluid vs active fluid warming on the incidence of perioperative hypothermia in short surgical procedures. Journal of the Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland 2010. Viitattu 25.4.2023. <https://associationofanaesthetists-publications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2044.2010.06473.x>

Arene 2020. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Viitattu 7.5.2023. [https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20PINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?\\_t=1578480382](https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20PINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?_t=1578480382)

Austin, P. 2017. Forced air warmers and surgical site infections in patients undergoing knee or hip arthroplasty. Pub Med Central 2017. Viitattu 17.4.2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27935780/>

- Campbell, G. & Anderson, P. & Smith, A. & Warttig, S. 2015. The cochrane database of systematic reviews. Warming of intravenous and irrigation fluids for preventing inadvertent perioperative hypothermia. National Library of Medicine 2015. Viitattu 15.4.2023.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25866139/>
- Davrieux, 2019. Stages and the factors of the perioperative process: points in common with the aeronautical industry. Pub Med Central 2019. Viitattu 26.3.2023.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6368165/>
- Duong, H. & Patel, G. 2022. Hypothermia. Pub Med Central 2022. Viitattu 14.4.2023.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31424823/#:~:text=The%20definition%20of%20hypothermia%20is,on%20the%20severity%20of%20hypothermia.>
- Frish, N. & Pepper, A. & Jilideh, T. & Shaw, J. & Guthrie, T. & Silverton C. 2016. Orthopedics Intraoperative Hypothermia During Surgical Fixation of Hip Fractures. Viitattu 7.4.2023.  
<https://journals.healio.com/doi/10.3928/01477447-20160811-04>
- Hirvonen, E., Niskanen, M-L. 2011. Thermal suits. As an alternative way to keep patients warm perioperatively: a randomised trial. European society of anaesthesiology. Viitattu 15.4.2023. [https://www.jdmt.ch/wp-content/uploads/2018/04/Article\\_EJA Ahead\\_of\\_print\\_05.pdf](https://www.jdmt.ch/wp-content/uploads/2018/04/Article_EJA Ahead_of_print_05.pdf)
- Hoitotyön tutkimussäätiö. Hotus-hoitosuositus 2022. Aikuispotilaan normotermian ylläpito perioperatiivisen hoitoprosessin aikana. Viitattu 25.4.2023. <https://www.hotus.fi/wp-content/uploads/2022/09/normotermia-hoitosuositus.pdf>
- Huotari, K. & Leskinen, J. 2016. Lonkan ja polven tekonivelinfektioiden diagnostiikka ja hoito Duodecim 2016. Viitattu 29.2.2023. <https://www.duodecimlehti.fi/duo13165>
- HUS 2023. Anestesia - ja Leikkaus osasto K, Peijaksen sairaala. Viitattu 22.3.2023.  
<https://www.hus.fi/potilaalle/sairaalat-ja-toimipisteet/peijaksen-sairaala/anestesia-ja-leikkausosasto-k-peijaksen>
- Kamel, I. & Ahmed, M. & Sethi, A. 2022. Regional anesthesia for orthopedic procedures: what orthopedic surgeons need to know. World Journal Orthopedics 2022. Viitattu 17.4.2023.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8771411/>
- Karinen, J., Kiviluoma, K. 2020. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Leikkausta edeltävä valmistelu. Duodecim oppiportti 2023. Viitattu 22.4.2023.  
<https://www.oppiportti.fi/op/ajt00127/do>

Laurila, J. Karhu, J. Hanhela, R. & Alahuhta, S. 2000. Vaikeasti hypothermisen potilaan lämmittäminen sydän ja keuhkokoneen avulla. Duodecim 2000. Viitattu 29.3.2023.

<https://www.duodecimlehti.fi/duo91382>

Munday, J. & Higgins, N. & Jones, L. & Vagenas, D. & Zundert, A. & Keogh, S. 2021. Zero Heat Flux and Esophageal monitoring in orthopedic surgery: An observational study. Journal of Multidisciplinary Healthcare 2021. Viitattu 20.4.2023.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8286425/>

Mustajoki, P. 2022. Alilämpö. Kustannus Oy Duodecim 2023. Viitattu 22.3.2023.

<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00263>

Rauch, S. & Miller, C. 2021. Perioperative Hypothermia: A narrative review. Pub Med Central 2021. Viitattu 25.4.2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34444504/>

Rissanen, S. & Mänttari, S. 2021. Mikä on normaali kehon lämpötila? Duodecim 2021. Viitattu 12.4.2023. <https://www.duodecimlehti.fi/duo16026#s8>

Robertson, M. & Dieckmann, L. & Rodriguez, R. & Austin, P. 2013. A review of evidence for the active preoperative warming of adults undergoing general anesthesia. Aana Journal 2013, s.351. Viitattu 12.4.2023. [https://www.aana.com/docs/default-source/aana-journal-web-documents-1/review-evidence-1013-p351-356.pdf?sfvrsn=49a748b1\\_6](https://www.aana.com/docs/default-source/aana-journal-web-documents-1/review-evidence-1013-p351-356.pdf?sfvrsn=49a748b1_6)

Sellden, E. & Brundin, T. & Wahren, J. 1994. Augmented thermic effect of amino acids under general anesthesia: an mechanism useful for prevention of anesthesia-induced hypothermia. PubMed Central 1994. Viitattu 15.4.2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8033514/>

Sessler, D. 2016. Perioperative thermoregulation and heat balance. ProQuest Central 2016. Viitattu 22.3.2023.

<https://www.proquest.com/central/docview/2239149331/6209885636D64C14PQ/5?accountid=12003>

Tjoakarfa, C. & David, V. & Ko, A. & Hau, R. 2016. Reflective blankets are as effective as forced air warmers in maintaining patient normothermia during hip and knee arthroplasty surgery. Pub Med Central 2016. Viitattu 17.4.2023.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27546475/>

Tuominen, M. 2021. Sairaanhoidajan käsikirja. Päiväkirurgisen potilaan hoito. Kustannus Oy Duodecim 2023. Viitattu 25.4.2023.

<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/shk/article/shk01705#T1>

Yang, F. & Wang, J. 2022. An overview of the implications for perianesthesia nurses in terms of intraoperative changes in temperature and factors associated with unintentional postoperative hypothermia. *Journal of Healthcare Engineering* 2022. Viitattu 20.4.2023 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9015883/>

Yoo, H. & Ok, S-Y. & Kim, S-H. 2021. Efficacy of active forced air warming during induction of anesthesia to prevent inadvertent perioperative hypothermia in intraoperative warming patients: comparison with passive warming, a randomized controlled trial. *Pub Med Central* 2021. Viitattu 17.4.2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33761716/>

3M Healthcare 2013. Introducing the 3M Spot On Temperature Monitoring System. Viitattu 24.4.2023. <https://multimedia.3m.com/mws/media/8781630/spoton-system-brochure.pdf>



## Kuvat

Kuva 1: Hypotermia, kuume, normotermia, hypotermia, ja sen asteet .....	11
Kuva 2: Anestesian vaikutus potilaan lämpötilaan intraoperatiivisessa vaiheessa .....	14
Kuva 3: Lämpötilan seurantapaikat anatomisesti.....	16
Kuva 4: Lämpöhaalari .....	17

## Taulukot

Taulukko 1: ASA- luokat.....	9
Taulukko 2: Alilämpöisyyden luokitus Swing staging-systeemillä .....	12
Taulukko 3: Ohjeet sairaanhoitajille hypotermian estämiseksi pre-, intra- ja postoperatiivisessa vaiheessa .....	24

## Liitteet

Liite 1: Käytetyt tutkimukset kehittämissä.....	35
---	----

## Liite 1: Käytetyt tutkimukset kehittämistyössä

Tekijät	Tutkimuksen nimi	Julkaisu/vuosi	Keskeiset tulokset
Andrejowski D.	A randomised single blinded study of the administration of pre-warmed fluid vs active fluis warming on the incidence of perioperative hypothermia in short surgical procedures.	Journal of the Association of Anaesthetics of Great Britain and Ireland 2010.	Tutkimuksessa havaittiin, että menetelmässä, jossa potilaan ruokatorveen laitetaan putki kiertovedellä lämmittämiseksi, ei ollut hyötyä lonkkanivelleikkauksen aikana hypotermian estämiseksi.
Austin, P.	Forced air warmers and surgical site infections in patients undergoing knee or hip arthroplasty.	Pub Med Central 2017.	FAW menetelmää oli tutkittu kontaminoinnin riskin takia. Tulokset eivät tukeneet riskille riittävästi. FAW menetelmää tulee käyttää ohjeiden mukaan.
Brodshaug, I.	Thermal suit or forced air warming in prevention of hypothermia: A randomized control trial.	Journal of perianesthesia nursing 2019.	Tutkimuksessa todettiin, että haalari ei ollut sopiva enää käytettäväksi leikkauksen aikana leikkaushaavan kontaminoinnin vuoksi.
Bräuer, A.	What determines the efficacy of forced air	Anesthesia and analgesia 2009.	Tutkimuksessa havaittiin, että

	warming systems? A manikin evolution with upper body blankets.		<p>pienimmissä peitoissa ilma jakautuu tasaisemmin kuin isommissa. FAW menetelmän tehokkuus perustuu käytetyn alueen laajuuteen. Menetelmä siirtää lämpöä kehoon ja estää lämmönhukkaa. Menetelmän miinus puolia ovat palovammariski ja käytön meluisuus.</p>
Campbell, G. & Anderson, P. & Smith, A. & Warttig, S.	The cochrane database of systematic reviews. Warming of intravenous and irrigation fluids for preventing inadvertent perioperative hypothermia.	National Library of Medicine 2015.	<p>Tutkimuksessa havaittiin, että potilaalle annettavat suonensisäiset nesteet lämmitetään noin 37 °C niin sisälämpötila pysyy noin puoli astetta lämpimämpänä, lämmitettyjä nesteitä annettaessa kuin huoneenlämpöistä nestettä käyttäen.</p>
Fiedler, M.	Thermoregulation: Anesthetic and perioperative concerns	AANA Journal 2001.	<p>Tutkimus osoitti, että hypotermisen potilaan sairaalajakso pitenee enemmän kuin normoterminen potilas.</p>

Hirvonen, E., Niskanen, M-L.	Thermal suits. As an alternative way to keep patients warm perioperatively: a randomised trial.	European society of anesthesiology 2011.	Tulokset osoittivat, että haalarin käyttäminen esti hypotermiaa tehokkaasti.
Kurz, A.	Forces air warming maintains intraoperative normothermia better than circulating waters mattresses.	Anesthesia and analgesia 1993.	Tutkimus osoitti, että kiertoovesipatjan käyttö hypotermian estämiseksi potilaan lämmittimisessä ei ollut yhtä tehokas kuin FAW menetelmä potilaan lämmittämisessä. Patjan ja peiton pienuuden vuoksi menetelmästä ei ollut hyötyä. Menetelmää ei myöskään voi hyödyntää potilaan selinmakuulla palovammariskin vuoksi.
Lauronen, S-L.	New insights into perioperative thermal management.	Tampere University Disertations 2022.	Tutkimuksissa havaittiin, että ruokatorvessa käytetty lämmitysmenetelmä oli tehoton hypotermian estämiseksi.
Matsuzaki, Y.	Warming by resistive heating perioperative normothermia as	British journal of anesthesia 2003.	Tutkimus osoitti, että Astopad on lämmitysmenetelmä, jonka voidaan

	well as forced air heating.		käyttää kaikissa kirurgisissa toimenpiteissä turvallisesti. Astopad ylläpitää kehon sisälämpötilaa tehokkaammin kuin FAW. Astopad auttaa ehkäisemään hypotermiaa ja sitä voi käyttää koko intraoperatiivisen prosessin ajan. Patjan voi laittaa potilaan päälle tai alle.
Munday, J. & Higgins, N.& Jones, L.& Vagenas, D.& Zundert, A.& Keogh, S.	Zero Heat Flux and Esophageal monitoring in orthopedic surgery: An observational study.	Journal of Multidiciplinary Healthcare 2021.	Tutkimuksessa vertailtu Zero heat flux eli Spot on menetelmää ja ruokatorvesta lämmön mittaus. Ruokatorvesta mitattu lämpö antoi parempia tuloksia lämmönseurannasta, mutta tutkimus vaatii lisää arviointia jatkossa.
Sellden, E. & Brundin, T. & Wahren, J.	Augmented termic effect of amino acids under general anesthesia: an mechanism useful for prevention of anesthesia-induced hypothermia.	PubMed Central 1994.	Tutkimuksessa havaittiin, että ennen leikkausta aloitettu aminohappoinfuusio nostaa potilaan sisälämpötilan, mutta ei estä

			lämmön uudelleen jakautumista. Anestesia-aineet eivät myöskään heikennä ravinteiden aiheuttamaan termogeneesin mekanismeja.
Sessler, D.	Perioperative thermoregulation and heat balance.	ProQuest Central 2016.	Tutkimus osoitti, että lämpötila vaihtelee huomattavasti ympäristön lämpötilan mukaan, mutta ydinlämpötila ei muutu. Ydinlämpötilaa voidaan seurata tärykalvosta, keuhkovaltimosta, distaalisesta ruokatorvesta ja nenänielusta intraoperatiivisen hypotermian seuraamiseksi, hypertermian estämiseksi sekä ylikuumenemisen estämiseksi.
Sessler, D. & Schroeder, M.	The effects of pre induction warming on temperature and blood pressure during propofol/nitrous oxide anesthesia.	Anesthesiology 1993.	Tulokset osoittivat, että passiivisten menetelmien käyttäminen, kuten lämmitetyt peitot, muoviset lämmityspeatot,

			heijastavat peitot ja kangaslakanat, on helpoin keino vähentää ihon lämmönhäviötä.
Tjoakarfa, C. & David, V. & Ko, A. & Hau, R.	Reflective blankets are as effective as forced air warmers in maintaining patient normothermia during hip and knee arthroplasty surgery.	Pub Med Central 2016.	Tutkimuksessa vertailtiin FAW menetelmää ja termopeittoja. Termopeitot olivat yhtä tehokkaita kuin FAW menetelmä potilaan normotermian ylläpitämisessä.
Yang, F. & Wang, J.	An overview of the implications for perianesthesia nurses in terms of intraoperative changes in temperature and factors associated with unintentional postoperative hypothermia.	Journal of Healthcare Engineering 2022.	Tulokset osoittivat, että yleisanestesian induktio heikentää lämmönsäätelyä vähentämällä vasokonstriktiota, lääkitys avaa tai pitää valtimo- ja laskimoverisuonen shuntit auki. Tämän jälkeen lämmönjako uudelleen muodostuu. Lämpö virtaa sydäimestä perifeerisiin kudoksiin. Tämä tapahtuu 80 % potilailla ensimmäisen tunnin aikana anestesiassa. Ydinlämpötila laskee noin 1-1,5 °C, kun



			perifeerisen kudoksen lämpö nousee noin 2 °C.
Yoo, H. & Ok, S-Y. & Kim, S-H.	Effeciacy of active forced air warming during induktion of anesthesia to prevent inadvertent perioperative hypothermia in intraoperative warming patients: comparison with passive warming, a randomized controlled trial.	Pub Med Central 2021.	Tutkimus osoitti FAW menetelmän olevan tehokas, yksinkertainen ja kätevä estämään tahatonta hypotermiaa potilailla, joiden leikkauksen kesto on yli 120 minuuttia.