

Opinnäytetyö (AMK)

Sairaanhoitajakoulutus

2018

Moona Kaunisto, Ella Kauno ja Roosa Rantala

# PERIOPERATIIVISEN SAIRAAHOITAJAN FYSIOLOGIAN TIEDOT

  
**TURKU AMK**  
TURKU UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Sairaanhoitajakoulutus

2018 | 55 sivua, 8 liitesivua

Moona Kaunisto, Ella Kauno ja Roosa Rantala

## PERIOPERATIIVISEN SAIRAANHOITAJAN FYSILOGIAN TIEDOT

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa, minkälaista fysiologian osaamista perioperatiivinen sairaanhoitaja tarvitsee. Tavoitteena oli luoda kyselylomake, jonka avulla voidaan arvioida perioperatiivisten sairaanhoitajien fysiologian tietämystä. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin TOTEK-toimialue joka huolehtii leikkaussalien, teho-osaston, kipuklinikan sekä hengitystukiyksikön toiminnasta. Opinnäytetyö on toteutettu narratiivisena kirjallisuuskatsauksena (n=65).

Tässä opinnäytetyössä on keskitytty sydämen, keuhkojen, hermoston ja kivun, lämmönsäätelyn sekä nestetasapainon fysiologiaan ja niiden toiminnan tarkkailuun perioperatiivisessa hoitotyössä. Sydämen tehtävä on kuljettaa verta kaikkialle elimistöön, sen toimintaa seurataan pääasiassa verenpainetta, pulssia ja sydänsähkökäyrää tarkkailemalla. Keuhkojen tehtävä on huolehtia kaasujen vaihdosta ja niiden toimintaa seurataan esimerkiksi tarkkailemalla hengitystajua ja happisaturaatiota. Hermoston tehtävä on vastaanottaa ja kuljettaa tietoa ja ohjata elimistöä. Perioperatiivisessa hoitotyössä hermoston toimintaa seurataan esimerkiksi tajunnantaso, lihasrelaksaatiota, aivosähkökäyrää ja kipua seuraamalla. Kivun ilmenemistä voidaan tarkkailla kipumittareilla ja vitamiinintointoja seuraamalla. Nestetasapainoa seurataan tarkkailemalla esimerkiksi potilaan virtsamäärää. Perioperatiivisen sairaanhoitajan tulee osata myös mitata potilaan lämpötila eri tavoin. Näistä fysiologisista ilmiöistä on tehty 35:n kysymyksen strukturoitu kyselylomake, jonka avulla on mahdollista arvioida perioperatiivisten sairaanhoitajien lisä/täydennyskoulutus tarpeita.

### ASIASANAT:

Perioperatiivinen sairaanhoitaja, fysiologia, perioperatiivinen hoitotyö, osaaminen

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Bachelor of Nursing

2018| 55 pages, 8 pages in appendices

Moona Kaunisto, Ella Kauno ja Roosa Rantala

## PERIOPERATIVE NURSES KNOWLEDGE ABOUT PHYSIOLOGY

Purpose of this thesis was to find out, what kind of knowledge of physiology does perioperative nurse need. Target of this thesis was to create a questionnaire, which could be used to evaluate perioperative nurses knowledge about physiology. Principal of this thesis was Hospital District of Southwest Finlands TOTEK-area. TOTEK-area takes care of operating rooms, intensive caring units, pain clinics and breathing support units functioning. This thesis was made using narrative literature review (n=65).

This thesis is focused to physiology of heart, lungs, nervous system, pain, thermoregulatory system and fluid balance. This thesis is also focused to what kind of monitoring methods are used in perioperative nursing, to superwise these physiological phenomenons. Hearts task is to recycle blood everywhere in the body. Perioperative nurse superwises hearts function by monitoring blood pressure, pulse and electrocardiogram. Lungs purpose is to take care of gas exchange and their function is superwised by example monitoring respiratory rate and oxygen saturation. Purpose of nervous system is to recieve and recycle information and control the human body. In perioperative nursing, functioning of nervous system is superwised example monitoring electroencephalogram, muscle relaxation and following the level of consciousness and the signs of pain. Occurring of pain can be followed example with pain subscale. Also changes of vital functions can be signs of pain. Fluid balance is superwised by example following the amount of urine. Perioperative nurses need to know how to measure patients body temperature in different ways. One result of this thesis is a structured questionnaire with 35 questions, which is made about these physiological phenomenons. Perioperative nurses knowledge about physiology can be estimated with this questionnaire. Also need of continuing education can be estimated with this questionnaire.

### KEYWORDS:

Preoperative nurse, physiology, perioperative nursing, knowledge

# SISÄLTÖ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 JOHDANTO</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2 PERIOPERATIIVISEN SAIRAANHOITAJAN FYSIOLOGIAN JA ANATOMIAN OSAAMINEN</b> | <b>2</b>  |
| 2.1 Ihmisen fysiologiaa ja sen määritelmiä                                    | 2         |
| 2.2 Sydämen, keuhkojen, hermoston sekä nestetasapainon anatomiaa              | 4         |
| 2.3 Perioperatiivinen sairaanhoitaja  | 7         |
| <b>3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS TAVOITE JA TOTEUTTAMISMENETELMÄ</b>              | <b>9</b>  |
| <b>4 TULOKSET</b>   | <b>16</b> |
| 4.1 Verenkierron fysiologia   | 16        |
| 4.2 Hengityksen fysiologia  | 21        |
| 4.3 Hermoston ja kivun fysiologia   | 24        |
| 4.4 Lämmönsäätelyn fysiologia   | 30        |
| 4.5 Nestetasapainon fysiologia  | 34        |
| 4.6 Fysiologian kyselylomake perioperatiivisille sairaanhoitajille            | 38        |
| <b>5 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS</b>  | <b>41</b> |
| <b>6 POHDINTA</b>   | <b>43</b> |
| <b>LÄHTEET</b>  | <b>46</b> |

## LIITTEET

- Liite 1. Kyselylomake perioperatiivisille sairaanhoitajille
- Liite 2. Oikeat vastaukset kyselylomakkeeseen
- Liite 3. Kyselylomakkeen ensimmäinen versio
- Liite 4. Fysiologian yhteenveto
- Liite 5. Posterit

## **TAULUKOT**

|  |    |
|--|----|
| Taulukko 1. Tiedonhakutaulukko.                          | 11 |
| Taulukko 2. Tietokantahakujen kautta valitut artikkelit. | 12 |
| Taulukko 3. Manuaalisen haun kautta haetut julkaisut     | 14 |

## **KUVAT**

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Kuva 1. Fysiologian yhteenveto | 38 |
|--------------------------------|----|

# 1 JOHDANTO

Ihmisen elimistön toiminta on suuri ja monimutkainen järjestelmä, joka toimii tiiviisti yhteen (Sand ym. 2012, 11). Fysiologia käsitteenä tarkoittaa oppia elimistön toiminnasta. Esimerkiksi 'sydän' on anatominen termi, ja 'verenkierto' on fysiologinen termi. (Nienstedt ym. 2004, 17.) Fysiologia on haastava aihe, joka on perioperatiivisen sairaanhoitajan tärkeää osata perioperatiivisessa hoitotyössä (Tengvall 2010, 16).

Sosiaali- ja terveysministeriö on laatinut sairaanhoitajan osaamisvaatimukset, jotka toimivat sairaanhoitajakoulutuksen pohjana. Sairaanhoitajan osaamisvaatimuksissa kirjoitetaan fysiologian ja anatomian osaamisesta. Sairaanhoitajan tulee ymmärtää perusteet ihmiskehon elinjärjestelmien rakenteesta ja toiminnasta sekä niiden taustalla olevista tekijöistä. Sairaanhoitajan tulee osata toteuttaa kirurgista hoitoa tarvitsevan potilaan hoitotyötä. Keskeisimmät kirurgiaa vaativien sairauksien ja niiden oireiden tunnistaminen kuuluu sairaanhoitajan osaamiseen. Sairaanhoitaja suorittaa pre-, intra- ja postoperatiivista hoitotyötä. (Eriksson ym. 2015, 11-40.) Perioperatiivisen sairaanhoitajan osaaminen perustuu sairaanhoitajatutkintoon. Perioperatiiviseksi sairaanhoitajaksi määritellään anestesiahoitajat, valvovat sairaanhoitajat sekä instrumentoivat sairaanhoitajat. (Karma 2016, 12.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa, minkälaista fysiologian osaamista perioperatiivinen sairaanhoitaja tarvitsee. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda kyselylomake, jonka avulla perioperatiiviset sairaanhoitajat voivat arvioida tietämystään fysiologiasta ja tarvettaan täydennyskoulutukseen. Tässä opinnäytetyössä keskitytään verenkierron, hengityksen, hermoston ja kivun, lämmönsäätelyn sekä nestetasapainon fysiologiaan. Saatua tietoon perustuen rakennetaan kyselylomake perioperatiivisille sairaanhoitajille fysiologian osaamiseen liittyen. Fysiologia ja anatomia kulkevat käsi kädessä, ja ymmärtääkseen fysiologian, perioperatiivisen sairaanhoitajan kuuluu osata myös anatomia. Ennen varsinaista tulososiota kerrotaan verenkierron, hengityksen, hermoston sekä nestetasapainon anatomia. Lämmönsäätelyllä ei varsinaista anatomiaa ole, joten sitä ei ole alun kirjallisuuskatsauksessa. Työn toimeksiantajana toimii Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin TOTTEK-toimialue.

## 2 PERIOPERATIIVISEN SAIRAANHOITAJAN FYSIOLOGIAN JA ANATOMIAN OSAAMINEN

### 2.1 Ihmisen fysiologiaa ja sen määritelmiä

Fysiologia tarkoittaa elintoimintoja ja niiden säätelyä tutkivaa tiedettä (Terveyskirjasto 2017). Fysiologia voidaan määritellä myös opiksi terveen elimistön toiminnasta (Nienstedt ym. 2004, 17; Waugh & Grant 2010, 4; Silverthorn 2016, 26; Leppäluoto ym. 2017, 12). Patofysiologia käsittelee sairasta elimistöä (Nienstedt ym. 2004, 17). Fysiologia perustuu kemiaan ja fysiikkaan, eikä solubiologian ja fysiologian välille voi vetää tarkkaa rajaa. Ihmiselimistö koostuu n. 40 000 miljardista solusta, siksi solubiologia on fysiologian perusta. (Sand ym. 2012, 10.) Ihmiselimistön rakennetta tutkivaa tieteenalaa kutsutaan anatomiaksi, kun taas elimistön toimintaa tutkivaa tieteenalaa kutsutaan fysiologiaksi. Anatomia ja fysiologia nitoutuvat tiiviisti yhteen, sillä koko elimistön rakenne vaikuttaa elimistön toimintaan merkittävästi. (Dahl & Dahl 1994, 8.)

Ihmiskehossa monet eri järjestelmät tekevät saumatonta yhteistyötä ja pyrkivät ylläpitämään ihmiskehon terveyttä ja suorituskykyä. Elinjärjestelmien selvästä määrästä ja jaoista kiistellään yhä, esimerkiksi lihaksisto, luusto sekä nivelet voidaan kuvata erikseen, mutta myös yhdessä nämä luovat tuki ja liikuntaelimistön. (Parker 2010, 14.)

Kehon ulkoisena suojakuorena fyysisiltä vammoilta, mikrobeilta ja säteilyltä toimii iho, karvat sekä kynnet. Iho osallistuu myös lämmönsäätelyyn hikoilun ja karvoituksen avulla. Ihonalaisen rasvakerroksen tehtävä on toimia eristeenä, energiavarastona ja iskunvaimentimena. (Parker 2010, 16.) Luusto tukee kehoa ja suojelee tärkeitä elimiä. Punaisessa luuytimessä kehittyä verisoluja. (Sand ym. 2012, 216-217.; Nienstedt ja Kallio 2013, 28.) Luut liittyvät toisiinsa luuliitosten, sideliitosten, rustoliitosten sekä nivelien avulla. Nivelet voidaan jakaa palloniveliin, sarananiveliin sekä tasoniveliin ja ne mahdollistavat erilaisia liikkeitä tyypin mukaan. (Sand ym. 2012, 216-223.) Lihaksisto tekee yhteistyötä luuston kanssa, ja tuottaa voiman joka mahdollistaa niin voimakkaat kuin tark-

kuutta vaativatkin liikkeet. Tahdosta riippumattomat lihakset säätelevät lähes automaattisesti kehon sisäisiä prosesseja kuten verenkiertoa ja ruuansulatusta. Lihakset ovat hermojen ohjauksessa, ja veri kuljettaa niihin energiaa ja happea. (Parker 2010, 14.)

Hermostoon kuuluvat aivot, selkäydin ja ääreishermosto. Aivot vastaanottavat tietoa kehon ulko- ja sisäpuolelta ja ne ovat edellytys tietoisuudelle, sekä luovuudelle. Aivojen motoriset keskukset ohjaavat kaikkia kehon liikkeitä selkäytimen ja hermojen välityksellä. Suuri osa aivojen toiminnasta on tiedostamatonta, sillä ne ylläpitävät ja valvovat kehon muita järjestelmiä umpieritysrauhasten hormonaalisen toiminnan välityksellä. Hormonit ohjaavat monia asioita, esimerkiksi kasvamista, murrosikään kuuluvia muutoksia sekä lisääntymisaktiivisuutta. (Parker 2010, 15.) Immuunijärjestelmä suojaa kehoa poistamalla kehosta elimistölle haitalliset aineet ja solut. Immuunijärjestelmä voidaan jakaa luonnolliseen eli epäspesifiin immuunivasteeseen sekä hankittuun eli spesifiin immuunivasteeseen. Luonnollinen immuunivaste on ihmisellä jo syntymästä lähtien, kun taas hankittu immuunivaste voidaan saada altistumalla uusille antigeeneille tai ottamalla rokotteita. (Leppäluoto ym. 2017, 190.)

Sydämen- ja verenkierron tehtävänä on huolehtia solujen hyvinvoinnista kuljettamalla niille happea ja ravintoaineita. Veri kuljettaa solujen aineenvaihdunnassa muodostuneen hiilidioksidin keuhkoihin, sekä kuona-aineet munuaisiin. Verenkierto kuljettaa myös hormoneja sekä muita "viestinvälittäjäaineita" mahdollistaen solujen välisen viestinnän. (Sand ym. 2012, 268; Leppäluoto ym. 2017, 146-147.) Muita verenkierron tehtäviä ovat esimerkiksi lämpötasapainosta huolehtiminen ja toimia osana infektioiden torjuntaa kuljettamalla valkosoluja ja vasta-aineita. (Sand ym. 2012, 268). Hengitys tarkoittaa kaasujenvaihtoa ulkoilman ja elimistön solujen välillä. Hengitystapahtumat voidaan jakaa neljään osaan ennen soluhengitystä: ventilaatio, kaasujenvaihto alveoleissa, kaasujen kuljetus veressä sekä kaasujenvaihto veren ja kudosten välillä. (Sand ym. 2012, 356.) Keuhkotuuletuksen tehtävänä on pitää hapen, hiilidioksidin sekä vetyionien pitoisuus normaalitasolla. Hengityksen säätely voidaan jakaa sentraaliseen säätelyyn eli hengityskeskukseen ja perifeeriseen säätelyyn eli ympäri kehoa sijaitseviin reseptoreihin. (Sand 2012, 374.)

Ruuansulatuselimistö hienontaa ja sulattaa ravinnon, poistaa kuona-aineet ja kuljettaa ravintoaineet maksaan (Parker 2010, 17). Maksa toimii osana ruuansulatusta käsittelemällä suolistosta imeytyneitä ravintoaineita sekä tuottamalla sappea jota tarvitaan rasvojen pilkkomiseen. Maksa käsittelee monenlaisia aineita sekä tuottaa plasman proteiineja, hyytymistekijöitä ja kolesterolia. Maksa toimii myös ravintoaineiden varastona

josta erittää niitä tarvittaessa vereen. (Sand ym. 2012, 409.) Virtsan muodostuksen lisäksi munuaiset poistavat verestä haitallisia aineita, sekä auttavat ylläpitämään elimistön neste-, suola- ja mineraalitasapainoa (Parker 2010, 17). Lisääntymiselimistö toimii vain osan elämästä. Sukuelimet jaetaan ulkoisiin ja sisäisiin sukuelimiin. Sisäisiin sukuelimiin kuuluvat kivekset ja munasarjat, joiden tehtävänä on tuottaa ja varastoida sukusoluja sekä tuottaa sukupuolihormoneja. Sukuelimien tehtävänä on myös mahdollistaa siittiön ja munasolun kohtaaminen kohdussa. (Sand ym. 2012, 490-496.)

## 2.2 Sydämen, keuhkojen, hermoston sekä nestetasapainon anatomiaa

Sydän muodostuu kahdesta synkronoidusti toimivasta pumpusta, oikeasta ja vasemmasta eteis- kammio-parista. Sydämen ympärillä on sydänpussi eli perikardium. Se on kahdesta lehdestä muodostunut pussi, jonka alla on pieni määrä nestettä, sen tarkoituksena on vähentää hankauskitkaa sydämen sykkiessä. Sydämen vasemman kammion lihaskerros on paksumpi verrattuna oikean kammion lihaskerroksen paksuuteen, koska vasemmalla kammiolla on suurempi työmäärä. Sisäpuolelta sydäntä verhoaa sisäkalvo eli endokardium. (Hakkarainen ym. 2010, 315-320; Waugh & Grant 2010, 81-96; Drake ym. 2015, 186-294.)

Aikuisen ihmisen elimistössä on verta noin 72 millilitraa painokiloa kohden, eli noin viisi litraa. Veri sisältää monenlaisia soluja. Veri muodostuu aikuisilla ihmisillä selkänikamissa, kylkiluissa, rintalastassa ja suoliluissa. Kaikki verisolut erilaistuvat luuytimen kantasoluista. Suuri osa verestä koostuu plasmasta, jota on veressä noin 3-4 litraa. Plasman lisäksi veressä on runsaasti punasoluja, valkosoluja ja verihiutaleita. (Hakkarainen ym. 2010, 299-310; Waugh & Grant 2010, 56-65; Leppäluoto ym. 2017, 130-133.)

Verisuonia on monenlaisia, valtimoita, pikkualtimoita, kapillaarisuonia, pikkulaskimoita ja laskimoita. Valtimot vievät verta pois päin sydäimestä. Laskimot tuovat verta sydämeen päin. Valtimot koostuvat kolmesta erilaisesta kudoksetuksesta. Uloin kerros koostuu sidekudoksesta, keskimäinen sileästä lihaskudoksesta ja kimmosyistä ja sisin kerros koostuu endoteelistä ja kimmoisasta sidekudoksesta. Valtimoilla on paksummat seinämät kuin laskimoilla, sillä valtimoissa on korkeampi verenpaine. Pikkualtimot haarautuvat kapillaarisuoniksi. Kapillaarisuonet ovat hyvin ohutseinäisiä. Ohuen seinämän läpi happi, vesi ja muut pienet molekyylit pääsevät kulkemaan kudoksen ja verisuonen välillä. Verisolut ja suuret molekyylit eivät useimmiten pääse liikkumaan kapillaarisuonen seinämän läpi. Maksassa ja esimerkiksi luuytimessä kapillaarisuonet ovat suurempia kuin

muualla, eikä niiden seinämät ole niin tiheät. Laskimoissa verenpaine on matalampi kuin valtimoissa, joten niiden seinämät ovat ohuempia kuin valtimoiden. Laskimot koostuvat kuitenkin samoista kudoksista kuin valtimot. Joissakin laskimoissa on läppiä, jotka estävät verta kiertämästä väärään suuntaan. (Waugh & Grant, 2010, 75-77.)

Hengityselimistö koostuu keuhkoista, rintakehästä, palleasta, sekä suun ja nielun alueesta. Keuhkot sijaitsevat rintaontelossa rintakehän sisällä. Molempia keuhkoja ympäröi keuhkopussi, jonka sisäkalvo peittää keuhkoja ja ulkokalvo on kiinni rintakehän rakenteissa. Keuhkopussi sisältää pleuranestettä hankausskitkan vähentämiseksi. Keuhkojen sisällä on ilman täyteisiä alveoleja. Alveolit muodostavat keuhkoputkien päähän rypäleterttumaisia rakenteita mahdollistaen suuren hengitysepiteelipinta-alan. Hengitystiet voidaan jakaa ylä- ja alahengitysteihin. Ylähengitysteihin kuuluvat nenäontelo, suuontelo, nenänielu ja nielu. Kurkunpää jakaa hengitystiet. Alahengitysteihin luetaan henkitorvi eli trakea, ja keuhkoputket. Hengitysteiden tehtävänä on kosteuttaa ja lämmittää sisään tuleva ilma sekä suojata ilman mukana tulevilta mikrobeilta ja pienhiukkasilta. (Waugh & Grant 2010, 234-252; Sand ym. 2012, 356-362; Patwa & Shah 2015; Leppäluoto ym. 2017, 204-209.) Hengityslihakset eli pallea sekä kylkivälilihakset ja rintakehän kimmosäikeet ovat tärkeä osa hengitystä. Kimmosäikeet mahdollistavat keuhkokudoksen venymisen. Apuhengityslihaksia ovat osa kaulan ja rintakehänlihaksista sekä vatsalihakset. (Waugh & Grant 2010, 247-248; Leppäluoto ym. 2017, 209.)

Hermosto on ihmiselle tärkeä säätelyjärjestelmä. Anatomian mukaan hermosto jaetaan keskushermostoon eli sentraaliseen hermostoon sekä ääreishermostoon eli perifeeriseen hermostoon. Toiminnan mukaan hermosto taas jaetaan autonomiseen hermostoon ja somaattiseen hermostoon. (Nienstedt ym. 2004, 518; Hakkarainen ym. 2010, 209; Sand ym. 2012, 106; Leppäluoto ym. 2017, 394.) Vaikka hermosto jaetaankin eri kokonaisuuksiin, toimivat nämä yhteydessä toisiinsa ja niiden toiminnat vaikuttavat toisiinsa (Hakkarainen ym. 2010, 209; Laurila & Vierimaa 2014, 216; Leppäluoto ym. 2017, 394). Ääreishermosto koostuu selkäydinhermoista, aivohermoista sekä autonomisen hermoston perifeerisistä osista (Nienstedt ym. 2004, 518; Leppäluoto ym. 2017, 394). Keskushermosto koostuu aivoista ja selkäytimestä, ja se on kaiken hermostollisen toiminnan keskusyksikkö. Ääreishermostoon johtavat selkäydinhermot muodostuvat lähtevistä ja tulevista hermosyistä. Selkäydinhermoja on kaikkiaan 31 paria. Hartiapunoksesta lähtevät yläraajaan vaikuttavat hermot. Alaraajojen hermotukset lähtevät taas lanne-ristipunoksesta. (Leppäluoto ym. 2017, 401, 408-409.)

Aivoihin luetaan isoaiivot, väliaiivot, pikkuaivot sekä aivorunko (Hakkarainen ym. 2010, 209-212; Vierimaa & Laurila 2014, 264-267). Harmaasta aineesta koostuva isoaivokuori sijaitsee isoaivojen pintakerroksessa. Neuronien soomat eli harmaat aivosolut saavat aikaan hermokudoksen harmaan värin. Valkean aineen väri syntyy myeliinitupessa olevista lipideistä. Harmaan aineen muodostamia tumakkeita eli hermosolukasaumia on myös valkeassa aineessa. (Leppäluoto ym. 2017, 397-398.)

Aivoja ja selkäydintä suojaavat kolme erilaista päällekkäistä kalvoa eli aivo- ja selkäydinkalvoa. Uloin kalvo on kovakalvo, joka on paksu ja kestävä. Selkäytimen alueella kovakalvon ja luukalvojen väliin jää tila, jota kutsutaan epiduraalitalaksi. Kovakalvon alla oleva lukinkalvo on kiinnittyneenä kovakalvoon. Lukinkalvo on saanut nimensä seittimäisistä jatkeista jotka päättyvät pehmeäkalvoon. Pehmeäkalvo on sisin aivo- ja selkäydinkalvoista, joka mukaillee kaikkea aivojen ja selkäytimen rakenteita. Aivojen keskellä on neljä aivokammiota, jotka ovat täynnä nestettä. (Leppäluoto ym. 2017, 404-406.) Aivokammioissa ja lukinkalvonontelossa eli subaraknoidaalitallassa on aivo- selkäydinnestettä eli likvoria (Leppäluoto ym. 2017, 404-406).

Aivot saavat tarvitsemansa veren kahden sisemmän kaulavaltimon sekä kahden nikamavaltimon kautta. Nikamavaltimot yhdistyvät aivojen pohjaosissa kallonpohjavaltimoksi. Aivorungon ja pikkuaivojen alueen verisuonitus lähtee niska- ja kallonpohjavaltimoista. Kaksi sisempää päänvaltimoa muodostaa Willisin valtimokehän, johon yhtyy myös kallonpohjavaltimo. Willisin valtimokehä jakautuu etummaiseen, keskimmäiseen sekä takimmaiseen aivovaltimopariin. Nämä aivovaltimot tuovat verta omille aivoalueilleen. Aivoista laskimoveri palaa veriviemäriin. Aivokuoren laskimot jatkuvat keskiaivoissa olevaan nuoliviemäriin. Sisemmät laskimot tyhjäntyvät poikittaisiin laskimoviemäriin. Lopulta kaikki aivojen laskimot päätyvät sisempään kaulalaskimoon. (Leppäluoto ym. 2017, 402-403.)

Hermokudos koostuu hermosoluista eli neuroneista ja hermotukisoluista eli gliasoluista. Hermosolussa on sooma eli solun keskus, tuojahaarakkeita eli dendriittejä ja yleensä yksi viejähaarake eli aksoni. Aksonin mitta vaihtelee suuresti hyvin lyhyestä jopa yli metrin pituiseksi. (Sand ym. 2012, 104; Leppäluoto ym. 2017, 383.) Lopulta ne kasautuvat kimpuiksi muodostaen hermoja (Leppäluoto ym. 2017, 383).

Ihmisen elimistön sisältämä vesimäärä vaihtelee ihmisen iän, sukupuolen ja osin ruumiinrakenteenkin mukaan. Vastasyntyneillä elimistön vesiosuus on kokonaismassasta jopa 70-85%. Miehillä vesiosuus on 50-70% kun taas naisilla 40-60%. (Hakkarainen ym.

2010, 416; Vierimaa & Laurila 2014, 231.) Naisilla veden osuus on pienempi, koska naisilla on enemmän rasvakudosta kuin miehillä. Siksi myös kovin ylipainoisella ihmisellä rasvakudoksen osuus on suurempi kuin veden osuus. Rasvassa on hyvin vähäisesti vettä. Ihmisen vesipitoisuus vähenee, kun ihminen vanhenee. Jos ihmisen vesipitoisuus on 60%, se tarkoittaa sitä että "kuiva-aineelle" jää 40%, joka koostuu valkuaisaineista ja hiilihydraateista, rasva-aineista ja mineraaleista. (Hakkarainen ym. 2010, 416; Leppäluoto ym. 2017, 292-293.)

Elimistön nestetilat jaetaan solunulkoiseen ja solunsisäiseen nestetilaan. Solunulkoinen nestetila voidaan jakaa edelleen veriin, soluväliinesteseen ja kudosten nesteseen. (Hakkarainen ym. 2010, 416; Sand ym. 2012, 469; Metsävainio 2014, 24.) Solunsisäisen nestetilan osuus on solunulkoista suurempi. Nestetilan tavallisimpia elektrolyyttejä ovat natrium-, kalium- ja kloridi-ionit. (Hakkarainen ym. 2010, 416; Metsävainio 2014, 24-25; Leppäluoto ym. 2017, 292-293.)

### 2.3 Perioperatiivinen sairaanhoitaja

Käsite perioperatiivinen hoito otettiin käyttöön vuonna 1978 Yhdysvalloissa. Suomeen käsite otettiin käyttöön vasta vuonna 1987 keskiasteen koulu-uudistuksen myötä. Perioperatiivinen hoito pitää sisällään leikkausta edeltävän hoidon eli preoperatiivisen hoidon, leikkauksen aikaisen hoidon eli intraoperatiivisen hoidon sekä leikkauksen jälkeisen hoidon eli postoperatiivisen hoidon. (Lukkari ym. 2010, 10-11.)

Perioperatiivinen sairaanhoitaja- nimikettä on suomessa käytetty ensimmäisen kerran vuonna 1996 Perioperatiivinen hoito- oppikirjassa. Perioperatiivinen sairaanhoitaja voi työskennellä leikkaussalissa anestesia-, instrumentoivana- tai valvovana sairaanhoitajana. Perioperatiivisessa hoitotyössä ydinkysymyksenä on moniammatillinen yhteistyö. Leikkaussalissa toimitaan yhteistyössä sairaanhoitajien, lääkäreiden, laitoshuoltajien ja muun avustavan henkilökunnan kanssa. (Lukkari ym. 2010, 11, 46-48.)

Anestesia-sairanhoitaja toimii yhteistyössä anestesia-lääkärin kanssa, yhdessä heidän tehtävänä on huolehtia potilaan anestesian ja puudutuksen ylläpidosta. Anestesia-lääkäri huolehtii anestesian aloituksesta, kun taas anestesia-sairanhoitaja tarkkailee potilasta anestesian aikana ja toteuttaa anestesia-lääkärin tekemää hoidonsuunnitelmaa. Anestesia-sairanhoitaja vastaa leikkausta edeltävistä anestesiavalmisteluista sekä ar-

vioi preoperatiivista tietoa potilaasta. Anestesiahoitaja avustaa anestesian aloituksessa ja tarkkailee potilasta koko anestesian aikana. Anestesiahoitaja tarkkailee valvontalaitteiden antamaa tietoa ja annostelee tarvittavat lääkkeet. Anestesiahoitaja kirjaa ylös kaikki anestesiaan liittyen sekä huolehtii potilaan hoidon tiedottamisesta. (Lukkari ym. 2010, 305-308; Karma ym. 2016, 13-15.) Anestesiahoitaja vastaa potilaan siirrosta jatkohoitopaikkaan ja siihen liittyvästä tiedottamisesta (Lukkari ym. 2010, 305-308).

Instrumentoituva hoitaja nimensä mukaan työskentelee instrumenttien parissa. Instrumentoituva hoitaja huolehtii turvallisen hoitoympäristön säilyttämisestä sekä hyvän aseptiikan toteutumisesta. Instrumentoituva hoitaja ojentaa kirurgille tarvittavat instrumentit ja huolehtii niiden toimivuudesta sekä lisävälineistön tarpeen arvioinnista. Instrumentoituva hoitaja avustaa kirurgille hyvän näkyvyyden leikkausalueelle erilaisin apuvälinein, kuivaa leikkausalueen taitoksilla sekä imee eritteitä leikkausalueelta. Leikkauksen jälkeen instrumentoituva hoitaja yhdessä valvovan hoitajan kanssa huolehtii käytettyjen välineiden huollosta ja jätteiden asianmukaisesta käsittelystä. (Lukkari ym. 2010, 336.)

Valvova sairaanhoitaja valvoo koko leikkauksen kulkua ja vastaa leikkauksen joustavasta etenemisestä. Valvova sairaanhoitaja huolehtii instrumentoitavan sairaanhoitajan kanssa hoitoympäristöstä ja sen aseptiikasta. (Lukkari ym. 2010, 350; Karma ym. 2016, 12.) Hän toimii leikkaussalin yleismiehenä ja hoitaa juoksevia asioita kuten lisäinstrumenttien haun. Valvova sairaanhoitaja säättää eri laitteita ja valoja leikkausryhmän toiveiden mukaisesti. Valvova sairaanhoitaja kirjaa leikkaukseen liittyvät tiedot leikkaushoitotyön lomakkeelle. Valvova hoitaja huolehtii potilaan turvallisuudesta leikkauksen aikana leikkausasennon, laitteiden sekä aseptiikan osalta. (Lukkari ym. 2010, 201, 350.)

Perioperatiivisen sairaanhoitajan ammatillinen pätevyys on vaatimuksiltaan korkea ja sen pätevyysosa-alueet ovat spesifejä (Tengvall 2010, 7). Perioperatiivinen hoitotyö vaatii tietämystä fysiologiasta ja anatomiasta (Burke ym. 2014, 220). Perioperatiivisen sairaanhoitajan potilaan tarkkailutehtäviin leikkaussalissa kuuluu hengityksen, verenkierron, lämpötasapainon ja anestesian syvyyden ylläpito ja seuranta. Myös kivun seuranta ja hoito, sekä verenvuodon ja nestetasapainon seuranta ja hoito kuuluvat perioperatiivisen sairaanhoitajan työhön. (Karma ym. 2016, 120-136.) Potilaan voinnin monipuolinen ja tarkka seuranta, sekä oman tarkkailutehtäviin liittyvän tiedon ja taidon kehittäminen vaatii tietoa anatomiasta sekä fysiologiasta (Tengvall 2010, 16).

### 3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS TAVOITE JA TOTEUTTAMISMENETELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa, minkälaista fysiologian osaamista perioperatiivinen sairaanhoitaja tarvitsee leikkaussalissa. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda kyselylomake, jonka avulla voidaan arvioida perioperatiivisen sairaanhoitajan fysiologian tietämystä ja suunnata täydennyskoulutusta perioperatiivisille sairaanhoitajille fysiologiaan liittyen.

Opinnäytetyössä vastataan seuraaviin kysymyksiin:

1. Minkälaista tietoa perioperatiivinen sairaanhoitaja tarvitsee verenkierron, hengityksen, hermoston ja kivun, lämmönsäätelyn sekä nestetasapainon fysiologiasta?
2. Minkälainen kyselylomake perioperatiivisille sairaanhoitajille saadaan tehtyä verenkierron, hengityksen, hermoston ja kivun, lämmönsäätelyn sekä nestetasapainon fysiologiaan liittyen?

Tämän opinnäytetyön menetelmä on narratiivinen kirjallisuuskatsaus. Kirjallisuuskatsaukseen perustuen on tehty strukturoitu kyselylomake, jolla voidaan arvioida perioperatiivisten sairaanhoitajien fysiologian tietämystä.

Kirjallisuuskatsauksen tyypit voidaan jakaa kuvailevaan ja systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen sekä meta-analyysiin. Näistä kirjallisuuskatsauksen tyypeistä yleisimmin käytetty on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, joka voidaan jakaa edelleen narratiiviseen sekä integroivaan katsaukseen. Katsauksen tarkoituksena yhtenäistää jo tutkittua tietoa niin, että se luo selkeämmän ja ajantasaisen kuvan käsiteltävästä aiheesta. (Salminen 2011.)

Strukturoituun kyselyyn tutkittavat asiat vakioidaan vaihtoehdoiksi ja kysymyksiksi lomakkeeseen niin, että kysymykset voidaan kysyä kaikilta vastaajilta samalla tavalla ja kaikki kyselyyn vastaajat ymmärtävät kysymykset samalla tavalla (Vilkkä 2007, 15). Kyselylomakkeeseen on laadittu strukturoituja kysymyksiä liittyen ihmisen fysiologiaan ja yksi avoin kysymys täydennyskoulutuksen tarpeesta (LIITE 1). Valmiista kyselylomakkeesta on kaksi eri versiota, joista toisessa on vastaukset väittämiin (LIITE 2), ja toisen voi jakaa perioperatiivisille sairaanhoitajille tehtäväksi. Kyselylomakkeeseen on pyritty

kasaamaan mahdollisimman laajasti kysymyksiä eri osa-alueista, mutta kuitenkin, niin ettei kyselyn tekemiseen mene liian paljon aikaa. Väitteitä on valmiissa kyselylomakkeessa 35, joista 10 on kyselylomakkeen ensimmäisestä versiosta. Tavoitteena on, että kyselylomakkeeseen vastaamiseen menisi alle 10 minuuttia.

Ensimmäistä versiota kyselylomakkeesta on pilotoitu kahdella sairaanhoitajalla (LIITE 3). Ensimmäisessä versiossa kyselylomakkeesta oli 30 väittämää. Sairanhoitajilla meni kyselylomakkeen ensimmäisen version täyttämiseen viisi ja seitsemän minuuttia, ja sen perusteella on päätelty kyselyn haasteellisuutta. Palautteena kyselyn tehneiltä sairaanhoitajilta saatiin, että väittämät voisivat olla käytännönläheisempiä. Kyselylomaketta lähdettiin muokkaamaan palautteen mukaisesti käytännönläheisemmäksi. Ensimmäisen version väitteet löytyvät liitteistä, jotta kyselylomaketta pystytään tarvittaessa muokkaamaan paremmin eri yksiköihin sopivaksi.

Kyselylomaketta tehtäessä on pyritty ottamaan huomioon perioperatiivisen sairaanhoitajan näkökulma. Valmiin kyselylomakkeen tekoon sairaanhoitajilla meni molemmilla hie-man reilut viisi minuuttia mukaan lukematta avointa kysymystä. Valmis kyselylomake löytyy tulososiosta sekä liitteistä, jotta lomake olisi helposti tulostettavissa.

Tiedonhakukantoina on toiminut Cinahl, Pubmed, Medic ja Arto. Hakusanoina on käytetty muun muassa fysiologia (physiology), anatomia (anatomy), perioperatiivinen (perioperative) sekä intraoperatiivinen (intraoperative) hoitotyö, verenkierto ja sydän (circulation and heart), hengitys ja keuhkot (breath and lungs), hermosto ja aivot (nervous system and brain), nestetasapaino (fluid balance) sekä lämmönsäätely (temperature regulation). Haut pyrittiin rajaamaan vuosiin 2008-2018, jotta tieto olisi mahdollisimman ajantasaista. Tutkimukset valittiin otsikoiden sekä sisällön perusteella. Aineistonkeruussa käytettiin myös aiheeseen liittyvää kirjallisuutta sekä erilaisia nettilähteitä kuten Duodecimin terveyskirjasto.

Tiedonhaku prosessista on tehty taulukko, josta näkee täytetyt hakusanat ja tietokanta (Taulukko 1). Hakusanojen perässä kerrotaan hausta tulleiden osumien määrä sekä niiden artikkelien määrä jotka päätyi opinnäytetyön tulososioon.

Taulukko 1. Tiedonhakutaulukko.

| Tiedonhakutaulukko   | TULOKSET | KÄYTETYT |
|--|----------|----------|
| Rajauksina käytetty pääsääntöisesti 2008-2018, full text ja human. |          |          |
| <b>Cinahl Complete</b>   |          |          |
| Physiolog* AND Anatom* And Heart AND Circulat                      | 31       | 3        |
| Physiolog* AND Anatom* AND brain* AND nervous syst*                | 15       | 0        |
| Physiolog* AND Anatom* AND Lung*                                   | 100      | 1        |
| Temperature regulation AND Physiolog*                              | 62       | 1        |
| intraoperat* AND blood pressur* AND monitor* AND circulat*         | 7        | -        |
| -> Poistettu blood pressur*  | 40       | 1        |
| Physiolog* AND Anatom* AND Fluid balanc*                           | 0        | -        |
| -> Poistettu Anatom*   | 54       | 1        |
| Fluid balanc* AND Intraoper*                                       | 31       | 2        |
| Pain AND Physiolog* AND Intraoperat*                               | 13       | 0        |
| <b>Medic</b>   |          |          |
| Physiolog* AND Anatom* And Heart AND Circulat                      | 26       | 1        |
| Physiolog* AND Anatom* AND Nervous syst* AND Brain                 | 19       | 0        |
| Physiolog* AND Anatom* AND Lung*                                   | 2        | -        |
| -> Poistettu Anatom* ja rajaus full text                           | 33       | 1        |
| Temperature regulation AND Physiolog*                              | 144      | 5        |
| Fluid balanc* AND Physiolog* AND anatom*                           | 3        | -        |
| -> poistettu anatom*   | 45       | 2        |
| Circulat* AND Blood pressur* AND Intraoperat* AND Monitor*         | 13       | 0        |
| Fluid balanc* AND Intraoperat*                                     | 3        | 0        |
| -> poistettu Intraoperat* ja lisätty Operat*                       | 11       | 1        |
| Nervous syst* AND Intraoperat* AND Monitor*                        | 11       | 0        |
| Pain AND Physiolog* AND Intraoperat*                               | 1        | -        |
| -> otettu pois intraoperat*  | 44       | 0        |
| -> otettu pois physiolog* laitettu tilalle intraoperat*            | 3        | 0        |
| <b>PubMed</b>  |          |          |
| Physiolog* AND Anatom* And Heart AND Circulat                      | 98       | 1        |
| Physiolog* AND Anatom* AND brain* AND nervous syst*                | 139      | 4        |
| Physiolog* AND Anatom* AND Lung*                                   | 743      | -        |
| -> Lisätty AND breath*   | 131      | 1        |
| Temperature regulation AND Physiolog*                              | 2702     | -        |
| -> lisätty AND perioperat*   | 33       | 6        |
| Circulat* AND Blood pressur* AND Intraoperat* AND Monitor*         | 116      | 0        |
| Physiolog* AND Anatom* AND Fluid balanc*                           | 1        | -        |
| -> Poistettu Anatom* ja lisätty periopreat*                        | 48       | 1        |
| Fluid balanc* AND Intraoperat*                                     | 32       | 0        |
| Pain AND Physiolog* AND Intraoperat*                               | 128      | 0        |
| <b>Arto</b>  |          |          |
| Sydän AND fysiologia   | 2        | 0        |
| Hermosto AND fysiologia  | 1        | 0        |
| Aivot AND fysiologia   | 9        | 0        |
| Nestetasapaino AND fysiologia                                      | 0        | 0        |
| Lämmönsäätely AND fysiologia                                       | 1        | 0        |
| Hermosto AND tarkkailu   | 0        | 0        |
| Kipu AND fysiologia  | 2        | 0        |

Tietokantahakujen kautta valituista artikkeleista tehtiin taulukko, jossa kerrotaan artikkelin tiedot, ja se missä kohdassa tulososiota mitäkin artikkelia on käytetty (Taulukko 2). Se, mihin kohtaan tulososiota artikkelia on käytetty, kerrotaan taulukossa kappaleen nimien tarkkuudella. Tämä taulukko lisää opinnäytetyön toistettavuutta ja helpottaa lukijaa.

Taulukko 2. Tietokantahakujen kautta valitut artikkelit.

| Artikkelit  | Aihe             |
|---|------------------|
| Ahonen, J. 2015. Glykokalyksi ja nestehoito: Duodecim-lehti. Vol. 131, No. 20, 1937-1946.   | Nestetasa-paino  |
| Alametsä, J.; Kuklane, K.; Vanggaard, L.; Halder, A.; Lundgren, A.; Chuansi, G.; Viik, J. 2015. Age-related circulatory responses to whole body cooling: observations by heart rate variability. Viitattu 7.3.2018 <a href="https://journal.fi/finjehew/article/view/50892">https://journal.fi/finjehew/article/view/50892</a>  | Lämmönsää-tely   |
| Annala, P. 2010. Kun potilas ei syö eikä juo - miten rakennan nesteohjelman?: Lääkärilehti 22/2010.   | Nestetasa-paino  |
| Armin, S. 2013. Regulation of Conduction Time along Axons. Viitattu 07.03.2018 <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3849146/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3849146/</a>  | Hermosto         |
| Bendel, S. & Lång, M. 2013. Neurotehopotilaan lämpötilakontrolli. Viitattu 7.3.2018 <a href="http://www.finnanest.fi.ezproxy.turkuamk.fi/files/bendel_lang_neurotehopotilaan_lampotilakontrolli.pdf">http://www.finnanest.fi.ezproxy.turkuamk.fi/files/bendel_lang_neurotehopotilaan_lampotilakontrolli.pdf</a>   | Lämmönsää-tely   |
| Beltrami, A.; Salata, R.; Ray, A. 2011. Thermoregulation and Risk of Surgical Site Infection. Vol. 32 No. 6.  | Lämmönsää-tely   |
| Doherty, M. & Buggy, D.J. 2012. Intraoperative fluids: how much is too much?: British journal of anaesthesia. Vol. 109, No. 1.  | Nestetasa-paino  |
| Gato, A.; Alonso, I.; Martín, C.; Carnicero, E.; Moro, J.; De la Mano, A.; Fernández, J.; Lamus, F.; Mary E. Desmond, M. 2014. Embryonic cerebrospinal fluid in brain development: neural progenitor control. Viitattu 7.3.2018 <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4157377/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4157377/</a>   | Hermosto ja kipu |
| Günter, F.; Frank-Herman, P.; Brown, S.; Blackwell, L. 2014. A new method to detect significant basal body temperature changes during a woman's menstrual cycle. Viitattu 7.3.2018 <a href="http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&amp;sid=b94b21e8-c69e-4fb4-bb23-c272db3b17d6%40sessionmgr104">http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&amp;sid=b94b21e8-c69e-4fb4-bb23-c272db3b17d6%40sessionmgr104</a>  | Lämmönsää-tely   |
| Görges, M.; West, N.; Whyte, S. 2016. Using physiological monitoring data for performance feedback: an initiative using thermoregulation metrics. Viitattu 9.3.2018 <a href="https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs12630-016-0762-3.pdf">https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs12630-016-0762-3.pdf</a>   | Lämmönsää-tely   |
| Hanifin, C. 2010. Cardiac auscultation 101: A basic science approach to heart murmurs. Viitattu 02.03.2018 <a href="http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&amp;sid=d08d6e12-e359-4048-ac15-9b5b078c4a5a%40sessionmgr4006">http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&amp;sid=d08d6e12-e359-4048-ac15-9b5b078c4a5a%40sessionmgr4006</a>  | Verenkierto      |
| Hassi, J. & Ikäheimo, T. 2013. Ympäristölämpötilan vaikutus terveyteen. Viitattu 7.3.2018 <a href="http://www.laakarilehti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/tieteessa/katsausartikkeli/ymparistolampotilan-vaikutus-terveyteen/">http://www.laakarilehti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/tieteessa/katsausartikkeli/ymparistolampotilan-vaikutus-terveyteen/</a>   | Lämmönsää-tely   |
| Hofmann, G.; Haan, L.; Anderson, J. 2016. Esophageal Pressure Measurements in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome. Viitattu 8.3.2018 <a href="http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&amp;sid=d256a815-1e73-421f-9636-19811e0fb401%40pdc-v-sessmgr01">http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&amp;sid=d256a815-1e73-421f-9636-19811e0fb401%40pdc-v-sessmgr01</a>  | Hengitys         |
| Joosten, A.; Delaporte, A.; Ickx, B.; Touihri, K.; Stany, I.; Barvais, L.; Obbergh, L.; Loi, P.; Rinehart, J.; Cannesson, M. & Linden, P. 2018. Crystalloid versus Colloid for Intraoperative Goal-directed Fluid Therapy Using a Closed-loop System: A Randomized, Double-blinded, Controlled Trial in Major Abdominal Surgery Anesthesiology. Vol. 128, No. 1. Viitattu 13.3.2018 <a href="http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=2660173">http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=2660173</a> | Nestetasa-paino  |
| Kiviniemi, T.; Sinisalo, J. 2016. Sydämen oma verenkierto. Viitattu. 21.3.2018. <a href="http://www.op-piportti.fi/op/kar01032/do">http://www.op-piportti.fi/op/kar01032/do</a>   | Verenkierto      |
| Kokki, H. 2013. Perioperatiivinen lämpötilous. Viitattu. 9.3.2018 <a href="http://www.finnanest.fi/files/kokki_perioperatiivinen_lampotalous.pdf">http://www.finnanest.fi/files/kokki_perioperatiivinen_lampotalous.pdf</a>   | Lämmönsää-tely   |

(jatkuu)

## Taulukko 2. (jatkuu)

|   |               |
|---|---------------|
| Milton, S. 2009. Circulation and invasive monitoring: back to basics. Viitattu 11.3.2018 <a href="http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&amp;sid=f7a13432-683e-41e5-b1ba-c26df4e8c6a3%40sessionmgr102">http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&amp;sid=f7a13432-683e-41e5-b1ba-c26df4e8c6a3%40sessionmgr102</a>  | Verenkierto   |
| Mustajoki, P. 2017. Kohonnut verenpaine (verenpainetauti). Viitattu 8.3.2018 <a href="http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00034">http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00034</a>  | Verenkierto   |
| Nishi, E.; Bergamaschi, C.; Campos, R. 2015. The crosstalk between the kidney and the central nervous system: the role of renal nerves in blood pressure regulation. Viitattu 07.03.2018 <a href="http://physoc.onlinelibrary.wiley.com/hub/journal/10.1111/(ISSN)1469-445X/">http://physoc.onlinelibrary.wiley.com/hub/journal/10.1111/(ISSN)1469-445X/</a>  | Verenkierto   |
| Nurmi, H. 2017. Role of the VEGFC/VEGFR3 pathway, beyond developmental lymphangiogenesis. Viitattu 01.03.2018. <a href="https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/180934/Ro-leofth.pdf?sequence=1">https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/180934/Ro-leofth.pdf?sequence=1</a>  | verenkierto   |
| Orava, J. 2014. Characterisatoin of funktional brown adipose tissue in adult humans. Viitattu 7.3.2018 <a href="https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/95825/AnnalesD1108Orava.pdf?sequence=2">https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/95825/AnnalesD1108Orava.pdf?sequence=2</a>  | Lämmönsäätely |
| Okkonen, M. 2015. Makupaloja hengitysmekaniikasta. Viitattu 8.3.2018 <a href="http://www.fin-nanest.fi.ezproxy.turkuamk.fi/files/okkonen_makupaloja_hengitysmekaniikasta.pdf">http://www.fin-nanest.fi.ezproxy.turkuamk.fi/files/okkonen_makupaloja_hengitysmekaniikasta.pdf</a>  | Hengitys      |
| Patwa, A. & Shah, A. 2015. Anatomy and physiology of respiratory system relevant to anaesthesia. Viitattu 8.3.2018 <a href="http://www.ijaweb.org/article.asp?issn=0019-5049;year=2015;volume=59;issue=9;spage=533;epage=541;aulast=Patwa">http://www.ijaweb.org/article.asp?issn=0019-5049;year=2015;volume=59;issue=9;spage=533;epage=541;aulast=Patwa</a>  | Verenkierto   |
| Perrier, E.; Rondeau, P.; Poupin, M.; Bellego, L.; Armstrong, LE.; Lang, F.; Stookey, J.; Tack, I.; Vergne, S.; & Klein, A. 2013. Relation between urinary hydration biomarkers and total fluid intake in healthy adults: European Journal of Clinical Nutrition. Vol. 93, No. 67, 939-943  | Nestetaspaino |
| Rizzo, J.; Rowan, M.; Driscoll, I.; Chan, R.; Chung, K. 2017. Perioperative Temperature Management During Burn Care. Viitattu 9.3.2018 <a href="https://academic.oup.com/jbcr/article/38/1/e277/4568938">https://academic.oup.com/jbcr/article/38/1/e277/4568938</a>  | Lämmönsäätely |
| Sajid, M.; Shakir, A.; Khatri, K.; Baig, M. 2009. The role of perioperative warming in surgery: a systematic review. Viitattu 11.3.2018 <a href="http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1516-31802009000400009&amp;lng=en&amp;nrm=iso&amp;tlng=en">http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1516-31802009000400009&amp;lng=en&amp;nrm=iso&amp;tlng=en</a>   | Lämmönsäätely |
| Sessler, D. 2008. Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation. Viitattu 11.3.2018 <a href="http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=1922342">http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=1922342</a>   | Lämmönsäätely |
| Sessler, D. 2016. Perioperative thermoregulation and heat balance. Viitattu 11.3.2018 <a href="http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(15)00981-2/fulltext">http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(15)00981-2/fulltext</a>   | Lämmönsäätely |
| Silva Jr, J.; Oliveira, A.; Nogueira, F.; Vianna, P.; Filho, M.; Dias, L.; Maia, V.; Neucamp, C.; Amendola, C.; Carmona, M. & Malbouisson, L. 2013. The effect of excess fluid balance on the mortality rate of surgical patients: a multicenter prospective study: Critical Care. Viitattu 13.3.2018 <a href="https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc13151">https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc13151</a> | Nestetaspaino |
| Spaan, J.; Kolyva, C.; Wijngaard, J.; Wee, R.; Horssen, P.; Piek, J.; Siebes. 2008. Coronary structure and perfusion in health and disease. Viitattu 7.3.2018 <a href="http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/366/1878/3137.long">http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/366/1878/3137.long</a>   | Verenkierto   |
| Vikatmaa, L.; Schramko, A. & Hiippala, S. 2015. Verenvuoto leikkauksessa: Duodecim-lehti. Vol. 131, No 20, 1915-1920. Viitattu 13.3.2018 <a href="http://www.duodecim-lehti.fi/lehti/2015/20/duo12480">http://www.duodecim-lehti.fi/lehti/2015/20/duo12480</a>  | Nestetaspaino |
| Wilhelm, I.; Kazakas, C.; Istvan, K. 2011. In vitro models of the blood-brain barrier. Viitattu 07.03.2018 <a href="file:///C:/Users/ekauno15/Downloads/ane_7111.pdf">file:///C:/Users/ekauno15/Downloads/ane_7111.pdf</a>  | Hermosto      |
|   | n=32          |

Opinnäytetyössä on käytetty paljon myös kirjallisuutta, sekä artikkeleita jotka ovat valittu manuaalisen haun kautta. Manuaalisesta hausta on tehty taulukko (Taulukko 3), josta selviää missä tulososion kohdassa manuaalisen haun kautta valittuja lähteitä on käytetty.

Taulukko 3. Manuaalisen haun kautta haetut julkaisut

| Kirjat, lehdet, oppiportti ym.   | Aihe   |
|--|--|
| Aalto-Setälä, K. 2016. Sydämen toiminta pumppuna: Terveyskirjasto. Viitattu 02.03.2018 <a href="http://www.oppiportti.fi/op/kar01012/do">http://www.oppiportti.fi/op/kar01012/do</a>   | Verenkierto  |
| Aittomäki, J. & Valta, P. 2014. Hengittäminen spontaanisti ja mekaanisesti: Terveyskirjasto. Viitattu 21.03.2018 <a href="http://www.oppiportti.fi/op/ait00085/do">http://www.oppiportti.fi/op/ait00085/do</a>   | Hengitys   |
| Aittomäki, J. & Valta, P. 2014. Kaasujenvaihdon monitorointi: Terveyskirjasto. Viitattu 21.03.2018 <a href="http://www.oppiportti.fi/op/ait00088/do">http://www.oppiportti.fi/op/ait00088/do</a>   | Hengitys   |
| Aittomäki, J. & Valta, P. 2014. Tuuletuksen ja verenkierron jakautuminen keuhkoissa: Terveyskirjasto. Viitattu 21.03.2018 <a href="http://www.oppiportti.fi/op/ait00087/do">http://www.oppiportti.fi/op/ait00087/do</a>  | Hengitys   |
| Drake, R.; Vogl, A. & Mitchell, A. 2015. Gray's anatomy for students, third edition. 3., painos. Kanada: Churchill Livingstone Elsevier  | Verenkierto  |
| Hakkaraainen, K.; Hervonen, H.; Hiltunen, E.; Holmberg, P.; Hotakainen, K.; Hänninen, O.; Kaikkonen, M.; Karrasch, M.; Kauranen, M.; Kiviniitty, K.; Koskelo, R.; Laaksonen, A.; Lappalainen, R.; Leppäluoto, J.; Lindblom-Ylänne, S.; Litmanen, H.; Markkula, A.; Nienstedt, W.; Niku, M.; Oivanen, M.; Pasternack, A.; Perkkiö, J.; Polo, O.; Pyörälä, E.; Pösö, R. & Wähälä, K. 2010. Galenos, johdanto lääketieteen opintoihin. Toim. Hiltunen, E.; Holmberg, P.; Jyväsjärvi, E.; Kaikkonen, M.; Lindblom-Ylänne, S. Nienstedt, W. & Wähälä, K. Helsinki: WSOYpro Oy | Verenkierto, hengitys, hermosto ja lämmönsäätely                 |
| Junttila, E. 2014. Hengityksen valvonta. Teoksessa Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Toim. Niemi-Murola, L.; Jalonen, J.; Junttila, E.; Metsävainio, K. & Pöyhä, R. 2., uudistettu painos. Porvoo: Bookwell Oy.   | Hengitys   |
| Junttila, E. 2014. Nestetasapainon arviointi. Teoksessa Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Toim. Niemi-Murola, L.; Jalonen, J.; Junttila, E.; Metsävainio, K. & Pöyhä, R. 2., uudistettu painos. Porvoo: Bookwell Oy.  | Nestetasapaino   |
| Junttila, E. 2014. Parenteraalisessa nestehoidossa käytettävät valmisteet. Teoksessa Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Toim. Niemi-Murola, L.; Jalonen, J.; Junttila, E.; Metsävainio, K. & Pöyhä, R. 2., uudistettu painos. Porvoo: Bookwell Oy.   | Nestetasapaino   |
| Jäntti, V. 2014. Aivosähkötoiminta ja sen muutokset anestesian aikana: Terveyskirjasto. Viitattu 21.3.2018 <a href="http://www.oppiportti.fi/op/ait00099/do">http://www.oppiportti.fi/op/ait00099/do</a>   | Hermosto   |
| Järvelä, K. 2014. Hypertoniset liuokset. Teoksessa Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S.; Ala-Kokko, T.; Kiviluoma, K.; Perttilä, J.; Ruokonen, E. & Silfvast, T. 1., painos. Porvoo: Bookwell Oy.  | Nestetasapaino   |
| Järvelä, K. 2014. Hypertonisten liuosten fysiologiset vaikutukset. Teoksessa Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S.; Ala-Kokko, T.; Kiviluoma, K.; Perttilä, J.; Ruokonen, E. & Silfvast, T. 1., painos. Porvoo: Bookwell Oy.  | Nestetasapaino   |
| Kalso, E. 2009. Kivun biologinen merkitys: Terveyskirjasto. Viitattu 21.3.2018. <a href="http://www.oppiportti.fi/op/kip00901/do">http://www.oppiportti.fi/op/kip00901/do</a>  | Hermosto   |
| Kalso, E.; Kontinen, V. 2009. Kudosvaurio ja perifeeriset nosiseptorit: Terveyskirjasto. Viitattu 21.3.2018. <a href="http://www.oppiportti.fi/op/kip00802/do">http://www.oppiportti.fi/op/kip00802/do</a>   | Hermosto   |
| Karma, A.; Kinnunen, T.; Palovaara, M & Perttunen, J. 2016. Perioperatiivinen hoitotyö. 1., painos. Helsinki: Sanoma Pro   | Hermosto   |
| Leppäluoto, J.; Kettunen, R.; Rintamäki, H.; Vakkuri, O.; Vierimaa, H. & Lähti, S. 2017. Anatomia ja fysiologia rakenteesta toimintaan. 8., uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro.   | Verenkierto, hengitys, hermosto, lämmönsäätely ja nestetasapaino |
| Lukkari, L.; Kinnunen, T. & Korte, R. 2010. Perioperatiivinen hoitotyö.1.-2. Painos. Helsinki: WSOYpro Oy  | Verenkierto, hengitys, hermosto,                                 |
| Mäkynen, H. & Mäkijärvi, M. 2016. Sydämen sähköinen toiminta: Terveyskirjasto. Viitattu 21.3.2018. <a href="http://www.oppiportti.fi/op/kar01206/do">http://www.oppiportti.fi/op/kar01206/do</a>   | Verenkierto  |
| Niemi, T.; Järvelä, K. & Kaakinen, T. 2014. Keskeiset periaatteet nestehoidossa käytettävistä liuoksista. Teoksessa Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S.; Ala-Kokko, T.; Kiviluoma, K.; Perttilä, J.; Ruokonen, E. & Silfvast, T. 1., painos. Porvoo: Bookwell Oy.   | Nestetasapaino   |
| Niemi, T. & Ruokonen, E. 2014. Kolloidiliuokset. Teoksessa Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S.; Ala-Kokko, T.; Kiviluoma, K.; Perttilä, J.; Ruokonen, E. & Silfvast, T. 1., painos. Porvoo: Bookwell Oy.  | Nestetasapaino   |

(jatkuu)

## Taulukko 3. (jatkuu)

|   |  |
|---|--|
| Niemi-Murola, L. 2016. Hengityksen valvonta: Terveyskirjasto. Viitattu 21.03.2018 <a href="http://www.oppiportti.fi/op/atd00064/do">http://www.oppiportti.fi/op/atd00064/do</a>   | Hengitys                                       |
| Nienstedt, W.; Hänninen, O.; Arstila, A. & Björkqvist, S. 2004. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 15., uudistettu painos. Porvoo: WSOY.   | Hengitys, hermosto,                            |
| Parkkila, S 2016. Sydämenjohtoradat: Terveyskirjasto. Viitattu 28.02.2018 <a href="http://www.oppiportti.fi/op/kar01005/do">http://www.oppiportti.fi/op/kar01005/do</a>   | Verenkierto                                    |
| Rautava-Nurmi, H.; Vaula, E.; Sjövall, S.; Vuorisalo, S. & Westergård, A. 2003. Neste- ja ravitsemushoito. 2., uudistettu painos. Porvoo: Bookwell Oy.  | Nestetasapaino                                 |
| Saarelma, O. 2017. Hypotermia: Terveyskirjasto Viitattu 8.3.2018 <a href="http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00223">http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00223</a>                                | Lämmönsäätely                                  |
| Saastamoinen, T & Lehtomäki, K. 2010 EEG-monotorointi. Teoksessa: Teho- ja valvontahoitotyön opas. Toim. Kaarlola, A.; Larmoila, M.; Lundgren-Laine, H.; Pyykkö, A.; Rantalainen, T & Ritmala-Castren, M. 1., painos. Helsinki: Duodecim Oy.                        | Hermosto                                       |
| Salomäki, T. 2014. Nestehoidon periaatteet. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. Rosenberg, P.; Alahuhta, S.; Lindgren, L.; Oikkola, K. & Ruokonen, E. 2014. 3., uudistettu painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.   | Nestetasapaino                                 |
| Sand, O.; Sjaastadt, Q.; Haug, E.; Bjälje, J. & Toverud, K. 2012. Ihminen: fysiologia ja anatomia. 9., uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro.   | Hengitys, hermosto,                            |
| Terveyskirjasto 2017 > lääketieteen termit > Palaute. Viitattu 06.03.2018 <a href="http://www.terveysportti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/sovellukset/sanakirjat/#/q/1te16587">http://www.terveysportti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/sovellukset/sanakirjat/#/q/1te16587</a>     | Lämmönsäätely                                  |
| Terveyskirjasto > lääketieteen termit> Kipujana. Viitattu 10.04.2018. <a href="http://www.terveysportti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/sovellukset/sanakirjat/#/q/113/1te10589">http://www.terveysportti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/sovellukset/sanakirjat/#/q/113/1te10589</a> | Hermosto                                       |
| Varpula, M. 2014. Verenkiertovajauksen kliininen kuva ja diagnostiikka. Teoksessa: Anestesiologia ja tehohoito. Toim. Rosenburg, P.; Alahuhta, S.; Lindgren, L.; Oikkola, K.; Ruokonen, E. 3. uudistettu painos. Keuruu: Otavan kirjapaino.                         | Verenkierto                                    |
| Vierimaa, H. & Laurila, M. 2014. Keho anatomia ja fysiologia. Helsinki: WSOYpro Oy  | Hermosto, lämmönsäätely, nestetasapaino        |
| Waugh A. & Grant A. 2010. Anatomy and physiology in health and illness. 11., uudistettu painos. Lontoo: Elsevier Limited.   | Verenkierto, hengitys, hermosto, lämmönsäätely |
|   | n=33   |

Tietokantojen haun kautta opinnäytetyöhön valikoitui 32 artikkelia. Manuaalisessa haussa opinnäytetyöhön julkaisuja valikoitui 33. Yhteensä tuloksiin tulleita julkaisuja on opinnäytetyössä käytetty 65.

## 4 TULOKSET

### 4.1 Verenkierron fysiologia

Suurin osa plasmasta on vettä. Plasma sisältää runsaasti proteiineja, jotka voidaan jaotella albumiiniin, fibrinogeeniin ja globuliiniin. Plasmassa on myös glukoosia, kreatiniinia, suoloja kuten natriumia ja kaliumia, kalsiumia, sekä kolesterolia. Proteiinien tehtäviä plasmassa on toimia muiden aineiden kantaja-aineena ja toimia puskureina happo-emästasapainon säätelyssä. Osa proteiineista toimii myös osana elimistön puolustusjärjestelmää sitomalla bakteereita ja viruksia itseensä. Useilla plasman proteiineilla on myös tärkeä rooli veren hyytymisessä. (Hakkarainen ym. 2010, 299-310; Waugh & Grant 2010, 56-65; Leppäluoto ym. 2017, 130-133.)

Punasolujen eli erytrosyyttien tehtävänä on hapen kuljettaminen kaikkialle elimistöön, ja hiilidioksidin kuljettaminen pois elimistöstä. (Hakkarainen ym. 2010, 299-310; Waugh & Grant 2010, 56-65; Leppäluoto ym. 2017, 130-132; Nurmi 2017, 8-9). Noin kolmasosa punasolujen kokonaismassasta on hemoglobiinia eli verenpunaa. Keuhkoissa happi sitoutuu veren punasolujen hemoglobiiniin. Kudoksista hiilidioksidi pääsee keuhkoihin myös punasolujen kuljettamana. Normaali veren hemoglobiinipitoisuus naisilla on noin 115-150 grammaa litrassa. Miehillä pitoisuus on 130-165 g/l. Punasolun elinaika elimistössä on noin neljä kuukautta. Kun punasolun solukalvo hajoaa, niin sen hemoglobiini vapautuu, tätä kutsutaan hemolyysiksi. Maksa ja perna osallistuvat punasolujen hajoamisesta tulleiden jätteiden hävittämiseen. (Hakkarainen ym. 2010, 300-301.)

Valkosolut eli leukosyytit ovat tärkeä osa elimistön puolustusjärjestelmää (Waugh & Grant 2010, 61). Valkosoluja on useita eri lajeja. Suurin osa valkosoluista on jyväsoluja eli granulosityttejä. Niiden tehtävänä on toimia syöjäsoluna. Niitä useimmiten esiintyy enemmän muissa kudoksissa kuin veressä. Tulehduksen aikana tulehduspesäkkeeseen ja vereen kerääntyy paljon granulosityttejä. Granulositytit kulkeutuvat elimistössä paikoihin bakteerien, plasman proteiinien ja tuhoutuneista soluista muodostuneiden aineiden ohjaamana. Elimistössä on myös eosinofiilisiä granulosityttejä eli eosinofiilejä, jotka tuhoavat suurempia loisia. Toiseksi yleisin valkosolu on lymfosyytti, joilla on suuri rooli immunitetiireaktioissa. (Hakkarainen ym. 2010, 303-304; Waugh & Grant 2010, 61-63.) Lymfosyytit etsivät jatkuvasti elimistössä epänormaaleja soluja. Solut, jotka ovat infek-

toituneita tai ovat jollakin tapaa epämuodostuneita, lähettävät verenkiertoon merkkiaineita, jotka lymfosyytit tunnistavat. Havaittuaan merkkiaineen, lymfosyytti rientää tuhoamaan loisen tai epämuodostuneen solun. (Waugh & Grant 2010, 369-370.)

Verihiutaleiden eli trombosyyttien tehtävä on osallistua veren hyytymiseen (Hakkarainen ym. 2010, 304; Waugh & Grant 2010, 63-64). Trombosyytit takertuvat helposti toisiinsa, ja muodostavat tulpan rikkoutuneeseen verisuonen seinämään. Veren hyytyminen yleensä vaatii kuitenkin sen, että veri koaguloituu eli hyytyy. Hyytymä syntyy sen seurauksena, kun verihiutaleet ja tuhoutuvat kudokset vapauttavat aineita, jotka vaikuttavat veren hyytymistekijöihin. (Hakkarainen ym. 2010, 304-305.)

Verenkierron tehtävänä on kuljettaa happea, ravintoaineita, erilaisia verisoluja, sekä monenlaisia välittäjäaineita, esimerkiksi hormoneja. Kudoksista verenkierto kuljettaa pois hiilidioksidia ja kuona-aineita. (Hakkarainen ym. 2010, 314; Leppäluoto ym. 2017, 146-147; Nurmi 2017, 8-9.) Kuona-aineita, joita verenkierto kuljettaa pois elimistöstä ovat esimerkiksi virtsa-aine, virtsahappo, ja kreatiniini. Verenkierto jaetaan pieneen ja isoon verenkiertoon. Pieni verenkierto tarkoittaa keuhkoverenkiertoa, joka alkaa siitä, kun oikea kammio pumpppaa vähähappisen veren keuhkoihin. Suuri verenkierto tarkoittaa verenkiertoa, joka alkaa siitä, kun vasen kammio pumpppaa runsashappisen veren kaikille elimistöön. (Hakkarainen ym. 2010, 314- 315.)

Sydämen oikeanpuoleinen eteis-kammio pumpppaa vähähappista verta elimistöstä keuhkoihin. Vasemmanpuoleinen eteis-kammio taas pumpppaa keuhkoista tulevaa runsashappista verta elimistöön. Oikeaan eteiseen tulee vähähappista verta ylä- ja alantolaskimosta sekä sepelvaltimoista. Oikeasta eteisestä veri kulkeutuu kolmiliuskaläpän läpi oikeaan kammioon, joka pumpppaa veren keuhkovaltimoläpän läpi, keuhkovaltimorunkoon, joka haarautuu oikeaan ja vasempaan keuhkovaltimeen. Keuhkovaltimoita pitkin veri pääsee keuhkoihin. Vasempaan eteiseen runsashappinen veri tulee neljää keuhkolaskimoa pitkin. Vasemmasta eteisestä veri kulkeutuu hiippaläpän läpi vasempaan kammioon. Vasen kammio pumpppaa veren aorttaan, aorttaläpän läpi. (Hakkarainen ym. 2010, 315-320; Waugh & Grant 2010, 81-96; Drake ym. 2015, 186-294.) Vaihetta, jossa sydän supistuu, sanotaan systoleksi. Sydämen lepovaihetta kutsutaan diastoleksi. Kun systole alkaa, verenpaine kammioissa nousee. Silloin hiippaläppä ja kolmiliuskaläppä sulkeutuvat, jotta veri ei palaa kammioista takaisin eteisiin. Kun paine kammioissa nousee riittävän suureksi, aorttaläppä ja keuhkovaltimoläppä avautuvat, jolloin veri pääsee virtaamaan keuhkoihin ja aorttaan. (Hakkarainen ym. 2010, 319; Hanifin

2010; Aalto-Setälä 2016.) Kun systole on ohi ja diastole alkaa, verta alkaa virrata takaisinpäin, joka sulkee heti kammio-valtimoläpät. Tämän jälkeen kammioiden paine laskee nopeasti, jolloin veri pääsee taas eteisistä kammioihin eteis-kammioläppien auetessa. (Hakkarainen ym. 2010, 319.)

Verisuonisto on umpinainen järjestelmä, jossa veri kulkee sydämen pumppaamana. Verisuoniston kitkan aiheuttama virtausvastus hidastaa virtausta. Sydämen pumppaaminen aiheuttaa sen, että verellä on liike-energiaa sydämestä lähtiessään. Virtausvastuksen kanssa se saa aikaan nesteinpaineen, eli verenpaineen. Verenpaineen ja liike-energian on oltava riittävät, jotta virtausvastus ei jarruta liikaa veren kulkua. Niiden on myös pysyttävä vastustamaan painovoimaa. Useimmiten verenpaineella tarkoitetaan painetta, joka vallitsee vain ison verenkierron suurimmissa valtimoissa ja sydämen supistumisvaiheen aikana vasemmassa kammiossa. Terveen aikuisen ihmisen systolinen verenpaine on noin 120mmHg, diastolinen verenpaine taas noin 75 mmHg (Hakkarainen ym. 2010, 322-323). Verenpaine on siis normaali, kun se on alle 130/85 mmHg. Verenpaine on tyydyttävällä tasolla, kun systolinen verenpaine on 130-139 mmHg ja diastolinen 80-89 mmHg. Kohonnut verenpaine on, kun verenpaine on 140/90 tai enemmän. (Mustajoki 2017.) Systolinen verenpaine voi rasituksen aikana nousta 200 mmHg. Aikuisen terveen ihmisen normaali syke levossa 60-80 kertaa minuutissa (Hakkarainen ym. 2010, 318, 333.)

Sydämen verenkierrosta huolehtivat sepelvaltimot, jotka lähtevät aortasta heti aorttaläpän yläpuolelta. Sepelvaltimokierron tarkoitus on turvata sydänlihaksen aineenvaihdunnan tarpeet. Suuressa kuormituksessa terveen ihmisen sepelvaltimoiden virtaus voi suurentua 5-6 kertaa suuremmaksi kuin silloin kun ihminen on levossa. Sepelvaltimo on haarautuneena kahteen päärunkoon, oikeaan ja vasempaan sepelvaltimon haaraan. Sepelvaltimoiden päärungot haarautuvat useaan pienempään haaraan. (Spaan ym. 2008.) Levossa terveen ihmisen sepelvaltimot kuljettavat noin 3-5% sydämen pumppaamasta verimäärästä. (Hakkarainen ym. 2010, 317; Kiviniemi & Sinisalo 2016; Parkkila 2016; Leppäluoto ym. 2017, 162-163.) Sepelvaltimoita seuraavat sepellaskimot, jotka yhdistyvät sydämen taakse sepelpoukamaksi. Osa sepelvaltimoiden verestä palaa eteisiin ja kammioihin pieniä erillisiä laskimoita pitkin. (Hakkarainen ym. 2010, 317.)

Sydämen pumppaustoimintaa ohjaavat sähköiset impulssit (Hakkarainen ym. 2010, 318-319; Parkkila 2016.; Leppäluoto ym. 2017, 153-157). Tärkeimmät ionivirrat liittyvät natriumiin, kalsiumiin ja kaliumiin (Mäkynen & Mäkijärvi 2016). Osa sydänlihassoluista on

erikoistunut sähköisen herätteen synnyttämiseen ja kuljettamiseen. Näistä soluista muodostuu johtoratajärjestelmä. Johtoratajärjestelmä varmistaa, että sähköinen aktivaatio leviää oikea-aikaisesti sydämessä. Johtoratajärjestelmä alkaa sinussolmukkeesta. Sinussolmuke pitää yllä sydämen normaalia supistumisrytmiä, eli sinusrytmiä. Sinussolmuke on oikean eteisen takaseinämän yläosassa, yläonttolaskimon laskukohdan vierellä. Sinussolmukkeesta ärsytys leviää ensin eteisen seinämiin, jolloin sydämen eteiset supistuvat, ja täyttävät kammiot. Sähköinen ärsyke pääsee oikeasta eteisestä vasempaan eteiseen monia reittejä pitkin. Oikean eteisen alueella sijaitsee kolme johtorataa, jotka johtavat vasempaan eteiseen. (Hakkarainen ym. 2010, 318-319; Parkkila 2016.; Leppäluoto ym. 2017, 153-157.) Näiden johtoratojen esiintymisestä on väitelty vuosikymmeniä (Parkkila 2016). Näistä johtoradoista tärkein on Bachmannin kimppu. Sähköinen ärsyke pääsee eteisistä kammioihin vain eteis-kammiosolmuketta ja sen jälkeistä Hisin kimppua pitkin. Sidekudoksesta muodostunut alue eristää eteiset ja kammiot sähköisesti toisistaan, joten sähköinen ärsyke ei pääse muuta reittiä eteisistä kammioihin. (Hakkarainen ym. 2010, 318-319; Parkkila 2016.) Impulssi liikkuu Hisin kimpun kahta päähaaraa pitkin kohti sydämen kärkeä. Sen jälkeen impulssi jatkaa kohti eteisiä pieniä johtoratajärjestelmän haaroja pitkin. (Hakkarainen ym. 2010, 319; Waugh & Grant 2010, 83.)

Sydämen ja verenkierron toimintaa säätelevät monet asiat. Verenkierron hermostollista säätelyä ohjaa aivosillassa ja ydinjatkeessa sijaitseva vasomotorinen keskus. Vasomotoriseen keskuksen kulkeutuu veren ja kudosten mukana kemiallisia viestejä, joiden perusteella keskus ohjaa verenkiertoa. (Nishi ym. 2015.) Tensioreseptorit yhteisen kaulavaltimon haarautumiskohdassa ja aortankaaressa mittaavat suonien seinämän venytystä, jota verenpaine aiheuttaa. Reseptorit lähettävät vasomotoriseen keskuksen viestiä, esimerkiksi kun ihminen nousee makuulta seisomaan, jolloin verenpaine laskee vähän. Näin verenpaine pysyy riittävän tasaisena kaikkialla elimistössä. Autonominen hermosto välittää vasomotorisen keskuksen toimintakäskyt sydämelle ja verisuonille. Sydämessä on parasympaattisten ja sympaattisten hermosyiden muodostama sydänpunos sydämen eteisten ja sydämen tyven lähetyillä olevien suurien verisuonien ympärillä. Nämä hermosyyt ovat levittäytyneet erityisesti oikean eteisen alueelle. Sympaattisia syitä on myös kammioissa ja melko pienienkin valtimoiden haaroissa. Sympaattiset hermosyyt vapauttavat vereen adrenaliinia ja nonadrenaliinia, jotka kasvattavat sydänlihaksen ärsytystä ja supistusvoimaa. Sympaattinen hermosto vaikuttaa verenkiertoon myös vaikuttamalla munuaisten verenpaineen säätelytoimintoihin (Nishi ym. 2015.) Myös useat aivoista tulevat impulssit vaikuttavat vasomotorisen keskuksen toimintaan. Siksi

verenkiertoon ja sykkeeseen vaikuttavat myös ihmisen voimakkaat tunnetilat. (Hakkarainen ym. 2010, 346-347.) Myös verisuonien supistuminen on tärkeässä roolissa verenkierron säätelyssä. Se vaikuttaa veren jakautumiseen eri kehon osiin. Pienten valtimoiden seinämät reagoivat venytykseen, kudoksissa oleviin erilaisiin aineisiin, kudoksen lämpötilaan ja verenpaineeseen. Pienet valtimot supistuvat ja laajenevat olosuhteiden ja tarpeen mukaan. Myös munuaiset osallistuvat verenkierron säätelyyn. Munuaiset voivat vaikuttaa yleiseen verenpaineeseen erittämällä reniiniä. Lisämunaiset taas erittävät adrenaliinia joka vaikuttaa sydämen syketiheyteen ja nonadrenaliinia joka vaikuttaa verisuonten seinämien tonukseen. (Hakkarainen ym. 2010, 346-347; Waugh & Grant 2010, 88-90.)

Koska leikkaus ja anestesia vaikuttavat verenkiertoon, on verenkierron seuranta tärkeää. Anestesiassa käytettävät aineet heikentävät refleksejä, jotka suojaavat verenkiertoa. Verenkiertoa seurattaessa saadaan myös tietoa esimerkiksi anestesian syvyydestä, jos verenpaine ja syke nousevat paljon, potilas on mahdollisesti kivulias tai ei ole riittävän syvässä unessa. Verenkierron tarkkailuun kuuluu sydämen sykkeen, rytmihäiriöiden, veritilavuuden ja verenpaineen tarkkaileminen. (Lukkari ym. 2010, 314-315.) Sydämen sykettä seurataan leikkauksen aikana esimerkiksi EKG-monitorista ja pulssioksimetrasta (Milton 2009). EKG-käyrästä nähdään, onko potilaalla normaali sinusrytmi, vai mahdollisesti jotakin rytmihäiriötä, myös mahdollinen sydänlihasiskemia näkyy usein EKG-käyrässä. Rytmihäiriöt leikkauksen aikana voivat kertoa potilaan kivusta tai esimerkiksi hapenpuutteesta. Syke kertoo siitä, kiertääkö elimistössä riittävästi verta. Liian matala syke voi kertoa liian syvästä nukutuksesta, korkea syke voi olla merkki kivusta. Verenpaineen muutokset voivat johtua monista syistä. Korkea verenpaine kertoo yleensä nukutuksen riittämättömyydestä, kivusta, hypoksiasta tai siitä että potilaan verenkierrossa on liikaa hiilidioksidia. (Lukkari ym. 2010, 314-315.)

Joskus potilaalta täytyy mitata verenpainetta erityisen tarkasti. Silloin verenpaineen mittaamisessa voidaan käyttää valtimopaineen mittausta. Valtimopainetta mitataan arteriakanyylin kautta, joka yleensä sijaitsee potilaan käsivarressa, värttinävaltimossa. Eri-tyisen tarkka verenpaineen mittaaminen on tarpeen usein silloin, kun potilas on vakavasti sairas. Esimerkiksi verenpainetautia, sydämen vajaatoimintaa tai sepelvaltimotautia sairastava potilas kärsii herkästi verenkierron leikkauksen aikaisista vaihteluista. Mittaustulokset automaattimittarilla ovat usein epäluotettavia, koska se näyttää verenpaineen pienellä viiveellä. Myös mittausvirheiden riski on suuri, jos potilaan verenpaine on kovin vaihteleva. Automaattimittarilla jatkuva mittaaminen voi aiheuttaa potilaan käsivarteen

liiallista puristusta, josta voi seurata käden kiputiloja, mustelmia ja turvotusta. Keskuslaskimokatetri on toinen vaihtoehto potilaan leikkauksen aikaiseen verenpaineen tarkkailuun, kun tarvitaan tarkkaa mittaustulosta. Keskuslaskimokatetri mittausvälineenä on hyvä silloin, kun tarvitaan tietoa keskuslaskimon verenpaineesta, kun arvioidaan potilaassa kiertävän veren riittävyttä, sen avulla halutaan suunnitella nestehoitoa, kun potilaaseen siirretään suuria määriä verta, tai kun ollaan tekemässä hyvin pitkään kestäväää leikkausta. (Lukkari ym. 2010, 314-315.)

Hypovolemia, eli tilanne jossa verta liikkuu potilaan verisuonissa liian vähän, voi aiheuttaa verenpaineen laskua. Myös liian vähäinen veren paluu sydämen oikeaan eteiseen, voi johtaa verenpaineen laskemiseen. (Lukkari ym. 2010, 314-315.) Jos potilas vuotaa verta sen verran, että verta ei kierrä riittävästi verisuonissa, syke alkaa nousta. Sykkeen nousu on elimistön vaste liian vähäiseen verenkiertoon, kun elimistö yrittää pitää yllä tarpeeksi suurta minuuttivirtausta. Kammioperäiset rytmihäiriöt ovat vuototilanteessa harvinaisia. Useimmiten potilaalle ilmaantuu sinustakykardia, tai jokin muu eteisperäinen rytmihäiriö. Kun potilas vuotaa, yleensä sykkeen nousun lisäksi verenpaine laskee. Verenvuodon alussa verenpaine voi olla kuitenkin normaali tai korkeampi kuin normaalisti. Erityisesti nuorilla ihmisillä verenpaine saattaa laskea vasta sitten, kun verenvuoto on jo suurta. Jos systolinen verenpaine laskee alle 90 mmHg ja keskiverenpaine alle 60-70 mmHg, se on usein merkki verenvuodosta, tässä täytyy kuitenkin ottaa huomioon potilaan aiempi verenpaine. Verenvuodosta kertoo myös potilaan kylmä periferia, hidastunut kapillaaritäytyttö ja potilaan kirjava tai sinertävä ihon väri. Verenvuototilanteessa veri jakautuu ylläpitämään tärkeimpien elimien verenkiertoa, siksi periferian verenkierto hidastuu. (Varpula 2014, 966.)

#### 4.2 Hengityksen fysiologia

Keuhkotuuletus eli ventilaatio voidaan jakaa sisäänhengitykseen eli inspiraatioon ja uloshengitykseen eli ekspiratioon. Ventilaatio perustuu alveolipaineeseen eli keuhkojen sisäpuoliseen paineeseen. (Waugh & Grant 2010, 249; Leppäluoto ym. 2017, 204, 210-213.) Ilma siirtyy suuremman ilmanpaineen alueelta pienemmän paineen alueelle, jolloin alveolipaineesta riippuu, virtaako ilma sisään vai ulos (Sand ym. 2012, 362). Alveolipaine vaihtelee inspiraation ja ekspiration tahdissa. Hengityksen mekaniikkaan vaikuttaa

myös intrapleuraalinen eli pleuraontelon alipaine. Se syntyy eri suuntiin vetävistä voimista, kun keuhkot pyrkivät kimmoisuutensa vuoksi painumaan kasaan ja rintakehä laajenemaan (Nienstedt ym. 2004, 274-275; Hofmann ym. 2016; Leppäluoto ym. 2017, 209-210.) Ilmatiepaineen ja pleurapaineen erotusta kutsutaan transpulmonaalipaineeksi. Se määrittelee keuhkokudoksen kimmoisuutta eli vetovoimaa, joka pitää keuhkot laajeneina rintaontelossa. (Sand ym. 2012, 365; Aittomäki & Valta 2014; Okkonen 2015; Hofmann ym. 2016.)

Inspiraatio on ventilaation aktiivinen vaihe, joka vaatii lihasten supistustyötä. Inspiraation aikana keuhkoihin syntyy alipaine, jolloin ilma pääsee virtaamaan sisään. Ilmaa virtaa sisään, kunnes alveolien ja ulkoilman välinen paine-ero tasoittuu. Ekspiraatio on ventilaation passiivinen vaihe joka alkaa, kun sisäänhengityslihakset relaksoituvat. Lihasten relaksoituessa keuhkokudoksen kimmosäikeet alkavat vetää keuhkoja ja rintakehää kokoon. Keuhkoihin syntyy ylipaine ja ilma alkaa virrata keuhkoista ulos. (Sand ym. 2012, 362-363; Leppäluoto ym. 2017, 213-215.) Ventilaatio voidaan jakaa myös alveoliventilaatioon ja kuolleeseen tilan ventilaatioon. Alveoliventilaatiolla tarkoitetaan kaasujen vaihtoon hengitettävää ilman määrää. Kaikki ilma ei pääse keuhkorakkuloihin saakka, vaan jää hengitysteihin. Hengitysteihin jäävää ilman määrää kutsutaan kuolleeksi tilaksi, koska se ei osallistu kaasujenvaihtoon. (Waugh & Grant 2010, 249-250; Sand ym. 2012, 367; Leppäluoto ym. 2017, 215.) Aikuisen keskimääräinen kertahengitystilavuus eli amplitudin määrä on levossa 500ml (Nienstedt ym. 2004, 276-277; Sand ym. 2012, 367; Leppäluoto ym. 2017, 215). Amplitudin määrästä kuollut tila on istuvalla henkilöllä keskimäärin 150ml ja selällään makaavalla 100ml. Kuolleeseen tilan määrä kasvaa ikääntyessä ja intubaatio pienentää sitä. (Aittomäki & Valta 2014.) Mitä pinnallisempaa hengitys on, sitä vähemmän ilmaa pääsee alveoleihin saakka. Tavallinen hengitystiheys aikuisella on levossa 12-14 kertaa minuutissa, jolloin minuuttiventilaatio on 6-7 litraa. Hengitystilavuus on kuitenkin aina yksilöllinen, se vaihtelee iän, sukupuolen ja pituuden mukaan. (Leppäluoto ym. 2017, 215-216.)

Hapen ja hiilidioksidin vaihto alveoleissa ja hiussuonissa tapahtuu diffuusiona. Alveolien ja hiussuonien välillä on ohut seinämä, jonka läpi kaasujenvaihto tapahtuu. Seinämä koostuu alveolien yhdenkertaisesta levyepiteelistä, hiussuonien seinämän endoteelisolusta sekä niiden välissä olevasta tyvikalvosta. (Waugh & Grant 2010, 250-252; Sand ym. 2012, 359-360, 369.) Ohuen kalvon vuoksi diffuusiomatka on lyhyt, jonka ansiosta hapen ja hiilidioksidin vaihtuminen on nopeaa sekä tehokasta (Sand ym. 2012, 360; Leppäluoto ym. 2017, 218).

Veri kuljettaa hapen kaikkialle elimistön kudoksiin. Veren happipitoisuus on keuhkoista lähtiessä normaalisti 200 ml/l. Sydämen minuuttitilavuus on 5 l, jolloin elimistöön tulee happea 1000 ml minuutissa. Elimistön hapenkulutus on huomattavasti vähemmän, levossa noin 250 ml/min. Rasituksessa hapenkulutus nousee. (Sand ym. 2012, 370.) Suurin osa hapesta sitoutuu hemoglobiinin rautaan ja pieni osa liukenee vereen. Veren happikyllästeisyys eli happisaturaatio kuvaa hemoglobiiniin sitoutuneen hapen määrää sen kokonaiskapasiteettiin nähden. (Hakkarainen ym. 2010, 370; Sand ym. 2012, 369-370; Leppäluoto ym. 2017, 217-219.) Happisaturaatio ilmoitetaan prosenttilukuna ja on valtimoverenkierrossa normaalisti noin 97%. Kudoksissa hapesta käytetään levossa noin 20-25%, jolloin laskimoveren happisaturaatioksi jää 70-75%. (Hakkarainen ym. 2010, 370; Leppäluoto ym. 2017, 217-219.)

Happi diffundoituu kudosten hiussuonista kudostenesteeseen ja sitä kautta soluihin (Hakkarainen ym. 2010, 370; Sand ym. 2012, 369). Solut käyttävät happea aineenvaihdunnassa. Aineenvaihdunnan aikana solut muodostavat hiilidioksidia, mikä diffundoituu soluista kudostenesteeseen kautta verenkiertoon. Hiilidioksidin osapaine on keuhkojen hiussuonissa alveoli-ilmaa suurempi, joten sitä diffundoituu jatkuvasti alveoleihin ja uloshengityksen mukana ulkoilmaan. (Hakkarainen ym. 2010, 371; Sand ym. 2012, 371-372; Leppäluoto ym. 2017, 222.) Laskimoveressä hiilidioksidia on noin 550ml/l (Leppäluoto ym. 2017, 222).

Hengityksen säätelyyn osallistuvat aivojen hengityskeskus ja elimistön eripuolilla sijaitsevat reseptorit, jotka lähettävät viestejä hengityskeskukseen (Nienstedt ym. 2004, 286; Sand ym. 2012, 372-373; Leppäluoto ym. 2017, 223). Hengityksen säätely voidaan jakaa humoraaliseen ja neuraaliseen säätelyyn. Humoraalinen säätely perustuu veren hiilidioksidin, hapen sekä vetyionien muutoksiin. Neuraalisella säätelyllä taas tarkoitetaan hermoimpulsseihin perustuvaa säätelyä. (Nienstedt ym. 2004, 286-288; Hakkarainen ym. 2010, 372.) Sisäänhengityskeskuksen hermosolut huolehtivat hengitystiheydestä. Hermosolut lähettävät säännöllisesti impulsseja selkäytimen motoneuroneihin, jolloin sisäänhengitysilihakset aktivoituvat. Impulssien loputtua lihakset veltostuvat ja uloshengitys alkaa automaattisesti keuhkojen ja rintakehän kimmoisuuden vuoksi. Voimakkaassa hengityksessä uloshengityksen hermosolut lähettävät impulsseja, jolloin myös uloshengitys tapahtuu aktiivisesti lihastyön avuin. Keuhkokudoksessa sijaitsee aistinsoluja, jotka reagoivat venytykseen, kun kertahengitystilavuus ylittää yhden litran. Kertahengitystilavuuden kasvaessa liian suureksi aistinsolut aktivoituvat ja estävät sisäänhengityskeskuksen impulssien muodostuksen. (Sand ym. 2012, 373-374.)

Sisäänhengityskeskukseen aktivoitumiseen vaikuttaa valtimoveren happi- ja hiilidioksidiosapaine sekä vetyionipitoisuus. Niiden muutoksia rekisteröi jatkuvasti sentraaliset ja perifeeriset kemoreseptorit. Tärkein hengityksen säätelyyn vaikuttava tekijä on selkädinnesteen happamuus. Selkädinnesteen happamuuteen vaikuttaa valtimoverenkierrosta selkädinnesteeseen diffundoitunut hiilidioksidi. Sentraaliset kemoreseptorit reagoivat aivo-selkädinnesteen pH:n muutoksiin. Hiilidioksidiosapaineen kasvaessa hengitys tiheytyy ja syvenee, kunnes hiilidioksidiosapaine on normaalitasolla. Perifeeriset kemoreseptorit reagoivat valtimoveren happiosapaineen muutoksiin. Vasta suuri noin 40% happiosapaineen aleneminen saa kemoreseptorit lähettämään sisäänhengityskeskukselle tiheämmin impulsseja, jolloin keuhkotuuletus lisääntyy voimakkaasti ja elimistöön virtaa enemmän happea. (Waugh & Grant 2010, 253; Sand ym. 2012, 374-375.)

Moniin anestesiatoimenpiteisiin liittyy hengityslaman riski (Niemi-Murola 2016). Hengityksen valvonnassa seurataan hengitystyötä sekä kaasujenvaihtoa eli hapettumista. Hengitystyötä valvoessa seurataan hengitystaajuutta sekä hengitysmekaniikkaa. Hengitystaajuuden suurentuminen kertoo hapettumishäiriöstä ja lisääntyneestä hengitystyöstä. Potilaan tilan heikkeneminen vaikuttaa herkästi hengitystaajuuteen. (Junttila 2014, 19.) Hapettumista sekä tuulettumista valvotaan hengitysilman happea, hiilidioksidia sekä anestesiakaasuja monitoroimalla. (Lukkari ym. 2010, 311.) Hapetsaturaatiomittarin käyttö on tehokas tapa seurata potilaan hapettumista. Anestesian aikana potilaan happi- ja hiilidioksidiosapainetta seurataan valtimoveren verikaasuanalyysin avulla (Aittomäki & Valta 2014.) Ilman apuvälineitä hengitystä voidaan seurata hengitystaajuutta, ihon väriä, hengitysmekaniikkaa sekä apuhengityslihasten käyttöä. Hengitysääniä kuuntelemalla voidaan selvittää hengitysvaikeuden syytä. (Junttila 2014, 19.)

### 4.3 Hermoston ja kivun fysiologia

Hermokudoksen tehtävänä on johtaa hermoimpulsseja nopeasti eteenpäin. Hermosolun ja kohdesolun yhdistää hermopäätteissä sijaitsevat synapsit. Synapsi mahdollistaa hermoston kyvyn käsitellä tietoa, muistaa ja palauttaa sitä mieleen sekä oppia uutta. (Sand ym. 2012, 104; Armin 2013.)

Hermoston tilavuudesta noin puolet ovat hermotukisoluja, joiden tehtäviin kuuluu muun muassa muodostaa keskushermoston hermosoluja suojaava tukiverkko. Hermotukisoluja on monia eri tyyppisiä, joilla kaikilla on oma tehtävä. Hermosolut ja hermotukisolut viestivät keskenään välittäjäaineiden avulla. (Sand ym. 2012, 105.) Hermotukisoluista tärkeimmät ovat oligodendrosyytit sekä Schwannin solut. Näiden solujen tehtävänä on muodostaa myeliinituppi aksonien ympärille. Myeliini on oligodendrosyyttien ja Schwannin solujen solukalvoilla oleva rasva-aine, joka kertyy aksonin pinnalle. Gliasoluja ovat myös astrosyytit, endyymasolut sekä mikroglia-solut. (Armin 2013; Leppäluoto ym. 2017, 383.) Astrosyytit muodostavat aivojen pinnalle veri-aivoesteeseen, joka on tärkeä suojaamuri verenkierron ja keskushermoston välillä. Sen tehtävänä on rajoittaa erilaisten aineiden pääsyä verenkierrosta aivoihin. (Wilhelm ym. 2011.) Mikroglia-solut tuhoavat keskushermostosta vieraita mikro-organismeja sekä kuolleita hermosoluja. Aivokammioita reunustavista endyymasoluista osa tuottaa aivo-selkäydinnestettä. (Armin 2013; Leppäluoto ym. 2017, 383.) Aivo-selkäydinneste muodostuu pääsääntöisesti sivukammioiden seinämissä olevista endyymasoluissa. Aivokammioiden kautta likvori pääsee virtaamaan subaraknoidaalitilaan. Likvori poistuu kovakalvon lehtien välissä olevista veriviemäreistä. (Gato ym. 2014.; Leppäluoto ym. 2017, 404-406.) Aivo-selkäydinneste vaihtuu useita kertoja vuorokaudessa ja sitä muodostuu noin 500 millilitraa päivittäin (Leppäluoto ym. 2017, 404-406).

Hermosolujen pinnalla olevassa solukalvossa tapahtuu sähköisiä muutoksia, joka saa aikaan tiedon kulun hermosolujen välillä. Tieto kulkee hermoissa hermoimpulsseina ja synapsien kautta tieto kulkee välittäjä aineiden avulla solusta toiseen. (Waugh & Grant 2010, 138-145; Leppäluoto ym. 2015, 383.) Hermosoluimpulsseja voi laukaista esimerkiksi solukalvon spontaanit sähköpurkaukset, hermosoluista tulevat synapsiärsykkeet tai aistinsolujen ärsytys (Sand ym. 2012, 107). Hermosyyt eli aksonit voidaan toimintansa perusteella jakaa vieviin eli efferentteihin ja tuoviin eli afferentteihin hermosyihin. Motoriset hermosyyt eli liikehermosyyt vievät tietoa keskushermostosta ääreishermostoon, kun taas sensoriset hermosyyt tuovat tietoa keskushermostoon. (Waugh & Grant 2010, 138-145; Leppäluoto ym. 2015, 383.)

Hermoston tehtävänä on ottaa informaatiota vastaan elimistön tilasta ja sen ympäristöstä, muokata sekä kuljettaa tietoa ja sen mukaan ohjata elimistön toimintaa (Nienstedt ym. 2004, 517; Leppäluoto ym. 2017, 382). Hermoston toiminta on kolmivaiheista. Ensin eri aistinreseptorit saavat informaatiota, joka siirtyy hermoimpulsseina ääreishermoja pitkin keskushermostoon. Keskushermosto käsittelee saamansa tiedon ja lopuksi reagoi

informaatioon tarpeen mukaan esimerkiksi lihastoiminnan avulla. (Hakkarainen ym. 2010, 210.) Hermosto jaetaan fysiologian mukaan somaattiseen ja autonomiseen hermostoon. Somaattinen eli tahdonalainen hermosto säätelee poikkijuovaisen lihaksiston liikkeitä. Se hermottaa luustolihaksia kiihdyttäen lihassolun toimintaa. Autonominen eli tahdosta riippumaton hermosto puolestaan säätelee sileän lihaksiston ja sydänlihaksen liikkeitä sekä vaikuttaa rauhasen eritykseen. Se joko kiihdyttää tai estää kohdesolujen toimintaa ja ylläpitää elimistön sisäistä tasapainoa sekä huolehtii stressitilanteen aikana voimavarojen saamisesta. Autonominen hermosto voidaan jakaa kriisitilanteessa aktivoituvaan sympaattiseen hermostoon ja levossa aktivoituneeseen parasympaattiseen hermostoon. (Leppäluoto ym. 2017, 134.) Autonomisella ja somaattisella hermostolla on kuitenkin paljon yhteyksiä. Esimerkiksi pelottavan asian katsominen tai kuuleminen nostaa pulssia, ja voi saada aikaan virtsaamistarpeen. (Nienstedt ym. 2004, 538; Hakkarainen ym. 2010, 209, 220.)

Kipu, joka varoittaa kudostuhosta ja joka häviää, kun ongelma on poistunut, on normaalia eli fysiologista kipua. Sairaalloinen, eli patologinen kipu on sellaista kipua, joka on suhteettoman kovaa verrattuna kivun aiheuttajaan. Akuutti kipu tarkoittaa äkillistä kipua, eli sitä, että kipu häviää pian, kun kipua aiheuttava tekijä on poistunut. Krooninen kipu taas on pitkäkestoista kipua. (Hakkarainen ym. 2010, 246.) Kipu johtuu kehoon kohdistuvasta ärsykkeestä, joka uhkaa aiheuttaa, tai aiheuttaa kudonvaurioita. Esimerkiksi paine, iskemia, tulehduksen aikana vapautuvat välittäjäaineet, liian korkeat tai matalat lämpötilat voivat aiheuttaa kipua. (Hakkarainen ym. 2010, 243; Vierimaa & Laurila 2014, 299.) Myös pisto ja ärsyttävän aineen iholle tai limakalvolle joutuminen aiheuttaa kipua (Hakkarainen ym. 2010, 243-244).

Kipuaistilla on kuitenkin tarkoituksensa, se suojaa ihmistä vaurioilta. Kipu on normaalisti epämiellyttävä tunne, joten ihminen kiinnittää siihen huomionsa ja mahdollisesti välttyy vaurioilta. (Kalso 2009; Hakkarainen ym. 2010, 243-244.) Kun kipu on kestänyt vähän aikaa, kipu on syvempää ja keskittyy laajemmalle alueelle. Se saa ihmisen varjelemaan kipeää aluetta, jotta se saa rauhassa parantua. Tämä kivun vaihe on tärkeää paranemisen kannalta. (Kalso 2009.) Kipuaisti voi puuttua ihmiseltä synnynnäisesti. Silloin ihminen joutuu usein tilanteisiin, jossa kehoon syntyy vaurioita. (Kalso 2009; Hakkarainen ym. 2010, 243-244.) Myös tunne kivun epämiellyttävyydestä voi kadota, silloin kipu tuntuu, mutta ihminen ei siitä välitä. Kivun epämiellyttävyyden tunteen katoaminen johtuu usein aivovauriosta. Kutinan tunne saattaa olla yksi kivun tunteen alamuodoista, sillä jos ihmiseltä katoaa kipuaisti, myös kutinan tunto usein puuttuu. (Hakkarainen ym. 2010,

243-244.) Kehon akuuttien suojaustehtävien jälkeen kipu muuttuu haitalliseksi. Mitä kriittisemmässä tilassa potilas on, sitä suurempia fysiologisia seurauksia kivulla on. Esimerkiksi sydäninfarktin aiheuttama kipu lisää sydämen työmäärää ja hapen kulutusta, niin että sydämen lihasvaurio voi laajentua. Kivun yhteydessä myös kipeän alueen lihakset supistuvat, joka voi johtaa siihen, ettei kudokseen pääse riittävästi happea, jolloin kudokset voi mennä kuolioon. Jos potilaalla on rintakehän alueella vaurioita, se voi vaikuttaa hengittämiseen ja yskimiseen, jolloin hapetus huononee ja hengitysteihin voi kertyä eritteitä. Voimakas kipu voi aiheuttaa sokeritasapainon häiriöitä ja antidiureettisen hormonin erityksen lisääntymistä, joka johtaa virtsamäärän vähenemiseen ja mahdollisesti virtsaumpeen. Kipu lamaa myös ruuansulatuskanavaa ja mahahappojen erityks voi lisääntyä. (Kalso 2009.)

Kipureseptorit eli nosiseptorit ovat vapaita hermopäätteitä. Nosiseptoreita on paljon selulaisten elimien seinämissä, jotka ovat putkimaisia tai pussimaisia. Niitä on paljon esimerkiksi ihosta, suolessa, virtsanjohtimissa ja sappiteissä. On myös paikkoja, joissa nosiseptoreita ei juurikaan ole. Esimerkiksi aivoissa, keuhkoissa, rustossa tai tiiviissä luussa ei ole paljoakaan kipureseptoreita. Niitä ympäröivissä kalvoissa on paljon nosiseptoreita, kuten keuhkopussi ja luukalvo. (Hakkarainen ym. 2010, 244; Vierimaa & Laurila 2014, 299-301.) Elimissä joissa ei ole kipureseptoreita, esimerkiksi kasvaimet pääsevät helposti kehittymään pitkäänkin ennen kuin ne kasvavat kiinni elintä ympäröivään kalvoon ja alkavat aiheuttaa kipua (Hakkarainen ym. 2010, 244). Kahdenlaiset hermosolut välittävät kipuimpulsseja (Kalso & Kontinen 2009; Hakkarainen ym. 2010, 243-244; Vierimaa & Laurila 2014, 299-301). Hitaampia kipuimpulsseja välittävät myeliinitupettomat hermo-tyypit. Hitaampien hermo-tyyppien välittämä kipu on hankalasti paikallistettavaa, jomottavaa, tylppää ja särkevää kipua. Nopeiden hermo-tyyppien välittämä kipu on terävää ja pistävää. Nopeaa kipuimpulssia lähettävät myeliinitupelliset hermo-tyypit jopa 30 metrin sekuntivauhdilla. Kipurata sijaitsee selkäytimen sivujuosteessa. Ensimmäinen hermosolu, joka välittää kipua on spinaaligangliossa, eli selkäytimen takajuuren hermosolussa. Siellä se on yhteydessä toiseen hermosoluun, joka sijaitsee selkäytimen sivujuosteessa ja jatkuu aivorunkoon tai talamukseen. Sieltä kipurata jatkuu isoivokuoreen. Kipuradan toimintaan vaikuttavat myös hermosolut, jotka eivät kuulu kipurataan. Kipuradan vieressä kulkeva tuntorata voi estää välineuronien avulla kipuimpulssien etenemistä aivoihin. Muiden kosketukseen liittyvien aistien aktivoiminen voi siis lievittää kipua. Kipualueeseen tai sen viereiseen alueeseen koskettaminen tai alueen varovasti hierominen voi siis helpottaa kipua. (Hakkarainen ym. 2010, 243-244; Vierimaa & Laurila 2014, 299-301.) Tämä

tapahtuu myös silloin kun esimerkiksi iholle tulleeseen haavaan puhalletaan, ja se helpottaa vähän kivun tunnetta. Kivun hoidossa käytetyt lämpö- ja kylmähoidot todennäköisesti perustuvat tähän. (Vierimaa & Laurila 2014, 299-301.) Myös motivaatioon ja tunnetiloihin liittyvät tekijät voivat hillitä kipua, jos ihminen on esimerkiksi todella jännittynyt niin hän ei välttämättä huomaa haavaa, jonka on juuri saanut (Hakkarainen ym. 2010, 244).

Kipua on monenlaista. Se voi olla pintakipua, syväkipua, viskeraalista kipua, parietaalista kipua, projektiokipua ja heijastuskipua. Iholta tai pinnallisilta limakalvoilta alkavaa kipua sanotaan pintakivuksi. Pintakipuun johtavat impulssit liikkuvat kahdenlaisien hermosyiden kautta. Terävää ja tarkasti paikannettavaa kipua välittävät nopeat hermosyyt. Pintakipu ei heijastu muualla kipualueelta. Tämän jälkeen kipu muuttuu epämääräiseksi, jomottavaksi tai polttavaksi kivuksi. Sellaista impulssia kuljettavat hitaammat hermosyyt. Sellainen kipu voi jatkua pitkiäkin aikoja. Syväkipu tuntuu nivelpusseissa, luissa, luukalvoissa, lihaksissa ja lihasjänteissä. Syväkipu voi olla esimerkiksi päänsärkyä, nivelkipua, lihassärkyä ja hammassärky. Syväkipu saattaa heijastaa kipua kipualueen ympäristöönkin. Lihaskipu voi olla haasteellinen siitä johtuen, kun kipu supistaa kipeän alueen lihaksia, jolloin lihakseen kehittyä hapenpuutetta, joka sitten lisää kipua. Viskeraalinen kipu eli sisälmyskipu, on sisäelimestä peräisin olevaa kipua. Kipu on usein vaikeasti paikannettavissa ja siitä johtuen ihmisellä voi olla myös esimerkiksi hikoilua, verenpaineen ja pulssin muutoksia. (Hakkarainen ym. 2010, 245.) Viskeraalinen kipu voi olla peräisin elimestä tai sen seinämästä (Vierimaa & Laurila. 2014, 299). Parietaalinen kipu eli seinämäkipu on peräisin kehon eri onteloiden seinämistä. Se on yleensä helposti paikannettavissa olevaa kipua. Parietaalista kipua voi olla esimerkiksi umpilisäkkeen tulehdus silloin kun tulehdus on levinnyt vatsakalvoon asti. Umpilisäkkeen tulehdukseen liittyvä kipu on kuitenkin alkuun viskeraalista kipua. (Hakkarainen ym. 2010, 245.)

Projektiokipu johtuu siitä, kun kipuradat aktivoituvat syystä tai toisesta jossakin kohtaa kipurataa. Kipuaistimus heijastuu kipuradan lähtöalueille. Esimerkiksi kun ihminen lyö kyynärpänsä johonkin ja osuu kyynärhermoon, kipu on kova ja se säteilee sormiin. Toinen esimerkki projektiokivusta on iskiaskipu, joka johtuu hermojuuren puristuksiin joutumisesta selkärangassa, mutta itse kipu tuntuu jalassa. Heijastuskipu on sitä, kun esimerkiksi sisäelimen kipu aiheuttaa pinnallista kipua. Esimerkiksi sydänlihaksen iskemiakipu tuntuu laajalla alueella rintalastan takana puristavana kipuna. Se myös usein säteilee vasempaan käsivarteen. Jos rintakipu ilmenee hyvin pienellä, parin senttimetrin alueella, se ei yleensä ole sydänlihaksen iskeemistä kipua, vaan jonkin muun lihaksen tai esimerkiksi jänteen kipua. Ihmisellä voi olla myös psykogeenistä kipua, eli kipua jolle ei löydetä

elimellistä syytä. Psykogeenisestä kivusta on kyse silloin, kun esimerkiksi masennus aiheuttaa tai voimistaa potilaan kipuja. Psykogeeninen kipu voi johtua neuropaattisesta tai neurogeenisestä syystä. (Hakkarainen ym. 2010, 245-246.)

Anestesian syvyyden, lihasrelaksaation sekä kivun tarkkailu ovat keskeisessä osassa leikkauksen aikaisia tarkkailutehtäviä. (Karma ym. 2016, 129). EEG eli elektroenkefalografia monitorointi mittaa aivojen sähköistä toimintaa ihon päälle asetettavien elektrodien avulla. EEG:ssä näkyvät sähköaallot syntyvät aivokuorella. Leikkaussalissa EEG:tä käytetään anestesian syvyyden arvioinnissa. EEG piirtyy reaaliaikaisesti monitoriin, josta pystyy seuraamaan koko leikkauksen aikana potilaan aivosähkötoimintaa. (Saastamoinen & Lehtomäki 2010, 274; Jäntti 2014.) Laite mittaa aivosähkökäyrän indeksin jonka arvot ovat 0-100. Täysin hereillä olevalla potilaalla arvo on 100, kun taas maksimaalisen syvässä unessa olevan potilaan arvo on 0. Esimerkiksi yleisanestesiassa sopiva arvo on 40-60. Kun potilaan uni syvenee, aivosähkökäyrä säännöllistyy numeroarvojen pienenemässä. (Karma ym. 2016, 77.)

Lihasselaksaation arvioinnissa asetetaan kaksi elektrodia potilaan ranteeseen kyynärluun puolelle kyynärhermon päälle. Suomessa käytetyin lihasrelaksaation mittaustapa on TOF- eli train of four -menetelmä. Tässä potilaalle annetaan peräkkäin neljä sähkösykäystä hermoon. TOF mittaa ensimmäisen ja viimeisen sähköärsyksen antaman vasteen. Laite laskee sen, kuinka monta prosenttia lihasvoimasta on palautunut. Lihastetta voidaan arvioida joko visuaalisesti tai asettamalla peukalon ja etusormen väliin liikettä rekisteröivän muovisen elektrodin. (Karma ym. 2016, 77.)

Jos potilas on nukutettu, hän ei pysty kertomaan kivuistaan. Sen vuoksi kipuja seurataan pääasiassa seuraamalla vitaalinelintoimintojen muutoksia, sekä mahdollisia kehon ulkoisia kivun merkkejä. Sydämen sykettä ja verenkiertoa arvioidaan ja verrataan arvoihin, jotka on mitattu aikaisemmin. (Karma ym. 2016, 129.) Useimmiten kipu vaikuttaa verenkiertoon nostamalla sykettä ja verenpainetta, sekä aiheuttamalla rytmihäiriöitä (Lukkari ym. 2010, 314-315). SPI eli Surgical Pleth Index- mittarin avulla voidaan mitata potilaan kipua. SPI mittaa kudonvaurioista johtuvaa kipua eli nosiseptiivistä kipua. Nukutettu potilas ei tunne kipua, mutta kudonvaurio aktivoi nosiseptoria, joka aiheuttaa nosiseptiivisen vasteen. Mittari näyttää arvoja 0-100. Mitä pienempi arvo on, sitä riittävämpi kipulääkitys potilaalla todennäköisesti on. (Karma ym. 2016, 77). Kipua voi mitata myös VAS-kipumittarilla (Terveysportti). Kipu voi myös näkyä hengityksen tarkkailumonitoreissa.

Uloshengityksen hiilidioksidipitoisuus voi nousta ja kapnogrammikäyrä voi olla epäsäännöllinen. Kapnogrammikäyrä havainnollistaa hiilidioksidin määrää uloshengitysilmassa. (Karma ym. 2016, 121-129.)

#### 4.4 Lämmönsäätelyn fysiologia

Ihmisen lämpötila on eri ihmisen eri osissa. Korkeimmat lämpötilat ovat rintakehän ja vatsaontelon alueella, sekä aivoissa. Tätä lämpötilaa kutsutaan sisälämpötilaksi, syvälämpötilaksi tai ydinlämpötilaksi. Ydinlämpötila on hyvin säädelty, eikä siinä ole paljoakaan vaihtelua ja se on normaalisti noin 37°C. Lämpötila vaihtelee jonkin verran, esimerkiksi unen aikana lämpötila on hieman erilainen. (Hakkarainen ym. 2010, 442-443; Waugh & Grant 2010, 357; Vierimaa & Laurila 2014, 321; Leppäluoto ym. 2017, 309-310.) Myös kuukautiskierron vaiheet vaikuttavat hieman naisilla kehon lämpötilaan (Günter ym. 2014). Jos elimistön lämpötila alkaa normaaleissa olosuhteissa nousemaan yli 42°C, ihmiselle alkaa tulla kouristuksia ja nopeita aivomuutoksia. Myöskään lämpötasapaino ei pysty itsenäisesti palaamaan normaaliksi, jos lämpötila pääsee nousemaan riittävän korkeaksi. Kun lämpötila alkaa normaaleissa olosuhteissa laskea alle normaalin lämpötilan, ihmisestä tulee unelias. Alle 31°C alkaa olla jo hengenvaarallinen, ihmiselle alkaa tulla sydämen rytmihäiriöitä. Kun lämpötila laskee alle 30°C, tajunnantila heikenee. Alle 26°C ihmisen refleksit katoavat ja hengitys pysähtyy. (Hakkarainen ym. 2010, 442; Saarelma 2017.) Pintalämpötilat vaihtelevat suuresti pintaverenkierrosta ja ympäristön lämpötilasta riippuen. Ydin- ja pintalämpötilan raja kuitenkin on vaihteleva. Jos ihminen on hyvin lämpimässä ympäristössä, niin pintalämpötila voi olla hyvinkin sama kuin ydinlämpötila. Kylmässä ympäristössä taas ydinlämpötila rajoittuu tarkasti aivoihin ja rintaonteloon, sekä vatsaonteloon. Hyvin monet elimistön toiminnot ovat vaikuttavat lämmönsäätelyyn, melkein kaikki aineenvaihduntareaktiot tuottavat lämpöä. Poikkijuovaiset lihakset tuottavat paljon lämpöä, kuin myös sisäelimet ja aivot. (Hakkarainen ym. 2010, 442-443; Waugh & Grant 2010, 357; Vierimaa & Laurila 2014, 321; Leppäluoto ym. 2017, 299-302.) Ihmisen elimistö pitää lämpötilaa tietyllä tasolla säätelemällä lämmöntuotantoa ja lämmönhukkaa (Vierimaa & Laurila 2014, 322). Elimistöstä lämpöä poistuu säteilemällä, johtumalla, kuljettumalla ja haihtumalla (Hakkarainen ym. 2010, 442-445; Vierimaa & Laurila 2014, 322; Hassi & Ikäheimo 2013; Leppäluoto ym. 2017, 302).

Säteilemällä tapahtuva lämmönhukka on keskeisin muoto luovuttaa lämpöä. Jopa 60-90 prosenttia lämmönhukasta on säteilemällä tapahtuvaa. Säteilemällä tapahtuva lämmönhukka tarkoittaa sitä, kun lämpimästä pinnasta lämpö säteilee kohti kylmiä pintoja. (Hakkarainen ym. 2010, 443; Leppäluoto ym. 2017, 302.) Haihtuminen on hyvin tehokas keino luovuttaa lämpöä. Vesi sitoo paljon lämpöä itseensä. Kun keho lämpenee esimerkiksi rasiuksen tai kovin lämpimän ympäristön takia, ihminen hikoilee. Hikoillessa vesi haihtuu iholta itseensä lämpöä sitoen, ja näin viilentää kehoa. Mikäli ihmisen lämpötila on liian suuri, myös hengitys voi kiihtyä, sillä hengityksen kautta haihtuu myös lämpöä. (Waugh & Grant 2010, 357-358; Vierimaa & Laurila 2014, 322.) Johtuminen on myös tehokas lämmön luovutuksen muoto, mutta usein melko merkityksetön. Silloin kun ihminen on seisovassa asennossa, lämpöä johtuu pois vain jalkapohjien kautta. Jos ihminen on makaavassa asennossa, lämmön johtuminen on voimakasta, ellei ihmisen alla ole jotakin eristettä. Kuljettuminen tarkoittaa sellaista lämmön luovutusta, kun tuuli kuljettaa lämpöä ihmisen ihon ja vaatetuksen pinnalta pois. (Leppäluoto ym. 2011, 312.)

Perusaineenvaihdunta tuottaa jatkuvasti lämpöä. Kun ihminen lepää, lämpöä syntyy lihaksissa, maksassa ja aivoissa. Jos ympäristö on kylmä, lihakset alkavat vähän supistella satunnaisesti, tätä kutsutaan lihasvärinäksi (Leppäluoto ym. 2017, 313; Alametsä ym. 2015.) Lihakset voivat supistella 10-20 kertaa sekunnissa (Alametsä ym. 2015). Lihasvärinä kasvattaa lihasjänteyttä, mutta ei aiheuta näkyvää lihasten värinää (Leppäluoto ym. 2017, 313; Alametsä ym. 2015). Jos jäähtyminen edelleen jatkuu, lihasten supistelu kovenee ja voi aiheuttaa lopulta näkyvää lihasten värinää. Lihasvärinä voi tarvittaessa tuottaa jopa 500 ikäämwattia lämpöä. Myös ruokailu kasvattaa lämmöntuotantoa, koska ruuasta saatuja ravintoaineita pilkotaan ruuansulatuskanavassa ahkerasti ja suolen seinämän läpi imeytyy ravintoaineita aktiivisesti. (Leppäluoto ym. 2017, 313.) Jos lämpötila on liian kylmä, ihmisen kilpirauhashormonien erityis kiihtyy, sillä se lisää lämmöntuotantoa pikkuhiljaa (Vierimaa & Laurila 2014, 324).

Aivojen hypotalamuksessa sijaitsee lämmönsäätelykeskus, joka säätelee ihmisen lämpötasapainoa (Waugh & Grant 2010, 358.; Bendel & Lång 2013; Orava 2014). Lämpötasapainon seurannan kohdalla se seuraa pääasiassa veren lämpötilaa, ja reagoi liian korkeaan tai matalaan veren lämpötilaan. Jos lämpötila on liian matala, hypotalamus lähettää hermoimpulsseja luurankolihasiin ja pieniin valtimoihin ihon verinahkaan. Sen seurauksena lihaksistoon tulee lihasvärinää ja pienet valtimot ihon verinahassa supistuvat, jotta verenkierto vähenisi ihon lähettyvillä. Verenkierron väheneminen ihossa vähentää lämmön haihtumista elimistöstä. Kun veren lämpötila on liian lämmin, ihon pienet

valtimot laajenevat, jolloin vesi pääsee haihtumaan iholta, vieden samalla lämpöä pois elimistössä. Kun lämpötila on jälleen normaali, negatiivinen palautemekanismi kytkeytyy pois päältä. (Waugh & Grant 2010, 358.) Negatiivinen palautemekanismi tarkoittaa ihmiselimistössä sitä, kun itsesäätelyjärjestelmän yhden osatekijän muutos aiheuttaa reaktioketjun välityksellä vastakkaisen muutoksen ja siten palautumisen tasapainotilaan (Terveyskirjasto 2017). Elimistön kyky palauttaa lämpötila normaaliksi on rajallinen. Jos lämpötila pääsee aivan liian matalaksi tai aivan liian korkeaksi, elimistö ei pysty itsenäisesti palauttamaan lämpötasapainoa. (Hakkarainen ym. 2010, 442; Hassi & Ikäheimo 2013.) Ikääntyessä lämmönsäätelykyky sekä kylmän ja kuuman aistiminen heikentyy. Pienet lapset ovat ikääntyneiden tavoin herkkiä lämpötilan vaihteluille (Hassi & Ikäheimo 2013).

Potilaan lämpötilaa on tärkeää seurata leikkauksen aikana. Anestesiassa tehtävät toimenpiteet aiheuttavat elimistön lämmönsäätelykyvyn heikkenemistä. Leikkauksen aikana ensimmäisen tunnin aikana ydinlämpö laskee väistämättä, koska se tasoittuu hie-man muiden kehonosien kanssa. Lämpö jakautuu siis kehon osiin tasaisemmin. Kun lämpötilat tasoittuvat, ydinlämpö laskee 0,5-1,5°C. (Kokki 2013.) Kyky säädellä lämpötilaa menetetään, kun potilas on yleisanestesiassa tai laajasti puudutettuna. Hereillä potilas pystyy itsenäisesti huolehtimaan kehonsa lämpötilasta esimerkiksi liikkumalla ja vaatetuksen lisäämisellä. Erityisesti autonomisen hermoston välittämä perifeeristen verisuonien supistumisen ja laajenemisen hallinta ei toimi kunnolla. Myös monet anestesia-aineet vaikuttavat suoraan sympaattiseen aktiivisuuteen. Monet anestesia-aineet vaikuttavat myös lämmönsäätelykeskukseen hypotalamuksessa. Leikkauksessa käytettävät lihasrelaksantit heikentävät myös merkittävästi potilaan lämmönsäätelykykyä, sillä kun lihakset ovat lamaantuneet, lihasvärinä ei ole mahdollista. Leikkauksen aikana potilaat ovat usein sellaisissa asennoissa, joissa lämmönhukka on suurta. Leikkauksen aikana potilaalla on usein suuria ihoalueita paljaana, joka altistaa myös lämpötilan laskulle. (Kokki 2013.) Jos infuusionesteitä ei anneta lämmitettyinä, myös se vaikuttaa potilaan lämpötilan laskuun (Beltramini ym. 2011).

Pienetkin lämmönlaskut nostavat potilaan riskiä saada sydänongelmia, esimerkiksi rytmihäiriöitä, sekä leikkaushaavan tulehduksia. Tulehdusten riski kasvaa todennäköisimmin siksi, kun lämpötilan laskun seurauksena elimistön puolustusreaktiot heikkenevät ja verisuonet supistuvat. Myös hengitysteiden ja virtsateiden tulehdukset ovat yleisempiä potilailla, joiden lämpötila leikkauksen aikana on ollut liian matala. Lämpötilan lasku voi

myös lisätä verenvuodon riskiä ja nostaa verensiirtojen tarvetta. Komplikaatiot taas hidastavat potilaan toipumista ja pidentävät sairaalassaoloaika. Potilaat myös voivat muistaa anestesiasta toipuessaan lämpötilan laskun ja lihasvärinän inhottavana. Lämpötilan lasku vaikuttaa myös lääkkeiden vaikutuksiin. (Kokki 2013; Sessler 2016.)

Jotkin potilasryhmät ovat suuremmassa alttiudessa kärsiä lämmön laskusta leikkauksen aikana. Iäkkäillä potilailla lämpö laskee herkemmin. Myös nuoret ihmiset, jotka ovat kovin laihoja ja joilla on perussairauksia ovat alttiimpia lämmön laskulle. (Sajid ym. 2009; Kokki 2013.) Jos potilaalle tehdään vatsan tai kaulan alueen leikkauksia, potilaalla on trauma, tai jos potilaalle tehdään suuria veren ja nesteensiirtoja ja jos leikkaus kestää yli kaksi tuntia, riski lämmön laskulle on suuri (Sajid ym. 2009). Potilaan lämpöä voidaan mitata monista paikoista, esimerkiksi ruokatorvesta, virtsarakosta, nenäontelosta tai suusta (Sessler 2016). Yksi hyvä tapa mitata lämpötilaa on myös lämmön mittaaminen potilaan otsalta, otsaan liimattavalla mittarilla. Myös korvasta tai valtimokatetrin kautta voidaan mitata potilaan lämpöä. (Sessler 2008.)

Tapoja potilaan lämmittämiseen on monia. Menetelmä jolla potilasta pidetään lämpimänä, riippuu menetelmän tehokkuudesta, hinnasta, sekä niiden aiheuttamista mahdollisista komplikaatioista. (Rizzo ym. 2017.) Tapoja potilaan lämmittämiseen on potilaan hengitysilman lämmittäminen, potilaan i.v. nesteiden lämmittäminen, sekä leikkaussalin lämpötilan nostaminen (Görges ym. 2016). Jos nesteitä annetaan yli 500ml, ne pitäisi lämmittää. Myös nesteet joilla potilas pestään, kuuluisi olla lämpimiä. (Kokki 2013.) Myös patja, jolla potilas makaa leikkauksen aikana, on usein mahdollista lämmittää (Sajid ym. 2009). Infuusionesteiden lämmittäminen ei varsinaisesti nosta potilaan lämpötilaa, mutta hillitsee kuitenkin lämmön laskua. Potilaan päällä olisi myös hyvä pitää lämmitettyä peittoa. Potilasta on hyvä lämmittää myös ennen leikkausta, sillä se vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti lämpö laskee leikkauksen aikana. (Beltramini ym. 2011.) Suomalaisten kehittelemä lämpöasu on yksi tapa lämmittää potilasta. Lämpöasua pystyy avaamaan niin, että leikkausalue paljastuu, mutta muuten potilas on lämpimän asun peitossa. (Kokki 2013.) Vaikka matala lämpötila useimmiten vaikuttaa negatiivisesti potilaan ennusteeseen, joidenkin leikkauksien aikana lämpötilaa pidetään tarkoituksella matalana. Esimerkiksi joissakin sydän- ja aivoleikkauksissa matalasta lämpötilasta on hyötyä. (Beltramini ym. 2011; Kokki 2013.)

#### 4.5 Nestetasapainon fysiologia

Nesteet liikkuvat elimistössä diffuusion ja osmoottisen sekä hydrostaattisen paineen avulla. Nestetilojen aineiden diffuusio tapahtuu kaasujenvaihdon tavoin siirtymällä kohti pienempää pitoisuutta (Leppäluoto ym. 2017, 295.) Tärkein yksittäinen tekijä veden ja kautumisessa nestetilojen kesken on natrium, sen määrä vaikuttaa solunulkoisen ja solunsisäisen nesteen tilavuuteen. Suurin osa (noin 75%) natriumista on solunulkoisessa tilassa, kun taas kalium päinvastoin solunsisäisessä tilassa. Näiden kahden elektrolyytin pitoisuuserosta huolehtii solukalvon natrium-kalium-ATPaasi entsyymi. (Rautava-Nurmi ym. 2003, 28.) Vesi siirtyy osmoottisen paineen avulla kohti pienempää tilavuutta. Veden siirtymistä kutsutaan osmoosiksi. Osmoottinen paine suurenee molekyylien ja ionien määrän kasvaessa. Osmolaliteetilla ilmoitetaan osmoosia aiheuttavien aineiden pitoisuutta. Onkoottinen paine syntyy kahden eri nestetilan välille, joiden välillä on puoliläpäisevä kalvo. Esimerkiksi proteiinien eri pitoisuus näiden nestetilojen välillä aiheuttaa onkoottista painetta. Hydrostaattinen paine on suurimmillaan sydämen tasolla olevissa valtimoissa. Paine laskee kulkeutuessaan pienempiin valtimoihin, kapillaareihin ja laskimoihin. Paine-ero mahdollistaa nesteen jatkuvan liikkumisen elimistössä. Valtimoissa onkoottinen paine on pienempi kuin hydrostaattinen paine, joten neste pääsee vapaasti virtaamaan kapillaarien kautta kudoksiin. Laskimopäässä taas hydrostaattinen paine on pienempi kuin onkoottinen paine ja näin ollen neste pääsee virtaamaan takaisin kudokista kapillaarien kautta verenkiertoon. (Leppäluoto ym. 2017, 295.)

Veden saaminen on monille kehon fysiologisille toiminnoille välttämätöntä. Liian vähäinen nesteytys pidemmällä aikavälillä nostaa riskiä muun muassa munuaisten vajaatoiminnalle sekä hyperglykemialle. (Perrier ym. 2013.) Ihminen menettää tavallisesti nestettä vuorokaudessa noin 2,5 litraa. Suurin osa nesteestä menetetään virtsaan ja loput ihon, keuhkojen ja maha-suolikanavan kautta. Levossa iholta haihtuu nestettä diffuusion vaikutuksesta. Nesteen menetys suurenee fyysisen kuormituksen aikana, kun hien erityis kasvaa ja tehostuneen hengityksen aikana uloshengitykseen menetetään enemmän nestettä. Tavallisesti neste saadaan ruokailujen yhteydessä ruoasta ja juomista. Pieni osa nesteestä saadaan myös rasvojen ja hiilihydraattien metaboliassa syntyneestä oksidaatiovedestä. Fyysisen kuormituksen aikana nesteen tarve suurenee, jolloin nestetankkauksen merkitys kasvaa. (Leppäluoto ym. 2017, 296.)

Nestetasapainon säätelymekanismeista tärkein on virtsanerityksen säätely. Ylimääräinen neste poistuu virtsan mukana elimistöstä. Jos elimistö joutuu säästelemään vettä

vähäisen nesteen saannin vuoksi virtsan erityys alkaa vähentyä ja virtsa väkeväytyy. Virtsaneritykseen vaikuttaa hormonit, osmolariteetti, RAA-järjestelmä sekä neuraalinen säätely. Virtsan hormonaaliseen säätelyyn osallistuvat antidiureettinen hormoni eli ADH, lisämunaiskuoren aldosteroni, sydämen natriureettinen peptidi eli ANP sekä lisäkilpirauhasten parathormoni. Jokaisella hormonilla on oma tehtävänsä. ADH vaikuttaa vesitasapainoon, aldosteroni ja ANP suolatasapainoon sekä parathormoni kalsium- ja fosfaattitasapainoon. (Leppäluoto ym. 2017, 287, 296-297.)

Solunulkoisen nesteen väkevyyttä mittaavat hypotalamuksessa sijaitsevat osmoreseptorit, jotka aistivat pienetkin osmolaliteettipoikkeamat ja aloittavat korjausmekanismien. Korjausmekanismien vaikutuksesta veden takaisinotto tehostuu, jolloin elimistöön säästyy enemmän vettä ja virtsa konsentroituu. Kun osmolaliteetti nousee riittävän korkeaan pitoisuuteen hypotalamuksessa sijaitsevan janokeskuksen osmoreseptorit herättävät janon tunteen. (Leppäluoto ym. 2017, 296-297.)

Nestetasapainon säätelyyn osallistuu myös verenpainetta aistivat hermosolut eli baroreseptorit, jotka aistivat verenpaineen kohoamisen ja laskevat verenpainetta laajentamalla verisuonia. Kun verenpaine laskee munuaiset alkavat tuottaa reniini-hormonia tavallista enemmän. Reniinin vaikutuksesta angiotensiinin määrä nousee veressä. Angiotensiini aiheuttaa verisuonten supistumista, verenpaineen nousua sekä nostaa aldosteronin eritystä. Aldosteronin vaikutuksesta natrium-ionien sekä veden takaisin imeytyminen lisääntyy ja virtsamäärä pienenee. Tätä mekanismia kutsutaan RAA-järjestelmäksi eli reniini-angiotensiini-aldosteronijärjestelmäksi. (Vierimaa & Laurila 2014, 239.)

Suolakorjausmekanismi on nestekorjausta paljon hitaampi järjestelmä. Järjestelmän hitauden vuoksi elimistöön kertyy suolaa ja vettä, jolloin verenpaine sekä veritilavuus pyrkivät nousemaan. Tätä vaihetta kutsutaan positiivisen suolatasapainon vaiheeksi, joka kestää 3-5 vuorokautta. Myös kylmyys saa aikaan diureesia supistamalla pintaverisuonia. Veri kertyy enemmän elimistön sisäosiin ja venyttää sydämen eteiskudosta, jonka takia ADH-eritys vähenee ja ANP-eritys kasvaa. Näiden hormonien muutokset saavat aikaan virtsan eritystä, jota kutsutaan kylmädiureesiksi. (Leppäluoto ym. 2017, 298-299.)

Nestehoidon tavoitteena on pitää nestetilojen tilavuus ja koostumus normaalirajoissa, sekä varmistaa hapenkuljetus (Salomäki 2014, 332). Tavoitteena myös ylläpitää elimistön homeostaasia, jotta estetään elimien hypoperfuusio ja sen aiheuttama toimintahäiriö (Silva Jr ym. 2013). Leikkauksen aikaisella nestehoidolla on vaikutuksia myös potilaan kuntoutukseen (Doherty & Buggy 2012; Joosten ym. 2018). Leikkauspotilaan hoidossa

kudosturvotus on tavallinen ongelma ja kudosturvotuksen määrän on todettu olevan yhteydessä sairastavuuden sekä kuolleisuuden kanssa (Ahonen 2015). Veden keskimääräinen tarve vuorokaudessa aikuisella on 30-50 ml/kg, natriumin 1-2 mmol/kg, kaliumin 0.5-1.5 mmol/kg ja kloridin 1-2 mmol/kg (Salomäki 2014, 333).

Ennen toimenpidettä anamneesi ja status ovat tärkeitä nestetasapainon selvittämiseksi (Salomäki 2014, 332). Nestetasapainoa arvioitaessa täytyy arvioida suonensisäisen täyttöasteen lisäksi myös nestetilavuuksien sekä elektrolyyttitasapainon muutokset (Junttila 2014, 125). Nestetilaa voidaan tutkia veren ja virtsan arvoista. Laboratoriotutkimuksista hyödyllisiä ovat B-Hb, B-Hkr, S-Na, S-K sekä valtimoveren ja keuhkovaltimoveren happo- emästasapaino ja happisaturaatioaste. Keskuslaskimokatettrin avulla mitataan keskuslaskimopaine ja sen avulla voidaan tutkia, miten se muuttuu nestehoidon aikana. Virstanerityksen käynnistyminen, sykkeen rauhoittuminen sekä verenpaineen normalisoitumien ovat merkkejä nestetasapainon paranemisesta. (Salomäki 2014, 332.) Virtsaneritys on tavallisesti 0.5-1.0ml/kg/h ja sen lasku viittaa, joko verivolyymin laskuun tai munuaisten läpivirtauksen laskuun. Dehydraation kliinisiä merkkejä ovat kuiva iho sekä kuivat limakalvot, ihon punakka väri, tajuissaan olevan potilaan jano, sykkeen nousu sekä hypovolemian merkinä raajojen ääreisosien kylmeneminen. Laboratoriokokeissa voidaan todeta kohonnut hemoglobiini ja hematokriitti sekä seerumin proteiini, myös seerumin urea ja kreatiini voivat olla koholla. Kokeista voidaan todeta myös hypernatremia sekä virtsan lisääntynyt osmolaliteetti. (Rautava-Nurmi ym. 2003, 34.)

Leikkaus muuttaa herkästi potilaan nestetasapainoa. Suurissa leikkauksissa nesteentarve voi nousta jopa 6–8 ml/kg/leikkaustunti. Nesteentarvetta lisää erityisesti verenvuoto, diureesi ja haihtuminen. Ylläpionesteytys 0,5–1 ml/ kg/tunti riittää korvaamaan leikkauksen aikaisen haihtumisen. Ylläpionesteenä tulisi käyttää glukoosittomia kristalloideja, joista parhaiten ylläpionesteeiksi soveltuu balansoitu Ringerin liuos. Erityisesti vuototilanteissa potilasta nesteytetään runsaasti, joka johtaa leikkauksen jälkeen usean litran nesteylimäärään. (Vikatmaa ym. 2015.)

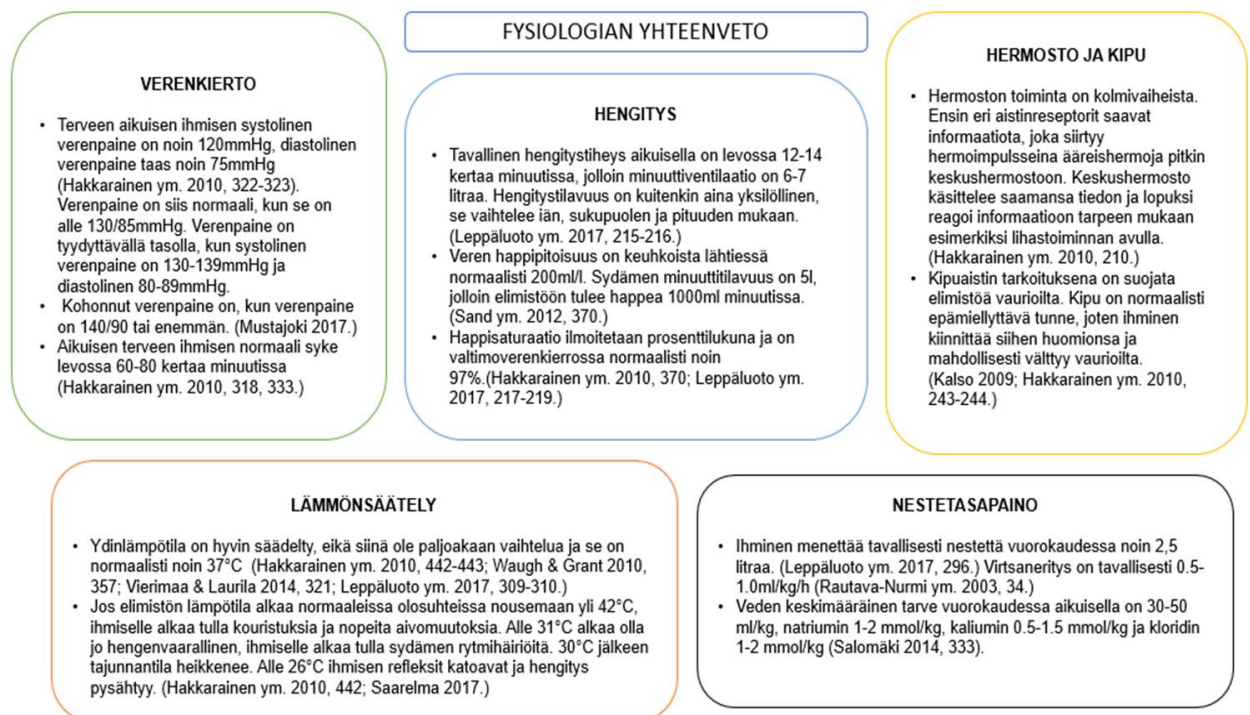
Infuusioliuoksia voidaan verrata lääkkeisiin, joilla on omat käyttöaiheet, vasta-aiheet ja haittavaikutuksia (Ahonen 2015). Hyvän nestehoidon edellytys on siis tunnistaa liuosten ominaisuudet, oikea annostelunopeus, annos ja annostelun ajankohta. Antomäärään vaikuttaa perusnestetarve ja nesteen menetykset. (Niemi ym. 2014, 274.)

Infuusionesteet voidaan jakaa elektrolyyttiliuoksiin ja kolloidiliuoksiin (Niemi ym. 2014, 274). Elektrolyyttiliuokset ovat vesipohjaisia elektrolyytti- ja/tai glukoosiliuoksia. Elektrolyyttiliuokset voidaan jakaa ylläpionesteisiin, korvausnesteisiin ja erityisliuoksiin. Fysiologinen keittosuola (NaCl 0.9%) ja Ringerin liuos ovat käytetyimpiä glukoosittomia elektrolyyttiliuoksia, joiden elektrolyyttipitoisuudet ovat lähellä plasman pitoisuuksia. Niillä on huono pysyvyys intravaskulaarisessa tilassa, joten niitä tarvitaan kaksin-kolminkertainen määrä korvattavaan intravaskulaariseen volyymiin nähden. Suurivolyyminen keittosuolainfuusio voi kuitenkin aiheuttaa liian suuren kloorikuorman ja sen seurauksena hyperkloremisen asidoosin. (Junttila 2014, 129.) Osa liuoksista on glukoosipitoisia ja niiden glukoosipitoisuus vaihtelee 5-30%. Perioperatiivisilla potilailla käytetään nestehoidossa tavallisesti glukoosia sisältämättömiä infuusionesteitä, kuten Ringerin liuosta. (Niemi ym. 2014, 274.) Kolloidiliuoksia on luonnollisia sekä synteettisiä. Albumiiniliuokset ovat luonnollisia kolloidiliuoksia, kun taas synteettisiä ovat gelatiiniliuokset ja erilaiset hydroksietyylitärkkelys-liuokset eli HES-liuokset. Kolloidiliuoksilla on parempi pysyvyys intravaskulaarisessa tilassa, joten sillä on isompi ja pidempi volyymivaikutus suhteessa infusoituun nestemäärään. (Junttila 2014, 130.) Kolloidiliuoksien käytöllä todettu olevan yhteys munuaisvaurioon (Niemi & Ruokonen 2014, 278), haittavaikutuksia on tutkittu erityisesti HES-liuoksilla (Junttila 2014, 130). Tutkimusten myötä kolloidiliuosten käyttö on vähentynyt (Junttila 2014, 130).

Hypertonisissa liuoksissa natriumpitoisuus on suuri eli liuos on väkevää. Hypertonisten liuosten vaikutus on tehokasta ja nopeaa. (Järvelä 2014, 280.) Se aiheuttaa plasman nopean osmolariteetin kasvun, jolloin vesi siirtyy solunsisäisestä tilasta solunulkoiseen tilaan. Koska plasmatilavuus kasvaa, verenpaine nousee tai pysyy ennallaan sekä sydämen esitäyttö ja minuuttitilavuus lisääntyvät. Hypertoninen liuos vähentää sydämen jälkikuormaa ja parantaa perifeeristä verenkiertoa. (Järvelä 2014, 281.) Nesteitä joiden natriumpitoisuus on sama kuin solunulkoisen nesteen kutsutaan isotonisiksi nesteiksi. Pienten natriumpitoisuuksien nesteet ovat hypotonisia ja ne sopivat parhaiten perusnestehoittoon. Hypotoniset nesteet siirtyvät verenkierrosta solujen sisään, jotta solutilojen välillä säilyy osmolarisuus. Näin hypotoniset nesteet eivät kuormita verenkiertoa. (Annala 2010.)

#### 4.6 Tulosten tiivistelmä

Tulososiosta on tehty fysiologian yhteenveto kuva (Kuva 1). Kuviassa on yhteenvedot verenkierrosta, hengityksestä, hermostosta ja kivusta, lämmönsäätelystä sekä nestetasapainosta. Fysiologian yhteenveto on myös laitettu liitteisiin jotta yhteenveto olisi paremmin hyödynnettävissä sekä selkeämmin esille tuotuna. (LIITE 3) Yhteenvetokuvion avulla on luotu posterit opinnäytetyömessuja varten. Posteriin on kasattu verenkiertoon, hengitykseen, hermostoon ja kipuun, lämmönsäätelyyn sekä nestetasapainoon liittyviä keskeisimpiä asioita sekä muutama kyselylomakkeen väittämä mielenkiintoa herättämään. Posterit on laitettu liitteeksi (LIITE 4) opinnäytetyöhön.



Kuva 1. Fysiologian yhteenveto

#### 4.7 Fysiologian kyselylomake perioperatiivisille sairaanhoitajille

Opinnäytetyöhön perustuen tehtiin strukturoitu kyselylomake. Kyselylomakkeen alussa on lyhyt kysely taustamuuttujista. Sen jälkeen kyselylomakkeessa on 35 väittämää fysiologiasta, joihin vastataan 'oikein' tai 'väärin'. Kyselylomakkeen lopussa on kysymys perioperatiivisille sairaanhoitajille koskien täydennyskoulutuksen tarvetta.

## Kyselytutkimus perioperatiivisille sairaanhoitajille fysiologian osaamisesta

Kyselylomakkeen tavoitteena on testata perioperatiivisten sairaanhoitajien fysiologian tietämystä ja kartoittaa mahdollista täydennyskoulutuksen tarvetta. Kysely koostuu taustatiedoista, fysiologian tietoa testaavista väittämistä sekä yhdestä avoimesta kysymyksestä liittyen täydennyskoulutuksen tarpeeseen.

Pyydämme sinua lukemaan väittämät ja rastittamaan ne oman näkemyksesi mukaan "oikein" tai "väärin".

### Vastaajan taustatiedot:

1. *Ikä:* \_\_\_\_\_ vuotta
2. *Sukupuoli:* \_\_\_\_\_
3. *Toimin:*
  - a) Anestesiahoitajana
  - b) Leikkaushoitajana (instrumentoiva- ja valvova hoitaja)
  - c) Sekä anestesiahoitajana että leikkaushoitajana
  - d) Muu mikä? \_\_\_\_\_
4. *Työkokemus aika:* \_\_\_\_\_ kirurgisessa hoitotyössä,  
\_\_\_\_\_ terveydenhuoltoalalla.

|     | Väittämä  | Oikein | Väärin | En osaa sanoa |
|-----|---|--------|--------|---------------|
| 1.  | Normaali veren hemoglobiinipitoisuus naisilla on noin 115-150g/l. Miehillä pitoisuus on 130-165g/l.                                     |        |        |               |
| 2.  | Oikeanpuoleinen eteis-kammio pari pumppaa keuhkoista tulevaa runsashappista verta elimistöön.   |        |        |               |
| 3.  | Sydämen lepovaihetta kutsutaan diastoleksi.   |        |        |               |
| 4.  | Proteiinien tehtäviä plasmassa on toimia muiden aineiden kantaja-aineena ja toimia puskureina happo- emästasapainon säätelyssä.         |        |        |               |
| 5.  | Levossa terveeseen ihmisen sepelvaltimot kuljettavat noin 15% sydämen pumppaamasta verimäärästä.  |        |        |               |
| 6.  | Vasomotorinen keskus säätelee elimistön lämpötasapainoa.  |        |        |               |
| 7.  | Sympaattiset hermosyyt vapauttavat vereen adrenaliinia ja nonadrenaliinia, jotka kasvattavat sydänlihaksen ärsytystä ja supistusvoimaa. |        |        |               |
| 8.  | Anestesiassa käytettävät aineet heikentävät refleksejä, jotka suojaavat verenkiertoa.   |        |        |               |
| 9.  | Liian korkea syke voi kertoa liian syvästä nukutuksesta.  |        |        |               |
| 10. | Sykkeeseen nousu on elimistön vaste liian vähäiseen verenkiertoon, kun elimistö yrittää pitää yllä tarpeeksi suurta minuuttivirtausta.  |        |        |               |
| 11. | Kammiooperäiset rytmihäiriöt ovat vuototilanteessa yleisiä.   |        |        |               |
| 12. | Alveoliventilaatiolla tarkoitetaan kaasujen vaihtoon hengitettävää ilman määrää.  |        |        |               |

|     | Väittäjä   | Oikein | Väärin | En osaa sanoa |
|-----|--|--------|--------|---------------|
| 13  | Intubaatio kasvattaa hengityksen kuolleen tilan määrää.  |        |        |               |
| 14  | Aikuisen keskimääräinen minuuttiventilaatio on 9-10 litraa.  |        |        |               |
| 15  | Aikuisen hapenkulutus levossa on noin 250ml/min.   |        |        |               |
| 16. | Veren happikyllästeisyys eli happisaturaatio kuvaa hemoglobiiniin sitoutuneen hapen määrää sen kokonaiskapasiteettiin nähden.                                |        |        |               |
| 17. | Hengityksen humoraalinen säätely perustuu veren hiilidioksidin, hapen sekä vetyionien muutoksiin.  |        |        |               |
| 18  | Sisäänhengityskeskusten hermosolut huolehtivat hengitystihydestä.  |        |        |               |
| 19  | Veren happipitoisuus on keuhkoista lähtiessä normaalisti 400ml/l.  |        |        |               |
| 20. | Somaattinen hermosto säätelee sileän lihaksiston ja sydänlihaksen liikkeitä sekä vaikuttaa rauhasen eritykseen.  |        |        |               |
| 21. | Kivun yhteydessä kipeän alueen lihakset supistuvat, joka voi johtaa siihen, ettei kudokseen pääse riittävästi happea, jolloin kudoksesta voi mennä kuolioon. |        |        |               |
| 22  | Psykogeeninen kipu on kipua jolle ei löydetä elimellistä syytä.  |        |        |               |
| 23  | Alle 32°C kehonlämmön ihmisen refleksit katoavat ja hengitys pysähtyy.   |        |        |               |
| 24  | Lämmönsäätelykeskus sijaitsee hypotalamuksessa.  |        |        |               |
| 25  | Suurin osa kehon lämmönhukasta on säteilemällä tapahtuvaa.   |        |        |               |
| 26  | Lämpötilan lasku voi lisätä verenvuodon riskiä ja nostaa verensiirtojen tarvetta.  |        |        |               |
| 27. | Jos elimistön lämpötila alkaa normaaleissa olosuhteissa nousemaan yli 42°C, ihmiselle alkaa tulla kouristuksia ja nopeita aivomuutoksia.                     |        |        |               |
| 28  | Kuukautiskierron vaiheet eivät vaikuta kehon lämpötilaan.  |        |        |               |
| 29. | Leikkauksen aikana ensimmäisen tunnin aikana ydinlämpö laskee vähän väistämättä, koska se tasoittuu hieman muiden kehonosien kanssa.                         |        |        |               |
| 30. | Jos nesteitä annetaan leikkauksen aikana yli 1000ml, ne pitäisi lämmitellä.  |        |        |               |
| 31. | Tärkein yksittäinen tekijä veden jakautumisessa nestetilojen kesken on natrium, sen määrä vaikuttaa solunulkoisen ja solunsisäisen nesteen tilavuuteen.      |        |        |               |
| 32. | Hypotoniset nesteet siirtyvät nopeasti verenkierrosta solujen sisään eikä ne kuormita verenkiertoa.  |        |        |               |
| 33. | Perioperatiivisilla potilailla käytetään nestehoidossa tavallisesti glukoosia sisältämättömiä infuusionesteitä.  |        |        |               |
| 34  | Solunsisäisen nestetilän osuus on solunulkoista nestetilaa pienempi.   |        |        |               |
| 35. | Hypertoninen liuos lisää sydämen jälkikuormaa ja huonontaa perifeeristä verenkiertoa.  |        |        |               |

Koetko tarvetta täydennyskoulutukselle liittyen ihmisen fysiologiaan? Jos kyllä, niin mihin aiheeseen erityisesti?

---



---



---



---



---

## 5 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS

Opinnäytetyö on tehty hyvien tieteellisten käytäntöjen mukaan, jotta se olisi eettisesti luotettava. Hyviin tieteellisiin käytäntöihin kuuluvat muun muassa työn rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus tutkimustyössä, tulosten tallentamisessa sekä tulosten arvioinnissa. (Tutkimuseettinen lautakunta 2012, 6).

Plagioinnilla tarkoitetaan toisen julkaiseman tutkimussuunnitelman, käsikirjoituksen, artikkelin tai muun tekstin tai sen osan, kuvallisen ilmaisun tai käännöksen luvatta lainaamista (Tutkimuseettinen lautakunta 2012). Opinnäytetyötä tehdessä on otettu huomioon tekijänoikeudet. Työssä on huolehdittu asianmukaisesta lähteisiin viittaamisesta. Opinnäytetyö on käyty läpi Urkund-ohjelman avulla, jonka tarkoituksena on plagioinnin tarkistaminen sekä myös itse tekijöiden tekijänoikeuksien suojaaminen. Opinnäytetyö tehtiin Turun ammattikorkeakoulun ohjeistuksia noudattaen. Työtä varten laadittiin toimeksiantosopimus VSSH:n TOTEK-toimialueen sekä Turun ammattikorkeakoulun kanssa. Tutkimuslupaa ei tarvittu, sillä työ toteutettiin narratiivisena kirjallisuuskatsauksena.

Opinnäytetyön luotettavuutta arvioidaan reliabiliteetin ja validiteetin kannalta. Reliabiliteetti tarkoittaa mittaustulosten toistettavuutta, eli tutkimus ei anna sattumanvaraisia tuloksia. Validiteetti eli pätevyys tarkoittaa mittarin tai tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä, mitä oli tarkoitus. (Hirsjärvi ym. 2009, 231.) Työssä tulee käyttää eettisesti kestäviä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä, jotta se olisi luotettava (Tutkimuseettinen lautakunta 2012, 6). Lähteiden valinta tulee tehdä kriittisesti (Hirsjärvi ym. 2009, 113; Coughlan ym. 2013, 69-71).

Kaikki opinnäytetyön vaiheet on tehty kolmen tekijän toimesta yhteistyössä, mikä on mahdollistanut jatkuvan vertaisarvioinnin ja rakentavan palautteen antamisen toisille. Tutkimuksia ja artikkeleita on etsitty eri hakusanoilla ja eri tietokannoista hyvän otannan saamiseksi. Lähteinä on käytetty vain ilmaisia ja Turun AMK:n kirjaston kautta saatavia julkaisuja. Tämän vuoksi on voinut opinnäytetyön kannalta jäädä tärkeitä julkaisuja käyttämättä, mikä voi vaikuttaa heikentävästi opinnäytetyön luotettavuuteen. Työssä on käytetty runsaasti eri lähteitä, kotimaisia sekä kansainvälisiä, mikä puolestaan parantaa työn luotettavuutta. Koska tietoa on etsitty myös englannin kielellä, käännösvirheet ovat mahdollisia. Käännösvirheiden mahdollisuutta kuitenkin pienentää, se että artikkelit on käyty kolmen tekijän toimesta yhdessä läpi.

Opinnäytetyöhön valitut artikkelit analysoidaan järjestelmällisesti sisällön erittelyllä. Aineiston valinnassa on otettu huomioon julkaisija, kirjoittaja sekä julkaisun ikä. Hakukieroksista ja niiden tuloksista on tehty taulukko. Tulososiossa käytetyistä artikkeleista on tehty taulukko, josta selviää artikkelien tiedot, ja se missä kohtaa tulososiota mitään artikkelia on käytetty. Myös manuaalisesta hausta on tehty samanlainen taulukko. Työn reliabiliteettia heikentää manuaalinen haku, joka voi olla vaikeasti toistettavissa. Toistettavuutta kuitenkin helpottaa hauista tehdyt taulukot. Opinnäytetyön teon kulun havainnollistaminen tekee työskentelyn läpinäkyväksi. Opinnäytetyössä pyritään käyttämään alle 10 vuotta vanhoja lähteitä, mutta osa lähteistä on vanhempia. Tämä ei kuitenkaan juurikaan vaikuta työn luotettavuuteen, sillä ihmisen perusfysiologia on pysynyt muuttomattomana vuosikymmenten ajan.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa, minkälaista fysiologian osaamista perioperatiivinen sairaanhoitaja tarvitsee. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kyselylomake, jonka avulla voidaan arvioida perioperatiivisen sairaanhoitajan fysiologian tietämystä ja mahdollisesti suunnata täydennyskoulutusta perioperatiivisille sairaanhoitajille fysiologiaan liittyen. Menetelmänä opinnäytetyön teossa käytettiin narratiivista kirjallisuuskatsausta, joka toi vastauksia opinnäytetyötä ohjaaviin kysymyksiin. Tulosten perusteella tehtiin strukturoitu kyselylomake.

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin sydämen, keuhkojen, hermoston ja kivun, lämmön- säätelyn sekä nestetasapainon fysiologiaan ja niiden toiminnan tarkkailuun perioperatiivisessa hoitotyössä. Sydämen tehtävänä on kuljettaa verta kaikkialle elimistöön (Sand ym. 2012, 268; Leppäluoto ym. 2017, 146-147). Verenkiertoa seurataan leikkaussalissa muun muassa verenpainetta, pulssia ja sydänsähkökäyrää tarkkailemalla (Lukkari ym. 2010, 314-315). Keuhkojen tehtävä on huolehtia kaasujen vaihdosta (Sand ym. 2012, 356). Niiden toimintaa seurataan esimerkiksi tarkkailemalla hengitystaajuutta ja happisaturaatiota (Junttila 2014, 19). Hermoston tehtävä on vastaanottaa ja kuljettaa tietoa ja ohjata elimistöä (Nienstedt ym. 2004, 517; Leppäluoto ym. 2017, 382). Perioperatiivisessa hoitotyössä hermoston toimintaa seurataan esimerkiksi tajunnantaso, lihasrelaksaatiota, aivosähkökäyrää ja kipua seuraamalla (Karma ym. 2016, 129). Kivun ilmene- mistä voidaan tarkkailla kipumittareilla (Terveysportti). Kipua voidaan seurata myös vi- taalielintoimintoja seuraamalla (Karma ym. 2016, 129). Nestetasapainoa arvioitaessa täytyy arvioida suonensisäisen täyttöasteen lisäksi myös nestetilavuuksien sekä elektro- lyyttitasapainon muutokset (Junttila 2014, 125). Perioperatiivisessa hoitotyössä lämpöti- lan seuranta on tärkeää (Kokki 2013).

Fysiologia on aiheena tärkeä sairaanhoitajan työssä, koska täytyy ymmärtää ihmiskehon toiminta, jotta voi osata hoitaa niihin liittyviä toiminnan häiriöitä. Perioperatiivisen sai- raanhoitajan työnkuvaan kuuluu suurena osana potilaan voinnin ja elintoimintojen seu- raaminen.

Fysiologia on aiheena todella laaja, minkä vuoksi lääkehoito rajattiin aiheesta kokonaan pois heti alussa. Työ käsittelee ihmisen perusfysiologiaa, jolloin myös patofysiologia on rajattu aiheesta pois. Työssä sivutaan hieman myös aiheisiin liittyviä tarkkailutehtäviä.

Aiheen rajaaminen aloitettiin pohtimalla mitkä ovat keskeisimpiä elimistön fysiologian ilmiöitä, jotka perioperatiivisen sairaanhoitajan tulisi tuntea. Aihetta lähestyttiin perioperatiivisen sairaanhoitajan potilaan tarkkailutehtävien näkökulmasta. Perioperatiivinen sairaanhoitaja tarkkailee perioperatiivisessa hoitotyössä muun muassa potilaan verenkiertoa, hengitystä, tajunnantasoja, anestesian syvyyttä, kipua, nestetasapainoa, sekä pitää huolta potilaan lämpötasapainosta. Aiheen rajauksessa apuna oli opinnäytetyötä ohjaava sekä Turun ammattikorkeakoulun anatomian ja fysiologian opettaja. Aiheen rajaukseen vaikutti myös TOTEK-toimialueen toivomus saada opinnäytetyöhön lisäksi kivun fysiologia. Tiedot on tiivistetty lyhyeen muotoon sen, mitä perioperatiivisen sairaanhoitajan on tärkeää tietää fysiologiasta leikkaussalissa. Haasteena oli myös sen rajaaminen, kuinka syvällisesti fysiologisia toimintoja käydään läpi. Kaikista näistä ihmisen fysiologian eri osa-alueista löytyy valtavasti tietoa. Fysiologia ja anatomia kulkevat käsi kädessä, ja ymmärtääkseen fysiologian, perioperatiivisen sairaanhoitajan kuuluu osata myös anatomia. Sen vuoksi selvitettiin myös ihmisen anatomiaa ennen varsinaista tulososiota.

Suuri osa kansainvälisistä ja suomenkielisistä artikkeleista käsitteli patofysiologiaa, tai sitten fysiologiaa hyvin tarkasti, esimerkiksi fysiologia jonkin tietyn leikkauksen aikana, jollakin tietyllä leikkausmenetelmällä toteutettuna. Opinnäytetyöämme sopivia artikkeleita löytyi hauista siis vain muutamia, vaikka hakutuloksia oli usein paljon. Fysiologiasta löytyy kuitenkin runsaasti tietoa kirjallisuudesta, jota opinnäytetyössä hyödynnettiin paljon. Tieto on eri lähteiden välillä varsin muuttumatonta, sillä ihmisen fysiologia on ollut samanlainen jo pitkään. Kuitenkin joissakin viitearvoissa voi olla eroja eri lähteiden välillä, esimerkiksi siinä mikä on ihmisen normaali lämpötila ja milloin lämpötila on liian matala. Opinnäytetyössä käytettiin uusimpia ja yleisimmin käytössä olevia viitearvoja. Opinnäytetyön tulosten raportoinnin pohjana toimi ohjaavat kysymykset liittyen ihmisen fysiologiaan ja kyselylomakkeen tekoon.

Opinnäytetyö on sisällöltään sellainen, että sitä on helppo hyödyntää kirurgisten yksiköiden lisäksi myös monenlaisissa muissa terveydenhuollon yksiköissä. Myös opiskelijat pystyvät hyödyntämään opinnäytetyötä perehtyessään fysiologiaan. Fysiologiaa ja siihen liittyviä asioita on saatu kartoitettua yleiseltä tasolta.

Jatkotutkimusta aiheesta on mielestämme tärkeää tehdä, kaikki työ hoitohenkilökunnan osaamisen tueksi on aina potilaan hyväksi. Jatkotutkimusta voisi tehdä muista perioperatiivisen sairaanhoitajan osaamisen osa-alueista, esimerkiksi lääkehoidosta ja potilaan tarkkailutehtävistä. Hyvä jatkotutkimusaihe on myös kyselyn toteuttaminen. Kyselylomakkeemme toimittaminen leikkausosastolle jää tulevaisuuteen.

## LÄHTEET

- Aalto-Setälä, K. 2016. Sydämen toiminta pumpppuna: Terveyskirjasto. Viitattu 02.03.2018 <http://www.oppiportti.fi/op/kar01012/do>
- Ahonen, J. 2015. Glykokalyksi ja nestehoito: Duodecim-lehti. Vol. 131, No. 20.
- Aittomäki, J. & Valta, P. 2014. Hengittäminen spontaanisti ja mekaanisesti: Terveyskirjasto. Viitattu 21.03.2018 <http://www.oppiportti.fi/op/ajt00085/do>
- Aittomäki, J. & Valta, P. 2014. Kaasujenvaihdon monitorointi: Terveyskirjasto. Viitattu 21.03.2018 <http://www.oppiportti.fi/op/ajt00088/do>
- Aittomäki, J. & Valta, P. 2014. Tuuletuksen ja verenkierron jakautuminen keuhkoissa: Terveyskirjasto. Viitattu 21.03.2018 <http://www.oppiportti.fi/op/ajt00087/do>
- Alametsä, J.; Kuklane, K.; Vanggaard, L.; Halder, A.; Lundgren, A.; Chuansi, G.; Viik, J. 2015. Age-related circulatory responses to whole body cooling: observations by heart rate variability. Viitattu 7.3.2018 <https://journal.fi/finjehew/article/view/50892>
- Annala, P. 2010. Kun potilas ei syö eikä juo - miten rakennan nesteohjelman?: Lääkärilehti 22/2010.
- Armin, S. 2013. Regulation of Conduction Time along Axons. Viitattu 07.03.2018 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3849146/>
- Bendel, S. & Lång, M. 2013. Neurotehopotilaan lämpötilakontrolli. Viitattu 7.3.2018 [http://www.fin-nanest.fi/ezproxy.turkuamk.fi/files/bendel\\_lang\\_neurotehopotilaan\\_lampotilakontrolli.pdf](http://www.fin-nanest.fi/ezproxy.turkuamk.fi/files/bendel_lang_neurotehopotilaan_lampotilakontrolli.pdf)
- Beltramini, A.; Salata, R.; Ray, A. 2011. Thermoregulation and Risk of Surgical Site Infection. Vol. 32 No. 6.
- Burke, K.; LeMone, P.; Mohn-Brown, E. & Eby, L. 2014. Pearson new international edition, medical-surgical nursing care. 3., uudistettu painos. Yhdysvallat: Pearson Education.
- Coughlan, M.; Cronin, P. & Ryan, F. 2013. Doing a literature review in nursing, health and social care. 1., painos. Lontoo: Sage
- Dahl, H. & Dalh, H. 1994. Ihmisen anatomian ja fysiologian perusteet. Keuruu: Otava.
- Doherty, M. & Buggy, D.J. 2012. Intraoperative fluids: how much is too much?: British journal of anaesthesia. Vol. 109, No. 1.
- Drake, R.; Vogl, A. & Mitchell, A. 2015. Gray's anatomy for students, third edition. 3., painos. Kanada: Churchill Livingstone Elsevier
- Eriksson, E.; Korhonen, T.; Merasto, M. & Moisio, E-L. 2015. Sairaanhoidajan ammatillinen osaaminen. Porvoo: Bookwell Oy. Viitattu 31.1.2018 <https://sairaanhoitajat.fi/wp-content/uploads/2015/09/Sairaanhoitajan-ammattillinen-osaaminen.pdf>
- Gato, A.; Alonso, I.; Martín, C.; Carnicero, E.; Moro, J.; De la Mano, A.; Fernández, J.; Lamus, F.; Mary E. Desmond, M. 2014. Embryonic cerebrospinal fluid in brain development: neural progenitor control. Viitattu 7.3.2018 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4157377/>
- Günter, F.; Frank-Herman, P.; Brown, S.; Blackwell, L. 2014. A new method to detect significant basal body temperature changes during a woman's menstrual cycle. Viitattu 7.3.2018 <http://web.b.ebscohost.com/ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=b94b21e8-c69e-4fb4-bb23-c272db3b17d6%40sessionmgr104>

Görge, M.; West, N.; Whyte, S. 2016. Using physiological monitoring data for performance feedback: an initiative using thermoregulation metrics. Viitattu 9.3.2018 <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs12630-016-0762-3.pdf>

Hakkarainen, K.; Hervonen, H.; Hiltunen, E.; Holmberg, P.; Hotakainen, K.; Hänninen, O.; Kaikkonen, M.; Karrasch, M.; Kauranen, M.; Kiviniitty, K.; Koskelo, R.; Laaksonen, A.; Lappalainen, R.; Leppäluoto, J.; Lindblom-Yläne, S.; Litmanen, H.; Markkula, A.; Nienstedt, W.; Niku, M.; Oivanen, M.; Pasternack, A.; Perkiö, J.; Polo, O.; Pyörälä, E.; Pösö, R. & Wähälä, K. 2010. Galenos, johdanto lääketieteen opintoihin. Toim. Hiltunen, E.; Holmberg, P.; Jyväsjärvi, E.; Kaikkonen, M.; Lindblom-Yläne, S. Nienstedt, W. & Wähälä, K. Helsinki: WSOYpro Oy

Hanifin, C. 2010. Cardiac auscultation 101: A basic science approach to heart murmurs. Viitattu 02.03.2018 <http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=d08d6e12-e359-4048-ac15-9b5b078c4a5a%40sessionmgr4006>

Hassi, J. & Ikäheimo, T. 2013. Ympäristölämpötilan vaikutus terveyteen. Viitattu 7.3.2018 <http://www.laakarilehti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/tieteessa/katsausartikkeli/ymparistolam-potilan-vaikutus-terveyteen/>

Hirsjärvi, S.; Remes, P & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15., uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Hofmann, G.; Haan, L.; Anderson, J. 2016. Esophageal Pressure Measurements in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome. Viitattu 8.3.2018 <http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=d256a815-1e73-421f-9636-19811e0fb401%40pdc-v-sessmgr01>

Joosten, A.; Delaporte, A.; Ickx, B.; Touihri, K.; Stany, I.; Barvais, L.; Obbergh, L.; Loi, P.; Rinehart, J.; Cannesson, M. & Linden, P. 2018. Crystalloid versus Colloid for Intraoperative Goal-directed Fluid Therapy Using a Closed-loop System: A Randomized, Double-blinded, Controlled Trial in Major Abdominal Surgery: Anesthesiology. Vol. 128, No. 1.

Junttila, E. 2014. Hengityksen valvonta. Teoksessa Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Toim. Niemi-Murola, L.; Jalonen, J.; Junttila, E.; Metsävainio, K. & Pöyhiä, R. 2., uudistettu painos. Porvoo: Bookwell Oy.

Junttila, E. 2014. Nestetasapainon arviointi. Teoksessa Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Toim. Niemi-Murola, L.; Jalonen, J.; Junttila, E.; Metsävainio, K. & Pöyhiä, R. 2., uudistettu painos. Porvoo: Bookwell Oy.

Junttila, E. 2014. Parenteraalisessa nestehoidossa käytettävät valmisteet. Teoksessa Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Toim. Niemi-Murola, L.; Jalonen, J.; Junttila, E.; Metsävainio, K. & Pöyhiä, R. 2., uudistettu painos. Porvoo: Bookwell Oy.

Jäntti, V. 2014. Aivosähkötoiminta ja sen muutokset anestesian aikana: Terveyskirjasto. Viitattu 21.3.2018. <http://www.oppiportti.fi/op/ajit00099/do>

Järvelä, K. 2014. Hypertoniset liuokset. Teoksessa Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S.; Ala-Kokko, T.; Kiviluoma, K.; Perttilä, J.; Ruukonen, E. & Silfvast, T. 1., painos. Porvoo: Bookwell Oy.

Järvelä, K. 2014. Hypertonisten liuosten fysiologiset vaikutukset. Teoksessa Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S.; Ala-Kokko, T.; Kiviluoma, K.; Perttilä, J.; Ruukonen, E. & Silfvast, T. 1., painos. Porvoo: Bookwell Oy.

Kalso, E. 2009. Kivun biologinen merkitys. Terveyskirjasto. Viitattu 21.3.2018. <http://www.oppiportti.fi/op/kip00901/do>

- Kalso, E.; Kontinen, V. 2009. Kudosvaurio ja perifeeriset nosiseptorit. Terveyskirjasto. Viitattu 21.3.2018. <http://www.oppiportti.fi/op/kip00802/do>
- Karma, A.; Kinnunen, T.; Palovaara, M & Perttunen, J. 2016. Perioperatiivinen hoitotyö. 1., painos. Helsinki: Sanoma Pro
- Kiviniemi, T.; Sinisalo, J. 2016. Sydämen oma verenkierto. Terveyskirjasto. Viitattu. 21.3.2018. <http://www.oppiportti.fi/op/kar01032/do>
- Kokki, H. 2013. Perioperatiivinen lämpötila. Viitattu. 9.3.2018 [http://www.finnanest.fi/files/kokki\\_perioperatiivinen\\_lampotalous.pdf](http://www.finnanest.fi/files/kokki_perioperatiivinen_lampotalous.pdf)
- Leppäluoto, J.; Kettunen, R.; Rintamäki, H.; Vakkuri, O.; Vierimaa, H. & Lätti, S. 2017. Anatomia ja fysiologia rakenteesta toimintaan. 8., uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro.
- Lukkari, L.; Kinnunen, T. & Korte, R. 2010. Perioperatiivinen hoitotyö.1.-2. Painos. Helsinki: WSOYpro Oy
- Metsävainio, K. 2014. Elimistön nestetilat ja niiden koostumukset. Teoksessa Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, A.; Ala-Kokko, T.; Kiviluoma, K.; Perttilä, J.; Ruokonen, E. & Silfvast, T. 1., painos. Porvoo: Bookwell Oy.
- Milton, S. 2009. Circulation and invasive monitoring: back to basics. Viitattu 11.3.2018 <http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.turkuamk.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=f7a13432-683e-41e5-b1ba-c26df4e8c6a3%40sessionmgr102>
- Mustajoki, P. 2017. Kohonnut verenpaine (verenpainetauti). Viitattu 8.3.2018 [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00034](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00034)
- Mäkynen, H. & Mäkijärvi, M. 2016. Sydämen sähköinen toiminta: Terveyskirjasto. Viitattu 21.3.2018. <http://www.oppiportti.fi/op/kar01206/do>
- Niemi, T.; Järvelä, K. & Kaakinen, T. 2014. Keskeiset periaatteet nestehoidossa käytettävistä liuoksista. Teoksessa Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S.; Ala-Kokko, T.; Kiviluoma, K.; Perttilä, J.; Ruokonen, E. & Silfvast, T. 1., painos. Porvoo: Bookwell Oy.
- Niemi, T. & Ruokonen, E. 2014. Kolloidiliuokset. Teoksessa Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. Toim. Alahuhta, S.; Ala-Kokko, T.; Kiviluoma, K.; Perttilä, J.; Ruokonen, E. & Silfvast, T. 1., painos. Porvoo: Bookwell Oy.
- Niemi-Murola, L. 2016. Hengityksen valvonta: Terveyskirjasto. Viitattu 21.03.2018 <http://www.oppiportti.fi/op/atd00064/do>
- Nienstedt, W.; Hänninen, O.; Arstila, A. & Björkqvist, S. 2004. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 15., uudistettu painos. Porvoo: WSOY.
- Nienstedt, W. & Kallio S. 2013. Luut ja ytimet. 14., uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro.
- Nishi, E.; Bergamaschi, C.; Campos, R. 2015. The crosstalk between the kidney and the central nervous system: the role of renal nerves in blood pressure regulation. Viitattu 07.03.2018 [http://physoc.onlinelibrary.wiley.com/hub/journal/10.1111/\(ISSN\)1469-445X/](http://physoc.onlinelibrary.wiley.com/hub/journal/10.1111/(ISSN)1469-445X/)
- Nurmi, H. 2017. Role of the VEGFC/VEGFR3 pathway, beyond developmental lymphangiogenesis. Viitattu 01.03.2018. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/180934/Roleofth.pdf?sequence=1>

- Orava, J. 2014. Characterisatoin of funktional brown adipose tissue in adult humans. Viitattu 7.3.2018 <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/95825/AnnalesD1108Orava.pdf?sequence=2>
- Okkonen, M. 2015. Makupaloja hengitysmekaniikasta. Viitattu 8.3.2018 [http://www.fin-nanest.fi/ezproxy.turkuamk.fi/files/okkonen\\_makupaloja\\_hengitysmekaniikasta.pdf](http://www.fin-nanest.fi/ezproxy.turkuamk.fi/files/okkonen_makupaloja_hengitysmekaniikasta.pdf)
- Parker, S. 2010. Ihmiskeho ensyklopedia. 1., painos. Kiina: Hung Hing Offset Printing Company
- Parkkila, S. 2016. Sydämen johtoradat: Terveyskirjasto. Viitattu 28.02.2018 <http://www.oppi-portti.fi/op/kar01005/do>
- Patwa, A. & Shah.A. 2015. Anatomy and physiology of respiratory system relevant to anaesthesia. Viitattu.8.3.2018 <http://www.ijaweb.org/article.asp?issn=0019-5049;year=2015;volume=59;issue=9;spage=533;epage=541;aulast=Patwa>
- Perrier, E.; Rondeau, P.; Poupin, M; Bellego, L.; Armstrong, LE.; Lang, F.; Stookey, J.; Tack, I.; Vergne, S.; & Klein, A. 2013. Relation between urinary hydration biomarkers and total fluid intake in healthy adults: European Journal of Clinical Nutrition. Vol. 93, No. 67, 939-943.
- Rautava-Nurmi, H.; Vaula, E.; Sjövall, S.; Vuorisalo, S. & Westergård, A. 2003. Neste- ja ravitsemushoito. 2., uudistettu painos. Porvoo: Bookwell Oy.
- Rizzo, J.; Rowan, M.; Driscoll, I.; Chan, R.; Chung, K. 2017. Perioperative Temperature Management During Burn Care. Viitattu 9.3.2018 <https://academic.oup.com/jbcr/article/38/1/e277/4568938>
- Saarelma, O. 2017. Hypotermia (ruumiinlämmön lasku). Viitattu 8.3.2018 [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00223](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00223)
- Saastamoinen, T & Lehtomäki, K. 2010 EEG-monotorointi. Teoksessa: Teho- ja valvontahoitotyön opas. Toim. Kaarlola, A.; Larmoila, M.; Lundgren-Laine, H.; Pyykkö, A.; Rantalainen, T & Ritmala-Castren, M. 1., painos. Helsinki: Duodecim Oy.
- Sajid, M.; Shakir, A.; Khatri, K.; Baig, M. 2009. The role of perioperative warming in surgery: a systematic review. Viitattu 11.3.2018 [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-31802009000400009&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-31802009000400009&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- Salminen, A 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Viitattu 31.01.2018 [https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)
- Salomäki, T. 2014. Nestehoidon periaatteet. Teoksessa Anestesiologia ja tehohoito. Toim. Rosenberg, P.; Alahuhta, S.; Lindgren, L.; Olkkola, K. & Ruokonen, E. 2014. 3., uudistettu painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
- Sand, O.; Sjaastadt. Q.; Haug, E.; Bjålie, J. & Toverud, K. 2012. Ihminen: fysiologia ja anatomia. 9., uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro.
- Sessler, D. 2008. Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation. Viitattu 11.3.2018 <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=1922342>
- Sessler, D. 2016. Perioperative thermoregulation and heat balance. Viitattu 11.3.2018 [http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(15\)00981-2/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(15)00981-2/fulltext)
- Silva Jr, J.; Oliveira, A.; Nogueira, F.; Vianna, P.; Filho, M.; Dias, L.; Maia, V.; Neucamp, C.; Amendola, C.; Carmona, M. & Malbouisson, L. 2013. The effect of excess fluid balance on the mortality rate of surgical patients: a multicenter prospective study: Critical Care. Viitattu 13.3.2018 <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc13151>

Silverthorn, D. 2016 Human Physiology An Integrated Approach. 7., uudistettu painos. Lontoo: Pearson Education.

Spaan, J.; Kolyva, C.; Wijngaard, J.; Wee, R.; Horssen, P.; Piek, J.; Siebes. 2008. Coronary structure and perfusion in health and disease. Viitattu 7.3.2018 <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/366/1878/3137.long>

Tengvall, E 2010. Leikkaus- ja anestesiahoitajan ammatillinen pätevyys. Viitattu 31.01.2018 [http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_978-952-61-0226-9/urn\\_isbn\\_978-952-61-0226-9.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-0226-9/urn_isbn_978-952-61-0226-9.pdf)

Terveyskirjasto 2017 > lääketieteen termit > fysiologia. Viitattu 31.1.2018 [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=ltt00925&p\\_hakusana=fysiologia](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt00925&p_hakusana=fysiologia)

Terveyskirjasto > lääketieteen termit> kipujana. Viitattu 10.04.2018. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/sovellukset/sanakirjat/#/q/113/lt10589>

Terveyskirjasto 2017 > lääketieteen termit > Palaute. Viitattu 06.03.2018 <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/sovellukset/sanakirjat/#/q/lt16587>

Tutkimuseettinen lautakunta 2012. Viitattu 31.1.2018 [http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)

Varpula, M. 2014. Verenkiertovajauksen kliininen kuva ja diagnostiikka. Teoksessa: Anestesiologia ja tehohoito. Toim. Rosenburg, P.; Alahuhta, S.; Lindgren, L.; Olkkola, K.; Ruokonen, E. 3. uudistettu painos. Keuruu: Otavan kirjapaino.

Vierimaa, H. & Laurila, M. 2014. Keho anatomia ja fysiologia. Helsinki: WSOYpro Oy.

Vikatmaa, L.; Schramko, A. & Hiippala, S. 2015. Verenvuoto leikkauksessa. Vol. 131, No 20, 1915-1920.

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. 1., painos. Jyväskylä: Tammi

Waugh A. & Grant A. 2010. Anatomy and physiology in health and illness. 11., uudistettu painos. Lontoo: Elsevier Limited.

Wilhelm, I.; Kazakas, C.; Istvan, K. 2011. In vitro models of the blood-brain barrier. Viitattu 07.03.2018 [file:///C:/Users/ekauno15/Downloads/ane\\_7111.pdf](file:///C:/Users/ekauno15/Downloads/ane_7111.pdf)

## Kyselytutkimus perioperatiivisille sairaanhoitajille fysiologian osaamisesta

Kyselylomakkeen tavoitteena on testata perioperatiivisten sairaanhoitajien fysiologian tietämystä ja kartoittaa mahdollista täydennyskoulutuksen tarvetta. Kysely koostuu taustatiedoista, fysiologian tietoa testaavista väittämistä sekä yhdestä avoimesta kysymyksestä liittyen täydennyskoulutuksen tarpeeseen.

Pyydämme sinua lukemaan väittämät ja rastittamaan ne oman näkemyksesi mukaan "oikein" tai "väärin".

### Vastaajan taustatiedot:

1. *Ikä:* \_\_\_\_\_ vuotta
2. *Sukupuoli:* \_\_\_\_\_
3. *Toimin:*
  - a. Anestesiahoitajana
  - b. Leikkaushoitajana (instrumentoiva- ja valvova hoitaja)
  - c. Sekä anestesiahoitajana että leikkaushoitajana
  - d. Muu mikä? \_\_\_\_\_
4. *Työkokemus aika:* \_\_\_\_\_ kirurgisessa hoitotyössä,  
\_\_\_\_\_ terveydenhuoltoalalla.

|     | VÄITTÄMÄ  | OIKEIN | VÄÄRIN |
|-----|---|--------|--------|
| 1.  | Normaali veren hemoglobiinipitoisuus naisilla on noin 115-150g/l. Miehillä pitoisuus on 130-165g/l.                                     |        |        |
| 2.  | Oikeanpuoleinen eteis-kammio pari pumppaa keuhkoista tulevaa runsashapista verta elimistöön.  |        |        |
| 3.  | Sydämen lepovaihetta kutsutaan diastoleksi.   |        |        |
| 4.  | Proteiinien tehtäviä plasmassa on toimia muiden aineiden kantaja-aineena ja toimia puskureina happo- emästasapainon säätelyssä          |        |        |
| 5.  | Levossa terveen ihmisen sepelvaltimot kuljettavat noin 15% sydämen pumppaamasta verimäärästä.   |        |        |
| 6.  | Vasomotorinen keskus säätelee elimistön lämpötasapainoa.  |        |        |
| 7.  | Sympaattiset hermosyyt vapauttavat vereen adrenaliinia ja nonadrenaliinia, jotka kasvattavat sydänlihaksen ärsytystä ja supistusvoimaa. |        |        |
| 8.  | Anestesiassa käytettävät aineet heikentävät refleksiä jotka suojaavat verenkiertoa.   |        |        |
| 9.  | Liian korkea syke voi kertoa liian syvästä nukutuksesta.  |        |        |
| 10. | Sykkeeseen nousu on elimistön vaste liian vähäiseen verenkiertoon, kun elimistö yrittää pitää yllä tarpeeksi suurta minuuttivirtausta.  |        |        |
| 11. | Kammioeräiset rytmihäiriöt ovat vuototilanteessa yleisiä.   |        |        |
| 12. | Alveoliventilaatiolla tarkoitetaan kaasujen vaihtoon hengitettävää ilman määrää.  |        |        |
| 13. | Intubaatio kasvattaa hengityksen kuolleen tilan määrää.   |        |        |

(Jatkuu)

|     |  |  |  |
|-----|--|--|--|
| 14. | Aikuisen keskimääräinen minuuttiventilaatio on 9-10l.  |  |  |
| 15. | Aikuisen hapenkulutus levossa on noin 250ml/min.   |  |  |
| 16. | Veren happikyllästeisyys eli happisaturaatio kuvaa hemoglobiiniin sitoutuneen hapen määrää sen kokonaiskapasiteettiin nähden.                                |  |  |
| 17. | Hengityksen humoraalinen säätely perustuu veren hiilidioksidin, hapen sekä vetyionien muutoksiin.  |  |  |
| 18. | Sisäänhengityskeskukseen hermosolut huolehtivat hengitystiheydestä.  |  |  |
| 19. | Veren happipitoisuus on keuhkoista lähtiessä normaalisti 400ml/l.  |  |  |
| 20. | Somaattinen hermosto säätelee sileän lihaksiston ja sydänlihaksen liikkeitä sekä vaikuttaa rauhasen eritykseen.  |  |  |
| 21. | Kivun yhteydessä kipeän alueen lihakset supistuvat, joka voi johtaa siihen, ettei kudokseen pääse riittävästi happea, jolloin kudoksesta voi mennä kuolioon. |  |  |
| 22. | Psykoogeeninen kipu on kipua jolle ei löydetä elimellistä syytä.   |  |  |
| 23. | Alle 32°C kehonlämmön ihmisen refleksit katoavat ja hengitys pysähtyy.   |  |  |
| 24. | Lämmönsäätelykeskus sijaitsee hypotalamuksessa.  |  |  |
| 25. | Suurin osa kehon lämmönhukasta on säteilemällä tapahtuvaa.   |  |  |
| 26. | Lämpötilan lasku voi lisätä verenvuodon riskiä ja nostaa verensiirtojen tarvetta.  |  |  |
| 27. | Jos elimistön lämpötila alkaa normaaleissa olosuhteissa nousemaan yli 42°C, ihmiselle alkaa tulla kouristuksia ja nopeita aivomuutoksia.                     |  |  |
| 28. | Kuukautiskierron vaiheet eivät vaikuta kehon lämpötilaan.  |  |  |
| 29. | Leikkauksen aikana ensimmäisen tunnin aikana ydinlämpö laskee vähän väistämättä, koska se tasoittuu hieman muiden kehonosien kanssa.                         |  |  |
| 30. | Jos nesteitä annetaan leikkauksen aikana yli 1000ml, ne pitäisi lämmitellä.  |  |  |
| 31. | Tärkein yksittäinen tekijä veden jakautumisessa nestetiloiden kesken on natrium, sen määrä vaikuttaa solunulkoisen ja solunsisäisen nesteen tilavuuteen.     |  |  |
| 32. | Hypotoniset nesteet siirtyvät nopeasti verenkierrosta solujen sisään eikä ne kuormita verenkiertoa.  |  |  |
| 33. | Perioperatiivisilla potilailla käytetään nestehoidossa tavallisesti glukoosia sisältämiä infuusionesteitä.   |  |  |
| 34. | Solunsisäisen nestetiloiden osuus on solunulkoista nestetilaa pienempi.  |  |  |
| 35. | Hypertoninen liuos lisää sydämen jälkikuormaa ja huonontaa perifeeristä verenkiertoa.  |  |  |

Onko mielestäsi tarvetta täydennyskoulutukselle liittyen ihmisen fysiologiaan? Jos on, niin mihin aiheeseen erityisesti?

---



---



---



---



---



---

## Vastauslomake

|     | VÄITTÄMÄ   | OIKEIN | VÄÄRIN |
|-----|--|--------|--------|
| 1.  | <b>Normaali veren hemoglobiinipitoisuus naisilla on noin 115-150grammaa litrassa. Miehillä pitoisuus on 130-165g/l.</b> (Hakkarainen ym. 2010, 300-301.)   | X      |        |
| 2.  | <b>Oikeanpuoleinen eteis-kammio pari pumppaa keuhkoista tulevaa runsashappista verta elimistöön.</b><br>Vasemmanpuoleinen eteis-kammio pari pumppaa keuhkoista tulevaa runsashappista verta elimistöön. (Hakkarainen ym. 2010, 315-320; Waugh & Grant 2010, 81-96; Drake ym. 2015, 186-294.) |        | X      |
| 3.  | <b>Sydämen lepovaihetta kutsutaan diastoleksi.</b> (Hakkarainen ym. 2010, 319; Hanifin 2010; Aalto-Setälä 2016.)   | X      |        |
| 4.  | <b>Proteiinien tehtäviä plasmassa on toimia muiden aineiden kantaja-aineena ja toimia puskureina happo-emästasapainon säätelyssä.</b> (Hakkarainen ym. 2010, 299-310; Waugh & Grant 2010, 56-65; Leppäluoto ym. 2017, 130-133.)  | X      |        |
| 5.  | <b>Levossa terveen ihmisen sepelvaltimot kuljettavat noin 15% sydämen pumppaamasta verimäärästä.</b><br>Levossa sepelvaltimot kuljettavat 5% sydämen pumppaamasta verimäärästä. (Hiltunen ym. 2010; Parkkila 2016; Leppäluoto ym. 2017.)   |        | X      |
| 6.  | <b>Vasomotorinen keskus säätelee elimistön lämpötasapainoa.</b><br>Verenkierron hermostollista säätelyä ohjaa aivosillassa ja ydinjatkeessa sijaitseva vasomotorinen keskus. (Nishi ym. 2015.)   |        | X      |
| 7.  | <b>Sympaattiset hermosyyt vapauttavat vereen adrenaliinia ja nonadrenaliinia, jotka kasvattavat sydänlihaksen ärsytystä ja supistusvoimaa.</b> (Nishi ym. 2015.)   | X      |        |
| 8.  | <b>Anestesiassa käytettävät aineet heikentävät refleksejä jotka suojaavat verenkiertoa.</b> (Lukkari ym. 2010, 314-315.)   | X      |        |
| 9.  | <b>Liian korkea syke voi kertoa liian syvästä nukutuksesta.</b><br>Liian matala syke voi kertoa liian syvästä nukutuksesta. (Lukkari ym. 2010, 314-315.)   |        | X      |
| 10. | <b>Sykkeen nousu on elimistön vaste liian vähäiseen verenkiertoon, kun elimistö yrittää pitää yllä tarpeeksi suurta minuuttivirtausta.</b> (Varpula 2014, 966.)  | X      |        |
| 11. | <b>Kammioperäiset rytmihäiriöt ovat vuototilanteessa yleisiä.</b><br>Kammioperäiset rytmihäiriöt ovat vuototilanteessa harvinaisia. (Varpula 2014, 966.)   |        | X      |
| 12. | <b>Alveoliventilaatiolla tarkoitetaan kaasujen vaihtoon hengitettävää ilman määrää.</b> (Waugh & Grant 2010, 249-250; Sand ym. 2012, 367; Leppäluoto ym. 2017, 215.)   | X      |        |
| 13. | <b>Intubaatio kasvattaa hengityksen kuolleiden tilan määrää.</b> (Aittomäki & Valta 2014.)   | X      |        |
| 14. | <b>Aikuisen keskimääräinen minuuttiventilaatio on 9-10l.</b><br>Tavallinen hengitystiheys aikuisella on levossa 12-14 kertaa minuutissa, jolloin minuuttiventilaatio on 6-7 litraa. (Leppäluoto ym. 2017, 215-216.)  |        | X      |
| 15. | <b>Aikuisen hapenkulutus levossa on noin 250ml/min.</b> (Sand ym. 2012, 370.)  | X      |        |
| 16. | <b>Veren happikyllästeisyys eli happisaturaatio kuvaa hemoglobiiniin sitoutuneen hapen määrää sen kokonaiskapasiteettiin nähden.</b> (Hakkarainen ym. 2010, 370; Sand ym. 2012, 369-370; Leppäluoto ym. 2017, 217-219.)  | X      |        |
| 17. | <b>Hengityksen humoraalinen säätely perustuu veren hiilidioksidin, hapen sekä vetyionien muutoksiin.</b> (Nienstedt ym. 2004, 286-288; Hakkarainen ym. 2010, 372.)   | X      |        |
| 18. | <b>Sisäänhengityskeskukseen hermosolut huolehtivat hengitystiheydestä.</b> (Sand ym. 2012, 373-374.)   | X      |        |
| 19. | <b>Veren happipitoisuus on keuhkoista lähtiessä normaalisti 400ml/l.</b><br>Veren happipitoisuus on keuhkoista lähtiessä normaalisti 200ml/l. (Sand ym. 2012, 370.)  |        | X      |

(Jatkuu)

|     |  |   |   |
|-----|--|---|---|
| 20. | <b>Somaattinen hermosto säätelee sileän lihaksiston ja sydänlihaksen liikkeitä sekä vaikuttaa rauhasten eritykseen.</b><br>Autonominen eli tahdosta riippumaton hermosto puolestaan säätelee sileän lihaksiston ja sydänlihaksen liikkeitä sekä vaikuttaa rauhasten eritykseen. (Nienstedt ym. 2004, 538; Hakkarainen ym. 2010, 209, 220.) |   | X |
| 21. | <b>Kivun yhteydessä kipeän alueen lihakset supistuvat, joka voi johtaa siihen, ettei kudokseen pääse riittävästi happea, jolloin kudokset voivat mennä kuolioon.</b> (Kalso 2009.)   | X |   |
| 22. | <b>Psykogeeninen kipu on kipua jolle ei löydetä elimellistä syytä.</b> (Hiltunen ym. 2010.)  | X |   |
| 23. | <b>Alle 32°C kehonlämmön ihmisen refleksit katoavat ja hengitys pysähtyy.</b><br>Alle 26°C ihmisen refleksit katoavat ja hengitys pysähtyy. (Hakkarainen ym. 2010, 442; Saarelma 2017.)  |   | X |
| 24. | <b>Lämmönsäätelykeskus sijaitsee hypotalamuksessa.</b> (Waugh & Grant 2010.; Bendel, S. & Lång, M. 2013; Orava 2014.)  | X |   |
| 25. | <b>Suurin osa kehon lämmönhukasta on säteilemällä tapahtuvaa.</b><br>Jopa 60-90 prosenttia lämmönhukasta on säteilemällä tapahtuvaa. (Hakkarainen ym. 2010, 443; Leppäluoto ym. 2017, 302.)  | X |   |
| 26. | <b>Lämpötilan lasku voi lisätä verenvuodon riskiä ja nostaa verensiirtojen tarvetta.</b> (Kokki 2013; Sessler 2016.)   | X |   |
| 27. | <b>Jos elimistön lämpötila alkaa normaaleissa olosuhteissa nousemaan yli 42°C, ihmiselle alkaa tulla kouristuksia ja nopeita aivomuutoksia.</b> (Hiltunen ym. 2010; Saarelma 2017.)  | X |   |
| 28. | <b>Kuukautiskierron vaiheet eivät vaikuta kehon lämpötilaan.</b><br>Kuukautiskierron vaiheet vaikuttavat kehon lämpötilaan. (Günter ym. 2014.)   |   | X |
| 29. | <b>Leikkauksen aikana ensimmäisen tunnin aikana ydinlämpö laskee vähän väistämättä, koska se tasoittuu hieman muiden kehonosien kanssa.</b> (Kokki 2013.)  | X |   |
| 30. | <b>Jos nesteitä annetaan leikkauksen aikana yli 1000ml, ne pitäisi lämmitellä.</b><br>Jos nesteitä annetaan yli 500ml, ne pitäisi lämmitellä. (Kokki 2013.)  |   | X |
| 31. | <b>Tärkein yksittäinen tekijä veden jakautumisessa nestetilojen kesken on natrium, sen määrä vaikuttaa solunulkoisen ja solunsisäisen nesteen tilavuuteen.</b> (Rautava-Nurmi ym. 2003, 28.)   | X |   |
| 32. | <b>Hypotoniset nesteet siirtyvät nopeasti verenkierron solujen sisään eikä ne kuormita verenkiertoa.</b> (Annala 2010.)  | X |   |
| 33. | <b>Perioperatiivisilla potilailla käytetään nestehoidossa tavallisesti glukoosia sisältämättömiä infuusionesteitä.</b> (Niemi ym. 2014, 274.)  | X |   |
| 34. | <b>Solunsisäisen nestetilän osuus on solunulkoista nestetilaa pienempi.</b><br>Solunsisäisen nestetilän osuus on solunulkoista nestetilaa suurempi. (Hiltunen ym. 2010; Metsävainio 2014; Leppäluoto ym. 2017.)  |   | X |
| 35. | <b>Hypertoninen liuos lisää sydämen jälkikuormaa ja huonontaa perifeeristä verenkiertoa.</b><br>Hypertoninen liuos vähentää sydämen jälkikuormaa ja parantaa perifeeristä verenkiertoa. (Järvelä 2014, 281.)   |   | X |

## Kyselylomakkeen ensimmäinen versio

| VÄITTÄMÄ  | OIKEIN | VÄÄRIN |
|---|--------|--------|
| <b>Solunsisäisen nestetilan osuus on solunulkoista nestetilaa pienempi.</b><br>Solunsisäisen nestetilan osuus on solunulkoista nestetilaa suurempi.<br>(Hiltunen ym. 2010; Metsävainio 2014; Leppäluoto ym. 2017.)                          |        | X      |
| <b>Mikroglia solut muodostavat aivojen pinnalle veri-aivoesteeseen.</b><br>Astrosyytit muodostavat aivojen pinnalle veri-aivoesteeseen. (Wilhelm ym. 2011.)   |        | X      |
| <b>Sydämen lepovaihetta kutsutaan diastoleksi.</b> (Hakkarainen ym. 2010, 319; Hanifin 2010; Aalto-Setälä 2016.)  | X      |        |
| <b>Kolloidiliuoksien käyttö on vähentymään päin, sillä niiden käytöllä on todettu olevan yhteys munuaisvaurioon.</b> (Niemi & Ruokonen 2014.)   | X      |        |
| <b>Levossa terveen ihmisen sepelvaltimot kuljettavat noin 15% sydämen pumppaamasta verimäärästä.</b><br>Levossa sepelvaltimot kuljettavat 5% sydämen pumppaamasta verimäärästä.<br>(Hiltunen ym. 2010; Parkkila 2016; Leppäluoto ym. 2017.) |        | X      |
| <b>Kammioeräiset rytmihäiriöt ovat vuototilanteessa yleisiä.</b><br>Kammioeräiset rytmihäiriöt ovat vuototilanteessa harvinaisia. (Varpula 2014.)   |        | X      |
| <b>Vesi siirtyy elimistössä osmoottisen paineen avulla kohti pienempää tilavuutta.</b> (Leppäluoto ym. 2017.)   | X      |        |
| <b>Pelottavan asian katsominen tai kuuleminen nostaa pulssia, ja voi saada aikaan virtsaamista.</b> (Nienstedt ym. 2004.)   | X      |        |
| <b>Kuukautiskierron vaiheet eivät vaikuta kehon lämpötilaan.</b><br>Kuukautiskierron vaiheet vaikuttavat kehon lämpötilaan. (Günter ym. 2014.)  |        | X      |
| <b>Fysiologisella keittosuolalla ja Ringerin liuoksella on huono pysyvyys intravaskulaarisessa tilassa.</b> (Junttila 2014.)  | X      |        |
| <b>Hengityksen humoraalinen säätely perustuu veren hiilidioksidin, hapen sekä vetyionien muutokseen.</b> (Hiltunen ym. 2010.)   |        | X      |
| <b>Ependymasolut toimivat vieraiden mikro-organisien ekä kuolleiden hermosolujen tuhoajana.</b><br>Mikroglia solut tuhoavat keskushermostosta vieraita mikro-organismeja sekä kuolleita hermosoluja.<br>(Armin 2013; Leppäluoto ym. 2017.)  |        | X      |
| <b>Inspiraatio on ventilaation passiivinen vaihe, joka vaatii lihasten supistustyötä.</b><br>Inspiraatio on ventilaation aktiivinen vaihe joka alkaa, joka vaatii lihasten supistustyötä. (Sand ym. 2012; Leppäluoto ym. 2017.)             |        | X      |
| <b>Lämmönsäätelykeskus sijaitsee hypotalamuksessa.</b><br>(Vaugh & Grant 2010.; Bendel, S. & Lång, M. 2013; Orava 2014.)  | X      |        |
| <b>Terävää ja tarkasti paikannettavaa kipua välittävät hitaat hermosyyt.</b><br>Nopeat hermosyyt välittävät terävää ja tarkasti paikannettavaa kipua, hitaat jomottavaa ja vaikeammin paikannettavaa kipua. (Hiltunen ym. 2010.)            |        | X      |
| <b>Istuvan aikuisen hengityksen kuollut tila on keskimäärin 50ml.</b><br>Amplitudin määrästä kuollut tila on on istuvalla henkilöllä keskimäärin 150ml ja selinmakuulla olevalla 100ml<br>(Aittomäki & Valta 2014.)                         |        | X      |
| <b>Hengityksen säätelyyn vaikuttaa selkäydinnesteen happamuus.</b> (Vaugh & Grant 2010; Sand ym. 2012.)   | X      |        |
| <b>Monet anestesia-aineet vaikuttavat lämmönsäätelykeskukseen hypotalamuksessa.</b> (Kokki 2013.)   | X      |        |
| <b>Psykogeeninenkipu on kipua jolle ei löydetä elimellistä syytä.</b> (Hiltunen ym. 2010.)  | X      |        |
| <b>Kun potilas on nukutettu, leikkauksen aiheuttama kudostuho ei aktivoi kipureseptoreita.</b><br>Kudostuho aktivoi kipureseptoreita ja aiheuttaa nosiseptiivisen vasteen. (Karma ym. 2016.)  |        | X      |
| <b>Hermostukisoluista tärkeimmät ovat oligodendrosyytit sekä Schwannin solut.</b><br>(Armin 2013; Leppäluoto ym. 2017.)   | X      |        |
| <b>Jos elimistön lämpötila alkaa normaaleissa olosuhteissa nousemaan yli 42°C, ihmiselle alkaa tulla kouristuksia ja nopeita aivomuutoksia.</b> (Hiltunen ym. 2010; Saarelma 2017.)   | X      |        |
| <b>Alle 32°C kehonlämmön ihmisen refleksit katoavat ja hengitys pysähtyy.</b><br>Alle 26°C ihmisen refleksit katoavat ja hengitys pysähtyy. (Hakkarainen ym. 2010, 442; Saarelma 2017.)   |        | X      |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Perifeeriset kemoreseptorit reagoivat laskimoveren hiilidioksidiosapaineen muutoksiin.</b><br>Perifeeriset kemoreseptorit reagoivat valtimoveren happiosapaineen muutoksiin.<br>(Vaugh & Grant 2010; Sand ym. 2012.) |   | X |
| <b>Kun potilaan lämpötila laskee, kilpirauhashormonien tuotanto laskee myös.</b><br>Kun potilas jäähtyy, kilpirauhashormonien tuotanto nousee, ja se lisää lämmöntuottoa pikkuhiljaa.<br>(Vierimaa & Laurila 2014.)     |   | X |
| <b>Hiilidioksidin osapaine on keuhkojen hiussuonissa alveoli-ilmaa suurempi.</b><br>(Hiltunen ym. 2010; Sand ym. 2012; Leppäluoto ym. 2017.)  | X |   |
| <b>Kipuaisti voi puuttua ihmiseltä synnyttäessä jolloin kehoon syntyy helposti vaurioita.</b><br>(Hiltunen ym. 2010.)   | X |   |
| <b>Keuhkopussissa ei ole kipureseptoreita.</b><br>Keuhkopussissa on paljon kipureseptoreita. (Hiltunen ym. 2010; Vierimaa & Laurila 2014.)  |   | X |

## FYSIOLOGIAN YHTEENVETO

### VERENKIERTO

- Terveen aikuisen ihmisen systolinen verenpaine on noin 120mmHg, diastolinen verenpaine taas noin 75mmHg (Hakkarainen ym. 2010, 322-323). Verenpaine on siis normaali, kun se on alle 130/85mmHg. Verenpaine on tyydyttävällä tasolla, kun systolinen verenpaine on 130-139mmHg ja diastolinen 80-89mmHg.
- Kohonnut verenpaine on, kun verenpaine on 140/90 tai enemmän. (Mustajoki 2017.)
- Aikuisen terveen ihmisen normaali syke levossa 60-80 kertaa minuutissa (Hakkarainen ym. 2010, 318, 333.)

### HENGITYS

- Tavallinen hengitystiheys aikuisella on levossa 12-14 kertaa minuutissa, jolloin minuuttiventilaatio on 6-7 litraa. Hengitystilavuus on kuitenkin aina yksilöllinen, se vaihtelee iän, sukupuolen ja pituuden mukaan. (Leppäluoto ym. 2017, 215-216.)
- Veren happipitoisuus on keuhkoista lähtiessä normaalisti 200ml/l. Sydämen minuuttitulavuus on 5l, jolloin elimistöön tulee happea 1000ml minuutissa. (Sand ym. 2012, 370.)
- Happisaturaatio ilmoitetaan prosenttilukuna ja on valtimoverenkierrossa normaalisti noin 97%. (Hakkarainen ym. 2010, 370; Leppäluoto ym. 2017, 217-219.)

### HERMOSTO JA KIPU

- Hermoston toiminta on kolmivaiheista. Ensin eri aistinreseptorit saavat informaatiota, joka siirtyy hermoimpulsseina ääreishervoja pitkin keskushermostoon. Keskushermosto käsittelee saamansa tiedon ja lopuksi reagoi informaatioon tarpeen mukaan esimerkiksi lihastoiminnan avulla. (Hakkarainen ym. 2010, 210.)
- Kipuaistin tarkoituksena on suojata elimistöä vaurioilta. Kipu on normaalisti epämiellyttävä tunne, joten ihminen kiinnittää siihen huomionsa ja mahdollisesti välttää vaurioilta. (Kalso 2009; Hakkarainen ym. 2010, 243-244.)

### LÄMMÖNSÄÄTELY

- Ydinlämpötila on hyvin säädelty, eikä siinä ole paljoakaan vaihtelua ja se on normaalisti noin 37°C (Hakkarainen ym. 2010, 442-443; Waugh & Grant 2010, 357; Vierimaa & Laurila 2014, 321; Leppäluoto ym. 2017, 309-310.)
- Jos elimistön lämpötila alkaa normaaleissa olosuhteissa nousemaan yli 42°C, ihmiselle alkaa tulla kouristuksia ja nopeita aivomuutoksia. Alle 31°C alkaa olla jo hengenvaarallinen, ihmiselle alkaa tulla sydämen rytmihäiriöitä. 30°C jälkeen tajunnantila heikkenee. Alle 26°C ihmisen refleksit katoavat ja hengitys pysähtyy. (Hakkarainen ym. 2010, 442; Saarelma 2017.)

### NESTETASAPAINO

- Ihminen menettää tavallisesti nestettä vuorokaudessa noin 2,5 litraa. (Leppäluoto ym. 2017, 296.) Virtsaneritys on tavallisesti 0.5-1.0ml/kg/h (Rautava-Nurmi ym. 2003, 34.)
- Veden keskimääräinen tarve vuorokaudessa aikuisella on 30-50 ml/kg, natriumin 1-2 mmol/kg, kaliumin 0.5-1.5 mmol/kg ja kloridin 1-2 mmol/kg (Salomäki 2014, 333).

## Posteri

# PERIOPERATIIVISEN SAIRAANHOITAJAN FYSIOLOGIAN TIEDOT

- Kyselylomake perioperatiivisille sairaanhoitajille

#Excellence  
In Action

**DIKEIN VAI VÄÄRIN?**

Anestesiassa käytettävät aineet heikentävät refleksejä jotka suojaavat verenkiertoa?

Jos nesteitä annetaan leikkauksen aikana yli 1000ml, ne pitäisi lämmittää?

Intubaatio kasvattaa hengityksen kuolleiden tilan määrää?

Solunsisäisen nestetilän osuus on solunulkoista nestetilää pienempi?

Psykogeeninen kipu on kipua jolle ei löydetä elimellistä syytä?

**TURKU AMK**  
TURKU UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES

**VARSINAIS-SUOMEN  
SAIRAANHOITOPIIRI**

Moona Kaunisto, Ella Kauno ja  
Roosa Rantala PSHTS15B