

Mari Isotupa ja Elina Lahti

VERENKIERTO, HENGITYS JA NESTETASAPAINO -KURSSIN OPPIMATERIAALIEN UUDISTAMINEN

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Syyslukukausi 2016

## VERENKIERTO, HENGITYS JA NESTETASAPAINO -KURSSIN OPPIMATERIAALIEN UUDISTAMINEN

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Lääketieteellinen tiedekunta, biolääketieteen laitos

Turun yliopisto, syyslukukausi 2016

Ohjaajat: dosentti Pia Salo, dosentti Leena Strauss, LT Heli Ylä-Outinen

TURUN YLIOPISTO

Biolääketieteen laitos, Lääketieteellinen tiedekunta

ISOTUPA, MARI JA LAHTI, ELINA: Verenkierto, hengitys ja nestetasapaino -kurssin oppimateriaalien uudistaminen

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 26 s.,

Fysiologia

Marraskuu 2016

---

Projektin lähtökohtana on ollut tuottaa uutta oppimateriaalia Verenkierto, hengitys ja nestetasapaino -kurssin (VHN-kurssin) harjoitustöihin Moodle-oppimisolustalle. Materiaali on kohdistettu C2-lukukauden opiskelijoille. VHN-kurssi on osa Sisäelimistön rakenne ja toiminta -opintokokonaisuutta.

Uudelle tiiviille sähköiselle materiaalille on tarvetta, koska osalla ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoista harjoitustyöt alkavat ennen asioita käsitteleviä luentoja. Nyt laadittu sähköinen materiaali mahdollistaa opiskelijoiden itseopiskelun ennen harjoitustöitä sekä toimii kertauksena niiden jälkeen. Vastaavaa tiivistä materiaalia ei aiemmin ole ollut VHN-kurssilla. Myös opetushenkilökunnan on mahdollista käyttää materiaalia harjoitustöissä opetustarkoituksessa.

Oppimateriaalin käyttäjien tietotaso huomioiden materiaalit on tehty oppikirjatasoisesti. Lähteinä on käytetty pääasiassa eri erikoisalojen oppikirjoja. Tiedekunnan oppimistavoitteet ja aikaisempien vuosien luennot määrittivät työn sisällön vaikeusasteen. Itse kyseisen kurssin läpi käyneinä tiesimme, mihin kiinnittää oppimateriaaleissa erityistä huomiota.

Oppimateriaalit laadittiin sydämen ja keuhkojen auskultaatioon, EKG-rekisteröintiin, spirometriaan sekä verenpaineen auskultaatiomittaukseen. Laadittu materiaali koostuu erilaisista kuvasarjoista, potilastapauksista, itsearviointitenteistä sekä erilaisista tehtävistä. Kuvasarjat on tehty PowerPoint-muotoon. Niissä esitellään toimenpiteen suorittamisen ja ymmärtämisen kannalta oleelliset asiat sekä tärkeimmät taustatiedot. Materiaalit on tehty Windi-projekteissa kehitetyn vertaisarviointimenetelmän mukaisesti.

Osa materiaalista on otettu opetuskäyttöön käyttöön jo keväällä 2015. Loput materiaaleista otettiin käyttöön keväällä 2016. Oppimateriaaleista tulee Biolääketieteen laitoksen omaisuutta, ja ne on julkaistu Moodle-järjestelmässä.

Avainsanat: auskultaatio, ekg, spirometria, verenpaine

## SISÄLLYS

1. LÄHTÖKOHDAT	1
2. PROJEKTIN TAVOITTEET	2
3. PROJEKTIN KÄYNNISTÄMINEN	3
3.1 Osallistunut opetushenkilökunta	4
4. PROJEKTIN TOTEUTUS	5
4.1 Auskultaation perusteet ja normaalit löydökset	7
4.1.1 Poikkeavat löydökset	9
4.1.2 PowerPoint-esitys	11
4.2 Spirometrian perusteet ja suorittaminen	12
4.2.1 Spirometria-harjoitustyön materiaalit	13
4.3 EKG:n periaatteet	15
4.3.1 Johtoratajärjestelmä	16
4.3.2 EKG-rekisteröinti	17
4.3.3 Tuotettu materiaali	19
4.4 Verenpaineen mittauksen perusteet	20
4.4.1 Verenpaineen mittauksen menetelmät	21
4.4.1.1 Epäsuorat mittausmenetelmät	22
4.4.2 PowerPoint-esitys	23
5. PROJEKTIN PÄÄTTÄMINEN	25
5.1 Materiaalien jatkokäyttö	25
LÄHTEET	26

## 1. LÄHTÖKOHDAT

Verenkierto, hengitys ja nestetasapaino -kurssi (VHN-kurssi) on osa Sisäelimistön rakenne ja toiminta -opintokokonaisuutta. Kurssi on laajuudeltaan viisi opintopistettä, ja se ajoittuu ensimmäisen opiskeluvuoden keväälle eli lukukaudelle C2. Kurssi on osa Turun yliopiston lääketieteellisen tiedekunnan prekliinistä opetusta.

VHN-kurssilla on ollut käytössä paperiset harjoitustyömonistheet ja tulevaisuuden kannalta on todettu tarvetta sähköiselle materiaalille. Me LK Mari Isotupa ja LK Elina Lahti teimme VHN-kurssin fysiologian opetukseen pohjautuvia sähköisiä materiaaleja erilaisten tehtävien, kuvasarjojen, potilastapausten ja itsearviontitenttien muodossa. Teimme materiaaleja seuraaviin harjoitustöihin: spirometria, sydämen ja keuhkojen auskultaatio, verenpaineen auskultaatiomittaus sekä EKG-rekisteröinti. Tarkoituksenamme ei ollut uudistaa itse harjoitustyömonistetta vaan tuottaa harjoitustöihin opiskelijoille uutta, oppimista tukevaa ja helpottavaa materiaalia, jota myös opetushenkilökunta voi halutessaan käyttää harjoitustöissä haluamallaan tavalla. Projektimme alkoi vuoden 2014 joulukuussa.

Moodle-järjestelmä on lääketieteellisessä tiedekunnassa käytössä oleva sähköinen oppimisympäristö, jonne opettajat tallentavat kurssiensa opiskelumateriaalit ja luennot. Moodle-alustaa käytetään lääketieteellisessä tiedekunnassa monipuolisesti verkko-opetuksessa mm. tenttityökaluna, verkkokeskustelujen alustana sekä tehtävien palautuspaikkana. VHN-kurssin harjoitustyömateriaaleja tarvitaan Moodleen, koska osalla ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoista harjoitustyöt alkavat jo ennen kuin harjoitustöiden kannalta tarvittavat tiedot on opetettu luennoilla. Aikaisempina vuosina kyseiset asiat on luennoitu ennen harjoitustöiden alkua. Ilman näitä materiaaleja opiskelijoilla ei olisi juuri mitään, mitä kerrata tai opiskella ennen harjoitustöitä. Kaikki valmistautuminen olisi sen varassa, kuinka paljon opiskelija olisi jaksanut etsiä tietoa itse.

Materiaaleissamme olemme soveltaneet käänteisen opetuksen periaatteita. Käänteinen opetus on monimuoto-opetusta, jossa opiskelija perehtyy itse internetissä olevaan oppimateriaaliin ennen asian opettajajohtoista opetusta. Tämän jälkeen asia käydään läpi pienryhmäopetuksessa

opettajan johdolla, jolloin jää enemmän aikaa opettajien ja opiskelijoiden keskustelemiseen aiheesta.

Ideaalitilanteessa opiskelijat perehtyvät tekemiimme materiaaleihin juuri ennen harjoitustyötä. Näin heillä olisi jo ennen itse harjoituskertaa käsitys siitä, mitä harjoitustyössä tullaan tekemään ja miksi. Harjoitustöissä on myös tilaisuus tarkentaa itselleen epäselviä asioita. Perehtymällä opetettavaan aiheeseen etukäteen opiskelijat pääsevät harjoitustyössä suoraan harjoittelemaan itse toimintaa. Aikaa säästyy perusteiden kertaamiselta ja saadaan maksimaalinen hyöty itse toimenpiteen harjoittelemisesta. Toisaalta harjoitustyön ohjaaja voi pikaisesti alussa käydä läpi tekemämme esitykset, jos haluaa vielä kerrata asiat opiskelijoille. Harjoitustyössä opiskelijat voivat myös kysyä ohjaajalta asioista, jotka ovat herättäneet kysymyksiä, kun he ovat perehtyneet ennakkomateriaaliin. Materiaalia voidaan siis käyttää opiskelijoiden itseoppimismateriaalina sekä harjoitustyössä opettajien opetusmateriaalina.

## **2. PROJEKTIN TAVOITEET**

Projektimme tavoitteena on ollut tuottaa mahdollisimman yksinkertaista, ydinasiat ymmärrettävästi tiivistävää oppimateriaalia Sisäelimistön rakenne ja toiminta -kurssin Verenkierto, hengitys ja nestetasapaino -osioon. Tuottamamme materiaalit kohdistuvat ensimmäisen vuoden opitaviin asioihin. Kurssin ajankohta lääketieteen opiskelijoiden opiskelutaipaleella on oppimateriaalin suunnittelun ja tuoton kannalta erittäin oleellista.

Tiedekunnan opinto-oppaan mukaan käsittelemillemme aiheille on asetettu seuraavat osaamistavoitteet; ”Opiskelijan tulee tietää... sydämen, verenpaineen ja keuhkojen kliiniset tutkimusmenetelmät muun muassa sydämen ja keuhkojen auskultaation, verenpaineen mittaamisen, keuhkofunktion mittausmenetelmät, EKG-rekisteröinnin periaatteet ja EKG-tulkinnan perusteet. Lisäksi opiskelija osaa soveltaa oppimaansa: kyseisiin elinjärjestelmiin liittyvien yleisempien sairauksien mekanismeja, tutkimusmenetelmiä ja hoitoperiaatteita.” (Nettiopsu). Olemme materiaaleissamme käsitelleet aihealueet näiden opintotavoitteiden vaatimustason pohjalta. Käsittelemme kunkin aihealueen tavoitteet ja toteutuksen omissa luvuissaan.

C2-lukukauden opiskelijoiden fysiologiset ja kliiniset tiedot pohjautuvat lukion oppimäärään. Materiaaleja suunnitellessamme olemme huomioineet kohdeyleisömme lähtötason sekä tiedekunnan asettamat aihepiirejä verenkierto, hengitys ja nestetasapaino koskevat opintotavoitteet. Tavoitteenamme on ollut helpottaa opiskelijoiden opintaivalta tietotason lisäämisessä kohti asetettujen opintotavoitteiden saavuttamista. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi materiaalimme lääketieteellisen tiedon taso on melko perustasoista. Tavoitteenamme on ollut mahdollistaa näistä aihealueista tarvittavien pohjatietojen helpompi omaksuminen lääkärin työn kannalta. Opetettavien aihealueiden laajuus ja C2-kurssilaisten kurssia edeltävien tietojen vaihteleva taso luovat haasteita oppimateriaalin tuottamiselle. Materiaaleissamme kasvatamme loogisesti tiedon vaikeusastetta vähitellen aihealueen loppua kohden. Olemmekin pyrkineet luomaan jokaisen pohjatietoihin nähden sopivat, selkeät ja riittävän kattavat tietopaketit.

### **3. PROJEKTIN KÄYNNISTÄMINEN**

Opetushenkilökunta oli havainnut tarpeen VHN-kurssin materiaalien uudistamisessa ja osan materiaaleista saattamisesta sähköiseen muotoon. Oppimateriaalien uudistamiseen osallistui aluksi opetushenkilökunnan lisäksi kuusi lääketieteenopiskelijaa: neljä opiskelijaa kolmannelta vuosikurssilta ja me kaksi opiskelijaa toiselta vuosikurssilta. Nopeasti tiemme ylemmän vuosikurssin opiskelijoiden kanssa eriytyivät liian kaukana toisistaan olevien aiheiden vuoksi. Me jatkoimme kahdestaan VHN-kurssin harjoitustöiden oppimateriaalien tekemistä.

Työtapanamme käytimme Windi-projekteissa lanseerattua vertaisarviointi-menetelmää. Tarkoituksenamme oli tuottaa harjoitustöihin opiskelijoille oppimista tukevaa ja helpottavaa materiaalia, jota myös opetushenkilökunta voi halutessaan käyttää harjoitustöissä haluamallaan tavalla. Vaikka alkuperäinen ryhmämme hajautui, ja meitä jäi jäljelle kaksi, jatkoimme silti vertaisarviointi-menetelmän käyttöä toistemme töiden arvioinneissa. Projektimme alkoi vuoden 2014 loppupuolella. Tavoitteenamme oli saada materiaalit valmiiksi 2016 alkuun mennessä.

Aloitimme projektin toisen opiskeluvuoden syksyllä. Koemme, että meillä oli vielä hyvin muistissa asiat, joihin olisi tuolloin voinut kiinnittää opetuksessa enemmän huomiota. Meillä on myös selvä ajatus asioista, joita olisi voinut syventää tuolloin. Opiskelujen edetessä ja tietojemme karttuessa, ajatuksemme opetettavista aihepiireistä selkiytyivät. Koemme nyt pystyvämme paremmin suhteuttamaan asiat tärkeysjärjestykseen. Pyrimmekin tuomaan enemmän kliinistä näkökulmaa tekemiimme oppimateriaaleihin opiskelijoiden mielenkiinnon herättämiseksi. Mielestämme olemme pystyneet hyvin tuomaan esille opiskelijan näkökulmaa, sekä kertomaan asiat sillä tavoin kuin aiheiden opiskeleminen olisi meistä ollut mielekästä. Meidän näkökulmamme toimii linkkinä opetushenkilökunnan ja opiskelijoiden välillä.

### **3.1 Osallistunut opetushenkilökunta**

Opetushenkilökunnasta projektissa oli mukana lastentautien erikoislääkäri, dosentti Pia Salo, opetushoitaja Minna-Kaarina Wuorela, dosentti Leena Strauss, keuhkosairauksien erikoislääkäri ja LT Heli Ylä-Outinen sekä LT Jetro Tuulari.

Vastuuohjaajana toimi Pia Salo. Hän on ohjannut meitä koko projektin läpi. Leena Strauss ja Heli Ylä-Outinen olivat mukana projektin spirometria-osuudessa. Leena Strauss kävi meidän kanssamme läpi spirometrian suorittamista ja mahdollisti oikeaoppisen suoritustekniikan mallintamisen kuviin. Heli Ylä-Outinen otti kantaa keuhkosairauksien asiantuntijana PowerPointesitykseemme ja potilastapauksiin. Minna-Kaarina Wuorela on mahdollistanut kuvien ottamisen tekemäämme materiaaliin antamalla meille käyttöön tarvittavat apuvälineet ja varaamalla meille tilan Portista. Jetro Tuulari oli aluksi mukana käynnistämässä projektia. Hän on kehittänyt tiedekuntamme käyttöön vertaisarviointiin perustuvan oppimateriaalintuoton perusteet. Hänen neuvoillaan käynnistimme projektin. Vaikka ryhmämme hajautui, jatkoimme silti Jetro Tuularin luomien periaatteiden mukaisesti työtämme.



#### 4. PROJEKTIN TOTEUTUS

Olemme toteuttaneet projektimme kahdestaan parityönä jakaen keskenämme vastuut työn eri osa-alueista. Töissämme olemme hyödyntäneet Windi-projekteissa lanseerattuja menetelmiä. Projektin suunnittelun ja toteutuksen apuna olemme käyttäneet myös Oppimateriaalin tuottajan -opasta. Niin Oppimateriaalin tuottajan -oppaan kuin Windi-projektinkin menetelmät on suunnattu kirjallisempaa, laajempaa työtä varten. Projektimme eroaa Windi-projekteista siinä, ettemme tuota laajaa, teoreettista ja perusteellista kirjallista harjoitustyömonistetta, vaan olemme tehneet sähköisiä, harjoitustyömonisteiden käsittelemiä asioita kliinisestä näkökulmasta tukevia materiaaleja. Olemme siis muuntaneet Windi-töissä käytettyjä malleja projektiimme paremmin sopivimmiksi.

Windi-projektien yhteydessä lanseerattiin vertaisarviointimenetelmä materiaalin laadun parantamiseksi. Vaikka meitä tekijöitä on ollut vain kaksi, olemme silti onnistuneesti käyttäneet töissämme vertaisarviointia. Windi-projekteissa on ollut mukana useampia osallistujia. Vertaisarvioinnin perusideana on, että tuottaja arvioi laaditun materiaalin yhdessä tietotasollisesti samanarvoisen arvioijan kanssa. Tekijä ja arvioija ovat kumpikin perehtyneet aihealueeseen. Saadun palautteen perusteella materiaali hiotaan valmiimpaan muotoon. Koska meitä on vain ollut kaksi, on toinen ollut materiaalin varsinainen tuottaja ja toinen on toiminut vertaisarvioijana. Palautemäärän ja siten työn kriittisen arvioimisen lisäämiseksi olemme vertaisarvioineet työmme useaan otteeseen töiden eri vaiheissa. Näin olemme voineet viimeistellä työn opetuksellisen potentiaalin mahdollisimman hyväksi.

Työmme koostuu kokonaisuudessaan neljästä eri aihealueesta: sydämen ja keuhkojen auskultaatio, verenpaineen auskultaatiomittaus, spirometria ja EKG-rekisteröinti. Aihealueet ovat sisällöllisesti hyvin irrallisia, vaikka kuuluvatkin kaikki samaan opetettavaan kokonaisuuteen. Pääpainomme on ollut opettaa aihealueet tarkastellen asioita mahdollisimman kliinisesti perusteita unohtamatta. Materiaalimme tarkoitus on tukea harjoitustyömonistetta sekä luennolla opetettavia asioita. Haasteena on ollut pitää materiaalimme riittävän ytimekkäänä mutta silti kaikki tärkeimmät asiat käsittelevänä. Olemme pyrkineet hyödyntämään töissämme pedagogisesti järkeviä ratkaisuja tavoitteisiin päästäksemme. Suurin osa tuottamastamme oppimateriaalista on

PowerPoint-pohjaisia. Tämän lisäksi olemme valmistelleet muun muassa sähköisiä tehtäviä ja itsearviointitenttejä Moodle-sivustolle.

PowerPoint-esityksissä olemme kiinnittäneet paljon huomiota esitysten rakenteeseen. Jokaisen aihealueen esityksessä on samanlainen runko ja samanlainen ulkoasu. Jokaisen esityksen alussa on dia, jossa esitellään esityksessä käsiteltävät asiat. Powerpointin etuna on mahdollisuus jakaa opetettava asia pienempiin kokonaisuuksiin. Tämä tekee myös oppimisesta mielekkäämpää ja helpompaa, kun omaksuttava asia on pilkottu pienempiin paloihin. Aluksi kerrataan asioiden perusteet eli herätellään oppija muistamaan jo osaamansa asiat. Sitten perustellaan, miksi käsittelemämme asiat on keskeistä oppia. Vähitellen vanhan tiedon pohjalle aletaan rakentaa uutta tietoa. Uuden asian opettaminen aloitetaan käsittelemällä kaikkein keskeisimpiä ja merkittävimpiä asioita. Vähitellen laajennamme opetettavaa asiaa yksityiskohtaisemmaksi. Yksityiskohtina olemme käyttäneet joitain kliinisiä esimerkkejä. Nämä esimerkit toimivat myös opiskelijoiden oppimisen motivoijina. Tarkoituksena ei ole, että nämä kaikki jäisivät opiskelijoiden mieleen.

Käytettäessä oppimismetodin PowerPointia on tärkeää, että opetettavan asian esitystapa pysyy selkeänä. Tämän mahdollistamiseksi olemme pyrkineet pitämään diamme mahdollisimman yksinkertaisina. Opetettava asia on tiivistetty niin ytimekkääseen muotoon kuin mahdollista. Käymme opettavat aihealueet läpi pienempinä kokonaisuuksina. Tarvittaessa olemme pilkkoneet nämä pienemmätkin kokonaisuudet esimerkiksi kahteen diaan, jotta kerralla käsiteltävän dian asia pysyisi riittävän yksinkertaisena.

Oppimisen tehostamiseksi olemme käyttäneet dioissa apuna kuvia. Kuvat havainnollistavat opettavia asioita. Kuvien avulla olemme demonstroineet esimerkiksi spirometrian suorittamisen vaiheet ja auskultaation paikat rintakehältä. Joidenkin opiskelijoiden on helpompi painaa uusia asioita mieleen kuvien avulla.

Itsearviointitehtävillä kannustamme opiskelijoita testaamaan tietotasonsa. Jotta testi olisi järkevä tehdä moneen kertaan, olemme tehneet testiin useita kysymyksiä. Kysymykset on satunnaisesti ja siten ne esiintyvät testissä vaihtelevassa järjestyksessä.

Materiaalin ulkoinen yhtenäisyys on ollut tärkeässä osassa. Erityisesti PowerPoint-osioista olemme tehneet ulkonäöllisesti ja muodollisesti mahdollisimman samankaltaisia keskenään. Yhtenäiset PowerPoint-esitykset helpottavat oppimista. Jokaista materiaalia tarkastellessaan opiskelija tietää suurin piirtein, miten materiaali rakentuu, minkä myöskin on tarkoitus helpottaa asian omaksumista. Näin he voivat keskittyä itse opittavaan asiaan.

Olemme pyrkineet työmme joka vaiheessa pitämään mielessä mielikuvan projektimme kokonaisuudesta ja tavoitteista. Olemme useassa välivaiheessa verranneet tekemiämme töitä keskenään. Tarvittaessa olemme palanneet jo valmiisiin töihin ja tehneet niihin yhtenäisyyttä lisääviä muutoksia, kuten värikoodituksia tai käsiteltävien asioiden järjestystä. Kaikki nämä seikat ovat vaikuttaneet työmme lopulliseen muotoon.

#### **4.1 Auskultaation perusteet ja normaalit löydökset**

Sydän koostuu neljästä lokerosta; kahdesta eteisestä ja kahdesta kammioista. Oikea puoli sydäimestä pumpppaa verta keuhkoverenkiertoon eli pieneen verenkiertoon ja vasen puoli pumpppaa verta systeemiverenkiertoon eli isoon verenkiertoon. Jokaisen kammion ja eteisen välillä on läppä, joka estää veren kulun väärään suuntaan.

Auskultaatiossa kuunnellaan virtaavan veren ja läppien liikkumisesta aiheutuvaa värähtelyä. Mahdollisesti voidaan kuulla myös sivuääniä. Sivuäänät aiheutuvat tavallisimmin joko läppien vuodoista, ahtaumista tai molemmista. Veri tulee oikeaan eteiseen laskimoverenkierrosta ja menee oikeasta eteisestä oikean kammion kautta keuhkoihin. Sieltä veri tulee vasempaan eteiseen ja menee vasemman kammion kautta aorttaan ja sieltä edelleen systeemiverenkiertoon, josta se taas palaa laskimoverenkierron kautta oikeaan eteiseen.

Oikealla eteisen ja kammion välissä on eteis-kammioläppä eli trikuspidaaliläppä. Kammion ja keuhkovaltimon välissä on keuhkovaltimoläppä eli pulmonaaliläppä. Vasemmalla eteistä ja kammiota erottaa eteiskammioläppä eli mitraaliläppä ja kammion ja aortan välissä on kammiovaltimoläppä eli aorttaläppä. Pulmonaaliläpässä ja aorttaläpässä on molemmissa kolme puoli-

kuun muotoista läppäpurjetta. Sen sijaan mitraaliläpässä on vain kaksi läppäpurjetta, kun taas trikuspidaaliläpässä on kolme läppäpurjetta. Näiden läppien toimintaa pyritään auskultoimaan eli kuuntelemaan stetoskoopilla.

Auskultaatiokohdat ovat toinen kylkiluuväli rintalastan molemmin puolin, neljäs kylkiluuväli rintalastan vasemmalla puolella ja vasemmalla viides kylkiluuväli nännin alapuolelta keskisolisviivassa. Vanhemmilla naishenkilöillä rinnat saattavat roikkua, jolloin kuunnellaan rinnan alta. Rintalastan oikealta puolelta toisesta kylkiluuvälistä pystytään kuuntelemaan aorttaläppää ja vasemmalta puolelta pulmonaaliläppää. Neljännessä kylkiluuvälistä kuullaan parhaiten trikuspidaaliläppä ja viidennestä kylkiluuvälistä mitraaliläppä.

Sydänäännet syntyvät, kun sydänlihaksen ja niiden läppien sekä verenvirtauksen aiheuttamat liikkeet synnyttävät värähtelyä. Osa värähtelystä on kuultavissa. Näitä ääniä kutsumme sydänääniksi. S1 ja S2 ovat normaaleja sydänääniä, jotka voidaan kuulla kaikilta ihmisiltä. S1 muodostuu eteis-kammionläppien, varsinkin mitraaliläpän, sulkeutumisesta. S2 syntyy, kun aorttaläppä ja pulmonaaliläppä sulkeutuvat. S2-sydänääni voidaan kuulla myös jakautuneena. Siinä tapauksessa aorttaläppä sulkeutuu sisäänhengityksessä ennen pulmonaaliläppää. Tämä johtuu siitä, että sisäänhengityksessä laskimopaluu kasvaa sydämen oikealle puolelle. Tällöin oikean kammion tyhjeneminen hidastuu samalla, kun vasemman kammion tyhjenemisaika lyhenee. S2:n jakautumista esiintyy yleisimmin lapsilla ja nuorilla. Sydänäänien S1 ja S2 lisäksi voidaan joissain tapauksissa kuulla myös sydänäänit S3 ja S4. S3 kuullaan yleensä varhaisdiastoleessa, ja se lakkaa yleensä kuulumasta 40. ikävuoden jälkeen. Vanhoilla sydänääntä S3 nimitetään kammioalopiksi, ja se aiheutuu kammion kasvaneesta täyttöpaineesta. Se on yleensä patologinen löydös. Sydänääni S4 johtuu vasemman kammion täyttöhäiriöstä. Alle 50-vuotiaalla se on patologinen kuuntelulöydös. Vanhemmilla se voidaan kuulla silloinkin, kun kyseessä ei ole sydänsairaus.

Keuhkojen auskultaatio suoritetaan yleensä kuudesta kohtaa selästä ja kahdesta kohtaa edestä rintakehäältä ja aina samasta kohtaa sekä oikealta että vasemmalta puolelta, niin, että kaikki keuhkolohkot tulevat kuunnelluiksi. Vasemmassa keuhkossa on kaksi lohkoa, kun taas oikeassa

keuhkossa lohkoja on kolme. Normaalisti sisäänhengitysäni kuuluu, mutta uloshengitysäni voi olla heikko. Keuhkojen auskultaatiossa on hyvä pyrkiä arvioimaan keuhkojen kuuntelulöydöksen symmetrisyyttä. Auskultaation lisäksi on hyvä kiinnittää huomiota potilaan yleiseen vointiin ja hengitystiheyteen sekä siihen, käyttääkö potilas apuhengityslihaksia. Normaalisti levossa sisäänhengityksessä käytössä ovat ulommat kylkivälilihakset ja pallea. Ne laajentavat rintakehää ja aiheuttavat näin rintakehään paine-eron, minkä ansiosta ilma virtaa sisään keuhkoihin. Levossa uloshengitys on passiivista.

Sydäntä ja keuhkoja kuunnellaan stetoskoopilla. Stetoskoopissa on sekä suppilo- että kalvopuoli. Matalat äänet ja sivuäänet kuuluvat paremmin suppilolla, kun taas kalvopuolella kuuluvat paremmin korkeataajuiset sydänäänet ja klikit. Kalvopuolella kuunnellaan yleisesti sydänääniä rintakehältä. Laihoilla ihmisillä voi olla helpompi käyttää suppilopuolta. Kaulasuonten kuuntelussa käytetään yleensä suppilopuolta. Jokaisella lääkärillä on omat tottumuksensa, eikä tässä suhteessa ole väärää tai oikeaa tapaa.

Sekä sydämen että keuhkojen auskultaatio ovat osa jokaisen lääkärin perustaitoja ja osa potilaan kliinistä tutkimusta. Auskultaatiolla saadaan paljon tietoa potilaan sydämen ja keuhkojen tilasta, ja sitä tarvitaan sekä osastolla että vastaanottotyössä. Auskultaatio on nopea ja kajoamaton tapa saada selville mahdolliset läppäviat, jotka ovat usein merkinä sydänviasta tai sydänlihassairaudesta. Auskultaatiolla voidaan päästä nopeasti diagnoosin jäljille ja määrittää sen pohjalta potilaalle oikeita jatkotutkimuksia. Sydäntä kuuntelemalla saadaan selville myös sen lyöntitiheys ja tasaisuus sekä mahdollisesti rytmihäiriöitä, kuten eteisvärinä.

Keuhkojen auskultaatiossa poikkeava löydös johtaa harvoin suoraan diagnoosiin, mutta se toimii diagnostisena apuna. Esimerkiksi keuhkokuumeen ja astman diagnosoinnissa auskultaatio on keskeisessä asemassa.

#### **4.1.1 Poikkeavat löydökset**

Yleisimmät poikkeavat löydökset sydämen auskultaatiossa ovat sivuäänet. Ne syntyvät, kun sydämen sisällä verenvirtauksessa tapahtuu muutoksia. Virtausnopeus kiihtyy, kun esimerkiksi läppä ahtautuu tai sydämen iskutilavuus lisääntyy. Virtausnopeuden kasvaessa syntyy pyörteitä, jotka aiheuttavat sydämen rakenteiden värinää, jolloin syntyy sivuääni. Tämän sivuäänen lääkäri pyrkii auskultoimalla kuulemaan. Sivuuääni voi olla myös hankausääni, joka aiheutuu sydämen rakenteiden hankauksesta toisiinsa. Hankausäänen aiheuttavat yleensä sydänpussin sairaudet, kuten perikardiitti eli sydänpussin tulehdus. Sivuuäänet jaetaan sydämen toimintasyklin mukaan systolisiin ja diastolisiin sivuääniin sen perusteella, milloin ne ovat kuultavissa suhteessa normaaleihin sydänääniin. Systolessa sydän supistuu ja pumppaa verta eteenpäin, kun taas diastolissa sydän on lepovaiheessa ja täyttyy verellä.

Yleisimmät systoliset sivuäänet aikuisilla johtuvat aorttaläpän ahtaumasta tai mitraaliläpän vuodosta. Systolinen sivuääni voi olla patologinen tai viaton. Mitraaliläpän vuoto voi johtua läpän poikkeavasta rakenteesta, jolloin läppä ei toimi kunnolla ja verta pääsee valumaan osittain takaisin eteiseen. Yleensä mitraaliläppävuoto kehittyy hitaasti. Äkillinen vuoto voi liittyä esimerkiksi sydäninfarktiin. Diastolinen sivuääni taas ei koskaan ole viaton. Se johtuu aina jostain rakennepoikkeamasta, joka täytyy tutkia tarkemmin ja selvittää, mistä se tarkalleen aiheutuu. Yleisin jatkotutkimus on sydämen ultraäänitutkimus, UKG. Yleisin diastolen sivuäänen aiheuttaja on aorttaläpän vuoto. Se voi johtua esimerkiksi Marfanin syndroomasta, jolloin läppäaukko on laajentunut ja verta pääsee valumaan osittain takaisin kammioon. Sivuuäänet jaetaan voimakkuuden mukaan asteikolla 1–6, jolloin 1 on hiljainen sivuääni ja 6 poikkeuksellisen voimakas kuultava sivuääni.

Keuhkoista voidaan kuulla normaalien hengitysäänten lisäksi rahinoita, vinkunoita ja hankausääniä. Rahinoita kuuluu yleisimmin sisäänhengityksen aikana, ja ne aiheutuvat tavallisimmin nesteestä tai limasta hengitysteissä. Nestettä keuhkoihin saattaa kertyä esimerkiksi sydämen vajaatoiminnassa. Keuhkokuumeen paranemisen aikana ja akuutissa vaiheessa saatetaan kuulla erilaisia rahinoita, kun ilma liikkuu hengitysteissä. Keuhkokuumeessa, keuhkopussin nesteilyssä tai keuhkosyövässä hengitysäänet voivat olla vaimentuneet joko toiselta puolelta tai molemmin puolin. Vinkunaa kuuluu yleisimmin uloshengityksen yhteydessä, kuten astmassa, jossa on hen-

gitysteiden ahtautta. Vinkunaa saattaa aiheuttaa muun muassa keuhkohtaumataudin pahenemisvaihe. Vinkunan kuuluminen vain toiselta puolelta saattaa viitata vierasesineeseen tai kasvaimeen tämän puolen hengitysteissä. Sisäänhengityksessä kuultava vinkuna on peräisin usein kurkunpään tasolta. Hankaussääni on harvinainen, mutta se saattaa kuulua, jos keuhkopussinlehdet hankaavat toisiaan vasten. Hankaussääni on kuultavissa sekä sisään- että uloshengityksessä.

#### **4.1.2 PowerPoint-esitys**

Verenkierto, hengitys ja nestetasapaino -kurssin harjoitustöihin laaditut tiedekunnan asettamat tavoitteet ovat hyvin käytännönläheisiä ja sisältävät runsaasti konkreettisia ohjeita. Näiden tavoitteiden pohjalta aloimme tuottamaan oppimista helpottavaa ja havainnollistavaa materiaalia auskultaatio-harjoitustyöhön.

Auskultaatioesityksessä on 14 diaa. Se on tyyllisesti yhtenevä muiden kurssille tekemiemme oppimista tukevien materiaalien kanssa. Sisältö on jäsennelty ensin sydän- ja keuhkoauskultaatioon. Pyrimme kertomaan asiat mahdollisimman lyhyesti ja selkeästi, jotta opiskelijan olisi mahdollisimman miellyttävää käydä PowerPoint-esitys läpi. Kun esitys ei ole liian laaja, niin on todennäköistä, että opiskelijat perehtyvät siihen huolellisesti.

Osa teoriasta on jo ennestään opiskelijoille tuttua. Auskultaation hyödyntäminen ja suorittaminen käytännössä ovat kuitenkin suurimmalle osalle epäselviä. Auskultaatio on keskeisessä osassa lääkärin jokapäiväistä työtä. Siksi sen oppimiseen tulee panostaa jo ensimmäisellä vuosikursilla.

Ensin käymme esityksessä läpi stetoskoopin ja sen oikeanlaisen käytön. Sitten siirrymme sydämen anatomiaan eli sydämen lokeroihin ja läppiin havainnollistaaksemme, mitä sydämen auskultaatiossa kuunnellaan sekä mistä kuultavat äänet ovat peräisin. Käymme läpi kertaukseksi myös lyhyesti verenkiertoa.

Sydänäänät ja niiden kuunteleminen ovat esityksemme pääaiheet. Esittelemme yksityiskohtaisesti auskultaatiokohdat sekä ihon pinnalta että luurankokuvasta, jotta opiskelijoiden olisi helppompi hahmottaa anatomiaa. Lopuksi on pieni yhteenveto, jossa kerrataan asioita, joihin pitäisi auskultaatiossa kiinnittää erityistä huomiota.

Sydämen auskultaation jälkeen siirrymme keuhkojen auskultaatioon. Kuvaamme keuhkojen auskultaatiokohdat kuvin. Käymme läpi myös kohdat, joihin tulisi kiinnittää erityistä huomiota keuhkoja auskultoidessa. Emme perustele, mistä poikkeavat löydökset saattavat johtua, vaan panostamme siihen, että opiskelijoille jäisi vain kaikkein oleellisin mieleen. Perustietoja on tuonnempana opiskelujen edetessä mahdollista täydentää.

Olemme lisänneet esitykseemme runsaasti itse ottamiamme kuvia helpottamaan asian hahmottamista ja oppimista. Itse muistamme vielä hyvin, mitkä asiat erityisesti jäivät ensimmäisenä vuonna epäselviksi. Sydämen sivuäänistä mainitsemme PowerPointissa sen verran, että niitä on olemassa. Ne opetetaan tarkemmin vasta myöhemmillä vuosikursseilla, joten tässä vaiheessa niitä ei ole järkevää käsitellä kovin syvällisesti. Normaalien sydänäänien kuuleminen tässä vaiheessa opiskelua on riittävä taito.

#### **4.2 Spirometrian perusteet ja suorittaminen**

Spirometriatutkimuksella mitataan keuhkojen tilavuutta sekä ilmanvirtausta sisään- ja uloshengityksessä. Spirometrialla saadaan selville, jos keuhkojen tilavuus on jostain syystä pienentynyt tai ilmanvirtauksessa on jotain poikkeavaa. Spirometrian suorituksessa on tärkeää, että potilasta on ohjeistettu oikein. Muuten saadaan vertailukelvottomia tuloksia.

Spirometriassa potilas istuu suorassa, ja nenään laitetaan klipsi, joka estää hengityksen nenän kautta. Sitten potilaalle annetaan putki, joka laitetaan suuhun hampaiden väliin, huulet tiiviisti sen ympärille, niin ettei ilmaa pääse karkuun. Sen jälkeen potilasta pyydetään tekemään syvä sisäänhengitys ja puhaltamaan ilma nopeasti ja tehokkaasti ulos. Tätä puhallusta pyydetään jat-



kamaan noin kuuden sekunnin ajan. Tämä toistetaan kolme kertaa ja välissä annetaan potilaan levätä rauhassa. Tavoitteena on saada kolme samanlaista suoritusta.

Näistä puhalluksista piirtyy käyrä, jota lääkäri tulkitsee. Tarvittaessa voidaan myös tehdä bronkodilataatiokoe, jossa tutkitaan ahtauman palautuvuutta. Siinä potilaalle annetaan nopeavaikutteista keuhkoputkia laajentavaa lääkettä ja uusitaan spirometria 15-20 minuutin kuluttua lääkkeen annosta. Sitten mitataan kuinka paljon muutosta ilman virtauksessa tapahtuu.

Esityksessämme mainitaan muutamia suorituksen virhelähteitä, joihin olisi hyvä kiinnittää huomiota spirometriaa suoritettaessa. Esittelemme PowerPointissa normaalien löydöksiä lisäksi myös poikkeavia löydöksiä. Pääpaino on yleisimmillä keuhkotautimuutoksilla: restriktiolla ja obstruktiolla.

Restriktiossa keuhkojen tilavuus on jostain syystä pienentynyt, jolloin vitaalikapasiteetti laskee. Spirometriassa restriktiivinen käyrä on korkea ja lyhyt. Yleisimpiä restriktiota aiheuttavia keuhkosairauksia ovat lihavuus, rintakehän liikkuvuutta heikentävät taudit, kuten lihassairaudet, skolioosi tai neurologiset sairaudet, ja keuhkokudosta jäykistävät sairaudet, kuten keuhkofibroosit. Obstruktiivisessa muutoksessa taas keuhkoputkissa on jokin ahtauttava tekijä, mikä aiheuttaa ilman heikentyneen ulosvirtauksen. Totaalikapasiteetti kuitenkin säilyy ennallaan. Spirometriassa obstruktiivinen käyrä on muodoltaan kovera. Yleisimpiä obstruktiota aiheuttavia sairauksia ovat astma ja COPD.

Emme selvitä tauteja kovin tarkasti, mainitsemme ne vain esimerkkeinä, jotta taudit ja niiden oireet olisi opiskelijoiden helpompi muistaa tulevaisuudessa. Taudit opetetaan opiskelijoille myöhemmillä vuosikursseilla. Tärkeintä on tässä opintojen vaiheessa hahmottaa restriktion ja obstruktion ero sekä se, millaiset spirometriakäyrät niistä muodostuvat.

#### **4.2.1 Spirometria-harjoitustyön materiaalit**

Spirometriasta teimme Moodleen PowerPoint-esityksen sekä viisi potilastapausta.

Spirometriaesityksessä on 13 diaa. Aloitamme esityksen muistuttamalla, että spirometriakäyrän tulkinta on lääkärin vastuulla. PowerPointin alkuun olemme keränneet taulukkoon yleisimmin käytettyjä spirometrian arvoja ja lyhenteitä. Olemme selittäneet lyhenteet ja korostaneet mielestämme kaikista tärkeimmät.

Seuraavaksi otamme esille spirometrian yleisimmät löydökset eli restriktion ja obstruktion. Selitämme, mistä ne johtuvat ja minkä muotoisia spirometriakäyriä niistä muodostuu. Lisäksi on spirometriakäyriä, joihin on sijoitettu keskeisimpiä käsitteitä hahmottamisen helpottamiseksi. Yhdessä diassa kerromme lyhyesti bronkodilataatiokokeesta.

Lopussa on kuvasarja, jossa havainnollistetaan vaihe vaiheelta spirometrian suorittamista. Olemme itse ottaneet kuvat ja pyrkineet tekemään niistä mahdollisimman selkeitä. Kuvan vieressä on lyhyt tekstipätkä, jossa vielä selitetään, mitä kuvassa tapahtuu.

Teimme myös opetushenkilökunnan pyynnöstä Moodleen tentiksi viisi erilaista potilastapausta, joita opiskelijat voivat pohtia omalla ajallaan ennen spirometria harjoitustyötä tai sen jälkeen. Näiden tarkoituksena on auttaa opiskelijaa ymmärtämään syvällisesti keuhkotautien hengitysteihin aiheuttamia fysiologisia muutoksia, jotka spirometriamittauksella voidaan havaita. Potilastapaukset käydään läpi palautetilaisuudessa. Siellä opiskelijoilla on mahdollisuus kysyä, jos potilastapauksista on jäänyt jokin asia epäselväksi. Teimme potilastapaukset sairaanhoitajaopiskelijoille tarkoitetun materiaalin pohjalta.

Potilastapaukset sisältävät tietoa potilaasta sekä spirometriakäyrän, jota opiskelijan tulee tulkita. Jokaisessa tapauksessa on annettu kolme vaihtoehtoa, joista opiskelijan tulee valita mikä potilasta vaivaa ja onko kyseessä restriktiivinen vai obstruktiivinen keuhkosairaus.

Tenttimuoto mahdollistaa potilastapauksien ratkaisemisen juuri silloin, kun se itselle sopii. Potilastapauksia teimme viisi, ja niiden järjestys vaihtelee opiskelijoittain. Tenttimuodossa opiskelijat voivat itse helposti testata, osaavatko he soveltaa opittua asiaa. Näin myös päästään askelta

lähemmäksi lääkärin työtä, mikä motivoi opiskelujensa alussa olevia opiskelijoita. Opiskelija saa potilastapauksiin myös oikeat vastaukset.

Lisäsimme Moodleen myös linkin Terveysportin PEF-laskuriin ja lasten PEF-laskuriin. PEF (Peak Expiratory Flow) tarkoittaa uloshengityksen huippuvirtausta (litraa/sekunti). PEF-mittauksia käytetään hyväksi astman diagnosoinnissa sekä astman lääkityksen seurannassa. PEF-arvot voivat olla astmaatikolla alentuneita tai normaaleja, mutta diagnostista astmalle on PEF-arvojen suuri vaihtelu johtuen astmaatikon keuhkoputkien lisääntyneestä supistumisherkkyydestä. Astmaatikolla PEF-arvot voivat vaihdella voimakkaasti vuorokauden eri aikoina tai ärsykkeelle altistuessa. Hyvän hoidon myötä reaktioherkkyys korjaantuu. Astman diagnoosia tehdessä PEF-seurantaan liitetään bronkodilataatiokoe nopeavaikutteiselle keuhkoputkia avaavalla lääkkeellä. PEF-seuranta tehdään yksinkertaisella mittarilla potilaan kotona. Muita PEF-arvoon vaikuttavia tekijöitä ovat ikä, sukupuoli ja pituus. Linkittämiämme laskureita opiskelijat voivat hyväksikäyttää oman kiinnostuksen ja innostuksensa mukaan. Tarkemmin emme PEF-mittauksen suorittamista tai indikaatiota materiaaleissamme käsitelleet.

### **4.3 EKG:n periaatteet**

EKG eli sydänsähkökäyrä on tutkimus, jossa mitataan sydämen sähköistä toimintaa. Tätä toimintaa rekisteröimällä saadaan tietoon sähköimpulssien kulku sydäntä tahdistavassa johtoratajärjestelmässä. Tätä solusta toiseen etenevää sähköistä potentiaalia nimitetään myös aktiopotentiaaliksi. EKG mittaa vain sydänlihassolujen sähköisiä ominaisuuksia, tarkemmin sanottuna depolarisaatiota ja repolarisaatiota. Normaalisti toimivassa sydämessä lihassupistuminen seuraa sähköistä impulssia. Sähköinen toiminta ja lihassupistuminen eivät kuitenkaan aina esiinny yhdessä. Näin on esimerkiksi sykkeettömän rytmin (PEA) sydänpysähdyksissä. Näin ollen syke- ja pulssitaajuus tulisikin ymmärtää eri asioiksi.

EKG:n avulla on helppoa ja nopeaa selvittää potilaan sydämen tila. Muutokset aktiopotentiaalikulussa ovat havaittavissa. Esimerkiksi sydäninfarkti voidaan paikantaa, kun hapenpuutteesta kärsivien solujen sähköiset ominaisuudet muuttuvat. Kajoamattomana tutki-

muksena se on myös riskitön. Pohjana EKG:n ymmärtämiselle on oleellista käsittää, miten sydämen sähköiset impulssit kulkevat johtoratajärjestelmässä.

#### **4.3.1 Johtoratajärjestelmä**

Johtoratajärjestelmä on nimitys sähköisen impulssin eteenpäin johtamiseen erikoistuneille lihassoluille. Johtoradaston tehtävänä on viedä sähköinen sydänlihasten supistumisimpulssi koordinoitusti ja tarkoituksenmukaisesti melko samanaikaisesti eteisten ja sitten kammioiden sydänlihassoluille. Johtoradan lihassolut kykenevät johtamaan sähköimpulssin solusta toiseen paljon normaalia lihassolua nopeammin. Johtorataan kuuluvat sinussolmuke, kolme eteisjohtorataa oikeaan kammioon ja yksi vasempaan, eteiskammiosolmuke, eteis-kammiokimppu, vasen ja oikea päähaara sekä Purkinjen säikeet. Sinussolmuke luo sydämen sykkeen tuottamalla itsenäisesti sähköimpulsseja eli aktiopotentiaaleja. Jos sinussolmuke ei kykene tuottamaan aktiopotentiaalia, niin myös eteiskammiosolmukkeella on kyky tuottaa aktiopotentiaali. Näiden solmukkeiden solujen solukalvon lepojännite on normaalia solua matalampi eli lähempänä 0:aa voltia. Näin ollen pienempi ärsyke riittää depolarisoimaan solun ja siten synnyttämään aktiopotentiaalin. Depolarisaation muodostumiseen vaikuttaa myös helposti natriumia läpäisevä solukalvo. Näin ollen solmukesolujen lepojännite nousee helposti kynnsarvoon, tapahtuu depolarisaatio ja aktiopotentiaali syntyy. Aktiopotentiaalit saavat alkunsa yleensä sinussolmukkeesta, sillä siinä depolarisaatio tapahtuu nopeimmin. Sinussolmukkeen tuottama syke-taajuus on levossa noin 60.

Eryteisesti sinussolmukkeen toimintasyklin kestoon vaikuttaa myös autonominen hermosto eli sympaattinen ja parasympaattinen hermosto. Sinussolmukkeesta aktiopotentiaali lähtee etenemään eteisjohtoratoja pitkin eteis-kammiosolmukkeeseen ja sitten eteiset supistuvat. Aktiopotentiaali siirtyy johtoradassa eteenpäin, kun solukalvon muuttunut jännite, depolarisaatio, etenee solusta toiseen. Depolarisoiduttuaan eli saavutettuaan toimintajännite solun kalvojännite pyrkii palautumaan lepojännitteeseen eli repolarisoidumaan natrium-kaliumpumpun avulla. Mikäli sinussolmuke ei rytmitä sydäntä, voi aktiopotentiaali syntyä myös eteis-kammiosolmukkeessa. Eteis-kammiosolmukkeen toimin-

tasykli on hitaampi kuin sinussolmukkeeseen: eteis-kammiosolmukeperäinen syke on noin 40 lyöntiä minuutissa. Eteis-kammiosolmukkeesta aktiopotentiaali etenee eteis-kammiokimppua eli Hisin kimppua pitkin eteisistä kammioiden puolelle. Eteisten ja kammioiden välissä on sidekudoslevy, joka hidastaa aktiopotentiaalin kulkua sen verran, että sähköimpulssi ehtii levitä eteisiin ennen kammioita mahdollistaen eteisten sydänlihassolujen supistumisen ennen kammioita. Eteis-kammiokimppu haarautuu kammioiden välisessä kahdeksi päähaaraksi. Vasen päähaara jakaantuu vielä lisäksi etummaiseen ja takimmaiseen juosteeseen. Päähaarat jakaantuvat kammioiden seinämissä vähitellen pienempiin ja pienempiin haaroihin. Nämä juosteet kulkevat ensin väliseinää pitkin sydämen kärkeen ja sieltä nousevat sydämen ulkoseiniä pitkin ylöspäin eteisten suuntaan. Aktiopotentiaalin viemisestä johtoradansoluista sydänlihassoluihin huolehtivat Purkinjen säikeet. Tarvittaessa myös Purkinjen säikeet voivat tahdistaa sydäntä vasteella 20 lyöntiä minuutissa. Purkinjen säikeet mahdollistavat aktiopotentiaalin nopean johtumisen kammioihin kauttaaltaan. Johtoradan kulkureitin mukaisesti ensin supistuu sydämen kärki, josta impulssi leviää kaikkialle kammio kudokseen, joka Purkinjen säikeiden mahdollistamana supistuu mahdollisimman samanaikaisesti joka puolelta kammioita. Näin veri pääsee tehokkaasti pumppautumaan ulos sydämestä.

#### **4.3.2 EKG-rekisteröinti**

EKG:ssa perusideana on laittaa iholle rintakehälle ja raajoihin elektrodeja, jotka mittaavat ihon läpi sydämessä kulkevia aktiopotentiaaleja. Elektrodiin kohti tuleva sähköimpulssi aiheuttaa EKG:n positiivisen heilahduksen, kun taas poispäin kulkeva impulssi aiheuttaa negatiivisen heilahduksen. Nämä heilahdukset piirtyvät EKG-nauhalle joko ylöspäin (positiivinen) tai alaspäin (negatiivinen) kulkevana viivoina. Elektroodin havaitsema sähköisen aktivaation suuruus vaikuttaa heilahduksen ja siten piirtyvän viivan korkeuteen.

EKG:n rekisteröimiseen on useita tapoja. Yksinkertaisimmillaan siihen tarvitaan vain kolme elektrodiä. Tällöin EKG-monitoriin saadaan yksi kytkentä, josta useimmiten voidaan jo analysoida potilaan sydämen rytmi ja syketaajuus. EKG:n tarkkuus paranee, mitä enemmän kytkentöjä on. Yleisimmin käytössä on 12-kytkentäinen EKG. Siitä voidaan tehdä mel-

ko laajat tulkinnat hoitopäätösten tekemiseksi. Sitä suositellaankin käytettäväksi esimerkiksi sydänlihasiskemian diagnostiikassa hoitotoimenpiteitä suunniteltaessa.

Käsitlemme oppimateriaalissamme 12-kytkentäisen EKG:n. Se on lääkärin perustyökalu ja se esitellään ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoille EKG-harjoitustyössä. Sen mittausperiaatteet ymmärtämällä ymmärtää suppeammankin EKG:n. Näin ollen on luontevaa käsitellä oppimateriaalissamme 12-kytkentäinen EKG. 12-kytkentäisessä EKG:ssä rintakehälle laitetaan kuusi elektrodia ja raajoihin neljä. Näistä kymmenestä elektrodista pystytään muodostamaan kaksitoista kytkentää, jotka tarkastelevat sydämen sähköistä toimintaa eri alueilta. Jokainen elektrodi mittaa sydämessä kulkevan sähköimpulssin jännitteen summavektorin suuruutta omalta paikaltaan.

EKG:tä tulkittaessa siitä katsotaan aina samat asiat systemaattisesti. Näin eri mittaukset pysyvät keskenään mahdollisimman vertailukelpoisina. Tulkinnessa huomioidaan rekisteröinnin laatu, kammiotaajuus, P-aallot, PQ-aika, QRS-kompleksi, ST-segmentti, T- ja U-aalto sekä QT-aika. Ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoiden ei ole vielä tarkoituksenmukaista oppia tulkitsemaan EKG:tä täydellisesti. Sen sijaan tarkoituksena on oppia ymmärtämään, mitä EKG:stä katsotaan ja miksi.

Kohdeyleisöllemme EKG esitellään fysiologiankurssin yhteydessä. Tämän vuoksi rajasimme opetettavat suureet sydämen sähköisen toimintasyklin kannalta oleellisimpiin seikkoihin. EKG:ssä tarkasteltavista määreistä P-aallon kesto, PQ-aika, QRS-aika, QT-aika, RR-väli ja QTc-aika kertovat parhaiten sydämen fysiologian sähköisestä toiminnasta. EKG:n perusviivaan P-aalto -heilahdus muodostuu eteisen depolarisoituessa. P-aalto on matala, johtuen eteisten pienestä massasta ja siten elektrodeihin johtuvan summasähkövirran pienuudesta. P-aallon jälkeen perusviiva palautuu lähtötasoonsa. Se kuvastaa sähköimpulssin johtumista eteiskammioimpun kohdassa aktiopotentialin kulussa. Aktiopotentialin kulussa eteis-kammioimpussa mikään osa sydäimestä ei depolarisoidu tai repolarisoidu. QRS-kompleksi muodostuu seuraavaksi. Se kuvastaa kammioiden depolarisaatiota. Se muodostuu kolmesta osasta: alaspäin suuntaavasta Q-piikistä, ylöspäin osoittavasta R-piikistä ja alaspäin olevasta S-piikistä. Piikkien suunnat johtuvat kammioiden depolarisoituessa kammion seinämissä leviävän aktiopotentialin jännitteen summavektoreista.

Eteisten repolarisaatio ajoittuu EKG:ssa samaan aikaan kammioiden depolarisaation kanssa. Tämä kuitenkin hukkuu QRS-kompleksin alle, eikä sitä siis EKG:n viivassa näy. QRS-kompleksin jälkeen perusviiva palautuu tasaiseksi taas hetkeksi. Tämä kuvastaa aikaa, jolloin kammiot pysyvät supistuneina. Seuraavaksi perusviivassa näkyvä ylöspäin suuntautuva aalto on T-aalto. T-aalto kuvastaa kammioiden repolarisaatiota eli kammiosupistumisen palautumista lepotilaan. Näiden perusviivassa näkyvien heilahdusten välisiä etäisyyksiä mittaamalla saadaan tietoon aika, joka kestää aktiopotentiaalin leviämisessä. PQ-aika mitataan P-aallo alusta Q-aallon alkuun. Sen perusteella tiedetään aktiopotentiaalin johtumisaika sinussolmukkeesta eteis-kammiokimppuun. QT-aika mitataan Q-aallon alusta T-aallon loppuun. QT-ajasta saadaan tietoon kammioiden sähköisen systolen eli supistumisen alusta supistumisen loppuun kuluva aika. RR-väliä käytetään määrittämään sydämen syketaajuus.

#### **4.3.3 Tuotettu materiaali**

EKG:n oppimiseen tuottamamme materiaali on muihin tuottamiimme kokonaisuuksiin nähden suppeampi, sillä EKG-harjoitustyöhön on jo aikaisemmin tehty EKG:n ymmärtämistä helpottava PowerPoint-esitys. Ohjaajamme pyysi meitä tekemään harjoitustehtäviä EKG:n tärkeimmistä asioista sähköiseen Word-muotoon. Aiemmin joitain tehtäviä oli ollut käytössä paperiversioina. Nämä tehtävät on tarkoitettu tehtäväksi oman EKG:n oton jälkeen.

Materiaalissamme on viisi tehtävää, jotka käsittelevät EKG:n ottoa, mitattavien suureiden viiterajoja sekä EKG-viivaimen käyttöä. Tehtävien tekemiseksi opiskelijat tarvitsevat oman EKG-nauhansa, sillä suurin osa tehtävistä kohdistuu opiskelijoiden omiin EKG-nauhoihin. Omien EKG-nauhojen käyttö oppimisvälineinä tuo opiskelijoille lisää mielenkiintoa harjoitusten tekemiseen. Tämän myötä myös opetettavat asiat jäävät paremmin mieleen. Omia EKG:ita käytettäessä jokaisen täytyy myös itse tehdä ja selviytyä tehtävistä, koska kaverin paperista vastausten katsominen ei tuo tässä tapauksessa oikeaa ratkaisua.

Ensimmäisessä tehtävässä on kuva vartalosta, jossa näkyvät kylkiluut. Vartaloon on merkitty pisteillä elektrodien oikeat paikat. Tehtävänä on numeroida rintakytkennät ja merkitä raajakytkentöihin niissä käytetyt värikoodit. Tämä tehtävä on tarkoitettu kertaamaan

harjoitustyössä pareittain toisiltaan otetun EKG:n suoritusta. Taito ottaa EKG kuuluu myös lääkärin perustaitoihin. Kolme seuraavaa tehtävää kohdistuvat oman EKG-nauhan tulkinnaan. Opiskelijan on EKG:n tulkinnan kannalta ensisijaisen tärkeää oppia tunnistamaan nauhasta P-aalto, QRS-kompleksi sekä T-aalto. Ensimmäinen tehtävä oman EKG:n kanssa onkin merkitä kyseiset kohdat nauhaan. Tämän jälkeen äskeisiä suureita hyödyntämällä opiskelijan tulee määrittää oma kammiotaajuus EKG-nauhastaan manuaalisesti EKG-viivainta käyttämällä. Viimeinen omaan EKG:hen kohdistuva tehtävä on eri suureiden mittaaminen omasta EKG:stä. Opiskelijoiden tulee mitata EKG:stä suureet, jotka ovat EKG:n tulkinnassa erittäin oleellisia. Nämä kohdat katsotaan aina kun uusi EKG tulkitaan. Määritettävät suureet ovat P-aallon kesto, PQ-aika, QRS-aika, QT-aika, RR-väli ja QTc-aika. Viimeisenä tehtävänä on etsiä EKG-viivaimesta siihen tulkitsemisen avuksi merkityt normaalit johtumisajat: PQ-aika, QRS-aika ja QTc-aika.

Näiden tehtävien avulla EKG ja sen tärkeimmät suureet on käsitelty lääketieteen opiskelijoiden ensimmäisen opiskeluvuoden oppimistavoitteiden mukaisesti. Tehtävät ovat lyhyitä, ja ne ovat melko nopeasti tehtävissä. Ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoille EKG on kuitenkin täysin uusi asia, joten harjoittelu vaatii aikaa ennen kuin he oppivat sujuvasti tulkitsemaan EKG-nauhaa. Tarkoituksenamme on pitää EKG-harjoite suhteellisen lyhyenä, jotta jokainen opiskelija jaksaa varmasti keskittyä ja ajatella kunnolla jokaista kohtaa. Tehtävissämme EKG:n otto ja sen manuaalinen tulkitseminen viivainta käyttämällä tulee kattavasti läpikäytyä. Tämän materiaalin sisäistämällä opiskelijoiden on hyvä lähteä kartuttamaan tietotasojaan EKG:n suhteen seuraavina opiskeluvuosina.

#### **4.4 Verenpaineen mittauksen perusteet**

Lääkärin työssä potilaiden verenkierron tilan arvioiminen on yksi perustehtävistä. Verenkierto kuuluu vitaleisuureisiin ja on näin osa keskeistä lääketiedettä. Sen arviointi onnistuu parhaiten mittaamalla potilaan systeemikierron verenpaineisiin, koska verenkierron tila heijastuu suoraan potilaan verenpaineisiin. Käsittelemme tässä työssä systeemiverenkierron verenpaineen mittaamista. Emme ota kantaa keuhkoverenpaineen mittaamiseen. Elimistössä vallitsevaan verenpaineeseen vaikuttavat verisuonten aiheuttama vastus, kiertävä verivolyyymi sekä sydämen



pumppausteho. Muutokset näissä suureissa heijastuvat verenpainetasoon joko sitä nostaen tai laskien. Kyseessä on siis monen tekijän tasapainotila.

Verenpaine ja sen mahdollistama verenkierto on elimistön toiminnalle ensisijaisen tärkeää. Verenkierto mahdollistaa kudosten hapen ja ravinteiden saannin. Verenpaineen tehtävänä on pitää verenkierto riittävän tehokkaana, jotta kudospesuus olisi riittävä ja soluille olisi koko ajan riittävästi tarjolla niiden tarvitsemia aineita. Verenpaine käsitteenä koostuu kahdesta eri arvosta: systolisesta ja diastolisesta verenpaineesta. Systolinen verenpaine kuvastaa suurinta aortassa vallitsevaa painetta juuri kammioden supistuttua sydämen supistusvaiheessa eli systolessa. Diastolinen paine sen sijaan kuvastaa matalinta painetta aortassa sydämen toimintasyklin lepo-vaiheen eli diastolen aikana juuri ennen kammioden supistumista. Verenpainetta mitataan elohopeamillimetreinä (mmHg).

Verenpaineen mittaamisessa tärkeää on mittausten vertailukelpoisuus. Tämän vuoksi verenpaineen mittaamiseen on olemassa yleiset ohjeistukset. Mansetin koon valintaan tulisi kiinnittää huomiota. Mikäli käytetään liian pientä mansettia, saadaan tutkittavalle liian korkeat verenpainearvot ja liian suurella mansetilla saadut arvot ovat todellista arvoa matalampia. Mansetin oikea koko valitaan olkavarren ympärysmittaan mukaan. Mansetti asetetaan käsivarteen sydämen korkeudelle. Ennen mittaamista, tutkittavan tulisi olla 5 minuutin ajan rauhassa. Yleensä verenpaine mitataan potilaan istuessa, mutta se voidaan mitata tarvittaessa myös makuulla tai seisten. Olkavaltimon verenpaineissa voi mahdollisesti olla puoliero verisuonista johtuen. Tämän toteamiseksi ensimmäisellä verenpaineen mittauksella olisi hyvä mitata verenpaine kummas-takin olkavarresta. Verenpaine mitataan samasta kädestä kaksi kertaa. Jatkossa verenpaine mitataan siitä kädestä, josta on mitattu korkeammat arvot.

#### **4.4.1 Verenpaineen mittauksen menetelmät**

Verenpainetta voidaan mitata sekä epäsuoralla että suoralla menetelmällä. Epäsuora menetelmä tarkoittaa kajoamatonta menetelmää, jossa mittaus suoritetaan useimmiten olkavarresta olkavaltimon (a. brachialis) verenpaineita epäsuorasti mitaten. Epäsuoralla menetelmällä ve-

renpaineen mittaaminen on helppoa ja nopeaa. Saatu tulos ei kuitenkaan ole täysin verenpaineen määritelmän mukainen johtuen siitä, että tämä tapa mittaa olkavaltimon systolisen ja diastolisen verenpaineen aortan verenpaineiden sijaan. Olkavaltimon ja aortan systolisissa ja diastolisissa arvoissa on pieni ero, johtuen näiden verisuonten erilaisista ominaisuuksista. Merkittävin ero on näiden suonten kontraktiiviteetissa eli rakenteen elastisuudessa. Aortan seinämassassa on suhteessa enemmän elastaania olkavaltimoon verrattuna, mikä tekee siitä joustavamman ja mahdollistaa näin läpimittaansa muuttamalla verenpaineen pienemmät vaihteluvälit. Systolinen verenpaine on aortassa pienempi kuin perifeerisissä suonissa, johtuen sen hyvistä kontraktiiviteettiominaisuuksista: halkaisijan kasvaessa verenpaine laskee. Diastolinen verenpaine on puolestaan korkeampi: halkaisijan pienentyessä verenpaine nousee. Olkavaltimon venyvyysominaisuudet ovat elastaanin vähäisemmästä määrästä johtuen huonommat kuin aortan. Tämän vuoksi kajoamattomissa mittauksissa saaduissa tuloksissa systolinen arvo on hieman korkeampi ja diastolinen pienempi aortan verenpaine-arvoihin verrattuna. Erot ovat kuitenkin niin pieniä, ettei niillä ole merkitystä kliinisen työn kannalta. Hoitosuositukset ovat olkavaltimonpaineen mukaisia ja sen pohjalta määritettyjä.

#### **4.4.1.1 Epäsuorat mittausmenetelmät**

Epäsuoria metodeja on olemassa useita. Valitsimme oppimateriaaleihimme yleisimmin käytetyt menetelmät: oskillometrinen ja auskultaation pohjautuva. Oskillometrinen menetelmä tarkoittaa verenpaineen mittaamista mansetin paineen muutoksina vastapainetta käyttämällä. Tällä menetelmällä verenpaine yleensä määritetään olkavarresta olkavaltimon paineita mittaamalla. Oskillometrisessä menetelmässä mansetin paineen olkavaltimoon kohdistama verenvirtauseste aiheuttaa mansetissa havaittavan painemuutoksen, kun olkavaltimon tasaisesti supistuu ja laajenee pulssiaallon myötä. Jotta painemuutos mansetissa syntyisi, täytyy mansetin paineen olla olkavaltimon systolista verenpainetta pienempi ja diastolista painetta suurempi. Ulkoisen paineen täytyy siis olla riittävä, jotta verisuoneen aiheutuisi verenkierrolle pieni esto. Kun mansetissa vallitseva paine on olkavaltimon paineen kanssa samansuuruinen, estyy verenkierto olkavaltimossa, eikä tällöin mansetin tilavuus systolisen verenpaineen vaikutuksesta ei muutu. Näin on saavutettu systolisen verenpaineen arvo. Kun mansetin paine on diastolista painetta mata-

lampi, ei mansetin paineessa enää tapahdu pulssiaallon aiheuttamaa muutosta. Näin on saavutettu arvo diastoliselle verenpaineelle. Automaattimittarit toimivat tällä periaatteella.

Auskultaatiomenetelmästä käytetään yleisemmin nimitystä Riva Roccin -menetelmä. Siinä verenpaine määritetään Korotkoffin ääniä havaitsemalla. Merkittävää on milloin ääni ilmenee sekä milloin se katoaa tai selkeästi vaimenee. Mittaamiseen tarvitaan mansetti, pumppu ja stetoskooppi. Mansettiin lisätään painetta kunnes ranteesta ei enää palpoidu varttinävaltimon pulssia. Tällöin mansetissa on saavutettu paine, joka sulkee olkavaltimon verenvirtauksen. Seuraavassa vaiheessa asetetaan stetoskooppi mansetin alle olkavaltimon kohdalle ja aletaan vähentää mansetista painetta. Kun mansetin paine on pienempi kuin systolinen verenpaine, pääsee veri virtaamaan olkavaltimossa ja tämä myötä stetoskoopissa voi kuulla pulssiaallon aiheuttaman äänen. Hetkeä, jolloin ääni alkaa kuulua, kutsutaan Korotkoffin I ääneksi. Kuultava ääni johtuu ulkoisen paineen aiheuttaman verenvirtauksen vastuksesta: veri ei pääse etenemään vastuksettomasti, vaan se alkaa pyörteillä verisuonen seinämissä. Pulssiaallon ääni kuuluu niin kauan kun mansetissa oleva paine on suuruudeltaan jotain aortan systolisen ja diastolisen verenpaineen väliltä. Painetta edelleen laskettaessa saavutetaan kohta, jossa äänet ensin vaimenevat (Korotkoffin IV ääni), ja vähitellen lakkaavat kokonaan kuulumasta (Korotkoffin V ääni). Äänet vaimenevat ja loppuvat, kun mansetin paine on diastolista verenpainetta matalampi. Tällöin mansetin aiheuttama ulkoinen paine ei enää aiheuta olkavaltimossa verenkierrolle esteitä ja veri pääsee virtaamaan täysin vapaasti ilman pyörteilyä. Äänten loppumishetkellä mansetissa oleva paine kertoo verenkierron diastolisen verenpaineen. Veren virratessa vapaasti ei ääniä enää kuulu.

Epäsuoran mittaustavan huonoin puoli erityisesti auskultaatiomenetelmässä on sen toimivuuden heikkous matalapaineisilla potilailla. Matalapaineisilla verenkierron pyörteilyn aiheuttamat äänet ovat helposti ihmiskorvan kuulokynnyksen alapuolella, korkeimmatkin äänet vain 8Hz (Whitcher et al. 1966 and 1967). Matalapaineisilla potilailla invasiivinen verenpaineen mittaaminen olisikin luotettavampaa. Suoria, kajoavia verenpaineenmittausmetodeja emme oppimateriaaleissamme esitelleet kohdeyleisö huomioiden. Suorat metodit ovat lähinnä erikoissairanhoidossa käytössä.

#### 4.4.2 PowerPoint-esitys

VHN-kurssin harjoitustöihin laaditut tiedekunnan asettamat tavoitteet ovat hyvin käytännönläheisiä ja sisältävät konkreettisia ohjeita, kuten ”mittari; mansetin koon valinta, mansetti olkavarressa sydämentasolla, mittari asetettuna niin, että asteikko tutkijan silmien korkeudella” liittyen mittarin käyttöön, tutkittavan esivalmisteluihin ja mittaamisen suorittamiseen (lainaus: VHN-rastien tavoitteet 2016). Näiden tavoitteiden pohjalta lähdimme tuottamaan oppimista helpottavaa materiaalia verenkiertoa käsittelevään harjoitustyöhön.

Ohjaajamme toivoivat meiltä materiaalia, jonka avulla voisi helposti opettaa opiskelijoille verenpaineen mittaamisen tärkeimmät periaatteet. Valitsimme materiaalimme PowerPoint-tyyppisen esitystavan. PowerPoint mahdollistaa opetettavan aiheen jakamisen pienempiin, helpommin ymmärrettäviin osioihin. Kuvien ja diojen muotoilun avulla pystymme tukemaan myös visuaalisesti oppivien opiskelijoiden oppimista. Tavoitteenamme oli tehdä tiivis ja kohderyhmän tietotasoon peilaten kattava kokonaisuus verenpaineen merkityksestä ja sen mittaamisen tärkeydestä.

Verenpaineen mittaus -työmme sisältää 13 diaa. Se on tyyllisesti yhtenevä muiden kursseille tekemiemme oppimista tukevien materiaalien kanssa. Sisältö on rakennettu helposti jäsenneltäväksi. Aluksi käsittelemme verenpaineen muodostumiseen vaikuttavia käsitteitä, kuten systolinen ja diastolinen verenpaine sekä sydämen iskutilavuus ja perifeerinen vastus, ja normaalin verenpaineen rajat elohopeamillimetreinä. Osa näistä alussa käsittelemistämme aiheista on todennäköisesti materiaalia hyödyntäville jollain tasolla ennestään tuttuja ainakin pääsykoemateriaaleista. Tarkoituksenamme on syventää tätä osaamista ja ohjata opiskelijoiden ajatuksia lääkärin ajatusmaailman suuntaan. Jatkamme esitystämme käymällä läpi verenpaineeseen vaikuttavia tekijöitä, kuten tupakointia, suolan ja lakritsituotteiden käyttöä sekä sairauksien vaikutusta. Kohonneen verenpaineen riskitekijöiden osaaminen kuuluu jokaisen lääkärin perusosaamiseen. Tämän jälkeen käsittelemme pintapuolisesti hypo- ja hypertension eli matalan ja korkean verenpaineen käsitteet. Kohdeyleisön opintojen taso huomioiden, pääpainomme on enemmän elimistön normaali toiminta, esimerkiksi hypertension patologiset vaikutukset eivät

ole oppijoille vielä ajankohtaisia. Tulevaan ammattiosaamiseen liittyvät asiat ovat kuitenkin oppimismotivaation luomisen kannalta tehokkaita, joten myös me käytämme tämän hyödyntämistä oppimisen tehokeinona. Kertomalla, miksi jokaisen lääkärin täytyy ymmärtää verenpaineen merkitys ja mittaustekniikka, olettaisi opiskelijoiden mielenkiinnon heräävän. Lopuksi käsittelemme työssämme kaksi verenpaineen mittaustapaa: Riva Roccin menetelmän sekä oskillometrisen menetelmän. Opetamme mittaustavat mittaussuoritusta havainnollistavien itseotettujen kuvien sekä kirjallisten tiiviiden suoritusohjeiden avustuksella. Koska tuottamamme materiaali on muodoltaan opiskelijoiden näkökulmasta tuotettua, olemme lisänneet työhömmme otsikolla "kandin vinkki" joitain verenpaineen mittaamista helpottavia keinoja.

## **5. PROJEKTIN PÄÄTTÄMINEN**

Tehtyäimme oppimateriaalit laadimme vielä kirjallisen työn, jossa esittelemme jokaista osaa aluetta yksityiskohtaisemmin. Kuvaamme spirometrian suorittamisen, verenpaineen mittauksen, EKG-rekisteröinnin ja auskultaation suorittamisen tarkemmin. Lisäksi käymme läpi, mihin mittaukset perustuvat ja mitä merkitystä niistä saaduilla tuloksilla on käytännössä. Kirjallisessa työssä olemme koonneet yhteen lähtökohdat, tuotokset ja lopputuloksen VHN-kurssin oppimateriaalien tuottamisesta. Tavoitteena oli saada materiaalit valmiiksi vuoden 2016 alkuun mennessä, materiaalit valmistuivat tavoiteajassa.

### **5.1 Materiaalien jatkokäyttö**

Oppimateriaaleista osa on jo otettu opetuskäyttöön fysiologian opetuksessa kevästä 2015 alkaen. Loput materiaaleista otettiin käyttöön keväällä 2016. Oppimateriaaleista tulee biolääketieteen laitoksen omaisuutta, ja ne julkaistaan Moodle -järjestelmässä.

## LÄHTEET

- Aikuisen yleisimmät hankitut läppäviat ja niihin liittyvät sivuäänet. Lääkäriin käsikirja 26.4.2016. Airaksinen J. Terveysportti. [www.duodecim.fi](http://www.duodecim.fi). Luettu 8.9.2016 klo 15.15.
- Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P., Saraste, A. Kardiologia. Duodecim, Helsinki 2016.
- Kaarteenaho, R., Brander, P., Halme, M., Kinnula, V. Keuhkosairaudet. Duodecim, Helsinki 2013.
- Kohonneen verenpaineen tutkiminen ja hoidon aloitus. Lääkäriin käsikirja 27.4.2016. Nikkilä M. Terveysportti. [www.duodecim.fi](http://www.duodecim.fi). Luettu 16.10.2016 klo 18.15.
- Kohonnut verenpaine (verenpainetauti). Lääkäriin käsikirja Duodecim 5.5.2015. Terveyskirjasto. [www.terveyskirjasto.fi](http://www.terveyskirjasto.fi). Luettu 17.12.2015 klo 11.05.
- Käänteinen opetus. Wikipedia. [www.wikidepia.org](http://www.wikidepia.org). Luettu 5.11.2016 klo 16.30
- Saha, H., Salonen, T., Sane T. Potilaan tutkiminen. Duodecim, Helsinki 2013.
- Sairaanhoidajaopiskelijoiden oppimateriaali. Spirometriatulkinta. Interaktiivisia potilastapauksia.
- Sorvoja, H., Myllylä, R. A. Noninvasive blood pressure measurement methods. Molecular and Quantum Acoustics vol. 27, 2006: 239-264.
- Sydämen läpät ja veren kierto. Lääkäriin käsikirja Duodecim –kuvat 27.6.2008. Terveyskirjasto. [www.terveyskirjasto.fi](http://www.terveyskirjasto.fi). Luettu 20.4.2015 klo 11.13.
- Thaler, M. S. The Only EKG Book You'll Ever Need. LWW, 2009.
- Materiaalien kuvalähteet:
- [http://www.innotiimi.fi/site/?lan=1&mode=tiedotteet&laji=2&tiedote\\_id=1212](http://www.innotiimi.fi/site/?lan=1&mode=tiedotteet&laji=2&tiedote_id=1212). Luettu 20.4.2015 klo 12.15.
- <http://www.nataliescasebook.com/tag/spirometry> Luettu 13.4.2015 klo 13.07.
- <https://pixabay.com/fi/rinnan-ribcage-luu-rintakehä-307317/>. Luettu 20.4.2015 klo 12.30.
- <http://proceeder.eu/lung-facts/>. Luettu 20.4.2015 klo 13.00.
- <http://time.com/3263737/eating-fruits-cuts-heart-disease-risk/>. Luettu 20.4.2015 klo 13.45.