



NIV hoidon toteutus akuutissa hengitysvajaudessa

Matias Luukko

Juho Tiihonen

OPINNÄYTETYÖ

Helmikuu 2024

Sairaanhoitaja AMK

Sisätauti-kirurginen hoitotyö

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sairaanhoidaja AMK
Sisätauti-kirurginen hoitotyö

LUUKKO, MATIAS & TIIHONEN, JUHO:
NIV hoidon toteutus akuutissa hengitysvajaudessa

Opinnäytetyö 43 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Helmikuu 2024

Akuutti hengitysvajaus on yksi yleisimmistä peruselintoimintojen häiriöistä, joka johtaa tehohoitoon tai tehovalvontahoitoon. Hoidon aloituksen viivästyminen lisää kuolleisuuden riskiä. Jokaisen hoitajan tulisi pystyä tunnistamaan peruselintoimintojen häiriö, hälyttää oikea-aikaisesti lisääpua sekä osata henkeä pelastavat toimenpiteet. Hoitotoimenpiteiden sekä laitteiden kehityksen myötä akuuttia hengitysvajautta pystytään hoitamaan tapauskohtaisesti myös ilman invasiivista ventilaatiota. Tutkimukset ovat osoittaneet, että noninvasiivisilla ventilaattoreilla (NIV) on vähemmän haittavaikutuksia ja on yleensä myös halvempi hoitomuoto. Oikealla hoitomuodon valinnalla voidaan lyhentää myös hoitojakson pituutta.

Yksittäisten laite-erojen vuoksi, tässä opinnäytetyössä käsitellään laitteiden yleisimpiä säätöjä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opasvihkonen, jota hoitajat voivat hyödyntää NIV-hoidon aloituksessa ja säätöjen asettamisessa. Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä tietoa NIV-hoidosta, yhtenäistää hoidon toteutusta sekä lisätä potilasturvallisuutta. Opinnäytetyön tehtävänä oli selvittää, kuinka akuutin hengitysvajauden hoitoa toteutetaan noninvasiivisella ventilaattorilla.

Opinnäytetyön tuotos, opasvihkonen, sisältää taulukoita ja kuvia säädöistä ja säätöjen merkityksistä. Opasvihkonen on luotu helposti ja nopeasti luettavaksi, jotta sitä voidaan käyttää jopa kesken hoitotoimenpiteiden. Vihkosta voidaan käyttää myös opetuksen tai koulutuksen tukena. Tämän opinnäytetyön tilaaja oli Tampereen ammattikorkeakoulu (TAMK) ja kaikki tämän opinnäytetyön käyttöoikeudet kuuluvat Tampereen ammattikorkeakoululle. Opasvihkosen hyödyllisyyttä ja käytettävyyttä voisi jatkossa tutkia määrällisellä- tai laadullisella tutkimuksella

Asiasanat: akuutti hengitysvajaus, akuuttihoitotyö, noninvasiivinen ventilaatio, hengitysjärjestelmä

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Bachelor Degree in Nursing and Health Care

LUUKKO, MATIAS & TIIHONEN, JUHO:
Implementation of NIV Treatment in Acute Respiratory Failure

Bachelor's thesis 43 pages, appendices 3 pages
December 2023

Acute respiratory failure is one of the most common basic organ dysfunction disorders that requires intensive care. Delay in the start of treatments raises the mortality risk; therefore, every nurse should recognise the basic organ dysfunctions, alerting to additional help at the right time and taking life-saving measures. Because of the development of treatment methods and medical devices, we can now treat patients effectively without invasive respirators. Studies have also shown that noninvasive (NIV) treatments have less side effects than invasive ventilation treatments and are often much cheaper. The right treatment method reduces the risk of prolongation of treatment.

In this thesis, we focussed on the implementation of NIV treatment. Because of the differences between NIV devices, the goal and purpose of this thesis was to create a guidebook on the evaluation of NIV devices. Therefore, every nurse can use this guidebook as a help for starting NIV treatment, adjusting, and understanding the values. The objective of this thesis was to increase patient safety and nurses' knowledge of NIV usage in acute respiratory failure. The task of this thesis was to determine how to treat acute respiratory failure with a noninvasive ventilator.

The guidebook consists different types of sheets and pictures explaining the differences between each adjustment and their meanings. This makes the guidebook easily and quickly accessible, even during treatment procedures. The guidebook can also be used to support teaching or training. This thesis was ordered by the Tampere University of Applied Sciences Degree Programme in Nursing; therefore, the rights of usages of this thesis belong to the Tampere University of Applied Sciences. About further suggestion on this subject might be to evaluate the practicality of the guidebook with quantitative or qualitative study.

Key words: acute respiratory failure, acute care, noninvasive ventilation, ventilation, respiratory system

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1. TARKOITUS, TEHTÄVÄ JA TAVOITE	7
2 TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT	8
3 HENGITYSELINTEN ANATOMIAA.....	9
3.1. Hengitysmekaniikka.....	12
3.2. Hengitystiepaineet ja kaasujen vaihto.....	13
3.3. Hengitystilavuudet	15
3.4. Hengityksen säätely.....	16
4 HENGITYSVAJAUS.....	18
4.1. Verikaasuanalyysin merkitys hengitysvajauden hoidossa.....	19
5 NONINVASIIVINEN VENTILAATTORI (NIV)	21
5.1. Hoidon tavoite ja edut.....	23
5.2. Käyttö- ja vasta-aiheet.....	24
6 HOIDON TOTEUTUS	26
6.1. Keuhkokuume ja keuhkopöhö	27
6.2. NIV-hoito keuhkohtaumatautia sairastavalla.....	28
7 OPNNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	30
7.1. Konstruktivistinen malli	30
7.2. Valmis tuotos	32
7.3. Tiedonhaku ja aiheen rajaus.....	33
8 POHDINTA	34
9 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS	36
LÄHTEET	37
LIITTEET	41

LYHENTEET JA TERMIT

TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu
op	opintopiste
NIV	Noninvasiivinen ventilaattori
pH	Happo-emästasapaino, liuoksen positiivisten vetyionien aktiivisuus
BE	Base excess, emästase
HCO ₃	Bikarbonaatti
kPa	kilopascal, paine
pO ₂	Hapenosapaine
pCO ₂	Hiilidioksidinosapaine
cmH ₂ O	Vesisenttimetri
FRC	Funktionaalinen jäännöstilavuus
V/Q	Ventilaatio/perfuusiosuhde
NHF	Nasal High Flow

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä pääpainona on noninvasiivisen ventilaattori (NIV) -hoidon toteutus akuutissa hengitysvajauksessa, vaikka sitä voidaan hyödyntää myös kroonisissa ongelmissa. Käyttö on yleistymässä maailmalla sekä Suomessa akuuttihoitossa. Teho- tai tehovalvontahoitoon johtavista peruselintoimintojen häiriöistä hengitysvajaus on yleisin (Varpula, T. 2014.). Hengitysvajaus potilaan tunnistaminen ja varhainen hoidon aloittaminen on tärkeää, koska elimistö tarvitsee happea toimiakseen. Jokaisen hoitohenkilökunnan jäsenen tulee osata tunnistaa peruselintoimintojen häiriöt, oikea-aikainen lisäavun hälyttäminen ja henkeä pelastavat toimenpiteet. Opinnäytetyössä ei keskitytä yksittäisen valmistajan laitteeseen ja sen ominaisuuksiin, vaan käsitellään aihetta yleisemmällä tasolla.

Tietoa voi hyödyntää ja soveltaa omassa yksikössä käytettävään laitteeseen. Pääpainona kuitenkin työssä on akuutit hengitysvaikeudet ja niiden hoitaminen noninvasiivisesti vuodeosastoilla, päivystyksissä sekä valvontayksiköissä.

NIV on tehokas tapa tukea potilaan hengitystä. Noninvasiivisella ventilaattorilla tarkoittaa sitä, kun potilaan hengitystä tuetaan hengityskoneella, mutta ei käytetä keinoilmatietä ilmatien varmistamiseksi. NIV-hoidon etuna verrattuna invasiiviseen ventilaattoriin on, että vältetään keinoilmatien haitoilta. Etuina ovat muun muassa kustannuksien väheneminen sekä kuolleisuuden pieneneminen. Laitteen käyttö on yksinkertaista sekä käyttöaiheet ovat laajat. Opinnäytetyössä käsitellään perusteellisemmin keuhkohtaumatauti, keuhkokuume sekä keuhkopöhö potilaiden kohdalla. Jokaisessa laitteessa on omat eroavaisuudet, joten käyttäjän tulee perehtyä omassa yksikössä käytettävään laitteeseen. Hoitohenkilökunnan tulee ymmärtää käyttöön liittyvät hyödyt, riskit, potilaan tarkkailu sekä perusteet hoidon toteutukselle.

Jotta voidaan käsitellä NIV-hoitoa, tulee ymmärtää hengityselimistön anatomiaa ja fysiologiaa, hengitysvajauden etiologiaa sekä verikaasuanalyysin merkitystä hoidon ohjaamisessa

1.1 TARKOITUS, TEHTÄVÄ JA TAVOITE

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa opasvihkonen NIV-hoidosta akuutissa hengitysvajaudessa. Oppaassa käsitellään käyttöaiheet, vasta-aiheet, laitteen säätöjen merkitys sekä hoitotyössä huomioitavat asiat. Opasta voidaan hyödyntää myös koulutuksissa, opetuksessa ja potilaan hoidossa.

Opinnäytetyön tehtävinä on:

1. Kuinka akuutin hengitysvajauden hoitoa toteutetaan noninvasiivisella ventilaattorilla?

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä tietoa NIV-hoidosta, yhtenäistää hoidon toteutusta sekä lisätä potilasturvallisuutta.

2 TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT

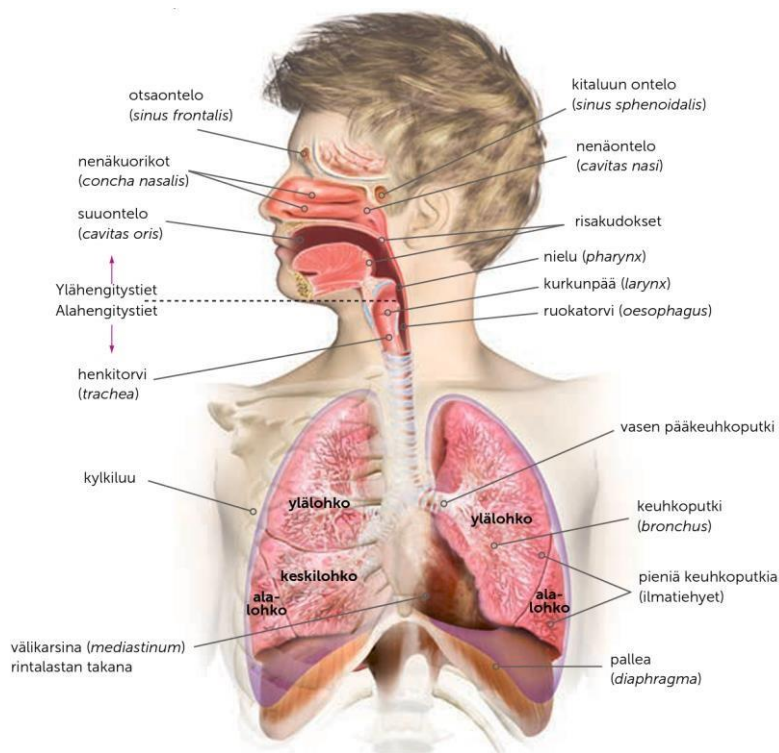
Jokaisella sairaanhoitajalla tulee olla perustiedot akuutista hengitysvajaudesta ja sen hoidosta. Jotta voidaan käsitellä hengitysvajauden hoitamista, tulee ymmärtää hengityselimistön normaali toiminta. Hengitysvajautta aiheuttavien tekijöiden tunnistus on hoidon kannalta myös tärkeää, jotta hoitomuoto valitaan oikein. NIV on yksi monista eri hoitovaihtoehdoista ja tässä opinnäytetyössä käydään läpi NIV –hoidon käyttö- ja vasta-aiheet. Hoidon toteutuksen ja potilasturvallisuuden kannalta on myös tärkeää ymmärtää, mitä laitteen säädöillä sekä niiden muuttamisella aiheutetaan. NIV –laitteen perusteiden ymmärtäminen helpottaa myös hahmottamaan, mitä hoidolla tavoitellaan. Tässä opinnäytetyössä käydään läpi myös hoidon toteutusta hoitajan näkökulmasta.

Tämän opinnäytetyön keskeisiksi käsitteiksi muodostuvat hengityselinten anatomia ja fysiologia, hengitysvajaus, noninvasiivinen ventilaattori ja hoidon toteutus. Nämä muodostavat opinnäytetyön teoreettiset viitekehykset, jotka ovat määritelty osioissa: Hengityselinten anatomiaa, hengitysvajaus, noninvasiivinen ventilaattori (NIV) sekä hoidon toteutus.

3 HENGITYSELINTEN ANATOMIAA

Hengitys, eli respiraatio, tarkoittaa kaikkea sitä toimintaa, joka liittyy hengityskaasujen vaihtoon hengitysilman hapen sekä elimistön tuottaman hiilidioksidin välillä. Tästä syystä hengitys onkin elimistön tärkein keino ylläpitää sen normaalia toimintaa, kuten esimerkiksi happo-emästasapainoa. (Nienstedt, Hänninen, Arstila, & Björkqvist. 2014. 258–259.) Hengitys tapahtumana jakautuu kolmeen osaan, joita ovat keuhkotuuletus eli ventilaatio, keuhkoissa tapahtuva kaasujen vaihto sekä soluhengitys (Haug, Sand & Sjaastad 2007, 342).

Hengityksestä vastaavat hengityselimet, joihin kuuluvat hengitystiet ja keuhkot. (Nienstedt ym. 2014, 258-259). Hengitystiet voidaan jakaa kuvan 1 mukaan ylä- ja alahengitysteihin. Ylähengitysteihin kuuluvat nenäontelo, suuontelo ja nielu (Leppäluoto ym. 2019, 164). Nenäontelo jakautuu väliseinällä kahteen erilliseen osaan, joita kumpaakin verhoaa kauttaaltaan limakalvokerros. Kostean limakalvokerroksen tarkoitus on poistaa hengitetystä ilmasta epäpuhtauksia. Tällä alueella on myös runsaasti verisuonia, jotta hengitysilma lämpenee ja estää limakalvoja kuivumasta. (Nienstedt ym. 2014, 261-263.) Levossa ihminen hengittää pääsääntöisesti nenäontelon kautta, mutta hengityksen tehostamiseksi, esimerkiksi rasituksen aikaan, ihminen voi hengittää myös suuontelon kautta. Näin pystytään hengittämään suurempia määriä ilmaa, ilman, että hengityksen virtausvastus kasvaa liian suureksi. Suuontelon kautta hengitettäessä ilman virtaus on kuitenkin niin nopeaa, että hengitettävän ilman kosteus ja lämpö on huomattavasti matalampi. (Haug ym. 2007, 344.)



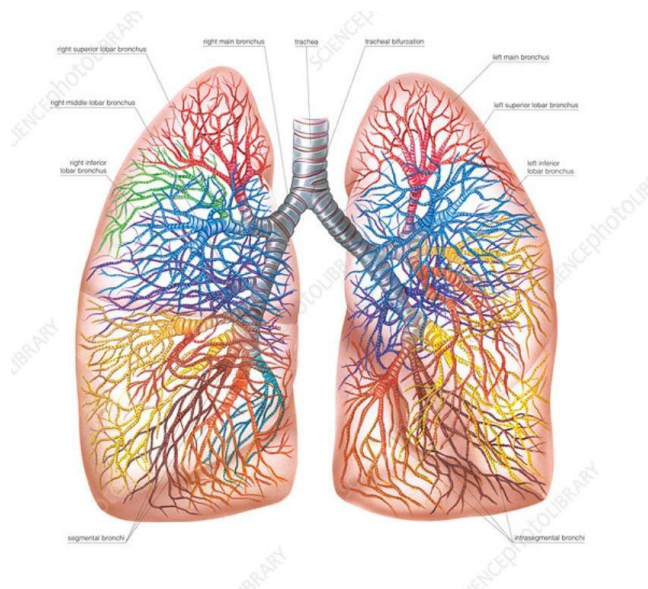
Kuva 1. Hengityselimet (Science photolibary)

Sekä nenä- että suuontelosta ilma kulkeutuu kohti nielua. Nielu on noin 12 cm pitkä, lihaksinen, ruansulatuskanavan ja hengitysteiden yhteinen osa. (Nienstedt ym. 2014, 303–304.) Nieltäessä hengitys pysähtyy hetkellisesti, sillä kurkunkansi sulkee henkitorven ja ohjaa nieltävän aineen kohti ruokatorvea, estäen sen pääsyn henkitorveen (Leppäluoto ym. 2019, 205).

Alahengitysteihin kuuluvat kurkunpää, henkitorvi, keuhkoputket ja keuhkorakkulat (Leppäluoto ym. 2019, 164). Kurkunpää on rustoista ja lihaksista koostuva rakenne, joka yhdistyy nieluun. Nieltäessä sen kurkunkansi ja taskuhuulet sulkeutuvat. (Nienstedt ym. 2014, 262.) Tämä ohjaa nieltävän aineen kohti ruokatorvea, estäen sen pääsyn henkitorveen (Leppäluoto ym. 2019, 205). Kurkunpäässä sijaitsevat äänihuulilihakset osallistuvat myös äänen tuottamiseen. Henkitorvi yhdistyy suoraan kurkunpään alaosaan ja on pituudeltaan noin 10 cm pitkä putki. Henkitorven etuosa muodostuu U-kirjaimen muotoisista rustoista ja takaosa sidekudoksesta sekä sileästä lihaskerroksesta. Nämä rakenteet mahdollistavat henkitorven auki pysymisen, säilyttäen joustavuutensa. (Nienstedt ym. 2014, 264–266.) Normaalisti henkitorven läpimitta on noin 2,5 cm, mutta sympaattisen hermoston aktivoituessa henkitorven sileälihaskerros veltostuu ja ympäröivä kasvaa. Näin mahdollistuu

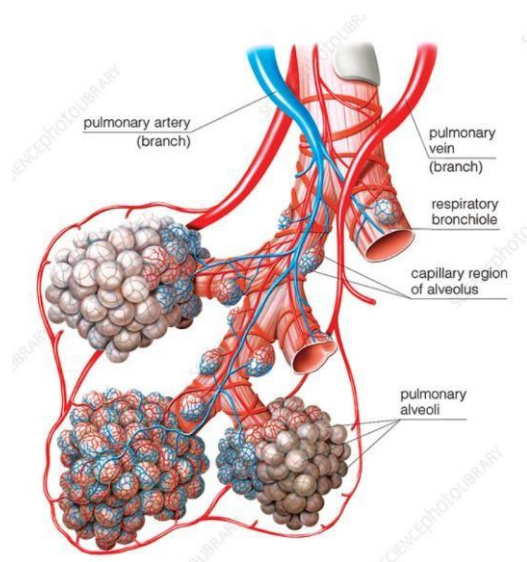
suurempien ilmamäärien kulkeminen henkitorven läpi. (Leppäluoto ym. 2019, 349–350.)

Henkitorvi jakautuu vasemmaksi ja oikeaksi pääkeuhkoputkeksi (kuva2). Molemmat pääkeuhkoputket kulkevat yhdessä keuhkovaltimoiden ja -laskimoiden kanssa keuhkoportin läpi keuhkojaokkeisiin. Keuhkojen sisällä keuhkoputket haarautuvat pieniksi keuhkoputkiksi, eli ilmatiehyeiksi, joita ympäröi ruston sijasta sileä lihaskerros. Henkitorven ja ilmatiehyeen rakenne poikkeaa myös ilmatiehyeen sisäpinnan osalta, sillä henkitorvea ympäröi limakalvo, jossa on runsaasti värekarvoja. Värekarvojen pikarisolujen tuottama lima ja tähän tarttuneet epäpuhtaudet kuljetetaan kohti nielua, josta ne nielemisrefleksin synnyttyä kulkeutuvat ruuansulatuskanavaan. (Nienstedt ym. 2014, 258–267.)



Kuva 2. Keuhkoputket (Science photolibary)

Ilmatiehyet haarautuvat, muodostaen lopulta niiden päihin keuhkorakkulat, eli alveolit (kuva 3). Keuhkorakkulat muodostuvat ohuista, yksinkertaisista levyepiteelisoluista, joiden alla on ohut tyvikalvo. Ulkopuolelta keuhkorakkuloita ympäröi puolestaan laaja hiussuoniverkosto sekä kimmosäikeet. (Leppäluoto ym. 2019, 165–166.) Alveolien ohut seinämä, lähellä olevat hiussuonet sekä voimakas veren läpivirtaus ovat edellytyksenä nopealle ja tehokkaalle kaasujen vaihdolle (Haug ym. 2007, 347).



Kuva 3. Alveolit (Science photolibary)

Keuhkorakkulat sijaitsevat kimmoisasta keuhkokudoksesta koostuvien keuhkojen sisällä, jotka jakautuvat erillisiin lohkoihin. Lohkot jakautuvat pienemmiksi jaokkeiksi, eli segmenteiksi, joita on molemmissa keuhkoissa kymmenen. Jokaiseen segmenttiin tulee oma haarautunut keuhkoputkensa. (Nienstedt ym. 2014, 267.) Molempia keuhkoja ympäröi oma, tiivis, kaksikalvoinen keuhkopussi, eli pleura. Pleuran sisäkalvo on kiinni keuhkojen ulkopinnassa ja kiinnittyy ulkokalvoon. Sisä- ja ulkokalvon välissä olevassa raossa on muutama millilitra pleuranestettä, joka minimoi hengitysvaihteluiden aiheuttamaa hankauskitkaa kalvojen välillä. Ulkokalvo kiinnittyy luisen rintakehän ja pallean rakenteisiin (Leppäluoto ym. 2019, 165.)

3.1 Hengitysmekaniikka

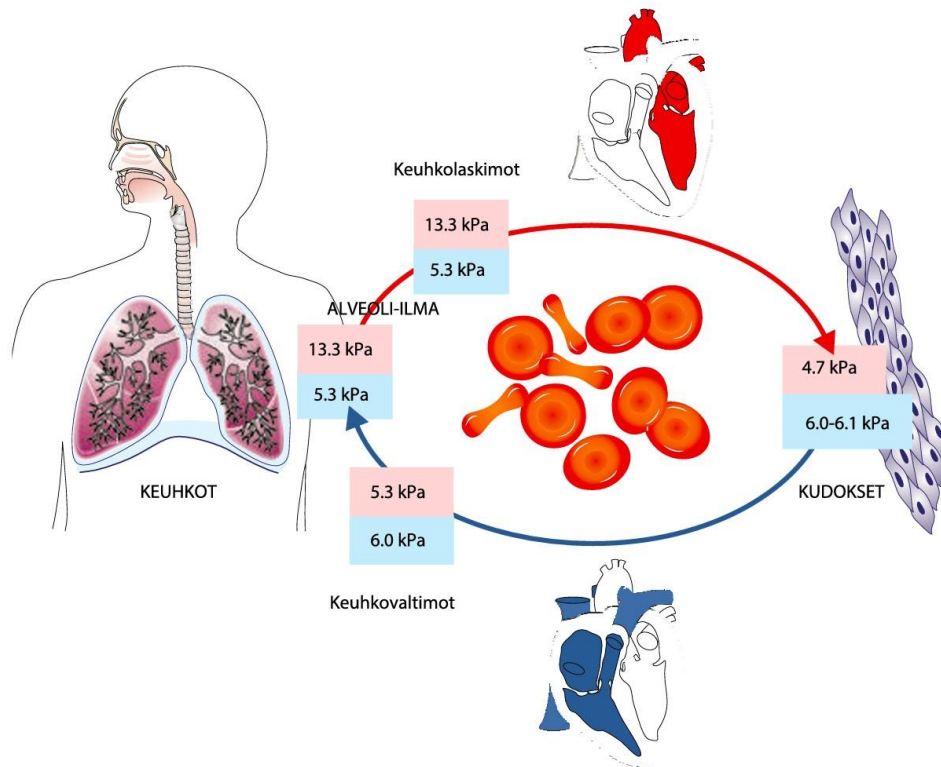
Ventilaatiolla, eli keuhkotuuletuksella, tarkoitetaan hengityksen ulkoista osaa, joka voidaan jakaa sisään- ja uloshengitykseen. Sisään hengitys vaatii aina aktiivista lihastyötä, johon pallea ja uloimmat kylkivälilihakset osallistuvat. (Leppäluoto ym. 2019, 171.) Pallea on pavun muotoinen lihas, joka kiinnittyy rinta- ja vatsaontelon rajalle. Relaksoituneena pallea on holvikaaren muotoinen, mutta supistuessa holvikaari mataloituu ja keuhkot laajenevat alaspäin. Pallean läpi kulkee myös ruokatorvi sekä suuria verisuonia, kuten aorta ja alaonttolaskimo. Uloimpien kylkivälilihasten supistuessa puolestaan kylkiluut nousevat, jonka vuoksi rintaontelo laajenee sisään hengittäessä myös sivulle ja eteenpäin. (Nienstedt, Hänninen, Arstila, & Björkqvist. 2016, 274.)

Levossa uloshengitys on passiivista. Uloshengityksen aikana alveolien venyttyneet kimmosäikeet pyrkivät palautumaan, minkä vuoksi rintaontelon sekä keuhkojen tilavuus pienenee, ja ilma virtaa ulos keuhkoista. Voimakkaassa hengityksessä ja rasituksessa lihastyö on kuitenkin aktiivista myös uloshengityksessä. (Leppäluoto ym. 2019, 172.) Uloshengityslihaksiin kuuluvat sisemmät kylkivälilihakset sekä vatsalihakset. Uloshengityksen lihastyö on sisäänhengityksen vastakohta, joka alkaa sisäänhengityslihasten relaksoituessa. Sisemmät kylkivälilihakset vetävät kylkiluita supistuessaan alaviistoon, kohti toisiaan ja selkärankaa. Vatsalihakset puolestaan nostavat supistuessaan vatsaontelon elimiä kohti relaksoitunutta palleaa. (Nienstedt ym. 2016. 274.) Uloshengityslihasten tekemä työ tehostaa ilman ulosvirtausta keuhkoista (Leppäluoto ym. 2019, 172).

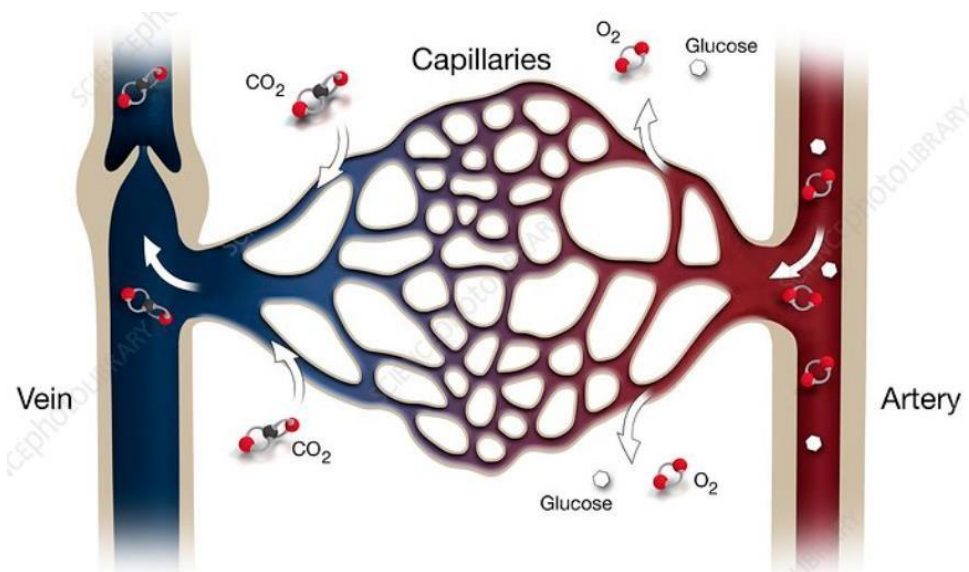
3.2 Hengitystiepaineet ja kaasujen vaihto

Sisäänhengityksen aikana eri suuntiin vetävät voimat muodostavat keuhkorakkuloihin alipaineen ulkoilmaan nähden. Alipaine syntyy, kun keuhkot venyttyvät alas-, sivuille- sekä eteenpäin, alveolien kimmosäikeiden vastustaessa liikettä pyrkien painamaan näitä kasaan. Kimmosäikeiden lisäksi myös keuhkorakkuloiden sisäpintaa verhoava ohut nestekalvo aiheuttaa pintajännitystä, joka lisää alveolien kasaan painumista. Alipaineen vaikutuksesta ilma virtaa alveoleihin. (Nienstedt ym. 2016, 278.)

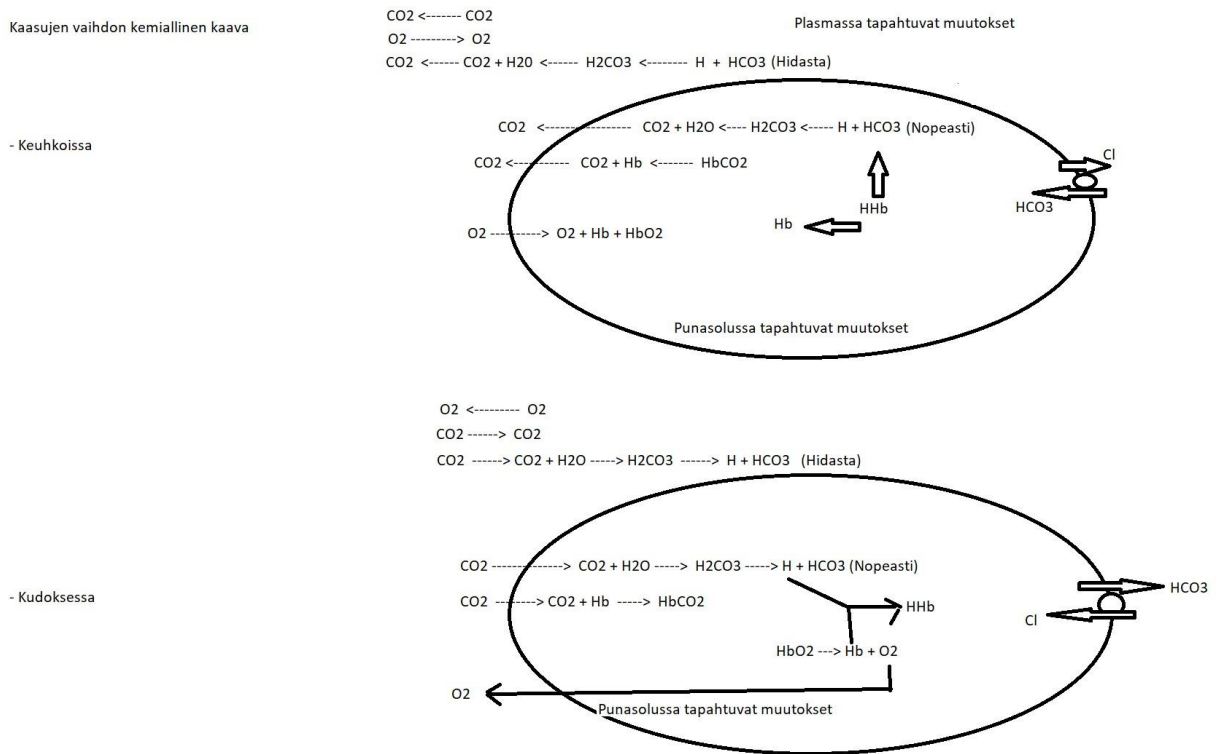
Alveoli-ilman paine-eron ollessa suurempi kuin keuhkokapillaareissa, happi siirtyy keuhkokapillaareihin diffuusion avulla. Diffuusiolla kuvataan aineiden tai paine-erojen tasoittumista suuremmasta pitoisuudesta pienempään. Hapen läpäistyä keuhkorakkuloiden tyvikalvon sekä keuhkokapillaarien endoteelipinnan, se sitoutuu punasolun hemoglobiiniin. Verenkierto kuljettaa hapekasta verta kohti ääreisverenkiertoa, jossa diffuusio- ja paine-erojen mukaan happi siirtyy kudoksille, jossa se käytetään aineenvaihduntaan. Aineenvaihdunnan tuotteena syntynyt hiilidioksidi sitoutuu saman diffuusio- ja paine-eron mukaan soluista hemoglobiiniin, jonka mukana se kulkeutuu edelleen uloshengitettävään ilmaan. Paineeroja sekä hapen että hiilidioksidin sitoutumista hemoglobiiniin kuvataan tarkemmin kuvissa 4, 5 & 6 (Leppäluoto ym. 2019, 174 – 178.)



Kuva 4. Hengityksen paine-erot (Leppäluoto ym. 2019)



Kuva 5. Kapillaari verenkierron kaasujen vaihto (Science photolibary)



Kuva 6. Kaasujen vaihto (Mukaiilu. Nurmi 2022. Sepsis potilas ensihoidon asiakkaana)

3.3 Hengitystilavuudet

Aikuisen ihmisen normaali sisään- ja uloshengityksen kertatilavuus on noin 500 ml. Keuhkojen kapasiteetti on kuitenkin tätä paljon suurempi, sillä normaalin sisäänhengityksen jälkeenkin voidaan keuhkoihin vetää vielä noin 3 000 ml lisää ilmaa. Edellä mainittua tilavuutta kutsutaan sisäänhengityksen varatilaksi. Myös normaalin uloshengityksen jälkeen aktiivisella ponnistuksella voidaan hengittää ulos vielä noin 1 000 ml ilmaa, ja tätä tilavuutta kutsutaan uloshengityksen varatilaksi. Äärimmäisen uloshengityksen jälkeenkin keuhkoihin jää edelleen noin 1 500 ml ilmaa, jota kutsutaan jäännösilmatilaksi. Vitaalikapasiteetilla tarkoitetaan puolestaan sitä yhteenlaskettua ilmamäärää, joka muodostuu normaalista kertahengitystilavuudesta sekä maksimaalisesta sisään hengitettävästä- että ulos puhallettavasta ilmamäärästä, eli 4 500 ml. Keuhkojen totaalikapasiteettiin lasketaan vielä mukaan vitaalikapasiteetin lisäksi jäännösilmatila, jotka vastaavat noin 6 000 ml tilavuutta (Nienstedt ym. 2016, 276.)

Normaali aikuisen ihmisen hengitystiheys, eli frekvenssi, levossa on noin 12–14 kertaa minuutissa. Kun hengitystiheys kerrotaan kertahengitystilavuudella, saadaan arvoksi minuuttiventilaatio, jota kuvataan lyhenteellä MV.

Kertahengitystilavuutta (tidal volume = TV) laskiessa tulee ottaa huomioon myös kuolleen tilan suuruus, jossa kaasujen vaihtoa ei tapahdu. Kuolleen tilan suuruutta pidetään terveellä aikuisella ihmisellä vakiona, 150 ml. Keuhkotuuletuksessa voidaan erottaa sekä alveoliventilaatio että kuolleen tilan ventilaatio, joka on kertahengitystilavuuden sekä kuolleen tilan suuruuksien erotus. Tilavuuksia tarkasteltaessa tulee kuitenkin huomioida, että tilavuudet vaihtelevat aina iän, sukupuolen ja pituuden mukaan, ollen aina yksilöllisiä suureita. Kuva 7 kuitenkin osoittaa, että hapensaannin kannalta kertatilavuus on merkittävämpi tekijä, kuin hengitystiheys. (Leppäluoto ym. 2019, 174 – 178.)

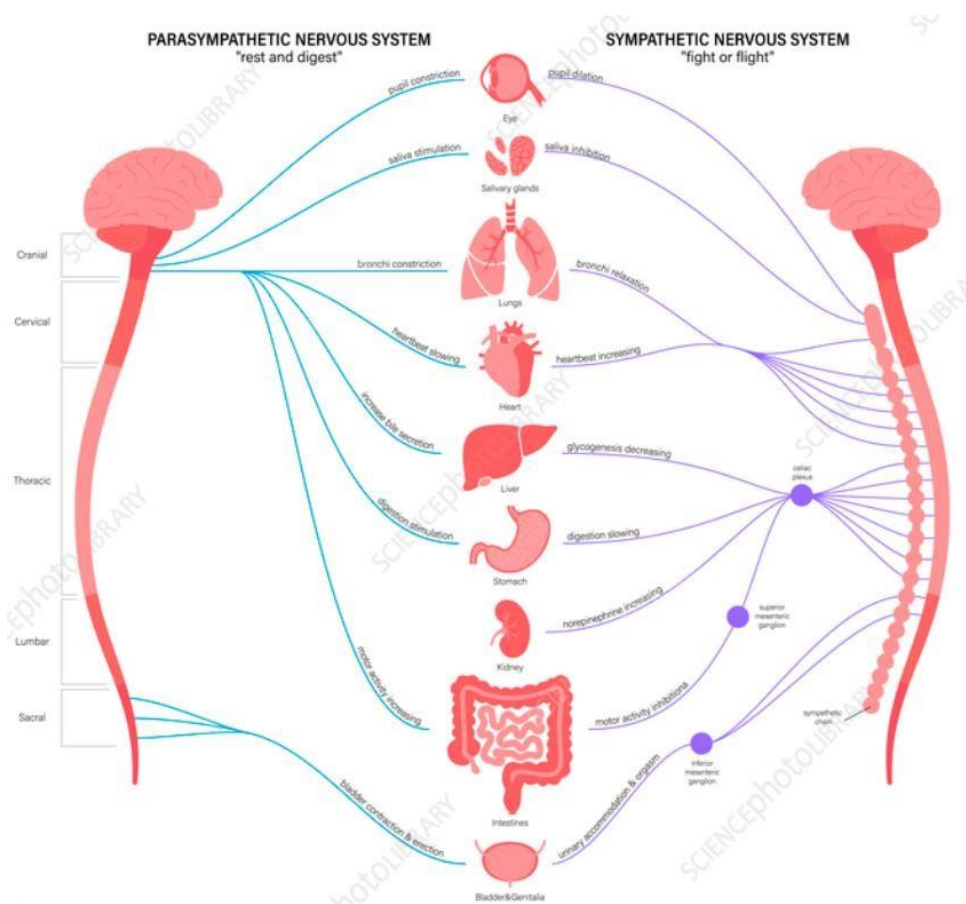
Henkilö	TV (ml)	Frekvenssi (/min)	MV (ml/min)	Kuolleen tilan ventilaatio (ml/min)	Alveoli-ventilaatio (ml/min)
A	150	40	6 000	$150 \times 40 = 6\ 000$	0
B	500	12	6 000	$150 \times 12 = 1\ 800$	4 200
C	1 000	6	6 000	$150 \times 6 = 900$	5 100

B = normaali lepotilanne, A = pinnallista ja C = syvää hengitystä.

Kuva 7. Alveoliventilaatio ja kuolleen tilan ventilaatio (Leppäluoto 2019)

3.4 Hengityksen säätely

Hengityksen säätelyjärjestelmä voidaan jakaa sekä sentraaliseen että perifeeriseen säätelyjärjestelmään (kuva 8). Sentraalinen säätelyjärjestelmä koostuu ydinjatkeesta, aivosillasta ja aivokuoresta sekä erilaisista kemoreseptoreista. Hengityksen säätelyn kannalta näistä tärkeimmät ovat ydinjatke ja kemoreseptorit. Ydinjatkeen hermosolut säätelevät sisään- ja uloshengityksen rytmiä sekä hengityslihasten toimintaa. Ydinjatkeesta lähtevät myös hermoradat palleaan sekä muihin hengityslihaksiin, jotka ovat normaalin hengityksen ylläpitämiseksi välttämättömiä. Kemoreseptorit sijaitsevat puolestaan ydinjatkeen läheisyydessä ja niiden tehtävä on seurata veren hiilidioksidipitoisuutta. Ventilaatio kasvaa nopeasti kemoreseptorien kautta, mikäli veren hiilidioksidipitoisuus nousee. Hengityksen sentraaliseen säätelyyn luetaan mukaan myös tahdonalainen kontrolli, joka mahdollistaa puheen, laulamisen ja muun kommunikoinnin. Tämä opittu, hengitystä säätelevä muoto, on peräisin aivokuorelta. (Leppäluoto ym. 2019, 179 – 180.)



Kuva 8. Hengityksen sentraalinen säätelyjärjestelmä (Science photolibary)

Hengityksen perifeerinen, eli ääreishermoston, säätelyjärjestelmä koostuu kemo-, mekano- ja proprioseptiivisistä reseptoreista. Näiden reseptoreiden toimintaa ei tarkkaan ymmärretä tutkimuksista huolimatta. Tiedetään kuitenkin, että niillä on merkitystä ventilaation säätelyssä elimistön hapentarpeen mukaan. Proprioseptiivisten reseptorien uskotaan reagoivan hyvin herkästi lihasten liikkeeseen, joka aiheuttaa hengityskeskusten nopean aktivoitumisen. Aktivaatio pyrkii ennakoimaan kuormitustilanteesta syntyvää hapentarvetta. Mikäli kuormituksen aikana proprioseptiivisten reseptoreiden aktivaatio ei ole riittävä tai hengityksen happi- ja hiilidioksidipaineissa tapahtuu muutoksia, kemoreseptorit täydentävät ja vahvistavat ventilaatiota. Mekanoreseptorit aktivoituvat rintakehän venytyksestä, joka saa aikaan reaktiomaisen uloshengitysvaiheen ja estää keuhkojen liiallista venyttymistä. Levossa reaktiolla ei ole fysiologista merkitystä hengityksen rytmityksessä, sillä keuhkojen venyntyminen on tällöin vähäistä. (Leppäluoto ym. 2019, 180 – 182.)

4 HENGITYSVAJAUS

Hengitysvajaus potilaan tunnistaminen ja varhainen hoidon aloittaminen on tärkeää, koska elimistön tarvitsee happea toimiakseen. Jokaisen hoitohenkilökunnan jäsenen tulee osata tunnistaa peruselintoimintojen häiriöt, oikea-aikainen lisäavun hälyttäminen ja henkeä pelastavat toimenpiteet. Teho- tai tehovalvontahoitoon johtavista peruselintoimintojen häiriöistä hengitysvajaus on yleisin. Hengitysvajaus on objektiivisesti mitattavissa oleva ongelma, kun taas hengitysvaikeus on potilaan valittama oire, joka ei aina tarkoita, että olisi jokin kaasujenvaihdon tai ventilaation . (Varpula 2014.)

Keskeiset syyt hengitysvajaudelle voidaan jakaa alveolitason kaasujenvaihtohäiriöön joka johtaa hypoksiaan (kudosten hapen vähyys) tai ventilaatio häiriöön, joka johtaa hyperkapniaan (hiilidioksidin kertyminen elimistöön). Potilaalla voi olla molemmat samanaikaisesti. Tilanne voi olla akuutti tai krooninen. Tulee muistaa, että krooninen tilanne voi akutisoitua. Kroonisen tilanteen akuutin pahenemisen laukaisee monesti infektio. (Anttalainen 2023.) Hengitysvajauden etiologian selvittäminen on tärkeää, jotta osataan hoitaa oikeaa asiaa oikealla tavalla. Tästä syystä opinnäytetyössä käsitellään tekijöitä, jotka aiheuttavat hengitysvajautta.

Akuutin hengitysvajauden voi laukaista yksittäinen tai useampi tekijä. Nämä voidaan jaotella seuraavasti:

- Hengityskeskuksen lamaantuminen
- Hermoimpulssin siirtymisen estyminen hengityslihaksiin
- Huonontunut hengitysmekaniikka
- Obstruktio ilmasteissä
- Keuhkokudoksen sairaudet
- Keuhkoverenkierron riittämättömyys
- Hapen kuljetuskyvyn heikkeneminen veressä
- Kouristus

Hengityskeskuksen toiminnan voi lamata myrkytykset, lääkeaineet, keskushermoston sairaudet, ylihapetus kroonisesta hengitysvajaudesta kärsivälle potilaalle tai muu tajuttomuuden syy, esimerkiksi aivoverenvuoto. Hermoimpulssin siirtymisen estymisen lihaksiin voi aiheuttaa

neuromuskulaariset sairaudet, selkäytimen vammat tai infektiot. Hengitysmekanismien ongelmat voi aiheuttaa vaikea ylipaino, kyfoskolioosi, ilma-, jännite- ja/tai veririnta tai pallean repeämä. Obstruktiota (ilmatien ahtautuminen) aiheuttaa vaikea astmakohtaus, pahanomisvaihe keuhkohtaumataudissa, kasvaimet, lima tai vierasesineet. Keuhkokudoksen sairauksia ovat keuhkopöhö, vaikea keuhkokuume ja äkillinen hengitysvajausoireyhtymä (ARDS). Keuhkoverenkiertoon vaikuttaa esimerkiksi keuhkoembolia (veritulppa keuhkovaltimossa). Hapen kuljetuskykyyn vaikuttaa veren hemoglobiinin vähyys tai häkämyrkytys. (Anttalainen 2023.) Häkä (CO) sitoutuu hemoglobiiniin yli 200- kertaisesti happeen verrattuna, jolloin hapenkuljetuskapasiteetti laskee (Valtonen & Kurola 2022).

Akuutissa hengitysvajaudessa valtimoveren pO₂ on pienempi kuin 8 kPa (hypoksemia) ja CO₂ suurempi kuin 6,7 kPa (hyperkapnia). Mikäli hiilidioksidin määrä nousee yli 10–12 kPa, seuraa hiilidioksidinarkoosi. (Päivä & Harjola 2018.)

4.1 Verikaasuanalyysin merkitys hengitysvajauden hoidossa

Verikaasuanalyysillä pystytään selvittämään tietyt välitöntä hoitoa vaativat sairaudet ja tilat. Hengitysvajaus potilailla tärkeimmät arvot ovat pH, BE, pO₂ ja pCO₂. Arvoja tulkitessa tulee tunnistaa mahdollinen ongelma: Alkaloosi tai asidoosi ja metabolinen tai respiratorinen sekä onko kompensoitua. Alkaloosi tarkoittaa elimistön nesteiden liiallista emäksisyyttä, kun taas asidoosi happamuutta. Metabolisella häiriöllä tarkoitetaan aineenvaihdunnallista häiriötä ja respiratorisella häiriöllä hengityksellistä ongelmaa, joka voi liittyä kaasujenvaihdon häiriöön tai ventilaation häiriöön. Kompensaatiossa elimistö pyrkii palauttamaan pH tason normaaliksi. Metabolisessa häiriössä elimistö pyrkii kompensoimaan ventilaation kautta, kun taas ventilaatiohäiriö kompensoituu lisäämällä emäsyylimäärää (BE). Verikaasuanalyysissä saadaan monia arvoja ja näyte voidaan ottaa kapilaarista, laskimosta tai valtimosta, mutta hengitysvajaus potilaalla valtimoverinäyte on luotettavin kaasujenvaihdon arvioinnissa. Varsinkin kroonisissa sairauksissa, kuten keuhkohtaumataudissa, näytettä tulkittaessa tulee huomioida, että BE ja PaCO₂ voivat poiketa viitearvoista, vaikka pH olisi normaali, sillä elimistö pyrkii kompensoimaan

tilannetta. Aikuisilta näyte otetaan ensisijaisesti valtimosta, mutta lapsilta luotettava näyte saadaan myös kapilaarista. Mikäli näyte otetaan laskimosta, saadaan siitä luotettavasti vain pH. (Päivä & Harjola 2018.) Taulukossa 1. kuvataan erinäisiä ongelmia sekä niiden mahdollisia syitä. Niiden merkitys on keskeisessä roolissa potilaan hoidossa.

Häiriö	Löydös	Mahdollisia syitä
Metabolinen asidoosi	BE < -2,5	Laktaatti- ja ketoasidoosi, uremia, intoksikaatio, ripuli
	PaCO ₂ < 6 kPa	
	pH <7,35	
Metabolinen alkaloosi	BE > +2,5	Oksentelu, diureetit, hypovolemia
	PaCO ₂ 4,5-6 kPa	
	pH >7,45	
Respiratorinen asidoosi	BE -2,5-+2,5	Sentraalinen hengityslama, obesiteetti, obstruktiivinen keuhkosairaus
	PaCO ₂ >6 kPa	
	pH <7,35	
Respiratorinen alkaloosi	BE -2,5-+2,5	hypoksemia, sepsis, maksavaurio, hyperventilaatio
	PaCO ₂ <4,5 kPa	
	pH >7,45	

Taulukko 1. (Päivä, H. & Harjola, V-P. 2018.)

5 NONINVASIIVINEN VENTILAATTORI (NIV)

NIV on tehokas tapa tukea potilaan hengitystä. NIV tarkoittaa sitä, kun potilaan hengitystä tuetaan hengityskoneella, mutta ei käytetä keinoilmatietä ilmatien varmistamiseksi. Etuna NIV-hoidossa verrattuna invasiiviseen ventilaattoriin on se, että vältetään keinoilmatien haitoilta. NIV-hoidon etuja ovat muun muassa kustannuksien väheneminen sekä kuolleisuuden pieneneminen. Potilaan hoidossa tulee muistaa, että jos potilas ei saa riittävää hyötyä NIV-hoidosta niin se ei saa viivästyttää siirtymistä invasiiviseen ventilaattoriin, koska tällöin potilaan ennuste huonontuu. (Blander 2011.) Invasiivisia menetelmiä ovat muun muassa intubaatio sekä kirurginen ilmatie, eli trakeostomia. Markkinoilla on useita erilaisia noninvasiivisia ventilaattoreita, joissa jokaisessa on omat säätömahdollisuudet ja ominaisuudet. Työntekijän tulee aina perehtyä oman yksikön laitteeseen ennen käyttöä. Tässä opinnäytetyössä ei keskitytä yksittäisen valmistajan laitteeseen ja sen ominaisuuksiin, vaan käsitellään aihetta yleisemmällä tasolla. Tietoa voi hyödyntää ja soveltaa omassa yksikössä käytettävään laitteeseen. Pääpainona kuitenkin opinnäytetyössä on akuutit hengitysvaikeudet ja niiden hoitaminen noninvasiivisesti vuodeosastoilla, päivystyksissä sekä valvontayksiköissä.

NIV-hoidossa toiminnan periaatteena on se, että kone jättää hengitysteihin uloshengityksen jälkeen jatkuvan positiivisen paineen, kuten CPAP-hoidossa. Positiivinen paine auttaa alveoleja pysymään avoinna, joka puolestaan lisää pinta-alaa kaasujenvaihtoa varten sekä vähentää atelektaasia, jolla tarkoitetaan keuhkoputken tukkeuman aiheuttaman keuhkonosan kasaan painuminen ilmattomuuden takia. Tämän lisäksi sisäänhengityksen aikana kone nostaa painetta hengitysteissä, mikä lisää keuhkotuuletusta ja hapettumista. Noninvasiivisesta ventilaattorista on lukuisia eri nimityksiä Suomessa. Yleisimmin käytettyjä ovat muun muassa NIV, 2PV sekä BiPAP-hoito. NIV säätöjen ja lyhenteiden ymmärtäminen on keskeistä potilaan hoidon kannalta. Taulukossa 2. käsitellään yleisimpiä lyhenteitä sekä niiden merkitystä.

BiPAP	Bilevel positive airway pressure = kaksivaiheinen positiivinen paineventilaatio
IPAP	Inspiratory positive airway pressure = sisäänhengityspaine
EPAP	Expiratory positive airway pressure = uloshengityksen jälkeinen positiivinen ilmatiepaine
PEEP	Positive end-expiratory pressure = positiivinen uloshengityksen jälkeinen paine
CPAP	Continues positive airways pressure = jatkuva positiivinen ilmatiepaine
PS	Pressure support = sisään hengityksen painetuki
RR	Respiratory rate = hengitystaajuus minuutissa
FiO2	Fraction of inspired oxygen = sisään hengitetyn hapen osuus
Timax	Maximal inspiratory time = sisään hengityksen maksimiaika
Timin	Minimal inspiratory time = sisään hengityksen minimiaika
VTI	Velocity time integral = sisäänhengityksen kertahengitystilavuus
VTe	End tidal volume = uloshengityksen kertahengitystilavuus
pMax	Maximum pressure limit = maksimaalisen paineen raja
Tapn	Apnea alarm time = apnea (hengityskatko) hälytys aika
Trigg	Triggering = Laukaisija/triggeraus
TV	Tidal volume = kertahengitystilavuus

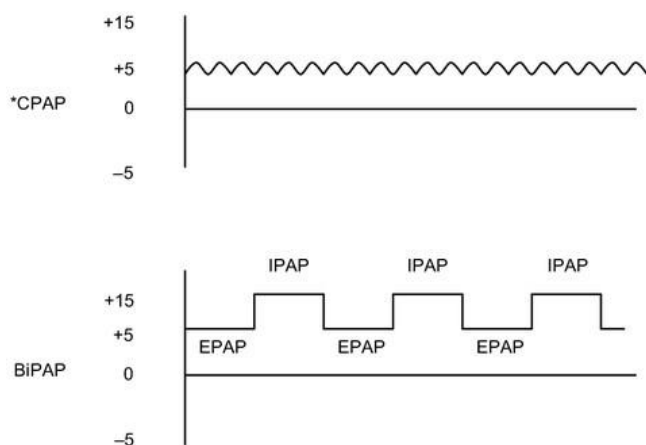
Taulukko 2. Lyhenteet

EPAP auttaa alveolien auki pysymistä ja siten hapettuminen paranee ja IPAP lisää ventilaatiota. Näiden erotuksesta (IPAP-EPAP) saadaan PS. Paine-eron kasvaminen lisää kertahengitystilavuutta ja täten parantaa keuhkojen tuulettumista, joka lisää hiilidioksidin poistumista elimistöstä. Painetuen tulee olla vähintään 5 cmH₂O potilaalla, mutta useimmiten kuitenkin käytetään 8–12 cmH₂O.

Hengitystaajuutta (RR) säätämällä saadaan "pakotettua" potilas hengittämään tietty määrä minuutissa. Tulee kuitenkin ymmärtää, että potilaalla tulee olla spontaani hengitys NIV-hoitoa toteutettaessa. PEEP, CPAP sekä EPAP tekevät saman asian eli pitävät positiivisen ilmanpaineen hengitysteissä. FiO₂ arvosta tulee ymmärtää, että huoneilmassa on normaalisti noin 21 % happea.

Triggauksen tarkoituksena on tunnistaan potilaan sisäänhengitys ja tukea sitä (IPAP).

(Lönn & Arola 2013.) Kuvassa 9 käsitellään CPAP ja BiPAP eroa.



KUVA 9. Kaavakuva CPAP ja BIPAP eroista. IPAP-EPAP=PS

5.1 Hoidon tavoite ja edut

NIV-hoidon tavoitteena on hapettumisen paraneminen sekä ventilaation parantaminen sisäänhengitys virtausta tehostamalla. Jatkuva positiivinen paine hengitysteissä estää alveolien kasaan painumisen sekä parantaa kaasujen vaihtoa. Sen lisäksi ventilaattoria voidaan hyödyntää ventilaatiovajauden hoidossa sekä hapettumishäiriössä. CPAP on hyvä ratkaisu niissä tilanteissa, joissa hapettumishäiriö johtuu keuhkokudosten ilmattomuudesta. Esimerkiksi keuhkopöhdössä nestettä kertyy soluvälitiloihin sekä keuhkorakkuloihin laskimoverenpaineen kasvun takia. NIV soveltuu laajemmin kuin CPAP hengitysvajauden hoidossa. (Lönn & Pajunen 2017.)

NIV-hoidossa, invasiiviseen hoitoon verrattuna, on spontaanin hengityksen edut. FRC:tä lisäämällä alveolien pinta-ala on suurempi, jolloin keuhkokapilaareja on enemmän käytettävissä, mikä taas parantaa kaasujen vaihtoa. Puoli-istuva tai istuva asento vaikuttaa V/Q suhteeseen painovoiman vuoksi, joka suoraan vaikuttaa veren saturoitumiseen. Etuna on myös, ettei potilasta tarvitse sedatoida hengityksen tukemiseksi, jolloin hengitysilihasten toimintaa ei lamata ja hemodynamiikkaa on helpompi hallita. Spontaani hengitys toimii laskimopaluun pumppuna ja vaikuttaa sydämen vasemman kammion

esikuormaan, iskuilavuuteen sekä näin parantaa sydämen minuuttivirtausta. Myös infektoriski on pienempi, koska elimistöön ei ole laitettu vierasesinettä, kuten esimerkiksi intubaatioputkea. Potilas kykenee myös syömään, juomaan sekä puhumaan, jos tajunnantaso ja yleisvointi sen sallii. Tulee kuitenkin muistaa, että haittojakin on. Riskejä muodostuu esimerkiksi ventilaatio maskista, jos se on liian kireällä tai löysällä, limakalvot voivat kuivua, ilma voi myös joutua väärään paikkaan muun muassa vatsaan ja välikorvaan. NIV-hoidon onnistuminen edellyttää, että potilas jaksaa riittävän hyvin spontaanisti hengittää. (Lönn & Pajunen 2017.)

5.2 Käyttö- ja vasta-aiheet

Noninvasiivinen ventilaattori on hyvä hoitomuoto alkuhoitona akuuteissa hengitysvajauksissa. Tämän voi on voinut aiheuttaa esimerkiksi keuhkokuume, alveolitason kaasujenvaihtohäiriöt, akuutti keuhkopöhö, sekä ekstubaation (intubaatio putken poisto) jälkeen niillä, joilla on hengitysvajaus. Lisäksi NIV on hyvä vaihtoehto potilailla, joilla pyritään välttämään intubaatiota. Tällaisia potilaita voivat olla esimerkiksi keuhkohtaumatauti potilaat sekä elinsiirto- ja immunosuppressio (immuunipuutosta aiheuttavat lääkehoidot) potilaat. Sen lisäksi hyperkapniaa aiheuttavien kroonisten sairauksien pahenemisvaiheiden hoidossa voidaan käyttää NIV-hoitoa. Tällaisia kroonisia sairauksia ovat esimerkiksi astma, erilaiset lihassairaudet ja merkittävä lihavuus. (Lönn & Pajunen 2017.) Hoitohenkilökunta, jotka toteuttavat NIV-hoitoa tulee tunnistaa käyttöaiheet sekä vasta-aiheet, jotta ei aiheutettaisi potilaalle haittaa ja mahdollisesti huononnettaisi potilaan tilaa. Vaikka hoidon määräämisestä vastaa lääkäri, niin myös hoitajien tulee ymmärtää ja puuttua, jos virhe on tapahtumassa.

Vasta-aiheet NIV-hoidolle voidaan jakaa ehdottomaan ja suhteelliseen. Ehdottomia vasta-aiheita ovat riittämätön spontaani hengitys tai ventilaatio maskin käyttö ei onnistu. Suhteellisia ovat epävakaa hemodynamiikka sekä tajunnantason häiriö, joka estää turvallisen hoidon toteuttamisen. Matalan tajunnantason tuomia uhkia ovat esimerkiksi riittämätön ilmatien avoimuus tai potilaan heikko yhteistyökyky. Näiden lisäksi pään ja kasvojen vammat voivat estävää turvallisen maskin käytön sekä hoitamaton ilmarinta voi muuttua

jänniteilmarinnaksi. Myös runsas limaisuus, ylähengitysteiden verenvuodot ja suuri aspiraatoriski voivat olla esteenä turvalliselle NIV-hoidon toteutukselle. (Lönn & Pajunen 2017.) Jos herää epäily jänniteilmarinnan muodostumisesta, tulee ylipainehoito lopettaa välittömästi. Hoitoa voidaan jatkaa vasta, kun jänniteilmarinta on muutettu punktoimalla tai dreneraamalla avoimeksi ilmarinnaksi. (Koskinen, Gunn & Sihvo. 2023) Jänniteilmarinta voi kehittyä nopeasti ja romauttaa potilaan peruselintoiminnot. Hoitavan lääkärin tulee arvioida hoidon aloituksessa, mikä hoitomuoto on tarkoituksen mukaisin. Vaatiiko potilas NIV-hoitoa vai onko tarve siirtyä invasiiviseen hoitoon. NIV:ia voidaan myös hyödyntää oireita helpottavana hoitomuotona, esimerkiksi palliatiivisena hoitona (Brander. 2011).

6 HOIDON TOTEUTUS

Ennen kuin hoito voidaan aloittaa, tulee laite laittaa käyttökuntoon ja toimivuus testata valmistajanohjeiden mukaisesti. Lääkäri määrää hoidon aloituksesta ja aloitussäädöistä sekä tarvittaessa valmiiksi jatko-ohjeet. (Aaltonen & Mustonen 2017b.) Myös hoitajien tulee tietää käyttöaiheet ja vasta-aiheet, jotta potilaalle ei aloiteta turhaan hoitoa tai jos se ei ole turvallista.

Ennen hoitoa myös potilas tulee valmistella. Potilaalle tulee kertoa mitä tehdään ja miksi. Jotkut kokevat ventilaatio maskin ahdistavana ja epämiellyttävänä. Kun ennakkoon kerrotaan ja perustellaan hoito, niin hoitomyönteisyys samalla paranee. Tämän lisäksi tulee olla toimiva suoni yhteys lääkitsemistä varten. Huomioidaan hyvä puoli-istuva tai istuva asento. Jos potilaalla on huonosti istuvat hammasproteesit niin, ne tulee poistaa. Tiiviisti istuvat hammasproteesit voivat olla, koska ne auttavat myös kasvojen muodon kanssa, jotta ventilaatio maski istuu paremmin. Potilaan tulisi välttää puhumista hoidon aikana, joten sovitaan yhteinen elekieli, jos mahdollista. (Aaltonen & Mustonen 2017a.)

Hoidon aikana potilaan peruselintoimintoja ja yleistilaa tarkkaillaan. Tarkkailussa ABCDE-protokollan hyödyntäminen lisää potilasturvallisuutta, koska tutkiminen toteutetaan tärkeysjärjestyksessä. A = airway, eli ilmatie ja sen avoimuuden arviointi. B = breathing, eli hengitys. Arvioidaan hengitystyö, hengitystaajuus, happisaturaatio, limaisuus ja hengityssäänet. C = circulation, eli verenkierto. Arvioidaan verenpaine, syke, rytmi, ihon lämpö, väri ja mahdolliset lämpörajat. D = disability, eli tajunnan taso, jossa arvioidaan, onko potilas esimerkiksi sekava, uninen, tajuton ja onko muita neurologisia oireita. E = exposure, jossa tarkastellaan kaikki muut tärkeät asiat, jolla voidaan arvioida ongelmia ja riskejä, jotka voivat vaikuttaa peruselintoimintoihin. Näihin kuuluu lämpö, verensokeri, erityis ja kipu. Potilaalle tulee määrittää tavoitearvo happisaturaatioon, erityishuomiota potilailla, joilla perussairauden takia lähtötaso on alentunut esimerkiksi keuhkohtaumatauti. Mittaustuloksia arvioitaessa tulee ottaa huomioon mittaustulosten luotettavuus, sillä esimerkiksi saturaation mittaustulokseen voi vaikuttaa muun muassa periferian viileyys tai kynsilakka. Hoidon tehoa tulee myös arvioida tasaisesti, kokeeko potilas hengenahdistusta ja onko verikaasuanalyysi parempaan päin. (Aaltonen & Mustonen 2017a.)

Potilasta tulee tarkkailla jatkuvasti hoidon aikana. On tärkeää muistaa myös potilaan henkinen tukeminen. Pahoinvoinnin ennaltaehkäisy on tärkeää, jotta potilas ei oksentaisi ventilaatio maskiin ja aspiroisi mahalaukun sisältöä. Korkea painetaso NIV tai CPAP-hoidossa voi aiheuttaa ilman joutumista mahalaukkuun, joka aiheuttaa pahoinvointia. Aspiraation ehkäisyyn voidaan tarvittaessa käyttää nenämahaletkua, mutta tämä voi hankaloittaa merkittävästi ventilaatio maskin tiiviyyteen. Suun hoidosta tulee huolehtia, koska ventilaattori työntää ilmaa paineella, mikä saa limakalvot kuivamaan. (Aaltonen & Mustonen 2017a.) Hyvällä ihon hoidolla voidaan estää kipua sekä painehaavojen muodostumista, joka auttaa potilasta sietämään ventilaatio maskia paremmin. Ihon painaumien ehkäisyssä voidaan käyttää esimerkiksi keinoihoa. Nestetasapainon ja ravitsemustilan arviointi on myös tärkeää. (Aaltonen & Mustonen 2017a.)

Ventilaatio maskin vuoto on tyypillinen haaste hoidossa, eikä se saisi ylittää sisäänhengityksen aikana 45 l tai uloshengityksen aikana 35 l. Jos liiallista vuotoa ilmenee, tulee ventilaatio maskia joko kiristää tai vaihtaa paremman kokoiseksi.

Ventilaatio maski ei myöskään saa olla liian kireällä. (Aaltonen & Mustonen 2017b.)

Hoitoa ei tule turhaan pitkittää, joten kun hengitysvajaus on saatu korjattua tavoitetasolle, voidaan alkaa ventilaattorin säätöjä laskemaan lääkärin ohjeiden mukaisesti. Ensimmäisenä otetaan maski pois potilaalta, tämän jälkeen suljetaan happi ja ventilaattori valmistajan ohjeiden mukaisesti. Potilaalle aloitetaan happihoito joko viiksillä, maskilla tai NHF-laitteella.

Hiilidioksidiretentiota (hiilidioksidin kertyminen elimistöön) tulee varoa erityisesti keuhkohtaumatautia sairastavilla. (Aaltonen & Mustonen 2017b.)

6.1 Keuhkokuume ja keuhkopöhö

NIV tai CPAP-hoito on ensisijainen hoito keuhkokuume potilailla, joilla lisähapella ei saada riittävä vastetta, mutta ei kuitenkaan ole kehittynyt hyperkapniaa. Keuhkohtaumatautia sairastavilla potilailla voidaan hoitaa noninvasiivisella ventilaattorilla myös hyperkapniaa. Keuhkohtaumatauti sekä

immunosuppressio potilailla pyritään välttämään invasiivisia toimenpiteitä, mutta mikäli potilaan tila sitä vaatii, aloitusta ei tule viivyttää turhaan. Invasiivinen ventilaattori hoito tulee aloittaa, jos ilmatie vaatii turvaamista, pH on <7.20, spontaani hengitys ei ole riittävä ja potilas kuuluu tehohoidon piiriin. (Anttalainen 2023.)

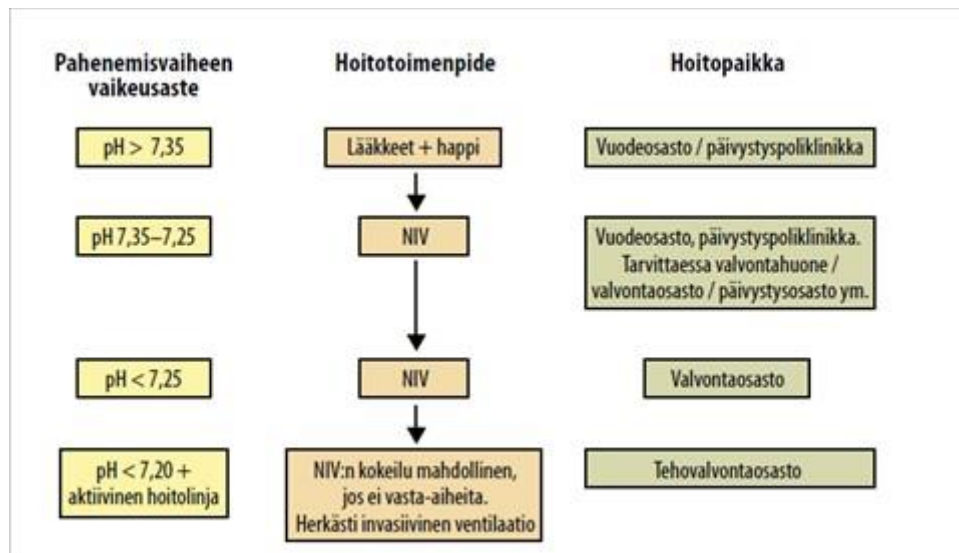
Akuutti sydämen vajaatoiminta voi aiheuttaa keuhkopöhön (keuhkoödeema), jossa alveoleihin kertyy nestettä ja täten heikentää hapettumista. Mikäli potilas kärsii hypoksiasta, on ensisijainen hoito lisähappi. Jos tällä ei kuitenkaan saavuteta riittävää vastetta, voidaan aloittaa joko CPAP tai NIV-hoito. Keskeisimpänä säätönä toimii PEEP, jonka tarkoituksena on pitää alveolit avoinna, jotta kaasut pääsevät vaihtumaan. Tutkimuksissa CPAP-hoito on todettu auttavan hapettumista juuri näillä potilailla. NIV-hoito soveltuu parhaiten niillä potilailla, joilla on myös respiratorinen asidoosi. (Harjola & Tarvasmäki 2021.) Kuva 8. havainnollistaa CPAP ja NIV eron.

Potilaan hoidossa tulee noudattaa varovaisuutta, jos potilas on hypovoleeminen tai hänellä on sydämen oikean kammion vajaatoiminta, joka on keuhkopöhön aiheuttajana. Korkea PEEP taso voi aiheuttaa tai pahentaa hypotensiota, koska rintakehän paine nousee, mikä pienentää laskimopaluuta. Näillä potilailla pitää myös muistaa korostunut aspiraatio riski. Potilaalla, jolla on muodostunut keuhkopöhö hoidossa, tulee keskittyä syyn hoitoon ja samalla turvata peruselintoiminnot. (Harjola & Tarvasmäki 2021.)

6.2 NIV-hoito keuhkohtaumatautia sairastavalla

Keuhkohtaumataudin pahenemisen aiheuttaman hyperkapnian hoidossa varhaisen NIV-hoidon aloitus helpottaa oireita ja vähentää intubaation tarvetta. Tunnin kuluttua hoidon aloittamisen jälkeen hapenosamäärä (PaO₂) valtimoveressä on todettu selkeästi nousevan ja vastaavasti hiilidioksidin määrä laskevan, samoin pH oli noususuuntainen. Varhainen hoidon aloitus myös lyhentää sairaalajakson pituutta, vähentää komplikaatoriskejä sekä pienentää kuolleisuutta. Tutkimuksessa on todettu, että NIV-hoito vähensi kuolleisuutta 46 %:lla sekä intubaation tarve laski 65 %:lla. (Osadnik, C. ym. 2017.) Kroonisen tilanteen akutisoituminen tulee tunnistaa, ja hoito aloittaa riittävän nopeasti sekä

tarkoituksen mukaisesti. Potilaalla voi olla kroonisesti hyperkapnia ja matala happisaturaatio jo lähtökohtaisestikin, joten tulee arvioida, mikä on tavoitetaso potilaskohtaisesti. (Tamanen 2019.) Kuvassa 10. kuvataan hyvin keuhkohtaumatauti potilaiden kohdalla hoito muodon valinta.



KUVA 10. Akuutin hengitysvajauden hoito potilaan tilan mukaan ja hoitopaikan valinta (Blander, P. 2011.).

NHF-happihoitoa ei suositella akuutista hengitysvajaudesta kärsivälle potilaalle, jolla on hyperkapnia, näytön puutteen vuoksi. Jos potilaan oireet, löydökset ja yleistila ei ole kohentunut 2 h tunnin sisällä NIV hoidon aloittamisesta, riski epäonnistumiselle kasvaa. Potilasta ei myöskään tarvitse vieroittaa NIV:stä vaan hoidon voi lopettaa, jos vointi ollut vakaa yli 4 h. (Harju ym. 2020.)

7 OPNNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen, sillä sen tarkoitus on tuottaa opasvihkonen NIV-hoidosta akuutissa hengitysvajauksessa. Toiminnallinen opinnäytetyö pitää sisällään kolme erityispiirrettä, joista tärkein on sen tuottama tuotos. Tuotos voi olla esimerkiksi perehdytyskansio, opas tai esite. Toinen erityispiirre on prosessin aikana mukana olevat toimijat. Prosessin aikainen työskentely itsessään on kolmas erityispiirre. Toiminnallisen opinnäytetyön aikana dialoginen kommunikointi toimijoiden välillä jatkuu koko prosessin ajan. Kehitteillä olevaa tai valmistuvaa tuotosta arvioidaan, suunnataan uudelleen sekä kehitetään eri toimijoiden välisessä vuorovaikutuksessa. (Salonen 2013, 5-6.) Toimijoiden välinen vuorovaikutus on jatkunut koko prosessin ajan ja valmis materiaali on toimeksiantajan pyynnöstä PDF –tiedoston muodossa.

7.1 Konstruktivistinen malli

Olemme käyttäneet tämän opinnäytetyön suunnittelu- ja kehittämisprosessin sekä aikataulutuksen aikana konstruktivistista mallia. Mallin mukaan prosessi jaetaan eri vaiheisiin, joiden aikana pysähdytään arvioimaan tuotettua työtä. Arvioinnin perusteella pohditaan myös esiin nousseita kehitysideoita sekä tarvittaessa suunnataan tai tarkennetaan työtä uudelleen. (Salonen 2013, 16.)

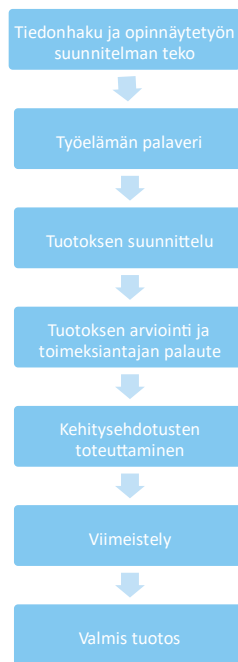
Konstruktivistinen malli koostuu seitsemästä eri vaiheesta, joita ovat aloitus-, suunnittelu-, esi-, työstö-, tarkistus- ja viimeistelyvaihe sekä valmiin tuotoksen julkaisu tai esittäminen. Aloitusvaihe on prosessin käynnistävä tekijä, jossa linjataan ja selvitetään kehittämistarve, johon opinnäytetyöllä pyritään löytämään ratkaisu. Suunnitelmavaiheen tarkoitus on tuottaa opinnäytetyön suunnitelma, josta käy ilmi työn tavoitteet, tarkoitus sekä työhön liittyvät toimijat. Suunnitelmavaiheessa kerätään myös työn teoriapohja, jonka pohjalta tuotos valmistetaan, ja siksi se onkin yksi tärkeimmistä vaiheista. Esivaiheen aikana työn suunnitelma esitetään sekä tehdään tarvittavia muutoksia tai täydennyksiä saadun palautteen perusteella. (Salonen 2013, 17.)

Suunnitteluvaiheen lisäksi työstövaihe on projektin toiseksi tärkein, ja vaativin, vaihe. Tarkistusvaiheen aikana tuotos arvioidaan yhdessä kaikkien toimijoiden

kesken sekä tarvittaessa täydennetään esiin nousseiden kehitysideoiden osalta. Viimeistelyvaiheeseen kuuluu työn viimeistely, kielenhuolto sekä lähteiden- että lähdeviitteiden tarkistus. Mallin mukaisen kehittämisprosessin aikana syntynyt, tarkoitusta ja tavoitteita vastaava työ, julkaistaan lopuksi. (Salonen 2013, 18-19.) Tämän opinnäytetyön aikataulutusta sekä kehittämisprosessia kuvataan taulukoissa 3 ja 4.

Aloitusvaihe 01/2023	Aiheen valinta Toimeksiantajan tarpeet
Suunnitteluvaihe 01-03/2023	Aiheen rajausta Tiedonhaku Teoriapohja
Esivaihe 03/2023	Opinnäytetyön suunnitelman esitys seminaarissa Kehitysideat Tarkennus
Työstövaihe 03-04/2023	Tuotoksen suunnittelu ja toteutus Palaute
Tarkistusvaihe 04/2023	Kehitysideoiden toteuttaminen
Viimeistelyvaihe 05-10/2023	Työn tarkistus ja viimeistely Opinnäyteseminaari
Julkaisu 12/2023	Opinnäytetyön julkaisu Kypsyysnäyte

Taulukko 3. Opinnäytetyön aikataulutusta



Taulukko 4. Opinnäytetyön kehittämisprosessi

7.2 Valmis tuotos

Tämän opinnäytetyön tuotos on tarkoitettu sairaanhoitajan suorittaman NIV hoidon toteutuksen tueksi. Opinnäytetyön tilaajan pyynnöstä tuotos on PDF – muodossa oleva opasvihkonen, jonka voi tarvittaessa tulostaa ja liittää käytettävän laitteen kylkeen. Materiaalin käyttöoikeudet kuuluvat Tampereen ammattikorkeakoululle ja sitä voidaan käyttää myös hoitotyön opetuksen tukena.

Opasvihkosen rakenteeseen ja helppolukuisuuteen on käytetty paljon huomiota. Rakenne etenee NIV:n käyttö- ja vasta-aiheista tarkistuslistaan, verikaasuanalyysin sekä lyhenteiden merkityksistä COPD potilaan hoitomuodon valintaan. Näin opasvihkosen käyttö on nopeaa ja onnistuu hoitotyön aikana. Helppolukuisuuteen on pyritty vaikuttamaan selkeillä taulukoilla sekä tarkistuslistalla.

7.3 Tiedonhaku ja aiheen rajaus

Tämän opinnäytetyön tiedonhakuprosessissa on käytetty pääsääntöisesti julkisia hakutietokantoja, kuten Chinal ja PubMed. Hakua on myös täydennetty keräämällä tietoa Duodecimin materiaaleista ja -oppaista sekä Tampereen ammattikorkeakoulun kirjaston hakukoneella. Tulokset on pyritty rajaamaan vuosiluvun mukaan aikavälille 2013–2023 ja kaikki materiaali on lähdekriittisesti arvioitu. Tiedon keruussa on huomioitu vain materiaali, joka on keskittynyt aikuisten äkillisen hengitysvajauden hoitoon sekä noninvasiivisen ventilaattorin säätöihin että hoidon toteutukseen. Tiedon keräämisessä on huomioitu myös vanhempia teoksia tarkan harkinnan jälkeen, mikäli tieto on ollut muuttumatonta. Tampereen ammattikorkeakoulun kirjaston hakukoneella on haettu tietoa opinnäytetyön prosessin suunnittelusta ja toteutuksesta, tutkimuksen eettisyydestä sekä ihmisen anatomiasta ja fysiologiasta. Tiedonhaun prosessi, hakusanat ja rajaukset on kuvattu taulukossa 5.

Tietokanta	Hakusana ja rajaukset	Tulos (kpl)
Chinal	Acute respiratory failure OR Non-invasive ventilation (title & abstract) NIV (abstract) 2013 – 2023	10 437
PubMed	Acute respiratory failure AND Non-invasive ventilation OR NIV 2013 – 2023	503
Duodecim	Äkillinen hengitysvajaus Noninvasiivinen ventilaatio	50
Andor (Tampereen ammattikorkeakoulun kirjaston hakukone)	Toiminnallinen opinnäytetyö Anatomia OR fysiologia (2013 – 2023) Tutkimusetiikka	513 20 297 248

Taulukko 5. Tiedonhaku

8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda opasvihkonen NIV-hoidosta akuutissa hengitysvajauksessa. Akuutista hengitysvajauksesta, NIV-hoidosta sekä hengityselinten anatomiasta löytyy runsaasti tutkittua tietoa, jonka vuoksi lähdekriittisyys ja aiheen rajaaminen nousi opinnäytetyön yhdeksi tärkeimmäksi osatekijäksi. Tutkimusten runsauden vuoksi ajankohtaisen, sairaanhoitajan työn kannalta oleellisen, tiedon tiivistäminen ymmärrettäväksi ja tiiviiksi kokonaisuudeksi on työn toinen tärkein tekijä. Työn selkeys ja helppolukuisuus korostuu, sillä opasvihkosta tulee pystyä käyttämään hoidon aloituksessa sekä hoitotyön toteutuksessa. Opinnäytetyön toimeksiantajan sekä opinnäytetyöseminaareissa käytyjen keskustelujen myötä, työstä on saatu toivottujen tarpeiden ja tavoitteiden mukainen.

Lähteiden mukaan NIV on tehokas hoitomuoto akuutissa hengitysvajauksessa. Hoidolla on tutkitusti vähemmän haittavaikutuksia, kuin invasiivisessa ventilaatiossa. Vaikka tutkimusten mukaan NIV hoito onkin tehokasta, tulee kuitenkin muistaa, että mikäli potilaan hengitys ei ole hoidosta huolimatta riittävää, on aina oltava valmius siirtyä invasiivisiin hoitomuotoihin. Sairaanhoitajan rooli hoidon toteutuksessa on siis merkittävä, sillä tämän tulee pystyä tunnistamaan ja ennakoimaan peruselintoimintojen häiriöt sekä tunnistaa antamansa hoidon vaste. Opasvihkosen tavoitteena on helpottaa NIV hoidon aloitusta sekä toteutusta. Jokaisen sairaanhoitajan tulee kuitenkin perehtyä oman yksikön laitteisiin ja toimintaohjeisiin. Opinnäytetyössä ei keskitytä yksittäisen valmistajan laitteeseen ja sen ominaisuuksiin, vaan käsitellään aihetta yleisemmällä tasolla. Hoidon suunnittelusta ja toteutuksesta vastaa aina potilasta hoitava lääkäri sekä sairaanhoitaja.

Opinnäytetyössä käytetty konstruktivistinen malli helpotti työn jäsentelyä, raportointia ja aikataulutusta. Työstä saadun palautteen kerääminen jäi vain opinnäytetyöseminaareissa sekä opinnäytetyön tilaajan kanssa käytäviin keskusteluihin, eikä tuotosta testattu laajemmin. Toisaalta palautteen kerääminen esimerkiksi kyselylomakkeella olisi laajentanut työtä huomattavasti suuremmaksi. Koimme myös saavamme keskusteluista riittävästi palautetta ja

kehitysideoita, jotta työn muokkaaminen tilaajan vastaamien toiveiden ja tarpeiden mukaan onnistui. Saamamme palautteen perusteelle työmme aihe nousi ajankohtaiseksi ja tärkeäksi, sillä akuuttihengitysvajaus koettiin vaikeasti hoidettavaksi. Jäimmekin pohtimaan, olisiko aiheesta hyödyllistä pitää enemmän koulutuksia ja lisätä sairaanhoitajien tietoisuutta hoitomuodoista laajemmin jo koulutuksen aikana. Jatkossa oppaan hyödyllisyyttä ja käytettävyyttä voisikin arvioida esimerkiksi laadullisella tai määrällisellä tutkimuksella.

9 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS

Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettisiä suosituksia tulee noudattaa koko opinnäytetyöprosessin ajan. Lainsäädäntö, tiedeyhteisön kansainväliset- ja kansalliset tutkimuseettiset periaatteet sekä linjaukset toimivat suositusten perustana. Opinnäytetyöntekijöiden tulee siis hallita prosessin aikana hyvä tieteellinen käytäntö ja sen vastuut sekä ihmisiin kohdistuvan tutkimuksen yleiset periaatteet. Lisäksi on tärkeää ottaa huomioon eettisen ennakoarvioinnin lähtökohdat, tarpeellisuus sekä ennakoarviointimenettely. Opinnäytetyösopimus laaditaan opinnäytetyöprosessin alussa, joka valtuuttaa opinnäytetyöntekijää sekä toimeksiantajaa noudattamaan yhdessä sovittuja sääntöjä. (Arene ry 2019, 5–6.)

Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK) on eurooppalaisen tutkimuseettisten periaatteiden pohjalta luotu ohjeistus, jonka tarkoituksena on huolehtia hyvän tieteellisen käytännön toteutumisesta koko opinnäytetyöprosessin ajan. Luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto ovat HTK-ohjeistuksen mukaan hyviä tieteellisiä menettelytapoja, jotka lisäävät tieteellisen toiminnan luotettavuutta ja eettisyyttä. Yhteisistä tieteellisistä tunnistetuista käytännöistä on sovittu tiedeyhteisön kanssa. HTK-ohjeistus vaatii niiden noudattamista tutkimustyön, tulosten tallentamisen, esittämisen sekä tulosten arvioinnin aikana. HTK myös valvoo ja vastaa näiden toimien vastaisista loukkauksista. (TENK 2023.)

Tämän opinnäytetyön toteutuksen aikana on huolehdittu sekä ammattikorkeakoulujen eettisten suositusten, että HTK-ohjeistuksen noudattamisesta. Työn suunnitelma on luotu opinnäytetyösopimuksen mukaan sekä kaikki vaiheet on kirjattu, raportoitu ja tallennettu ohjeistuksen mukaisesti. HTK-ohjeistuksen mukaan muiden henkilöiden töihin on viitattu, jotta he saavat asianmukaisen tunnustuksen ja kunnioituksen työstään. Opinnäytetyön ohjaava opettaja on myös toiminut työn laaduntarkkailijana. Ennen työn palautusta, se tarkistetaan plagiointiohjelmalla, jotta voidaan poissulkea vilpin mahdollisuus. Lopullinen opinnäytetyö julkaistaan kaikkien saataville Theseuksessa, ja on näin myös avoin julkiselle kritiikille.

LÄHTEET

Aaltonen, U. & Mustonen, A-M. 2017a. Hengityksen noninvasiivinen tukeminen. Sairaanhoidajan käsikirja. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 26.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden. [Hengityksen noninvasiivinen tukeminen - Duodecim \(terveysportti.fi\)](https://www.terveysportti.fi)

Aaltonen, U. & Mustonen, A-M. 2017b. Kaksoispaineventilaatio. Sairaanhoidajan käsikirja. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 26.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden. [Kaksoispaineventilaatio-hoito - Duodecim \(terveysportti.fi\)](https://www.terveysportti.fi)

Anttalainen, U. 2023. Hengitysvajaus. Lääkär tietokanta. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 10.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/ltk/article/ykt00164>

Arene ry. 2019. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Viitattu 30.5.2023. Luettu 30.5.2023. <https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULU-JEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf? t=1578480382>

Blander, P. 2011. Noninvasiivinen ventilaatio ja äkillinen hengitysvajaus. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 10.2.2023. <https://www.duodecimlehti.fi/duo99303>

Harjola, V-P. & Tarvasmäki, T. 2021. Sydämen akuutti vajaatoiminta ja keuhkopöhö. Lääkär tietokanta. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 10.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/ltk/article/ykt00131/search/keuhkop%C3%B6h%C3%B6>

Koskinen, T., Gunn, J., Sihvo, E. 2023. Ilmarinnan hoito. Akuuttihoito-opas. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 31.8.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/aho/article/aho00351?toc=1801> Harju, T. 2020. Keuhkohtaumatauti. Kankaanranta, H. & Katajisto, M. & Kilpeläinen, M.

& Lehtimäki, L. & Lehto, J. & Mazur, W. & Meinander, T. Käypä hoito -suositus. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Luettu 19.3.2023.

<https://www.kaypahoito.fi/hoi06040>

Hess, R. 2013. Noninvasive Ventilation for Acute Respiratory Failure. Kustantaja Respiratory care. Luettu 19.1.2023 <http://rc.rcjournal.com/content/58/6/950#sec-31>.

Kuula, A. 2011. Tutkimusetiikka. Aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. Tampere: Osuuskunta Vastapaino.

Leppäluoto, J., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lauri, T. 2019. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Lyyra, M. & Jama, T. 2023. Verikaasuanalyysi ja happoemästasapainon tutkiminen. Lääkärítietokanta. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 26.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden. [Lääkärin tietokannat - Duodecim \(terveysportti.fi\)](https://www.laakarintietokanta.fi/terveysportti)

Lönn, M & Pajunen, T. 2017. Noninvasiiviset ventilaatiomallit. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 19.3.2023. Vaatii käyttöoikeuden.

<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/aho/article/tvh00120?toc=1109067>

Lönn, M & Pajunen, T. 2017. Noninvasiivisen ventilaatiohoidon (NIV) käyttöperiaatteet. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 19.3.2023. Vaatii käyttöoikeuden.

<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/aho/article/tvh00119?toc=1109067>

Osadnik, C. 2017. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. Teoksessa Tee, V. & Carson-Chahhoud, K. & Picot, J. & Wedzicha, J.

& Smith, B. Kustannus National Library of Medicine. Luettu 30.3.2023.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28702957/>

Päivä, H. & Harjola, V-P. 2018. Päivystyspotilaan laboratoriotutkimukset. Akuuttihoito ja anestesia. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 26.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden. [Päivystyspotilaan laboratoriotutkimukset - Duodecim \(terveysportti.fi\)](https://www.terveysportti.fi)

Saaresranta, T. & Anttalainen, U. & Polo, O. 2011. Kaksipaineventilaatio kroonisessa ventilaatiovajaudessa. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 10.2.2023. <https://www.duodecimlehti.fi/duo99748>

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Sand, O, Sjaastad, O, Haug, E, Bjålie, J & Toverud, K. 2015. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. Lääketieteellinen käännöstoimisto Oy. Helsinki: Sanoma Pro.

Tarnanen, K. 2019. Keuhkohtaumatauti. Teoksessa Harju, T. & Meinander, T. Terveyskirjasto. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 19.3.2023. <https://www.terveyskirjasto.fi/khp00012>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TEKN). Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausväilyjen käsitteleminen Suomessa. HTK-ohje 2023. Luettu 30.5.2023 https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf

Valtonen, M. & Kurola, J. 2022. Häkämyrkytys. Lääkärítietokanta. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 10.4.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/ltk/article/ykt00410>

Varpula, T. 2014. Hengitysvajaus (äkillinen). Teoksessa Blander, P. & Bäcklund, T. & Parviainen, I. & Tikkanen, H. & Valta, P. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 10.3.2023. [https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2014/14/duo11743?keyword=hengitysvajaus%20\(%C3%A4killinen\)](https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2014/14/duo11743?keyword=hengitysvajaus%20(%C3%A4killinen))

Varpula, T. 2007. Äkillisen hengitysvajauksen hoito. Teoksessa Blander, P. & Bäcklund, T. & Parviainen, I. & Tikkanen, H. & Valta, P. Kustannus Oy Duodecim. Luettu 10.3.2023. <https://www.duodecimlehti.fi/duo96372>

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

LIITTEET

Liite 1. Opasvihkonen

Sivu 1(3)

KÄYTTÖAIHEET	LÖYDÖKSET
Akuutti hengitysvajaus	pH tason muutokset (tyypillisesti lasku)
Alveolitason kaasujenvaihtohäiriö	Hypoksia, pO ₂ lasku
Ventilaatiohäiriö	Hyperkapnia, pCO ₂ nousu
Potilaat, joilla pyritään välttämään intubointi	COPD, elinsiirto- ja immunosuppressio potilaat

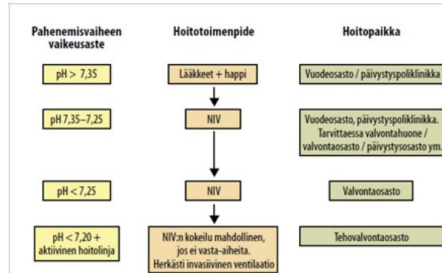
VASTA-AIHEET	
EHDOttomat VASTA-AIHEET	SUhteelliset VASTA-AIHEET
Riittämätön spontaani hengitys	Epävakaata hemodynaamiikka
Ventilaatiomaskin käyttö ei onnistu	Tajunnantason häiriöt
	Heikko yhteistyökyky
	Pään- ja kasvojen vammat
	Hoitamaton ilmarinta
	Runsa limaisuus
	Ylähengitysteiden verenvuodot
	Suuri aspiraatoriski

Verikaasuanalyysin tulkinta

Häiriö	Löydös	Mahdollisia syitä
Metabolinen asidoosi	BE < -2,5	Laktaatti- ja ketoasidoosi, uremia, intoksikaatio, ripuli
	PaCO ₂ < 6 kPa	
	pH < 7,35	
Metabolinen alkalooosi	BE > +2,5	Oksentelu, diureetit, hypovolemia
	PaCO ₂ 4,5-6 kPa	
	pH > 7,45	
Respiratorinen asidoosi	BE -2,5+2,5	Sentraalinen hengityslama, obeisetti, obstruktiivinen keuhkosairaus
	PaCO ₂ > 6 kPa	
	pH < 7,35	
Respiratorinen alkalooosi	BE -2,5+2,5	hypoksemia, sepsis, maksavaurio, hyperventilaatio
	PaCO ₂ < 4,5 kPa	
	pH > 7,45	

Päivä, H. & Harjola, V-P. 2018. Päivystyspotilaan laboratoriotutkimukset.

COPD - potilaan hoitomuoto

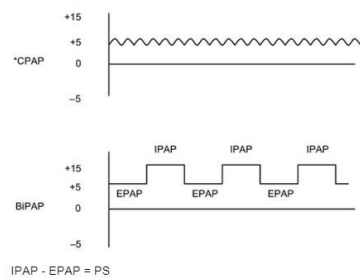


Blander, P. 2011. Akuutin hengitysvajauden hoito potilaan tilan mukaan sekä hoitopaikan valinta.

NIV lyhenteet

Lyhenne	Merkitys
BIPAP	<u>Bilevel positive airway pressure</u> = kaksivaiheinen positiivinen paineventilaatio
IPAP	<u>Inspiratory positive airway pressure</u> = <u>sisäänhengityspaine</u>
EPAP	<u>Expiratory positive airway pressure</u> = uloshengityksen jälkeinen positiivinen ilmatiepaine
PEEP	<u>Positive end-expiratory pressure</u> = positiivinen uloshengityksen jälkeinen paine
CPAP	<u>Continues positive airways pressure</u> = <u>jatkuva positiivinen ilmatiepaine</u>
PS	<u>Pressure support</u> = sisään hengityksen painetuki
RR	<u>Respiratory rate</u> = hengitystaajuus minuutissa
FiO2	<u>Fraction of inspired oxygen</u> = sisään hengitetyn hapen osuus
T_{imax}	<u>Maximal inspiratory time</u> = sisään hengityksen maksimiaika
T_{imin}	<u>Minimal inspiratory time</u> = sisään hengityksen minimaiaika
VTI	<u>Velocity time integral</u> = sisäänhengityksen kertahengitystilavuus
V_{Te}	<u>End tidal volume</u> = uloshengityksen kertahengitystilavuus
p_{Max}	<u>Maximum pressure limit</u> = maksimaalisen paineen raja
T_{apn}	<u>Apnea alarm time</u> = apnea (hengityskatko) hälytys aika
Trigg	<u>Triggering</u> = Laukaisija/triggeraus
TV	<u>Tidal volume</u> = kertahengitystilavuus

CPAP vs BIPAP



Sivu 3 (3)

NIV hoidon checklist	Kyllä	Ei
Kevyemmillä hoitomuodoilla ei ole saavutettu riittävä vastetta?		
NIV-hoidon käyttöaiheet täyttyvät?		
Onko NIV tarkoituksenmukaisin hoitomuoto?		
Onko laite saatettu käyttökuntoon laitekohtaisten ohjeiden mukaisesti?		
Toimiva l.v reitti?		
Onko potilaan asento optimoitu?		
Onko potilaan kanssa käyty kommunikointi maskin kanssa läpi?		
Onko potilas yhteistyökykyinen?		
Onko aspiraatorisiki matala / hoidettu?		
Sopeutuuko potilas maskiin?		
Onko maski riittävän tiivis?		
Onko peruselintoimintojen tarkkailu ja hoito riittävä?		
Onko lääkäri asettanut selkeät hoidon tavoitteet?		
Onko nestetasapaino ja ravitsemus huomioitu?		
Päästäänkö hoidolla tavoitteisiin?		
Voidaanko NIV hoidon purkua alkaa toteuttamaan?		

NIV - hoidon muistilista

- Potilaan peruselintoimintoja seurataan tiheästi ABCDE protokollan mukaan sekä lasketaan NEWS pisteet.
- Verikaasuanalyysin tarkistus ½ - 2 tunnin välein, lääkärin ohjeistuksen mukaan. Tarvittaessa säädetään NIV:n säätöjä verikaasuanalyysin tulosten perusteella.
- Pahoinvointi tulee hoitaa tehokkaasti ja asetetaan tarvittaessa nenämahaletku. Nenämahaletkua käytettäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota maskin tiiveyteen.
- Maskin vuoto ei saa ylittää sisäänhengitys vaiheessa 45 l/min tai uloshengitys vaiheessa 35 l/min.
- Maskin aiheuttamien painehaavojen ehkäisy tulee olla tehokasta.
- Diureesiin, nestetasapainoon sekä ravitsemukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.