



Zuurstof maakt het verschil

Veilig zuurstofgebruik bij de gehospitaliseerde
COPD-patiënt met risico op respiratoir falen

Bachelor Verpleegkunde

Academiejaar 2020-2021

Merel Grieten

Campus Lier, Antwerpsestraat 99, BE-2500 Lier

Voorwoord

Deze bachelorproef is een mooie afronding van mijn vierjarige bacheloropleiding aan Thomas More Lier. Het heeft veel tijd en energie gekost om dit alles tot een goed einde te brengen. Ik ben erg trots op het resultaat of laat ik beter zeggen, ik denk dat 'wij' er best trots op mogen zijn. Een bachelorproef schrijf je natuurlijk niet alleen. Dit was onmogelijk geweest zonder de steun en hulp van anderen.

Graag wil ik van deze gelegenheid gebruik maken om een aantal mensen te bedanken.

In de eerste plaats gaat mijn dank uit naar mijn promotor, de heer Dirk Volckaerts. Niet alleen dank ik hem voor het opvolgen van mijn bachelorproef, maar ook voor zijn oprechte mening en zijn ondersteuning tijdens dit traject.

Daarnaast ook een woordje van dank aan mijn medestudenten, voor de fijne samenwerking. Ook zij hebben mij op vele manieren enorm geholpen de afgelopen maanden.

Een welgemeende dankjewel aan mevrouw Anja Vleugels, mijn leerkracht Nederlands/ Frans in het middelbaar, voor het corrigeren van de taalfouten in dit werk.

Tot slot wil ik mijn grootste dank betuigen aan mijn familie, die deze vierjarige opleiding voor mij mogelijk hebben gemaakt.

Bijzondere dank aan mijn mama voor haar onvoorwaardelijke steun, geduld en aanhoudende motivatie. Ze heeft mij niet enkel gecoacht vanuit haar fantastische moederrol, maar ook met haar kennis als kinesitherapeute in de pulmonaire revalidatie.

Merel Grieten

Meerhout, 23 mei 2021

Abstract

Achtergrondprobleemstelling: Zuurstoftoediening is een vaak voorkomende verpleegkundige handeling bij de gehospitaliseerde COPD-patiënt. Het toedienen van zuurstof redt ontegensprekelijk levens, maar de manier waarop het gebruikt wordt moet kritisch in vraag gesteld worden. Door de specifieke pathofysiologie bij deze doelgroep bestaat er een groot gevaar op respiratoir falen, mede uitgelokt door het foutief toedienen van zuurstof. Het risico op het ontwikkelen van ernstige hypoxemie, hyperoxemie en hypercapnie mag dus niet onderschat worden, gezien dit de mortaliteits- en morbiditeitscijfers doet stijgen en de hospitalisatieduur kan verlengen. Een aanzienlijk deel van dit respiratoir falen zou kunnen voorkomen worden door de kennis rond zuurstoftherapie te verbeteren bij het verpleegkundig personeel.

Doelstelling: Onderzoek naar kennis die nodig is bij het toedienen van zuurstof bij de COPD-patiënt om het risico op respiratoir falen te voorkomen.

Methode: Tussen 13 oktober en 9 maart werd er een literatuurstudie uitgevoerd met behulp van volgende gecomputeriseerde databanken: PubMed, UpToDate, Nature, Medscape nurses en Google Scholar. De zoektocht leverde in totaal 20 artikels op waaronder 8 reviews, 6 richtlijnen, 2 systematische reviews en meta-analyse, 1 observationale studie, 1 case report, 1 multicenter study en 1 tijdschrift.

Resultaten: Studies stellen vast dat een kennistekort bij zowel verpleegkundigen als artsen vaak aan de basis ligt van foutieve zuurstoftoediening bij de acute kritisch zieke patiënt. De COPD-patiënt die zich bevindt in de groep van de CO₂-retainers heeft meer risico op hypercapnisch longfalen. Een verhoogde body mass index (BMI), een verlaagde geforceerde vitale capaciteit (FVC) en een verhoogd bicarbonaatgehalte zijn, samen met een lage initiële pH, hiervoor significante onafhankelijke voorspellers. Het routinematig toedienen van zuurstof, zonder de zuurstofstreefwaarden te respecteren, wordt geassocieerd met een verhoogde mortaliteit bij deze doelgroep. De belangrijkste preventieve maatregel om respiratoir falen te voorkomen is de zuurstof te titreren naar een streefwaardenbereik tussen 88%-92% voor de groep die zich bevindt bij de retainers. Verschillende aanbevelingen werden reeds gedaan om de perifere zuurstofverzadiging (SpO₂) te monitoren als surrogaat voor de arteriële zuurstofverzadiging (SaO₂), om hypoxemie en hyperoxemie te vermijden. Pulsoximetrie geeft een schatting van het deel van de hemoglobine dat verzadigd is met zuurstof, in plaats van de partiële zuurstofdruk. Bij de meeste patiënten met SpO₂-waarden van 90 % of hoger, ligt de waarde binnen 2 tot 3 procent boven of onder de ware arteriële saturatie (SaO₂) referentiestandaard. De nauwkeurigheid verslechtert wanneer de SaO₂ lager dan 90% is, en vooral onder 80%. Onafhankelijk van het gewenste doelbereik voor zuurstoftherapie speelt ook de wijze van toediening een belangrijke rol. Interventies op maat om geïdentificeerde barrières aan te pakken hebben waarschijnlijk meer kans om de praktijk te verbeteren dan geen interventie of de verspreiding van richtlijnen alleen.

Conclusie: Om veilig zuurstof toe te dienen bij de COPD-patiënt is het nodig de kennis te bevorderen rond de pathofysiologie, gevaren, zuurstofstreefwaardenverzadiging en correct gebruik van pulsoximetrie. Omdat eerder ontwikkelde interventies om zuurstoftoepassingen correct uit te voeren geen blijvend effect hebben, werd als onderdeel van deze bachelorproef een prototype van de software-app "OxyOnPoint" ontwikkeld. Deze mobiele app zal door het ingeven van een profiel een inschatting maken van het risico op respiratoir falen. Na de inschatting wordt een zuurstof streefwaardennorm geadviseerd.

MeSH: chronic obstructive pulmonary disease / hypercarbia / hypoxemia / oxygen supplies / pulse oximetry

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Abstract	4
Inhoudstafel	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Lijst van illustraties	7
<i>Lijst van figuren:</i>	7
<i>Lijst van tabellen:</i>	7
Lijst van gebruikte afkortingen en symbolen	8
Inleiding	9
1 Probleemstelling	10
2 Definiëring	10
3 Pathofysiologie	11
4 Risicofactoren	13
5 Cijfergegevens	14
6 GOLD-richtlijnen	15
7 Verpleegkundige relevantie	16
8 Vraagstelling	17
9 Zoekstrategie	18
9.1 <i>Inclusiecriteria</i>	19
9.2 <i>Flowchart zoekstrategie</i>	20
10 Resultaten	21
10.1 <i>Zuurstoftoediening bij de COPD-patiënt</i>	21
10.2 <i>Streefwaarden zuurstofverzadiging</i>	22
10.3 <i>Pulsoximetrie</i>	23
10.4 <i>Arteriële bloedgasinterpretatie</i>	24
10.5 <i>Zuurstof toedieningsvormen</i>	25
10.6 <i>Bevochtigen of niet bevochtigen</i>	26

10.7 Interventies	26
11 Ontwikkeling van een tool.....	30
11.1 Ontwikkeling van een mobiele app.....	30
11.2 Validiteit van mobiele app.....	30
12 Implementatieplan.....	31
12.1 Het GPS-model.....	31
12.2 Microniveau.....	32
12.3 Mesoniveau	32
12.4 Macroniveau	33
13 Clinical leadership	35
Discussie	37
Conclusie.....	39
Referentielijst	40
Bijlagen	42
<i>Bijlage 1: Meest gebruikte toedieningsvormen</i>	<i>43</i>
<i>Bijlage 2: Kenmerken van de geïncludeerde studies in de literatuurstudie</i>	<i>46</i>
<i>Bijlage 3: Kennistest: pre- en postmeting.....</i>	<i>47</i>
<i>Bijlage 4: Mobiele app: berekenen van risicoprofiel voor de COPD-patiënt</i>	<i>50</i>

Lijst van illustraties

Lijst van figuren

Figuur 1	Airway obstruction in COPD (Barnes et al., 2015).....	12
Figuur 2	Clinical and radiological characteristics of the classic phenotypes of patients with COPD (Barnes et al., 2015).....	13
Figuur 3	Prevalence rate (/ 100 000) of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in Europe (Bousquet & Khaltaev, 2007).....	15
Figuur 4	Conceptueel model.....	17
Figuur 5	Flowchart zoekstrategie	20
Figuur 6	Target range of SpO ₂ (Allardet-Servent et al., 2019).....	23
Figuur 7	Pulse oximetry waveform (Mechem, 2020b)	24
Figuur 8	Accurate prescription of oxygen therapy: preintervention – postintervention study results (Cousins et al., 2016).....	27
Figuur 9	Het GPS-model (Vermeulen & Tiemens, 2015)	31
Figuur 10	De 5 domeinen van het Clinical Leadership Competency Framework (Adriaansen & Peters, 2018)	35

Lijst van tabellen

Tabel 1	Multidimensional assessment of COPD (Han et al., 2020b).....	15
Tabel 2	Meest gebruikte toedieningsvormen (Aarts, 2020)	26
Tabel 3	Interventions that have been tested in attempts to improve oxygen prescription rates (Cousins et al., 2016)	28
Tabel 4	Implementatie voor mobiele app	34

Lijst van gebruikte afkortingen en symbolen

BMI	Body Mass Index
CAT	COPD Assessment Test
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
DLCO	Diffusiecapaciteit voor koolmonoxide
FEV ₁	Geforceerde expiratoire volume in 1 seconde
FVC	Geforceerde vitale capaciteit
FiO ₂	Fractie O ₂ van de inademingslucht)
GBD	Global Burden of Disease
GOLD	Chronic Obstructive Lung Disease
mMRC	Modified Medical Research Council Dyspnea scale
OSAS	Obstructief slaapapneu syndroom
PAO ₂	Alveolaire zuurstofspanning
PaCO ₂	Partiële koolzuurspanning in arterieel bloed
pCO ₂	Partiële druk van koolstofdioxide in bloed
pO ₂	Partiële druk van zuurstof in bloed
SaO ₂	Arteriële zuurstofverzadiging
SpO ₂	Perifere zuurstofverzadiging
sRAGEs	Soluble Receptor for Activated Glycosylation End products
V/Q-mismatch	Ventilatie-perfusiemismatch

Inleiding

Zuurstoftoediening aan patiënten met een chronische obstructieve longziekte wordt in ziekenhuizen frequent toegepast. Het kan een hele uitdaging zijn, omdat deze patiënten bijzonder gevoelig zijn voor lichte verhoging van kooldioxide. Hoewel bekend is dat zuurstof toxisch kan zijn bij hoge geïnspireerde zuurstoffracties, tonen recente onderzoeken ook het levensbedreigende effect aan van hyperoxemie. Om deze gevaren te reduceren zijn er al verschillende aanbevelingen gepubliceerd, maar ze hebben niet tot de gewenste veranderingen geleid. Ongedifferentieerde toediening van zuurstof aan patiënten uit deze doelgroep kan in vraag gesteld worden. Sommige zuurstofsystemen vereisen echter een grondige kennis om de gevaren van kooldioxide-stapeling tegen te gaan. Zoals bij andere complexe ziekten zijn er verschillende fenotypes, die elk anders kunnen reageren op te veel of te weinig toedienen van zuurstof.

Pulsoxymetrie wordt veel gebruikt in de klinische omgeving, met als doel de zuurstofverzadiging te controleren. Bij de meeste patiënten geeft de perifere gemeten zuurstofverzadiging nauwkeurige informatie weer, indien nodig, naar gehandeld kan worden bij afwijkende waarden. Indien ingrijpen nodig is, moet dit gebeuren door zich te richten op niveaus die wenselijk zijn voor de specifieke etiologie en tegelijkertijd zuurstofvergiftiging vermijden. Ondanks het feit dat pulsoximetrie een makkelijk meetinstrument is, is het nodig er zich bewust van te zijn dat metingen op deze manier gepaard kunnen gaan met beperkingen en fouten. Een lage drempel om arteriële bloedanalyse te verkrijgen is dan ook noodzakelijk.

Deze bachelorproef is opgebouwd uit een aantal delen. Het eerste deel omvat de probleemstelling. Daaropvolgend komen de belangrijkste begrippen van het onderzoek aan bod. Vervolgens wordt er meer informatie gegeven over de risicofactoren voor het ontwikkelen van respiratoir falen bij de COPD-patiënt. Waaruit bestaat de pathofysiologie bij deze patiënt? Wat zijn de GOLD-richtlijnen? Waarom is dit probleem verpleegkundig relevant? Het tweede deel bestaat uit de vraagstelling, de zoekstrategie, de inclusiecriteria, gevolgd door de resultaten van het onderzoek. Deze zullen verder beoordeeld worden door een discussie. Als laatste deel wordt de ontwikkeling van het gekozen tool omschreven en de manier van de gekozen implementatiemethode.

WAT WETEN WE AL?

Er zijn al meerdere onderzoeken gebeurd naar de risico's van zuurstoftoediening bij de COPD-patiënt.

WAT DEZE STUDIE TOEVOEGT:

Streefwaarden van zuurstofverzadiging die in acht moeten worden genomen bij het toedienen van zuurstof bij de COPD-patiënt. De ontwikkeling van een mobiele app-voorstel om het risicoprofiel tot respiratoir falen bij zuurstoftoediening in te schatten. Daarnaast wordt ook een voorstel omschreven om de mobiele app te implementeren op de longafdeling en alle afdelingen van het ziekenhuis.

1 Probleemstelling

Zuurstoftherapie wordt al meer dan een eeuw gebruikt om hypoxemie om te keren. Momenteel is zuurstof een veelgebruikt geneesmiddel in de klinische setting en redt het ontegensprekelijk levens. Het gebruik ervan moet echter zorgvuldig worden overwogen. Zoals elk geneesmiddel kan het bij ondeskundig gebruik schade veroorzaken (Allardet-Servent et al., 2019). Het huidige gebruik omvat vaak een routinematige zuurstoftoediening ondanks normoxie, die kan leiden tot langdurige perioden van hyperoxemie (Allardet-Servent et al., 2019). In de praktijk is de algemene misvatting ontstaan dat "je niet te veel zuurstof kan geven" of dat "zuurstof geen kwaad kan". Dit heeft ertoe geleid dat er meer zuurstof wordt toegediend aan patiënten die ernstig ziek zijn of klagen over dyspnoe (Cousins et al., 2016). De laatste jaren hebben verschillende studies aangetoond dat hyperoxie geassocieerd wordt met een verhoogde mortaliteit in verschillende subgroepen van kritisch zieke patiënten (Grensemann et al., 2018).

Het klinisch effect dat aanvullende zuurstof kan hebben op patiënten met chronisch obstructief longlijden (COPD) is algemeen bekend, maar wordt nog niet volledig begrepen. In noodsituaties kan zuurstoftherapie levensreddend zijn voor patiënten met hypoxemie, maar de schadelijke gevolgen van blootstelling aan hoge zuurstofconcentraties zijn reeds bewezen. Ongecontroleerde zuurstoftoediening, vooral bij hoge concentraties, kan leiden tot hypercapnie of toename van hypercapnie. Er wordt aangenomen dat meerdere pathologische mechanismen hiervoor verantwoordelijk zijn, met het optreden van de pulmonale vasoconstrictie als voornaamste oorzaak (Cousins et al., 2016).

Patiënten met COPD lopen karakteristiek het hoogste risico op respiratoir longfalen. Bij COPD ademen patiënten op geleide van het gehalte van de pO_2 in het bloed, in tegenstelling tot de gezonde mensen die ademen op geleide van het pCO_2 -gehalte in het bloed. Respiratoire acidose is dus vaak het gevolg van hypoventilatie. Hypercapnie kan in deze situatie optreden bij niet-restrictief toedienen van zuurstof (Grensemann et al., 2018). Volgens Dreher et al., is het aantal patiënten met chronische hypercapnie nog niet bekend en klinische gegevens om deze populatie te identificeren zijn schaars (Dreher et al., 2019).

2 Definiëring

Respiratoir falen is een situatie waarbij onvoldoende gaswisseling plaatsvindt in de longen. Er wordt onvoldoende zuurstof opgenomen en onvoldoende koolstofdioxide afgegeven. Als er sprake is van een te hoog koolstofdioxide in het bloed wordt dit omschreven als **hypercapnie**. Met **alveolaire hypoventilatie** wordt een verminderde ventilatie van de alveoli bedoeld, waardoor het bloed in de kleine circulatie en vervolgens in de grote circulatie onvoldoende van zuurstof wordt voorzien. Een verminderde ventilatie in de alveoli, met onvoldoende diepte en frequentie van ademhaling, is meestal het gevolg van een longaandoening, zoals COPD. Voor een adequate gaswisseling dienen de ventilatie en perfusie in balans te zijn. Bij een verminderde ventilatie van doorbloede alveoli of een verminderde perfusie van geventileerde alveoli wordt er van een **ventilatie-perfusiemismatch** (V/Q-mismatch) gesproken. (Adriaens & van der Heide, 2015) Hierdoor varieert de samenstelling van het alveolaire gas tussen de longgebieden. Longgebieden met een lage ventilatie ten opzichte van perfusie zullen een laag alveolair zuurstofgehalte en een hoog CO_2 -gehalte hebben. Daarentegen zullen longgebieden met een hoge ventilatie in vergelijking met perfusie een laag CO_2 -gehalte en een hoog zuurstofgehalte hebben. In de zieke long neemt de V/Q-mismatch toe, omdat de heterogeniteit van zowel ventilatie als perfusie verslechtert. Het effect hiervan is **hypoxemie**. (Theodore, 2020b) De vraag wanneer hypoxemie klinisch relevant is, is moeilijk te beantwoorden en zal

bijvoorbeeld ook afhankelijk zijn van de duur van de hypoxemie (Adriaens & van der Heide, 2015). Hypoxemie wijst niet noodzakelijkerwijs op weefselhypoxie. **Hypoxie** is een toestand waarbij in het lichaam of in een bepaald deel daarvan, zoals een orgaan of weefsel, een tekort is aan zuurstof. Schade door hypoxie kan in eerste instantie worden verwacht in de organen en de weefsels die voor hun functioneren sterk afhankelijk zijn van zuurstof, zoals de hersenen of het hart. Hypoxie is meestal moeilijk vast te stellen vanwege de specifieke symptomen, zoals duizeligheid, hoofdpijn, hartritme stoornissen, dyspnoe en uiteindelijk convulsies en bewusteloosheid. Cyanose die ontstaat door een overmaat aan niet-gesatureerde hemoglobine, is een onbetrouwbare indicator voor weefselhypoxie. Ook een hemoglobineprobleem kan oorzakelijk zijn. (Theodore, 2020a)

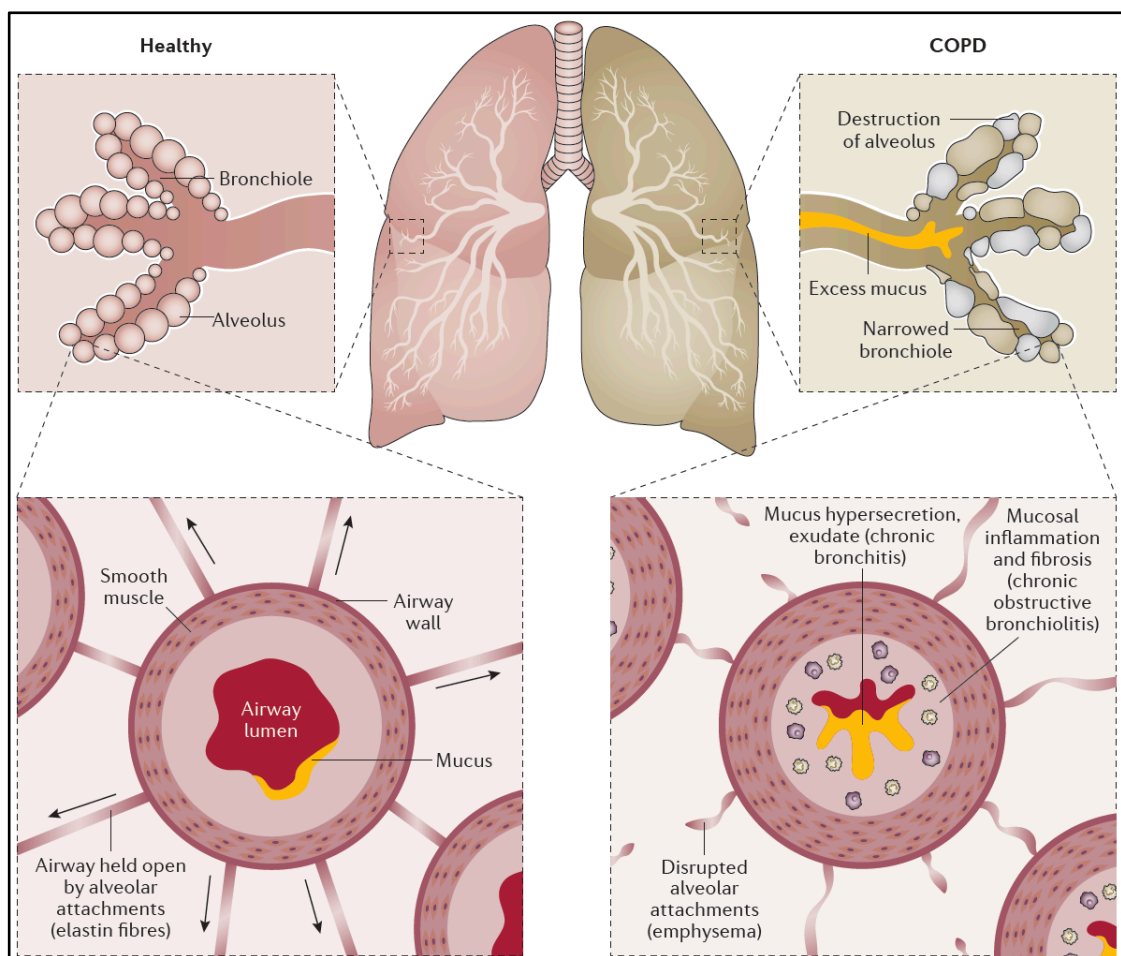
Wanneer in de diagnosestelling wordt gesproken van **emfyseem**, wordt dit in de literatuur omschreven als een pathologische term die enkele structurele veranderingen beschrijft in de longen. Deze veranderingen omvatten abnormale blijvende vergrotingen van de luchtruimten distaal van de terminale bronchiolen, die gepaard gaat met vernietiging van de wanden van de luchtruimten. Hoewel emfyseem bestaat bij personen zonder luchtwegobstructie, komt het vaker voor bij patiënten met een matige tot ernstige luchtwegobstructie. (Han et al., 2020) Bij de evaluatie van een patiënt die mogelijks lijdt aan COPD wordt een **spirometrie** uitgevoerd voor en na toediening van bronchodilatoren. Op deze manier kan er bepaald worden of er luchtstroombeperking aanwezig is en of deze al dan niet omkeerbaar is. Een luchtstroombeperking die onomkeerbaar is of slechts gedeeltelijk door toedienen van medicatie is een fysiologisch kenmerk van COPD. De belangrijkste waarden die worden gemeten tijdens spirometrie zijn het geforceerde expiratoire volume (FEV₁) en de geforceerde functionele capaciteit (FVC). Post-bronchodilator ratio van FEV₁/FVC bepaalt of er sprake is van luchtstroombeperking. (Han et al., 2020)

De **difussiecapaciteit** voor koolmonoxide (DLCO) is een goede index voor de mate van anatomisch emfyseem met luchtstroombeperking, maar is niet nodig voor de routinebeoordeling van COPD. Enkel bij het vaststellen van hypoxemie door pulsoximetrie en ademnood die niet in verhouding staat tot de mate van luchtstroombeperking is het belangrijk te weten hoeveel gas er wordt uitgewisseld tussen de alveoli en de pulmonale capillairen. (Han et al., 2020) Diffusielimitatie wordt gekenmerkt door een door inspanning veroorzaakte of verergerde hypoxemie. Tijdens inspanning neemt het hartdebiet toe en gaat het bloed sneller door de longen. Als gevolg is er onvoldoende tijd om oxygenatie te laten plaatsvinden. (Theodore, 2020b)

3 Pathofysiologie

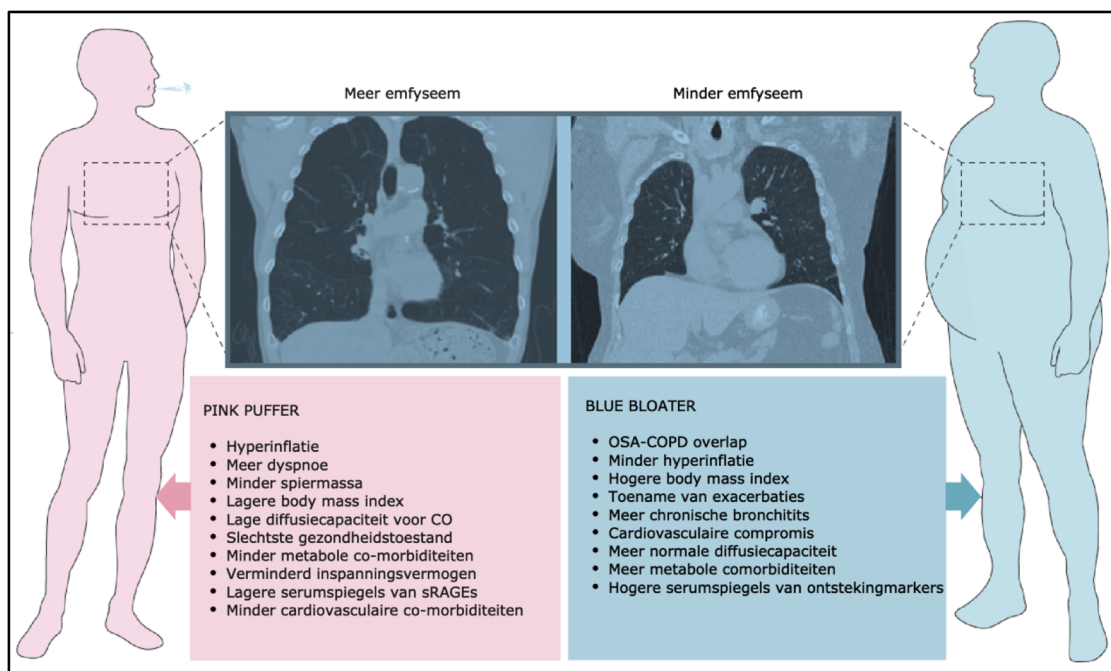
De belangrijkste kenmerken van COPD zijn obstructieve bronchiolitis, emfyseem en chronische bronchitis. Chronische bronchitis gaat in veel gevallen gepaard met sputumhypersecretie. Bij het vertonen van vroege of milde COPD is er bewijs van luchtstroomobstructie en een groot verlies van de kleine luchtwegen (Barnes et al., 2015). COPD wordt vaak omschreven als een progressieve ontstekingsziekte van de luchtwegen, de alveoli en de microvasculatuur. De beperking van de luchtstroom is irreversibel van aard. Het ziekteproces omvat niet alleen verandering van de kleine luchtwegen, maar ook verlies van elasticiteit door het ontstaan van emfyseem. Deze emfysemateuze vernietiging resulteert in een progressieve afname van het geforceerde uitademingsvolume in één seconde (FEV₁). Op deze manier ontstaat er een onvoldoende pulmonaire lediging bij expiratie, waardoor er een gevolg is van statische en dynamische hyperinflatie (Rabe & Watz, 2017). Airtrapping veroorzaakt longhyperinflatie en een toename van het longvolume in rust. Dit verergert in reactie op inspanning en wordt dan als dynamische

hyperinflatie benoemd. Als rechtstreeks gevolg ontstaan er inspanningsdyspnoe en verminderde inspanningstolerantie (Barnes et al., 2015). Emfyseem leidt tot verminderde alveolaire oppervlakte, wat op haar beurt leidt tot verminderde gasuitwisselingen (Barnes et al., 2015). Functionele beperkingen van ademhalingsmusculatuur liggen aan de oorzaak van respiratoire insufficiëntie met kans op primaire hypercapnie tot gevolg. Als er wordt gekeken naar de functionele beperkingen van de longen, ten gevolge van een verstoring in de diffusie- en/of ventilatie-perfusieverhoudingen kan er primaire hypoxemie worden vastgesteld (Krepplein et al., 2016). Structurele veranderingen in kleine pulmonale arteriolen zijn te wijten aan een toegenomen verdikking van de intima en een toename van de proliferatie van de gladde spieren. Dergelijke veranderingen zouden het gevolg kunnen zijn van ontsteking in deze kleine vaten, alsook van hypoxische vasoconstrictie. Tenslotte zou een perifere longontsteking bij deze pathologie kunnen "overslaan" naar de systemische circulatie en bijdragen tot een systemische ontsteking die geassocieerd wordt met diverse co-morbiditeiten, zoals hart- en vaatziekten en stofwisselingsziekten (Barnes et al., 2015).



Figuur 1 | Airway obstruction in COPD (Barnes et al., 2015)

Zoals bij andere chronische ziekten zijn er verschillende klinische fenotypes van COPD. Zo vertonen sommige patiënten voornamelijk kleine luchtwegaandoeningen en weinig emfyseem, terwijl andere overwegend emfyseem ontwikkelen. De bekendste fenotypes zijn de *Pink Puffer* en de *Blue Bloater*. Zo hebben pink puffers een lagere spiermassa, meer emfyseem en minder cardiovasculaire en metabole co-morbiditeiten dan de Blue Bloaters. De Blue Bloater vertoont een hogere BMI, met minder emfyseem, maar meer metabole co-morbiditeiten en cardiale problematiek (Barnes et al., 2015).



Figuur 2 | Clinical and radiological characteristics of the classic phenotypes of patients with COPD (Barnes et al., 2015)

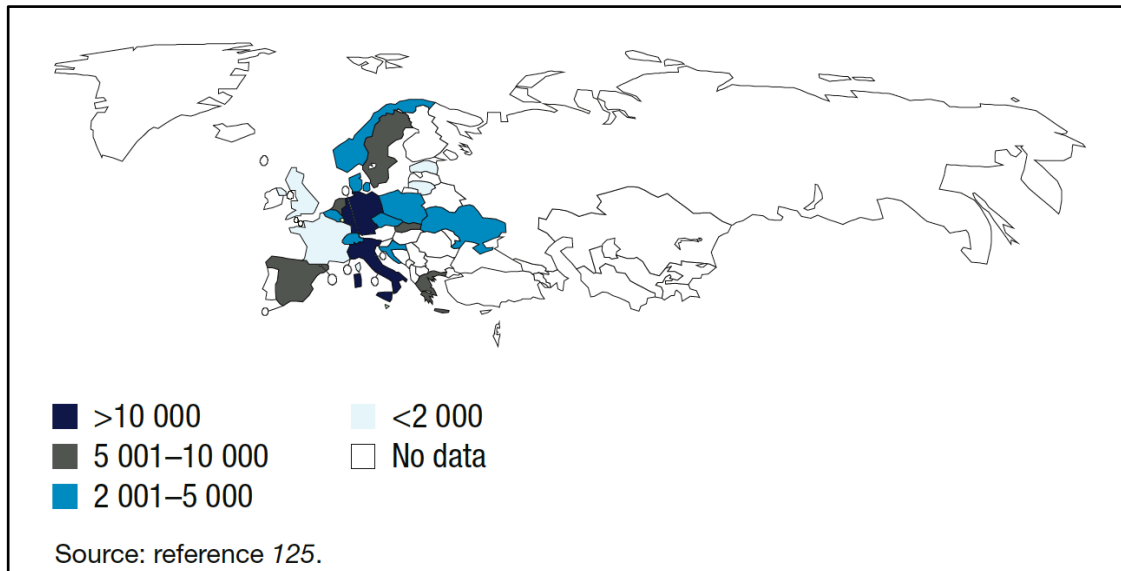
4 Risicofactoren

Zuurstoftoediening moet zorgvuldig worden overwogen bij patiënten die lijden aan COPD, voornamelijk bij de groep die meer risico heeft op respiratoir falen. De grootste groep houdt geen CO₂ vast wanneer extra zuurstof wordt gegeven. Ze worden gecatalogeerd onder de noemer van non-retainers (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020). Een relevant deel van de COPD-patiënten die zich bevinden in GOLD-stadium 3 en 4 vertoont wel hypercapnie en wordt verergerd door de toediening van zuurstof (Dreher et al., 2019). Zij worden dan omschreven als retainer (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020). Een verhoogde body mass index (BMI), een verlaagde FVC en een verhoogd bicarbonaatgehalte zijn significante onafhankelijke voorspellers voor hypercapnie (Cousins et al., 2016). Maar ook een lage initiële pH die lager is dan 7.33 behoort tot de risicofactoren voor CO₂-retentie (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020). De aanvankelijke overtuiging dat hypercapnie hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door een verminderde "hypoxic drive" is grotendeels weerlegd, na de publicatie van resultaten die deze eerdere hypothese hebben betwist (Cousins et al., 2016). Matkovic et al., toonden in een studie aan dat hypercapnie en hypoxemie bij patiënten, opgenomen voor een acute exacerbatie, voorspellers waren voor een slechte uitkomst. Ook toonden ze aan dat hypercapnie de sterkste prognostische factor was voor een acute exacerbatie. Deze patiënten hadden een 9-maal hoger risico op een ongunstige uitkomst dan patiënten met normocapnie (Hogea et al., 2020). Patiënten die bijkomend te maken hebben met obstructief slaap-apneu (OSAS) behoren ook tot de groep die een beduidend hoger risico op CO₂-retentie hebben (Cousins et al., 2016). Zuurstoftoediening is wel aangewezen bij patiënten met een zuurstofsaturatie onder het streefsaturatiebereik, maar is niet geïnduceerd voor behandeling van dyspnoe met een adequate zuurstofsaturatie om zo de schadelijke effecten van hyperoxemie te voorkomen. Het toedienen van zuurstof aan patiënten met dyspnoe, die geen hypoxemie vertonen, heeft bewezen risico's. Deze praktijken leiden tot vertraging bij het herkennen van een klinische

achteruitgang. Als gevolg hiervan vermindert de beschikbare tijd voor het starten van een aanvullende behandeling (Pilcher & Beasley, 2015). De laatste tijd hebben verschillende internationale instanties gepleit voor het voorschrijven van zuurstoftherapie in een poging risico op vooral hypercapnie bij deze kwetsbare patiëntengroep te verminderen. Ondanks het publiceren van richtlijnen worden de aanbevelingen slecht opgevolgd (Cousins et al., 2016).

5 Cijfergegevens

In België zijn naar schatting ongeveer 680.000 personen die lijden aan COPD. Daarvan zijn er ongeveer 300.000 met een gekende diagnose COPD. De andere helft heeft COPD zonder dat zij dit weten. COPD is de vijfde doodsoorzaak ter wereld en verwacht wordt dat dit in de toekomst zal stijgen op de lijst van belangrijkste doodsoorzaken (COPDvzw, 2020). Volgens de Global Burden of Disease (GBD)-studie 2015 is COPD tussen 1990 en 2013 gestegen van de achtste naar de vijfde belangrijkste oorzaak van de wereldwijde ziektelast (Varmaghani et al., 2019). In 2015 stond het gestandaardiseerde sterftcijfer op de derde plaats voor beide geslachten, met ongeveer 3.2 miljoen patiënten die aan de ziekte overleden (Rabe & Watz, 2017). Uit onderzoek blijkt dat meer dan 12% van de algemene bevolking van de wereld lijdt aan COPD. Van alle patiënten heeft 44.16% licht COPD, 44.22% matig COPD en de rest ernstig COPD. De wereldwijde prevalentie is moeilijk in te schatten vanwege de verschillende benaderingen die worden gebruikt om de prevalentie te berekenen. Er wordt zowel onderzocht op spirometrie bevestigde luchtstroombeperking als op enquêtes. Tabaksgebruik is wereldwijd de belangrijkste oorzaak van COPD. Hoewel het percentage rokers tussen 1990 en 2015 is gedaald - met 28% bij mannen en 29% bij vrouwen - rookten in 2015 nog steeds 1.1 miljard mensen tabak. Binnen Europa zou dit percentage op 39% liggen. (Rabe & Watz, 2017) Het is dan ook duidelijk dat de prevalentie van COPD bij personen die ooit hebben gerookt meer dan tweemaal zo hoog is als bij degenen die nooit gerookt hebben (Varmaghani et al., 2019). De toenemende pollutie en de blootstelling aan passief roken zijn de laatste 25 jaar aanzienlijk toegenomen, hetgeen aanleiding geeft te denken dat deze factoren in de toekomst een grotere oorzaak van COPD zou kunnen worden (Rabe & Watz, 2017). COPD-exacerbaties zijn perioden van verergering van de symptomen, die in 60% van de gevallen worden veroorzaakt door respiratoire virussen, met name het rhinovirus. Er worden dan ook aanzienlijk meer exacerbaties waargenomen in de wintermaanden, die gepaard gaan met een hoger risico van ziekenhuisopname. (Barnes et al., 2015) Er is te weinig studie gebeurd naar de aantallen van hypoxemische COPD-patiënten en het aandeel van COPD-patiënten met chronische hypercapnie is nog niet bekend. Klinische gegevens hieromtrent, waardoor patiënten beter kunnen worden geïdentificeerd, zijn schaars. Volgens Dreher et al., ligt de prevalentie van hypercapnie vanaf GOLD-stadium 3 en 4 beduidend hoger. Meer specifiek heeft 25% in dit stadium een PaCO₂ hoger dan 45 mmHg en 9% PaCO₂ hoger dan 50 mmHg. (Dreher et al., 2019)



Figuur 3 | Prevalence rate (/ 100 000) of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in Europe (Bousquet & Khaltaev, 2007)

6 GOLD-richtlijnen

De therapeutische strategie van het Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) stelt voor een gecombineerde beoordeling op basis van de symptomen en de exacerbatiegeschiedenis van een individu te gebruiken om de therapie te sturen (Han et al., 2020). Hoewel spirometrie niet is opgenomen in de GOLD "ABCD" -evaluatie, maakt zij integraal deel uit van de diagnosestelling en de beoordeling van de ernst ervan. Dit draagt bij tot de prognose (Han et al., 2020). Hoe hoger de GOLD-Classificatie hoe meer dode ruimte en verminderde minuutventilatie. Dit leidt tot een verhoogde kans op hypercapnie. Daarentegen leidt een verhoogde CO₂-productie zelden tot klinisch belangrijke hypercapnie, tenzij een patiënt een beperkte pulmonale reserve heeft (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020).

Tabel 1 | Multidimensional assessment of COPD (Han et al., 2020b)

GOLD "ABCD" indeling: Beoordeling van symptomen en risico's van exacerbaties voor het instellen van COPD-therapie		
Beoordeel het risico op exacerbaties: Exacerbaties / ziekenhuisopnames	Symptomen beoordelen	
	mMRC 0 tot 10: CAT < 10	mMRC ≥ 2: CAT ≥ 10
0 of 1 exacerbatie zonder ziekenhuisopname	A	B
≥ 2 exacerbaties of ≥ 1 ziekenhuisopnames	C	D
GOLD: Severiteit van luchtstroombeperking (gebaseerd op postbronchodilatator FEV₁)		
Stadium	Severiteit	FEV₁
Bij patiënten met FEV₁/FVC < 0,7:		
GOLD 1	Mild	≥ 80%
GOLD 2	Matig	50 tot 70%
GOLD 3	Ernstig	30 tot 49%
GOLD 4	Zeer ernstig	< 30%

7 Verpleegkundige relevantie

COPD-patiënten krijgen als behandeling, vooral bij een acute exacerbatie, vaak zuurstof toegediend. Er is een vastgeroeste cultuur van het routinematig toedienen van zuurstof met een hogere concentratie aan acuut zieke patiënten, ongeacht de behoefte (Pilcher & Beasley, 2015). Verpleegkundigen mogen het risico op respiratoir falen, ten gevolge van te veel of te weinig toedienen, niet onderschatten bij deze patiëntenpopulatie. Ernstige hypoxemie moet zeker worden vermeden, maar het feit dat de ruime toediening van zuurstof de neiging heeft de morbiditeit te verhogen, impliceert de wenselijkheid van een normoxische oxygenatiestrategie (Grensemann et al., 2018). Er zijn zowel risico's van niet opgeloste hypoxemie door ontoereikende zuurstoftherapie, als van uitgelokte hyperoxemie door overmatige zuurstoftherapie. Zuurstof moet daarom worden getitreerd zodat de saturatie binnen een bereik ligt dat deze risico's vermijdt. Het toedienen van profylactische zuurstof aan de kortademige patiënt die geen hypoxemie heeft, kan ernstige gevolgen hebben. Deze praktijk kan leiden tot vertraging bij het herkennen van een klinische verslechtering (Pilcher & Beasley, 2015).

Bij de eerste beoordeling van de parameters kan de zuurstofsaturatie worden bepaald door pulsoximetrie (Pilcher & Beasley, 2015). Als verpleegkundige is het belangrijk om weten dat pulsoximetrie in de klinische praktijk variabel is. De perifere meting is indicatief voor de arteriële zuurstofsaturatie (Adriaens & van der Heide, 2015), maar kent echter haar beperkingen en is minder betrouwbaar bij kritisch zieke patiënten waar de oxygenatie snel kan schommelen en desaturatie vaak voorkomt (Mechem, 2020). Het is noodzakelijk arteriële bloedgassen te meten bij de kritieke patiënt, wanneer geen oximetrie kan worden verkregen of wanneer hypercapnie wordt vermoed (Pilcher & Beasley, 2015). COPD staat genoteerd als vijfde doodsoorzaak ter wereld. In de toekomst zal dit nog meer stijgen. (COPDvzw, 2020) De gezondheidszorg zal steeds meer geconfronteerd worden met de gehospitaliseerde COPD-patiënt. In de praktijk zal zich dit vertalen in meer toedieningen van medicinale zuurstof (Adriaens & van der Heide, 2015). Gezien de stijging van de frequentie in acute ziekenhuisomgevingen en de schade die daardoor kan worden veroorzaakt, zijn dringende maatregelen nodig om de algemene kennis en praktijk rond zuurstoftoediening te verbeteren en dus ook de overeenstemming met evidence-based richtlijnen (Cousins et al., 2016).

8 Vraagstelling

Welke verpleegkundige kennis dienen verpleegkundige te hebben voor het toedienen van zuurstof bij de gehospitaliseerde COPD-patiënt met risico op respiratoir falen?



Figuur 4 | Conceptueel model

9 Zoekstrategie

Voor het selecteren van relevante artikels werd een literatuurstudie uitgevoerd met behulp van gecomputeriseerde databanken. Het identificeren van relevante artikels vond plaats van 13 oktober 2020 tot en met 9 maart 2021. Literatuur werd afgebakend tussen 2015 – heden. Uitsluitend Nederlands-, Engels- en Duitstalige publicaties werden weerhouden. Er werd systematisch gezocht naar artikels gepubliceerd in de databanken van PubMed, Nature, UpToDate, Google Scholar en Medscape Nurses.

De volgende Mesh-termen werden gebruikt in *PubMed*: (chronic obstructive pulmonary disease[MeSH Terms]) AND (hypercarbia[MeSH Terms]), met als resultaat 26 artikels, gepubliceerd in de afgelopen 5 jaar. Er werd gezocht op review, systematic review. Na de exclusie van artikels op basis van het abstract werden 6 artikels volledig doorgenomen. 2 artikels werden uitgesloten op basis van vooraf beschreven exclusiecriteria. De overige 4 artikels werden in deze studie opgenomen. (chronic obstructive pulmonary disease[MeSH Terms]) AND (hypoxemia[MeSH Terms]), met als resultaat 28 artikels, gepubliceerd in de afgelopen 5 jaar. Er werd gezocht op review, systematic review. Na de exclusie van artikels op basis van het abstract werden 7 artikels volledig doorgenomen. 6 artikels werden uitgesloten op basis van vooraf beschreven exclusiecriteria. Het overige artikel werd in deze studie opgenomen. (prevalence[MeSH Terms]) AND (copd[MeSH Terms]), met als resultaat 34 artikels, gepubliceerd in de afgelopen 2 jaar. Er werd gezocht op review, systematic review. Na de exclusie van artikels op basis van het abstract werden 7 artikels volledig doorgenomen. 5 artikels werden uitgesloten op basis van vooraf beschreven exclusiecriteria. De overige 2 artikels werden in deze studie opgenomen. (transformational leadership[MeSH Terms]) AND (nursing[MeSH Terms]), met als resultaat 35 artikels, gepubliceerd in de afgelopen 5 jaar. Na de exclusie van artikels op basis van abstract werd er 1 artikel volledig doorgenomen. Het overige artikel werd in deze studie opgenomen.

Ook volgende zoektermen werden eveneens gebruikt: (oxygen supplies) AND (COPD) AND (Complications) AND (Hospital), met als resultaat 22 artikels, gepubliceerd in de afgelopen 5 jaar. Er werd gezocht op review, systematic review. Na de exclusie van artikels op basis van het abstract werden 3 artikels volledig doorgenomen. 2 artikels werden uitgesloten op basis van vooraf beschreven exclusiecriteria. Het overige artikel werden in deze studie opgenomen. (Healthcare) AND (Chronic obstructive lung disease) AND (Worldwide), met 83 zoekresultaten, gepubliceerd in de afgelopen 4 jaar. Er werd gezocht op review, systematic review. Na de exclusie van artikels op basis van abstract werden 9 artikels volledig doorgenomen. 7 artikels werden uitgesloten op basis van vooraf beschreven exclusiecriteria. De overige 2 artikels werden in deze studie opgenomen. (oxygen inhalation therapy) AND (humidification), met als resultaat 7 artikels, gepubliceerd in de afgelopen 5 jaar. Na de exclusie van artikels op basis van het abstract werd er 1 artikel volledig doorgenomen. Het overige artikel werd in deze studie opgenomen. (Nurse practitioners) AND (leadership) AND (hospital care), met 75 artikels, gepubliceerd in de afgelopen 5 jaar. Na de exclusie van artikels op basis van titel en abstract werd er 1 artikel volledig doorgenomen. Het overige artikel werd in deze studie opgenomen.

In *Nature* werden 857 artikels gevonden met de zoekterm (COPD epidemiology). Na de toevoeging van extra filters "review" en "5 years" werd de lijst uitgedund tot 49 artikels. Na de exclusie van artikels op basis van het abstract werd 1 artikel volledig doorgenomen en opgenomen in deze studie.

Er werd tevens in *UpToDate* gezocht met volgende zoektermen: (oxygen supplies) AND (hypoxemia) AND (pulse oximetry) AND (accuracy). Na toevoeging van de extra filter "adults" bracht dit de lijst op 140 artikels. 5 artikels werden geselecteerd op basis van de titel. 4 artikels werden na het lezen van de volledige tekst en op

basis van de vooraf bepaalde exclusiecriteria in de studie opgenomen. (COPD) AND (definition). Na toevoeging van de extra filter "adults" werd de lijst uitgedund. Dit bracht de lijst op 146 artikels. 1 artikel werd geselecteerd op basis van de titel. Dit artikel werd na het lezen van de volledige tekst en op basis van de vooraf bepaalde exclusiecriteria in de studie opgenomen.

In *Medschape Nurses* werden 27 artikels gevonden met volgende zoektermen: (humidified) AND (non-humidified) AND (oxygen inhalation therapy). Na de toevoeging van extra filters "publisch date", "pulmonary medicine" en "journal articles" werd de lijst uitgedund tot 12 artikels. Na de exclusie van artikels op basis van het abstract en titel werd er 1 artikel doorgenomen. Het overige artikel werd uitgesloten op basis van vooraf beschreven exclusiecriteria.

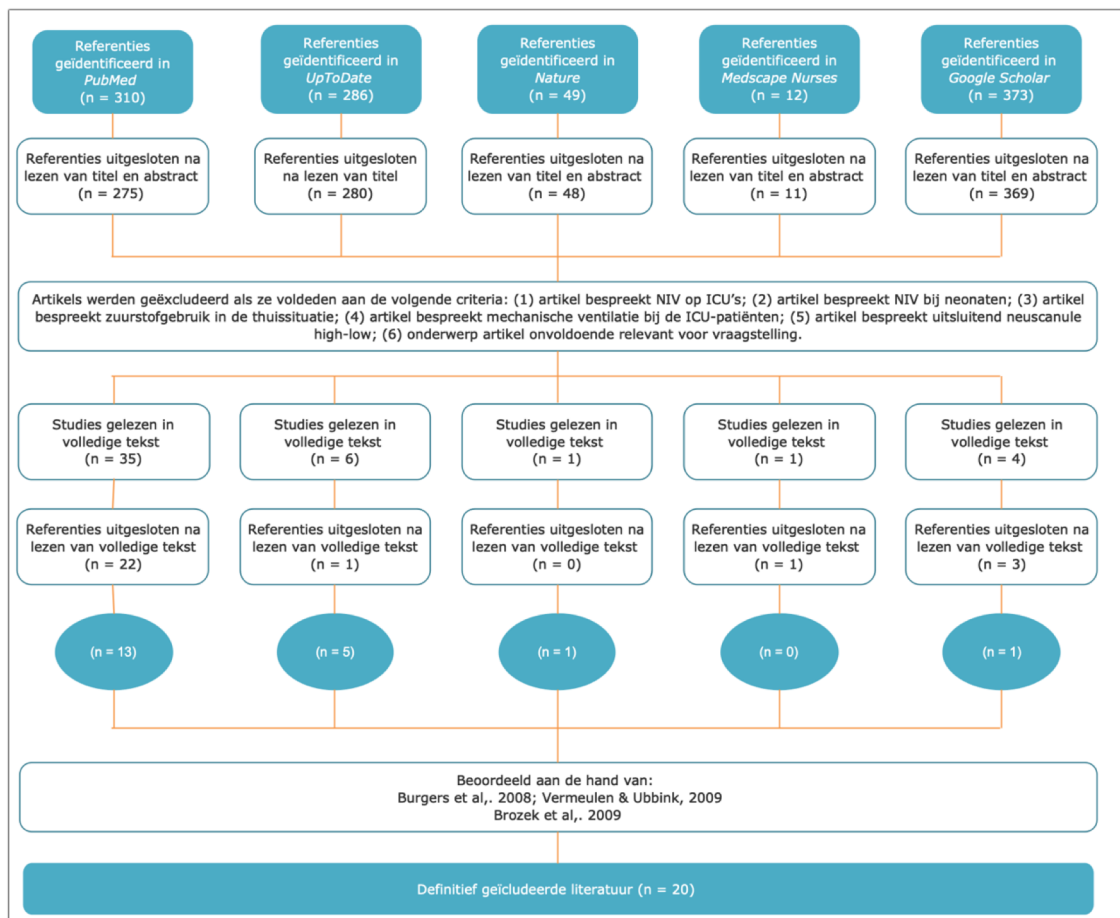
Ten slotte werd *Google Scholar* doorzocht met de volgende zoektermen: (zuurstoftoediening) AND (acute situaties). Er werden 373 artikels uit 2017-2020 geselecteerd. Na de exclusie van artikels op basis van het abstract werden 4 artikels volledig doorgenomen. 3 artikels werden uitgesloten op basis van vooraf beschreven exclusiecriteria. Het overige artikel werd in deze studie opgenomen.

De uiteindelijke 20 opgenomen artikels omvatten: 8 reviews (Allardet-Servent et al., 2019; Barnes et al., 2015; Cousins et al., 2016; Grensemann et al., 2018; Hogeia et al., 2020; Krepplein et al., 2016; Pilcher & Beasley, 2015; Rabe & Watz, 2017), 6 richtlijnen (Collins et al., 2020; Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020; Han et al., 2020; Mechem, 2020; Theodore, 2020a, 2020b), 2 systematische reviews en meta-analyses (Varmaghani et al., 2019; Wen et al., 2017), 1 observationale studie (Dreher et al., 2019), 1 case report (Herren et al., 2017), 1 multicenter studie (van Kraaij et al., 2020) en 1 tijdschrift (Aarts, 2020)

9.1 Inclusiecriteria

Artikels werden geïncludeerd als ze voldeden aan de volgende criteria: (1) artikels die relevant waren om de vraagstelling te beantwoorden; (2) Nederlands-, Engels- en Duitstalige artikels; (3) niet ouder dan 5 jaar; (4) richtlijnen; (5) artikels met als doelgroep COPD-patiënten; (6) artikels met als doelgroep de acuut zieke patiënt.

9.2 Flowchart zoekstrategie



Figuur 5 | Flowchart zoekstrategie

10 Resultaten

Uit de voorafgaande hoofdstukken kan geconcludeerd worden dat zuurstoftoediening levensreddend, maar ook toxisch kan zijn bij de COPD-patiënt. Verschillende aanbevelingen zijn daarom geactualiseerd, zoals de perifere zuurstofverzadiging (SpO_2) te monitoren als surrogaat voor de arteriële zuurstofverzadiging (SaO_2) (Allardet-Servent et al., 2019). De literatuur toont aan dat verhoogde concentraties van vrije zuurstofradicalen celschade veroorzaken, dat kan leiden tot apoptose of necrose, vooral in aanwezigheid van infectie. De laatste jaren hebben verschillende studies het bewijs geleverd dat hyperoxie geassocieerd wordt met een verhoogde mortaliteit van de kritisch zieke patiënt (Grensemann et al., 2018). Uit onderzoek blijkt dat er een kennistekort is bij medisch en verplegend personeel. De kloof tussen kennis en praktijk is een veel voorkomend verschijnsel in de gezondheidszorg, waarbij sommige auteurs suggereren dat het verstrekken van richtlijnen en bewijs uit onderzoek noodzakelijk is (Cousins et al., 2016). In het algemeen stelt onderzoek vast dat de praktijk van het toedienen van zuurstoftherapie veel beter kan. Hiervoor worden verschillende redenen aangehaald, waaronder onvoldoende opleiding en scholing en gebrek aan vertrouwdheid met zuurstoftoedieningsapparaten. Er is een tekort aan inzicht in de effecten, de rol en de gevaren van zuurstoftherapie, maar mede door tijdsgebrek van het personeel loopt het vaak fout. Ook blijkt dat er moeilijkheden aan te oppervlakte komen om reeds lang bestaand gedrag te veranderen. Patiënten die worden overgeplaatst van een andere afdelingen blijven vaak dezelfde hoeveelheid zuurstof toegediend krijgen, ondanks verandering in de nood. Communicatieproblemen tussen artsen en verpleegkundigen, verpleegkundigen onderling, zijn hier onbetwist de oorzaak van (Cousins et al., 2016).

10.1 Zuurstoftoediening bij de COPD-patiënt

Bij de start van zuurstoftoediening bij patiënten met COPD moet de zuurstofsaturatie nauwlettend in de gaten worden gehouden. Bij patiënten zonder COPD is de noodzakelijke saturatie minimaal 90%, maar bij voorkeur hoger. Bij patiënten met COPD, die al gewend zijn aan een lage saturatie, is dit een te hoog streven. Een saturatie van boven de 92% is reeds succesvol te noemen. Extra alertheid op signalen van CO_2 -retentie zoals verwardheid, euforie, sufheid en hoofdpijn zijn nodig. De patiënt kan ook kortademig zijn en een bleke, grauwe of blauwe gelaatskleur of lippen hebben. Indien nodig moet de patiënt beademd worden, in eerste instantie met niet-invasieve geassisteerde beademing, en anders mechanisch. Uiteraard is het van belang om bij patiënten met een gevorderd stadium van COPD te bespreken of zij dit willen. Niet-invasieve beademingsvormen kunnen soms een oplossing bieden. Soms hebben patiënten met COPD baat bij positieve drukmaskers. (Aarts, 2020)

Hypercapnie moet altijd worden vermoed bij personen met een verhoogd risico op hypoventilatie door bijvoorbeeld invloed van sedativa. COPD-patiënten die kenmerken vertonen van kortademigheid, een verandering in de mentale status, nieuwe hypoxemie, en/of hypersomnolentie hebben meer risico op het ontwikkelen van hypercapnie. Het voordoen van acute hypercapnie is variabel, zonder tekenen of symptomen die gevoelig of specifiek zijn voor de diagnose. Tachypnoe staat niet altijd gelijk met een verhoogde alveolaire ventilatie; patiënten met een verhoogde dode ruimte en mechanische afwijkingen van het ademhalingsstelsel kunnen een verhoogde ademhalingsfrequentie en een verhoogd gebruik van de hulpspieren hebben, maar toch hypercapnisch zijn (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020). De klinische kenmerken van hypercapnie zijn meestal neurologisch en pulmonaal, en variëren naargelang het niveau en de snelheid van CO_2 -accumulatie in het arteriële bloed. Zo zullen patiënten met lichte tot matige hypercapnie of hypercapnie die zich langzaam ontwikkelt angstig zijn en/of klagen over lichte dyspnoe, sloomheid

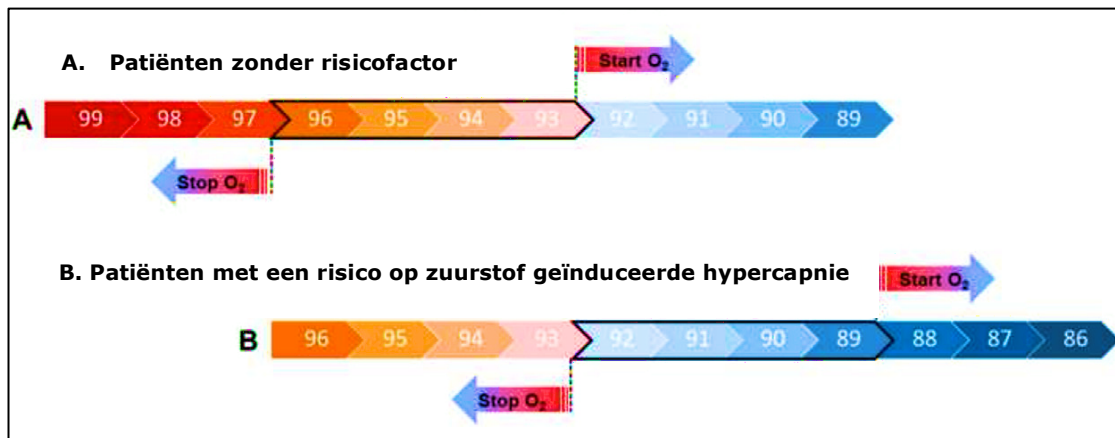
overdag, hoofdpijn of hypersomnolentie. Patiënten met hogere CO₂-niveaus of met snel ontwikkelende hypercapnie ontwikkelen duidelijke veranderingen in het sensorium, waaronder delirium, paranoia, depressie en verwardheid, die overgaan in een carbonarose als de niveaus blijven stijgen. Als ernstige hypercapnie optreedt zijn asterixis, myoclonus en toevallen, papilledema en verwijde oppervlakkige aders waarneembaar. Niet-COPD patiënten vertonen pas een verlaagd bewustzijn als de PaCO₂ hoger is dan 75 tot 80 mmHg, terwijl patiënten met chronische hypercapnie pas symptomen ontwikkelen als de PaCO₂ acuut stijgt tot meer dan 90 tot 100 (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020). Voor patiënten van wie wordt aangenomen dat zij kleine hoeveelheden aanvullende zuurstof nodig hebben, wordt aangeraden te beginnen met een lage flow om een SpO₂ te bereiken die op of dicht bij het vooropgestelde doel ligt. Geleidelijke verhogingen in stappen van 1l/min of 4 tot 7% met nauwgezette controle van zowel PaO₂ en PaCO₂ kunnen nodig zijn om de uiteindelijk beoogde grens te bereiken. Zodra het streefdoel is bereikt, kan de zuurstoftoediening op dit niveau worden gehandhaafd en vervolgens gestaakt worden wanneer de onderliggende problematiek en hypercapnie zijn verdwenen. De optimale snelheid van verhoging is onbekend, maar er wordt een verhoging van FiO₂ geadviseerd om de 5 tot 15 minuten. Kortere perioden van 5 minuten zijn meestal voldoende voor patiënten zonder onderliggende V/Q-mismatch, terwijl patiënten met een significante mismatch langere perioden nodig hebben om de verandering in FiO₂ volledig op alveolair niveau (PAO₂) te laten doorwerken (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020).

10.2 Streefwaarden zuurstofverzadiging

Net als andere geneesmiddelen moet zuurstof in de juiste dosis worden voorgeschreven om het gewenste resultaat te bereiken. Voor zuurstof is dit het aangewezen verzadigingsbereik (Pilcher & Beasley, 2015). Een meta-analyse van zuurstoftherapie, die 25 studies met in totaal 16.037 patiënten omvatten, toonde een duidelijk verschil in uitkomstmaat tussen vrije zuurstofstrategie en een zuurstofstrategie volgens streefwaardendoelen. Er bleek een verhoogde mortaliteit, met een risicoratio voor sterfte van 1.21% in de groep met de vrije zuurstofstrategie. (Grensemann et al., 2018) Onderzoekers en andere deskundigen beschouwen een zuurstofverzadiging in rust van $\leq 95\%$ of een desaturatie tijdens de inspanning van $\geq 5\%$ als abnormaal (Mechem, 2020). Toch moet er gezien worden naar normwaarden per pathologie. Een zuurstofverzadiging in rust van 96% kan abnormaal zijn indien een patiënt voordien een zuurstofverzadiging in rust van 99% had (Mechem, 2020).

Bij COPD GOLD-stadium 3 en 4, met een verminderde diffusiecapaciteit en een aanwezige exacerbatie, moet zuurstof worden getitreerd om een zuurstofsaturatie van 88-92% te bereiken. Dit zou leiden tot meer dan een tweevoudige vermindering van het sterftecijfer, vergeleken met de routinematige toediening van zuurstof met hoge concentraties. Ongecontroleerde of vrije zuurstoftoediening kan bij deze patiënten hypercapnie veroorzaken (Pilcher & Beasley, 2015). Patiënten die met acute hypercapnische acidose worden geconfronteerd, hebben vaak een bijkomende hypoxemie die aanvullende zuurstof noodzakelijk maakt. Het grootste probleem bij de toediening van zuurstof bij deze patiënten is de ontwikkeling van verergerende hypercapnie en bijgevolg acidose. Het primaire doel is dus de adequate behandeling van hypoxemie, terwijl het secundaire doel het vermijden van een klinisch significante verergering van de hypercapnie is. Hoewel de absolute ondergrens van saturatie bij deze populatie onbekend is, moet er volgens Feller-kopman & Schwartzstein worden gestreefd naar een pulsoximetrie van 90 tot 93% of een PaO₂ van 60 tot 70 mmHg. Bij het doornemen van de literatuur wordt vastgesteld dat er geen eenduidigheid is in verband met de normwaarden van zuurstofverzadiging bij de COPD-patiënt. Zo worden er onder andere streefwaarden tussen 88-92% gepubliceerd, maar evenzeer wordt er gesproken van normoxie tussen 90-93%. Studies tonen wel overtuigend aan dat hyperoxie

geassocieerd wordt met verhoogde mortaliteit in verschillende subgroepen van kritisch zieke patiënten. Bij patiënten met COPD is een restrictief gebruik van zuurstoftherapie dan ook aan te bevelen, omdat ze een karakteristiek risico lopen op hypercapnisch longfalen. Bij deze patiënten kan hyperoxie de ademhalingsdrang verder verminderen, wat tot verhoogde hypercapnie leidt (Grensemann et al., 2018). De doelstelling om aanvullende zuurstof te titreren tot de aanbevolen normoxie wordt in meerdere wetenschappelijke artikelen duidelijk omschreven. De bovengrens hangt af van de zuurstof geïnduceerde hypercapnie. Bij risicopatiënten zou de grens 92% moeten zijn en 96% bij de anderen. (Allardet-Servent et al., 2019)

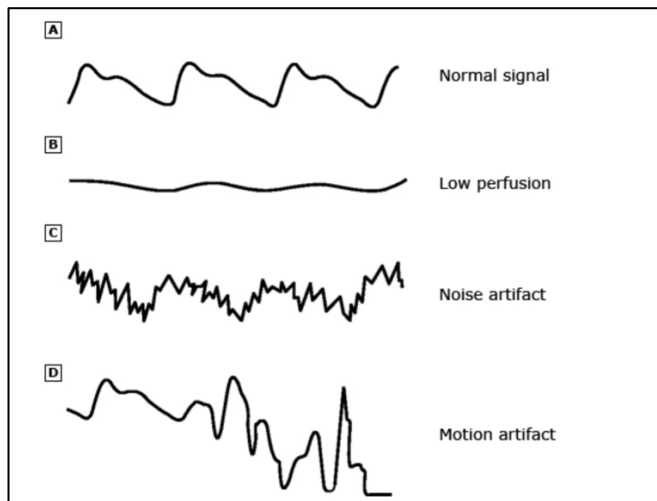


Figuur 6 | Target range of SpO₂ (Allardet-Servent et al., 2019)

10.3 Pulsoximetrie

Omdat een arteriële punctie complicaties kan geven zoals bijvoorbeeld een hematoom, en niet altijd praktisch uitvoerbaar is, wordt in de praktijk, en voornamelijk in acute situaties, pulsoximetrie toegepast (Adriaens & van der Heide, 2015). Pulsoximetrie is een eenvoudige niet-invasieve manier om de zuurstofsaturatie te meten in het perifere capillaire bloed. Dit gebeurt transcutaan met een zogenoemde oximeter, vaak aan de vingertop. Bij de meeste patiënten geeft de perifere zuurstofverzadiging nauwkeurige informatie, zodat patiënten die mogelijk hypoxemisch zijn beoordeeld en behandeld kunnen worden. Pulsoximetrie geeft een schatting van het deel van de hemoglobine dat verzadigd is met zuurstof, in plaats van de partiële zuurstofdruk. Bij de meeste patiënten met SpO₂-waarden van 90% of hoger, ligt de waarde binnen 2 tot 3 procent boven of onder de ware SaO₂ referentiestandaard. De nauwkeurigheid verslechtert wanneer de SaO₂ lager dan 90% is, en vooral onder 80%. SpO₂ is minder betrouwbaar bij kritisch zieke patiënten waar de oxygenatie snel kan schommelen en desaturatie vaak voorkomt. (Mechem, 2020) Ook geeft pulsoximetrie geen informatie over alveolaire ventilatie of hypercapnie. De beoordeling van oxygenatie kan ook onnauwkeurig zijn in de setting van een acute exacerbatie. Pulsoximetrie kent ook zijn beperkingen en is onderhevig aan artefacten en patiënt gerelateerde foutenbronnen (Adriaens & van der Heide, 2015). Bij twijfel over een meting kan de verpleegkundige een snelle kwaliteitswaarborgtest uitvoeren door de meter op zijn of haar eigen vinger te plaatsen, om vervolgens zo snel mogelijk te verplaatsen naar de oorspronkelijke plaats bij de patiënt. Dit garandeert dat abnormale aflezingen niet te wijten zijn aan een apparaatfout (Mechem, 2020). Perifere zuurstofverzadiging kan ook alleen maar worden geïnterpreteerd wanneer de golfvorm normaal is. Een normale pulsoximetergolfvorm heeft een dicrotische inkeping die typisch is voor een arteriële golfvorm die synchroon loopt met een voelbare of waargenomen hartslag (Mechem, 2020). Onjuist plaatsen van de meter kan in vele gevallen voorkomen en gaat vaak gepaard met verlies van

amplitude van de golfvorm. Alle andere oorzaken van een ontoereikend signaal kunnen leiden tot lage aflezingen (Mechem, 2020).



Figuur 7 | Pulse oximetry waveform (Mechem, 2020b)

Het gebruik van nagellak, kunstnagels en acryl kunnen de nauwkeurigheid van pulsoximetrie beïnvloeden. Alleen rode nagellak lijkt geen nadelig effect te geven. In theorie zou huidpigmentatie geen effect mogen hebben op de oximetrie, maar studies tonen een overschatting aan bij pulsoximetriemetingen bij deze populatie. Plaatsing van een sensor op dezelfde extremiteit waar zich een bloeddrukmacht of een arteriële lijn bevindt kan foutieve metingen veroorzaken en moet worden vermeden. Ook een slecht signaal veroorzaakt vaak foutief lage oximetriemetingen. Dit is meestal het gevolg van bewegingen door bijvoorbeeld rillen. De metingen kunnen ten onrechte laag zijn door signaalfalen bij hemodynamische instabiliteit of slechte perfusie van de ledematen als gevolg van vasoconstrictie of perifere vaatziekten. De nauwkeurigheid neemt drastisch af wanneer de systolische druk onder 80 mmHg daalt. Verder heeft hypothermie een versturende invloed op pulsoximetrie, door de daarmee gepaard gaande perifere vasoconstrictie en rillingen. Opwarming zou dit probleem moeten verhelpen. Dan is er nog het feit dat aflezing van een perifere meting een onnauwkeurige optelsom is van oxyhemoglobine en carboxyhemoglobine. Door de interferentie van hoge niveaus van carboxyhemoglobine bij onder andere chronische, zware rokers, kan een vals geruststellende normaalwaarde levensbedreigende arterieel desaturaties maskeren. Diabetici met een slechte glucosecontrole leiden aantoonbaar tot een overschatting van de zuurstofwaarden. Dit kan te wijten zijn aan een verhoogde zuurstofaffiniteit van hemoglobine.

10.4 Arteriële bloedgasinterpretatie

In de klinische context is het soms nodig te kiezen voor een arteriële bloedgasanalyse (Han et al., 2020). Op deze manier kan er een vaststelling gebeuren van verhoogde PaCO₂, boven 45 mmHg. Bij een acute hypercapnie zal de pH lager zijn dan 7.35 (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020). De PaO₂ zal vaak mee gedaald zijn en niet meer aan de normwaarden van 80 – 100 mmHg voldoen. Als compensatiemechanisme bij respiratoir falen kunnen ook de waarden HCO₃ afwijken van het normale 21 – 27 mEq/L. Sommige bloedgasanalysatoren meten aanvullend het methemoglobine-, carboxyhemoglobine- en hemoglobinegehalte. Deze informatie is van vitaal belang bij de zorg voor patiënten met chronisch obstructief longlijden. (Theodore, 2020a) De indicaties voor het meten van arteriële bloedgasen zijn onder meer de volgende: een lage perifere zuurstofsaturatie van bijvoorbeeld minder dan 92%, een gedeprimeerd bewustzijnsniveau, een acute exacerbatie, een FEV₁ minder dan 50% en de beoordeling op hypercapnie bij

risicopatiënten 30 tot 60 minuten na het toedienen van aanvullende zuurstof (Han et al., 2020).

Ongeacht de methode die gebruikt wordt om arterieel bloed te nemen, bestaan er verschillende bronnen van fouten die doorgaans gemakkelijk kunnen vermeden worden door een goede verzorging van het monster (Theodore, 2020a).

10.5 Zuurstof toedieningsvormen

Onafhankelijk van het gewenste doelbereik voor zuurstoftherapie speelt ook de wijze van toediening een belangrijke rol (Grensemann et al., 2018). Voor de meeste patiënten zijn standaard neuscanules de meest gebruikte methode. De stroomsnelheid wordt gevarieerd om de beoogde zuurstofsaturatie te bereiken (Pilcher & Beasley, 2015). Bij een dosering tot 6 liter per minuut is de neusbril de meest geschikte toedieningsvorm. De patiënt wordt er minimaal door gehinderd, wat maakt dat eten, drinken en praten normaal kan verlopen. Ook een neuskatheter kan een flow tussen 1-6 liter aan. De katheter hoort tot vlak boven de uvula te komen en moet elke dag vervangen worden, omdat sputum dat vrijkomt de laterale openingen van de katheter kan verstoppen. Bij meer dan 6 liter per minuut is een neusbril niet meer aangewezen, omdat een dergelijk hoge dosis de ingeademde zuurstofconcentratie niet verder verhoogt. Het geeft alleen maar meer risico op geïrriteerde slijmvliezen, oorsuizen, hoofdpijn en een constant slikgevoel. Indien meer dan 6l/min nodig is moet er worden overgestapt naar een zuurstofmasker. Bij gewone mond-neusmaskers en het partiële rebreathingmasker moet er een minimumhoeveelheid zuurstof per minuut, meer bepaald 5l/min, worden toegediend. Als de flow niet hoog genoeg is, blijft er te veel uitgedemd koolzuurgas achter, waardoor uiteindelijk de PCO₂ gaat stijgen. Het gewone zuurstofmasker kan gebruikt worden voor een toediening tot 10 l/min. Het is belangrijk regelmatig te controleren of de openingen aan de zijkant nog vrij zijn, zodat omgevingslucht aangevoerd en uitgedemde CO₂-rijke lucht afgevoerd kan worden. Patiënten met een zeer hoge zuurstofbehoefte, van meer dan 10 l/min, kunnen gebaat zijn bij een venturi-masker. Het spruitstuk, dat een zeer kleine opening heeft, creëert een hoge flow. Door deze hoge flow ontstaat een negatieve druk bij de mond van het spruitstuk en wordt lucht aangezogen. Het mengsel zuurstof en omgevingslucht dat ontstaat, is afhankelijk van de zuurstoftoevoer en de grootte van de gaten waardoor omgevingslucht moet worden aangezogen. (Aarts, 2020) De volgende stap bij zuurstoftoediening is het geven van een non-rebreathingmasker. Deze maskers vragen extra voorzichtigheid. Non-rebreathingmaskers met zuurstofreservoirzakken moeten gevoed worden met een zuurstofflow die groter is dan de minuutventilatie van de patiënt. (Herren et al., 2017) In de literatuur worden waarden van meer dan 6-10/min genoteerd, maar ook waarden van 10-15 l/min. Zo niet, dan zal de hoeveelheid toegediende zuurstof te klein zijn om de arteriële zuurstofsaturatie te verhogen. Bovendien neemt het risico op CO₂-retentie toe. Ongeveer 13% van de gehospitaliseerde patiënten met een exacerbatie ontwikkelen CO₂-retentie tijdens gecontroleerde zuurstoftherapie. In dat geval is het nodig om de zuurstofstroom niet volledig te stoppen vanwege het risico van rebound hypoxemie (Herren et al., 2017). Het non-rebreathingmasker geeft, net als bij het venturi-masker een continue zuurstofflow. Een eenrichtingsklep tussen het reservoir en het masker voorkomt dat de uitgedemde lucht naar het reservoir stroomt. De uitademingspoorten hebben ook eenrichtingskleppen, die het uitademen mogelijk maken en voorkomen dat omgevingslucht het masker binnendringt tijdens inademing. Een non-rebreathingmasker kan theoretisch een ingeademde zuurstofconcentratie tot 95% bereiken. (Aarts, 2020) Om mechanische ventilatie uit te sluiten, kan in geval van respiratoire insufficiëntie bij patiënten die niet uitgeput zijn gebruik gemaakt worden van hoge flow zuurstoftherapie. De zuurstof kan hier worden aangeboden aan een nog hogere concentratie, tot 60l/min wordt bevochtigd en verwarmd toegediend met een neusbril of masker. Deze toedieningsvorm geeft bovendien een

beperkte positieve eind-expiratoire druk (PEEP). Hierdoor blijven de alveoli open, geeft het een reservevolume en verlaagt het de ademarbeid. (Aarts, 2020) Hoewel bewezen is dat hoge flow zuurstoftherapie een rol speelt bij de behandeling van hypoxemisch respiratoir falen, is niet bewezen dat het een rol speelt bij de behandeling van hypercapnisch respiratoir falen (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020).

Tabel 2 | Meest gebruikte toedieningsvormen (Aarts, 2020)

Toedieningsvorm	Zuurstofflow per minuut
Neusbril	0 - 6 liter
Mondneusmasker	5 - 10 liter (minimaal 5)
partieel rebreathing masker	8 - 12 liter (minimaal 8)
Non-rebreathing masker	10 - 15 liter
Venturimasker	3 - 15 liter
Neuskatheter	1 - 6 liter
Hoge flow zuurstoftherapie (Optiflow)	1 - 60 liter

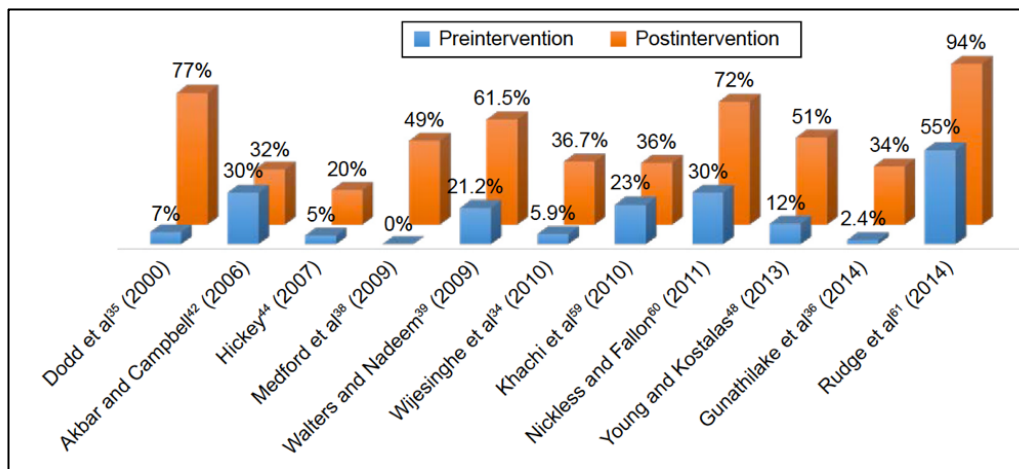
10.6 Bevochtigen of niet bevochtigen

Bij lage flow-zuurstoftherapie lijkt niet-bevochtigde zuurstof de neiging te hebben om gunstiger te zijn dan bevochtigde zuurstof (Wen et al., 2017). Bij vormen waarbij de zuurstof de normale weg door de neus aflegt, zoals de neusbril en het zuurstofmasker, geeft bevochtigen van de lucht geen meerwaarde. De condensatie die achterblijft bij de vorige uitademing is over het algemeen voldoende. Het nut van bevochtigen tot 8 l/min is momenteel niet bewezen. Bij patiënten die klagen over een droge neus of korsten, die niet gebaat zijn met spoelen met een fysiologische zoutoplossing of zalf op waterbasis, is zuurstofbevochtiging nodig. Voor het bevochtigen wordt gebruik gemaakt van gesteriliseerd water en wordt de voorkeur gegeven aan vernevelaars en verdamperen. Bubbelbevochtigers hebben een verwaarloosbaar effect. (Aarts, 2020) Één onderzoek toonde aan dat niet-bevochtigde zuurstof meer voordelen biedt in het verminderen van bacteriële besmettingen van luchtbevochtigingsflessen. Bacteriële besmettingen van luchtbevochtigingsflessen zijn volgens Kobayashi et al., nauw verbonden met infectie van de luchtwegen. Het percentage bacteriële besmetting na 24-uurs zuurstoftherapie zou 57.5% bedragen, terwijl dat niet-bevochtigde zuurstof slechts 44.2% zou zijn. Verschillende bacteriën werden teruggevonden, waaronder *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* en *Bacillus*. (Wen et al., 2017) Daar er tot op de dag van vandaag weinig onderzoek is gepubliceerd over dit onderwerp moeten deze resultaten met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Toekomstige studies zijn nodig om meer inzicht en bewijsmateriaal te verzamelen over deze kwestie. (Wen et al., 2017)

10.7 Interventies

Meerdere auteurs en beroepsorganisaties zijn van mening dat zuurstof moet worden behandeld als een geneesmiddel. De instructies voor de behandeling moeten op een behandelingskaart worden vermeld om een nauwkeurige toediening te bevorderen. Studies hebben zowel de aanwezigheid van een voorschrift als de adequaatheid en geschiktheid van het voorschrijven van zuurstof bij een brede patiëntengroep onderzocht. Sinds de BTS-richtlijnen (British thoracic Society) over acute zuurstoftoediening in 2008 is er een toenemende belangstelling voor dit onderwerp. De literatuur toont aan dat in 27 jaar, tussen 1980 en 2007, wetenschappelijke papers werden geschreven waarin zuurstof en /of de

geschiktheid en nauwkeurigheid van zuurstoftoediening werden besproken. In de 6 jaar tussen 2009 en 2015 werden nogmaals 12 wetenschappelijke studies gepubliceerd waarin het accuraat voorschrijven van zuurstoftherapie werd gemeten. In sommige van deze papers werden ook verschillende interventies besproken om het voorschrijfgedrag te verbeteren (Cousins et al., 2016).



Figuur 8 | Accurate prescription of oxygen therapy: preintervention – postintervention study results (Cousins et al., 2016)

Tabel 3 | Interventions that have been tested in attempts to improve oxygen prescription rates (Cousins et al., 2016)

Studie (jaar)	Interventie
<i>Dodd et al., (2000)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Speciale bestelkaart voor zuurstof.• Duidelijk afgebakend deel op de medicijnkaart of wijzigingen in de medicijnkaart om ruimte op te nemen voor de transcriptie van zuurstofbestellingen.
<i>Akbar & Campbell (2006)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Invoering van ziekenhuisrichtlijnen.
<i>Hickey (2007)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Educatieve sessies.
<i>Medford et al., (2009)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Door verpleging gefaciliteerd herinneringssysteem.
<i>Walters & Nadeem (2009)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Sticker zuurstofwaarschuwing.• Educatieve sessies.
<i>Wijesinghe et al., (2010)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Duidelijk afgebakend deel op de medicijnkaart of wijzigingen in de medicijnkaart om ruimte op te nemen voor de transcriptie van zuurstofbestellingen.• Educatieve sessies.
<i>Khachi et al., (2010)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Sticker zuurstofwaarschuwing.• Educatieve sessies.• Informatieve posters.
<i>Nikless & Fallon (2011)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Ontwikkeling van ziekenhuisrichtlijnen/ beleid om de praktijk te sturen.• Educatieve sessies.• Informatieve posters.• E-mail notificatie/ verspreiding.• Berichtmeldingen op het inlogscherf van de computer.• Sticker met zuurstofwaarschuwing.
<i>Young & Kostalas (2013)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Duidelijk afgebakend deel op de medicijnkaart of wijzigingen in de medicijnkaart om ruimte op te nemen voor de transcriptie van zuurstofbestellingen.• Educatieve sessies.
<i>Gunathilake et al., (2014)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Duidelijk afgebakend deel op de medicijnkaart of wijzigingen in de medicijnkaart om ruimte op te nemen voor de transcriptie van zuurstofbestellingen.• Educatieve sessies.
<i>Rudge et al., (2014)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Zuurstof waarschuwingssticker.• Informatieve posters.• E-mail notificatie/ verspreiding.

In het verleden zijn er rond zuurstoftoediening al meerdere interventies toegepast. De reeds uitgewerkte interventies die in aanmerking komen zijn een duidelijk afgebakend deel van de medicijnkaart of wijziging in de medicijnkaart om ruimte te creëren voor transcriptie van zuurstofbestellingen. Er werd al gebruik gemaakt van informatieve posters, educatieve sessies over verschillende klinische specialismen, maar ook een verpleegkundig vergemakkelijkt reminder systeem werd uitgeprobeerd. Ook werd er aandacht besteed aan ontwikkeling van ziekenhuisrichtlijnen/ beleidslijnen om de praktijk te sturen. Zuurstoftherapie werd al gezien in een opname-bundel met elektronisch voorschrijfsysteem, net als berichtmeldingen op pc-inlogschermen. Eén studie toonde geen of minimale verbetering in de voorschrijfpraktijken aan na de invoering van de zuurstofrichtlijnen. Toch werd er een grote verbetering gezien - van 70% naar 95%- in de toediening van zuurstof volgens voorgeschreven dosis. Ook de klinische beoordeling door verhoogde meting van pulsoximetrie kon worden aangetoond. De beoordeling van arteriële bloedgasen voor patiënten met luchtwegaandoeningen

verbeterde na de invoering van de richtlijnen. Hoewel deze gegevens bemoedigend zijn, zijn er beperkingen aan de opzet van de studie; het ging om een kwaliteitsverbeteringsaudit die werd uitgevoerd in 1 ziekenhuis (Cousins et al., 2016).

Volgens Cousins et al., (2016) suggereren sommige auteurs dat het verstrekken van richtlijnen en bewijs uit onderzoek noodzakelijk is, maar niet volstaat om de kloof tussen kennis en praktijk te overbruggen. Dit werd al eerder aangetoond met gegevens over het voorschrijven van zuurstof. Tot op de dag van vandaag bestaat er overtuigend bewijs, maar de consequente toepassing van het bewijs – voorschrijven en toedienen van zuurstof met lage zuurstofdebieten om een SpO₂ op 88%-92% te houden - wordt in de dagelijkse praktijk niet toegepast. Funk et al., stellen dat de perceptie van artsen van groot belang is om de kloof tussen kennis en praktijk te dichten. Interventies op maat zijn zeker effectief, maar kunnen variëren: een Cochrane Review uit 2015 concludeerde dat "interventies op maat" om geïdentificeerde barrières aan te pakken waarschijnlijk meer kans hebben om de praktijk te verbeteren dan geen interventie of de verspreiding van richtlijnen alleen. (Cousins et al., 2016)

11 Ontwikkeling van een tool

11.1 Ontwikkeling van een mobiele app

Uit de resultaten van deze literatuurstudie kan vastgesteld worden dat verpleegkundigen en artsen de richtlijnen rond correcte zuurstoftoediening bij de COPD-patiënt nog onvoldoende toepassen in de klinische setting. Op basis van deze bevindingen werd als onderdeel van deze bachelorproef een voorstel voor een mobiele app ontwikkeld, met als naam OxyOnPoint (zie bijlage). Dit mobiele app-voorstel is tot stand gekomen door de uitgevoerde literatuurstudie en inspiratie op te doen bij het Blue Health innovation center, die innovatie stimuleren. De gedachte om risico's te verminderen door gebruik te maken van de huidige, moderne technologie, is ontstaan tijdens mijn stage op nierdialyse in Lier. Het werken met de mobiele app Nephroflow heeft geleid tot het ombuigen van dit principe naar het berekenen van een risicoprofiel voor de COPD-patiënt. Alle risicofactoren die werden opgenomen in de app zijn evidence based en bevatten elementen die het risicoprofiel tot respiratoir falen bij zuurstoftoediening inschatten. Dit doet de applicatie door automatisch de waarden, door manuele input van de zorgverstreker, uit te lezen. Na de inschatting van het risicoprofiel worden de streefwaarden van de te bekomen zuurstofverzadiging meegedeeld. Ook de arts is bij deze toepassing gebaat omdat hij sneller en in real-time de opvolging kan verzorgen. De implementatie van de mobiele app zal plaatsvinden op de afdeling longziekten en nadien op alle afdelingen waar de COPD-patiënt kan gehospitaliseerd worden. Om ervoor te zorgen dat de app effectief zal worden gebruikt, werd nagedacht om OxyOnPoint te koppelen aan het huidige EWS-systeem. Gezien de patiënt soms wisselt van afdeling en dus ook van verpleegkundig team, kan een éénmalig invullen van de gevraagde gegevens leiden tot een veiligere zorg. Op deze manier kunnen de gevolgen van foutieve zuurstoftoediening (hogere mortaliteitscijfers en verlengde verblijfsduur) verminderen. Investeren in een tool om veilige zuurstoftoediening te garanderen is daarom belangrijk. Een kwaliteits-interventieteam uit de klinische, management en informatietechnologie moeten hiervoor samenwerken en effectief communiceren. De tevredenheids- en kostengegevens zullen vooraf geanalyseerd moeten worden. (Patole, 2015)

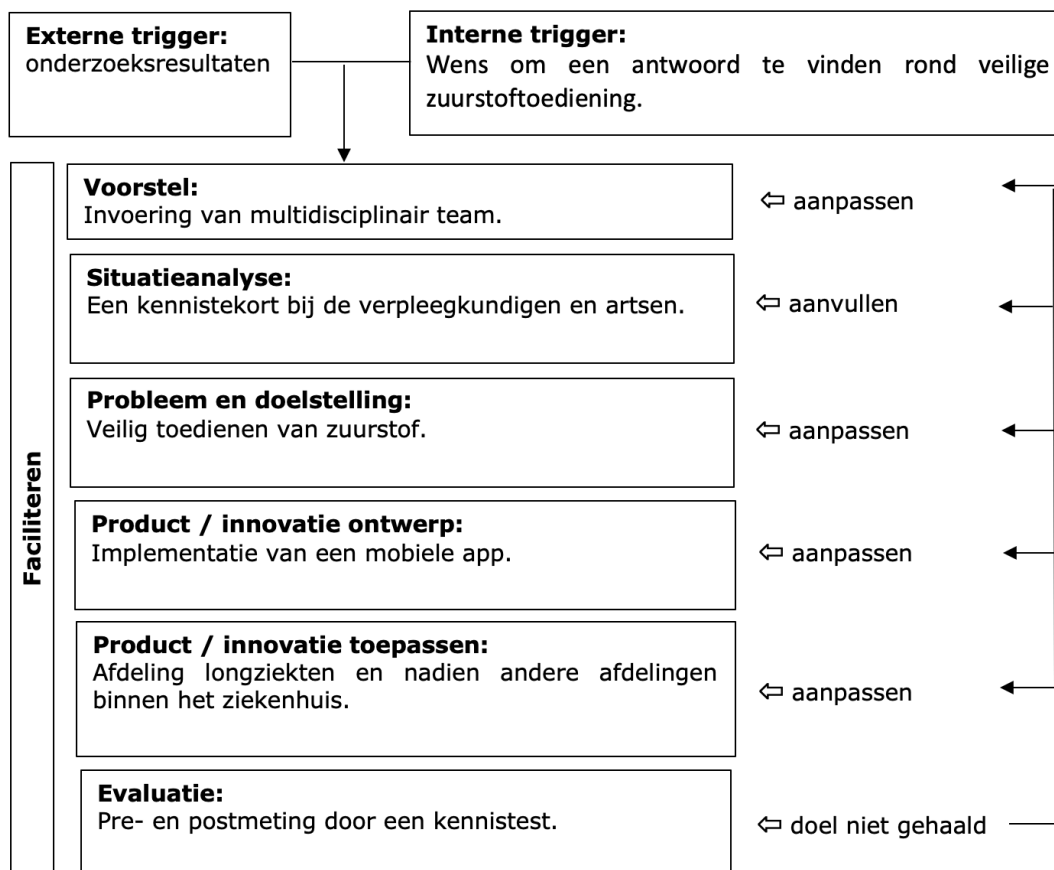
11.2 Validiteit van mobiele app

De eerste stap in de ontwikkeling van de mobiele app was de afbakening van het onderwerp. Het onderwerp is: zuurstoftoediening bij de gehospitaliseerde COPD-patiënt met risico op respiratoir falen. Vervolgens werd de vraagstelling geformuleerd: 'Welke verpleegkundige kennis heeft men nodig voor het toedienen van zuurstof bij de gehospitaliseerde COPD-patiënt, met risico op respiratoir falen?' Daarna werd een literatuurstudie uitgevoerd om relevante artikels te identificeren, met behulp van intelligente metazoeksystemen, die deze volgens de regels van de piramide van evidence-synthese voorsorteerde. (Offringa et al., 2008) Databanken zoals PubMed, UpToDate, Nature, Medscape Nurses en Google Scholar werden hiervoor geraadpleegd. Instanties als Blue Health Innovationcenter, Nipro en EdrawMaw werden bijkomend bekeken voor hun expertise rond app-ontwikkelingen. Hierna volgde het selecteren en het beoordelen van de geselecteerde literatuur. Deze selectie gebeurde met vooraf omschreven inclusie- en exclusiecriteria. De beoordeling van deze geselecteerde literatuur gebeurde aan de hand van een literatuurtabel en kwaliteitsbeoordelingsformulier (Brozek et al., 2009; Verhagen et al., 1998; Vermeulen & Ubbink, 2009). Tot slot werd deze literatuur samengevat in het deel resultaten. Er moet rekening worden gehouden dat het mobiele app-voorstel niet werd beoordeeld door zorgverstrekkers uit het werkveld.

12 Implementatieplan

12.1 Het GPS-model

Vaak gebruikte en gepubliceerde hulpmiddelen bij het implementeren van een innovatie zijn het Parijs-raamwerk en het implementatiemodel van Grol en Wensing. Als implementatiestrategie werd dan ook gekozen voor het GPS-model, wat gebaseerd is op een combinatie van deze twee. (Vermeulen & Tiemens, 2015) De zwaktes van het ene model worden gecompenseerd door de sterktes van het andere. Een implementatietraject ontstaat met een 'trigger', die zowel intern als extern kan uitgelokt worden. Na een voorstel om dit aan te pakken volgt een situatieanalyse, wordt het probleem en de doelstelling gekaderd en wordt de innovatie ontworpen en tenslotte ingevoerd. Dit GPS-model voldoet aan de vijf voorwaarden om een veranderingsproces door te voeren, namelijk: visie, vaardigheden, drijfveren, middelen en plan van aanpak. De slaagkans van een succesvolle implementatie van de mobiele app zal hierdoor verhoogd worden. (Vermeulen & Tiemens, 2015)



Figuur 9 | Het GPS-model (Vermeulen & Tiemens, 2015)

12.2 Microniveau

Bij het GPS-model ligt kennis vaak ten grondslag van innovatie. Deze vaak wetenschappelijke kennis is buiten de context waar de implementatie plaatsvindt ontwikkeld en moet vervolgens in de specifieke context toegepast worden. Het doel van dit model is gericht op het anders handelen van de verpleegkundigen. (Vermeulen & Tiemens, 2015) Voorafgaande aan de implementatie van de mobiele app, moet dan ook eerst een kennistest rond zuurstofgebruik bij de COPD-patiënt worden afgenomen (pre-meting). Er wordt gekozen om de pre-meting uit te voeren bij de verpleegkundigen, tewerkgesteld op de afdeling longziekten. Op deze manier krijgt de longarts een realistisch beeld van de kennis rond zuurstoftoediening, op de afdeling longziekten. Deze kennistest zal digitaal worden afgenomen. Om te werken met een plan van aanpak zal tijdens een teamvergadering een terugkoppeling volgen van de testresultaten. Dit geeft ook de gelegenheid om de dienst bijkomend een bijscholing te geven rond hoe de risico's van zuurstoftherapie te voorkomen. Door de resultaten van dit onderzoek te bundelen in een PowerPointpresentatie kunnen de verpleegkundigen overtuigd worden om een nieuwe visie te creëren, wat het implementatieproces ten goede komt. (Vermeulen & Tiemens, 2015) Na de implementatie van de mobiele app dient de kennis van de verpleegkundige halfjaarlijks opnieuw getest te worden om na te gaan of het kennistekort is afgenomen (post-meting). Het is belangrijk de resultaten steeds terug te koppelen naar het team tijdens een teamvergadering. Aan de hand van de testresultaten kan worden bekeken welke bijscholingen er bijkomend nodig zijn om kwaliteitsvolle zorg te verlenen. Op dit moment kan er ook geluisterd worden naar de bezwaren die de verpleegkundigen hebben tegenover het implementeren van de mobiele app. Door de aankondiging te moeten werken met een digitaal platform, kunnen onzekerheden naar boven komen. Deze onzekerheden moeten worden opgevangen door te investeren in trainen van vaardigheden. (Vermeulen & Tiemens, 2015) De training van de digitale vaardigheden kan gebeuren onder leiding van IT-medewerkers, waarbij de focus ligt op de handigheid met het digitale platform. De training van medische kennis die nodig is voor het toedienen van zuurstof bij deze doelgroep, kan geleid worden door de longarts van de afdeling.

Om de verpleegkundigen van de afdeling longziekten te stimuleren om gebruik te maken van de mobiele app, kunnen op de afdeling posters worden opgehangen. Deze posters kunnen fungeren als reminders, die de gevaren van zuurstoftoediening evidence based ondersteunen. De link naar de wetenschappelijke artikels kunnen bijkomend worden vermeld. Door het continu prikkelen van de verpleegkundigen rond de nodige kennis en de gevaren, kan dit mee bijdragen tot een drijfveer om veilige zorg te bekomen door gebruik te maken van de mobiele app. (Vermeulen & Tiemens, 2015) Drie maanden na de implementatie van de mobiele app wordt er een feedbackmoment voorzien, waar er de mogelijkheid is om de voor- en nadelen van de nieuwe tool te bespreken. Er wordt zo voor de verpleegkundigen, longarts en IT-medewerkers een gelegenheid gecreëerd om bij te sturen waar nodig, wat de betrokkenheid van alle partijen ten goede komt.

12.3 Mesoniveau

Kwaliteitsverbetering is een gestructureerd proces waarbij alle leden van het gezondheidszorgteam nodig zijn om verandering teweeg te brengen (Patole, 2015). De zorg voor de zuurstofbehoevende COPD-patiënt gebeurt door de samenwerking van een multidisciplinair team, wat zal leiden tot een verbeterde patiëntenuitkomst (Vermeulen & Tiemens, 2015). Het multidisciplinaire team betrekken bij de implementatie is nodig om de cultuur binnen het ziekenhuis

positief te veranderen, om op deze manier de mobiele app op termijn op alle afdelingen te kunnen inschakelen. Binnen het multidisciplinaire team is de ingesteldheid van de arts erg belangrijk om de implementatie te doen slagen. De literatuur toont aan dat de perceptie van artsen van groot belang is om de kloof tussen kennis en praktijk te dichten. (Cousins et al., 2016) Volgende actoren maken deel uit van het team: verpleegkundige, hoofdverpleegkundige, longarts, IT-medewerker en ziekenhuismanagement. Dit team is verantwoordelijk voor het sensibiliseren en het opleiden van zowel verpleegkundigen als artsen, werkzaam binnen het ziekenhuis. De hoofdverpleegkundige van de afdeling longziekten treedt op als communicatieverantwoordelijke. Zij/ hij is tevens het aanspreekpunt voor verpleegkundigen bij vragen en opmerkingen. De longarts neemt dezelfde verantwoordelijkheid op naar collega-artsen toe. De doelstelling om een veilig zuurstofbeleid te voeren moet gedragen worden door de voorschrijver, de uitvoerder en eveneens door de directie. Tijdens de eerste 3 maanden is het nodig dat het multidisciplinaire team tweewekelijks kort samenkomt om het implementatieproces te evalueren en bij te sturen. Daarnaast is het de taak van het team pre- en postmetingen uit te voeren op de andere afdelingen. Aansluitend worden de verpleegkundigen bijgeschoold in de kennis rond zuurstoftoediening bij de COPD-patiënt.

12.4 Macroniveau

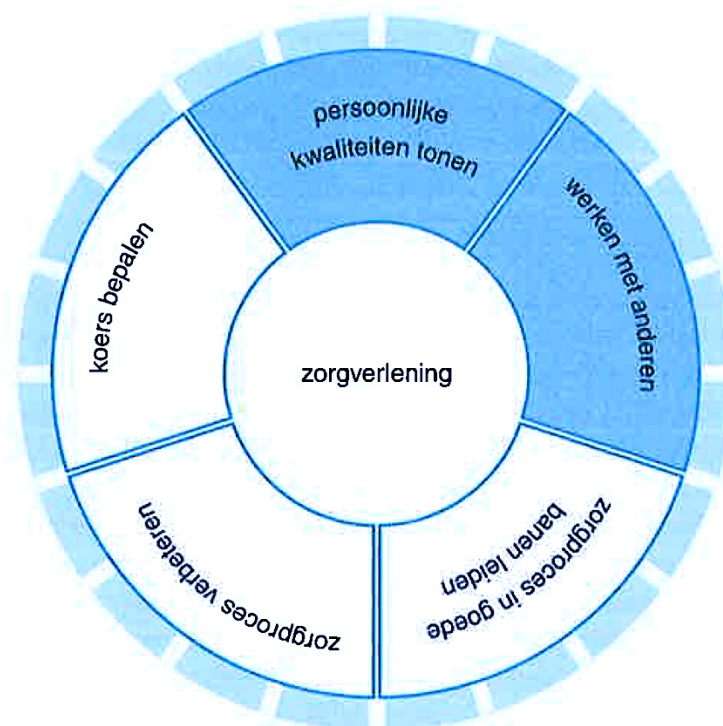
Uit onderzoek blijkt dat eerdere interventies, zoals onder andere het verstrekken van richtlijnen en bewijs uit onderzoek, niet volstaan om de kloof tussen kennis en praktijk te dichten (Cousins et al., 2016). De morbiditeits- en mortaliteitscijfers door foutieve toepassing van zuurstof blijven hoog. Op nationaal vlak zijn er steeds meer initiatieven rond het verbeteren van zorgkwaliteit in Belgische ziekenhuizen. Deze initiatieven worden gecoördineerd door de overheid of uitgevoerd door externe internationale organisaties. Een voorstel is dat er door deze instanties een controle wordt uitgevoerd op het correct toepassen van zuurstof bij de COPD-patiënt in de Belgische ziekenhuizen, naar aanleiding van het bewijs uit onderzoek. Dit kan leiden tot het aanbieden van bijscholingen op grote schaal en het implementeren van een innovatieve oplossing, zoals een digitaal platform als OxyOnPoint. Er kan bekeken worden of er eventuele financiële steun mogelijk is van het departement volksgezondheid. Met subsidies kan er een grootschalig implementatieproces mogelijk zijn om een innovatie verder te brengen in de zorg. Wereld-COPD-dag kan alvast het uitgelezen moment zijn om posters te verspreiden in de ziekenhuizen, als bewustmaking van de risico's die verbonden zijn aan zuurstoftoediening.

Tabel 4 | Implementatie voor mobiele app

GPS-model	Implementatie
<i>Interne trigger</i>	Wens: om een antwoord te vinden op de vraag 'heeft routinematige zuurstoftoediening bij de COPD-patiënt nadelige gevolgen?'
<i>Voorstel</i>	Invoering van een multidisciplinair team: hoofdverpleegkundige afdeling longziekten, verpleegkundigen, longarts en IT-medewerker. Het multidisciplinair team is verantwoordelijk voor het implementatieproces.
<i>Situatieanalyse</i>	Er heerst een kennistekort bij de verpleegkundigen en artsen omtrent het toedienen van zuurstof bij COPD-patiënten met risico op respiratoir falen.
<i>Probleem en doelstelling</i>	Veilig toedienen van zuurstof bij de COPD-patiënt met risico op respiratoir falen.
<i>Product/ innovatie ontwerpen</i>	Implementatie van een mobiele app die een risicoprofiel berekend a.d.h.v verkregen resultaten uit de literatuurstudie en een zuurstofstreefwaardenorm adviseert.
<i>Product / innovatie toepassen</i>	Afdeling longziekten en nadien op andere afdelingen binnen het ziekenhuis.
<i>Evaluatie</i>	<p>Een pre-meting: door een kennistest rond zuurstoftoediening bij de COPD-patiënt met risico op respiratoir falen.</p> <p>Een post-meting: Na de implementatie van de mobiele app dient de kennis van de verpleegkundige halfjaarlijks opnieuw getest te worden om na te gaan of het kennistekort is afgenomen.</p>
<i>Faciliteren</i>	Ziekenhuismanagement.

13 Clinical leadership

Verpleegkundigen spelen een cruciale rol in het leveren van kwalitatief hoogstaande zorg. Om tegemoet te komen aan de huidige uitdagingen van de toenemende eisen in de gezondheidszorg, dienen verpleegkundigen zich te positioneren als clinical leader. Een adequaat gebruik van leiderschap zal bijdragen tot verbetering van de kwaliteit en efficiëntie van de gezondheidszorg. (van Kraaij et al., 2020) Om zich als verpleegkundige te kunnen profileren als leider, is het belangrijk de nodige competenties te beheersen. De 5 domeinen van het nodige competentiekader omvatten het tonen van persoonlijke kwaliteiten, samenwerken met anderen, beheren en verbeteren van diensten, en richting aangeven. Maar het leveren van de hoogste kwaliteit van zorg aan de patiënt staat uiteraard centraal. Het hele concept van werken met dit competentiekader is gebaseerd op gedeeld leiderschap en gedeelde verantwoordelijkheid voor het succes van de kwaliteitsvolle zorg. (Patole, 2015)



Figuur 10 | De 5 domeinen van het Clinical Leadership Competency Framework (Adriaansen & Peters, 2018)

Het leren over management en leiderschap met anderen, voornamelijk bij echte lokale problematieken, helpt een cultuur van wederzijds respect en samenwerking tot stand te brengen (Patole, 2015). Een zorgteam moet daarom geleid worden door een verpleegkundige leider, die de beste leiderschapsstijl hanteert. Er zijn verschillende leiderschapsstijlen toepasbaar, maar er is gerapporteerd dat transformationeel leiderschap goed aansluit bij de verpleegkundige praktijk, die zich richt op de eigenschappen en gedragingen van de leider die nodig zijn om teamleden te bekrachtigen en te motiveren (Collins et al., 2020). Deze manier van aanpak geeft het team het gevoel te werken met een missie en een doel om in staat te zijn om effectief te werken, wat verder gaat dan het ontvangen van een bedankje of een beloning voor effectieve prestaties. Dit is erg relevant voor verpleegkundigen, die vaak voor het beroep kiezen met de gedachtegang om voor anderen te zorgen of om 'iets goeds te doen' voor de mensheid (Collins et al., 2020).

Transformationeel leiderschap is gebaseerd op vier elementen. De focus van het *geïdealiseerde invloed-element* ligt op het beïnvloeden van de volgers, door op te

treden als rolmodel. Geïdealiseerde invloed ontwikkelt vertrouwen, bewondering, respect en vertrouwen. Daarom wordt dit type van leider vaak omschreven als charismatisch, die zijn volgers kan aanmoedigen om te werken aan het bereiken van doelen. Ook door een *inspirerende motivatie* zullen de anderen gestimuleerd worden om nieuwe hoogten te bereiken. Deze motivatie wordt gekaderd door een duidelijke visie te schetsen voor de toekomst, inclusief verbeteringen die kunnen worden doorgevoerd. Effectieve communicatieve vaardigheden zijn hiervoor vereist, zodat de visie duidelijk en overtuigend overkomt. Een derde pijler berust op aandacht voor *intellectuele stimulatie*, waar aanmoedigingen van leren en groei onderstreept worden. Dit aspect verwijst naar het vermogen van de leider om zijn volgers aan te moedigen om innovatief en creatief te zijn in de praktijk en om 'out of the box' te denken. Kritisch denken en oplossen van problemen wordt hierdoor gestimuleerd, wat de volgers in hun kracht kan zetten. Tot slot krijgt ook *individuele aandacht* een plaats in deze leiderschapsstijl, waar bijzondere aandacht wordt besteed aan de behoeften van een individu. De leider moedigt een individu aan en ondersteunt hem om hogere niveaus van prestatie te bereiken. Ondersteuning voor de ontwikkeling van individuele teamleden is een belangrijk onderdeel. De voordelen van transformationeel leiderschap zijn groot. Het is een leiderschapsstijl die gunstig kan zijn in termen van het verbeteren van de gezondheidszorg en zorg. Verpleegkundigen moeten er zich wel bewust van zijn dat deze aanpak ook nadelen kan hebben, zoals emotionele uitputting voor de leider. Ook de vaardigheden om dit leiderschap te ontwikkelen zijn een hele uitdaging (Collins et al., 2020). Deze theorie kan zich vertalen naar het implementatieplan. Om een software-prototype te ontwikkelen zal er gebrainstormd moeten worden met een multidisciplinair team. Zowel arts, verpleegkundigen als IT-medewerkers moeten warm gemaakt worden om een verbetertool op de markt te brengen, om betere zorg bij de zuurstof behoevende patiënt te verlenen. Een transformationele leider wil tot verandering komen en kan botsen tegen de weerstand van de anderen. Een duidelijk uitgewerkt voorbeeld, met een duidelijke visie, kan de weerstand verminderen en ook het kritisch denkvermogen van de andere teamleden stimuleren.

Discussie

Dit onderzoek heeft zoals beoogd een literatuurstudie uitgevoerd die een antwoord geeft op de geformuleerde vraagstelling. Hoewel de diagnostische criteria voor het veilig toedienen van zuurstof duidelijk zijn, is de bepaling van de arteriële bloedgaswaarden vereist om het exacte risico op respiratoir falen te identificeren. Pulsoximetrie daarentegen kan wel een betrouwbaar niet-invasief alternatief zijn.

Tot nu toe zijn er weinig prospectieve gerandomiseerde studies met voldoende kracht gepubliceerd rond zuurstoftoepassingen. De PaO₂-bereiken die worden gebruikt om hypoxemie, normoxie en hyperoxemie te definiëren zijn niet eenduidig. Terwijl in sommige studies een PaO₂ van meer dan 100 mmHg reeds als hyperoxemie wordt omschreven, wordt deze in een andere studie nog binnen het normoxische bereik beschouwd, dat zich uitstrekt tot een PaO₂ van 300 mmHg. Deze waarden vallen niet meer binnen het fysiologisch bereik en kunnen enkel door beademing worden bekomen. (Grensemann et al., 2018) Kunstmatige ventilatie wordt niet besproken in deze bachelorproef. Ook de zuurstofverzadigingsrichtlijnen zijn niet uniform. Zowel de ondergrens als bovengrens worden in verschillende studies anders bekeken. Zo worden er onder andere streefwaarden voor de COPD-patiënt, met verhoogd risico zuurstofgeïnduceerde hypercapnie, geadviseerd tussen 88-92%, maar ook tussen 90-93%. (Grensemann et al., 2018) De bovengrens wordt meestal als 96% omschreven.

Verschillende studies bespreken de noodzaak om arteriële bloedgasanalyses hand in hand te laten gaan met zuurstoftoedieningen (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020; Han et al., 2020; Herren et al., 2017). Bij een geringe klinische verdenking biedt een bloedgasanalyse een grotere nauwkeurigheid bij vermoedelijk hypercapnisch respiratoir falen (Feller-Kopman & Schwartzstein, 2020). De meerwaarde van bloedgasresultaten zijn duidelijk aangetoond, maar het praktisch organiseren van een arteriële punctie op een afdeling is niet evident. Er heerst een hoge werkdruk bij de verpleegkundigen en artsen in een ziekenhuis, waardoor gemakshalve eerder zal gegrepen worden naar pulsoximetrie dan beroep te doen op een arteriële punctie. Ook is aangetoond dat bij, zowel verpleegkundigen als artsen, te weinig kennis is rond zuurstofgebruik, wat zich zal vertalen in het niet tijdig herkennen van de klinische symptomen. (Cousins et al., 2016)

Volgens Grensemann et al., heeft zuurstoftoediening bij de niet-hypoxemische patiënt geen voordelen, en wordt zelfs geassocieerd met een verhoogde mortaliteit of morbiditeit. In deze review, waarin 13 prospectieve gerandomiseerde trials werden geanalyseerd, gaat het enkel over zuurstofbehandelingen op intensieve zorgen en de spoedeisende diensten. Deze bewijslast kan worden doorgetrokken naar het zuurstofbeleid op de andere afdelingen, ondanks de beperking van het onderzoek.

De literatuur geeft richtlijnen over het correct gebruik van de verschillende zuurstoftoepassingsvormen. Er dient opgemerkt te worden dat de richtlijnen ook hier verschillen. Voornamelijk bij het gebruik van het non-rebreathingmasker zijn de richtlijnen niet eenvormig. Zo worden zuurstoftoevoeren van 10-15 l/minuut omschreven, maar ook van 6-10 l/minuut. (Herren et al., 2017; Hoge et al., 2020) Dit kan tot verwarring en gevaren leiden, omdat het risico op het ontwikkelen van CO₂-retentie ernstig toeneemt als de zuurstofstroom lager is dan het ademminuutvolume van de patiënt. De combinatie van het niet kunnen verhogen van het lage tidale volume en een onvoldoende ademhalingsfrequentie kunnen nefast zijn voor de patiënt. Bij het gebruik van een non-rebreathingmasker of het toepassen van hogere zuurstofstromen is het raadzaam om met regelmaat de bloedgaswaarden te bepalen.

Niet-bevochtigde zuurstof biedt volgens studies meer voordelen dan bevochtigde zuurstof bij een lage flow (Wen et al., 2017). Deze uitkomsten zijn volgens de onderzoekers eerder subjectief, aangezien de metingen niet nauwkeurig genoeg

werden uitgevoerd. Ook werd in deze systematische review slechts twee RCT's opgenomen over dit resultaat (Wen et al., 2017). Verder onderzoek is nodig om de verschillen in de werkzaamheid uit te klaren. Ook de luchtvochtigheid in de kamer kan een belangrijke factor zijn. In landen en gebieden met een droger klimaat zou niet-bevochtigde zuurstof tot meer complicaties leiden in vergelijking met bevochtigde zuurstof. Verschillende beperkingen in de geraadpleegde review moeten worden opgemerkt. De meeste geïnccludeerde RCT's werden uitgevoerd in China, wat ongetwijfeld populatieverschillen oplevert. Ook ging het niet specifiek over de COPD-patiënt, maar was dit onderzoek gericht op de volwassenen in het algemeen.

Er is weinig literatuur gevonden over de reeds gebeurde interventies rond foute zuurstoftoedieningen. De bekomen systematische review gaat voornamelijk over het zuurstofvoorschrijfgedrag van de arts. De opgenomen studies hebben het zowel over de aanwezigheid van een voorschrift als over de adequaatheid en geschiktheid van het voorschrijven van zuurstof bij een breed scala van patiëntengroepen. De auteurs stelden vast dat er ondanks weinig verandering in het voorschrijfgedrag toch een verbetering is in de praktijk. (Cousins et al., 2016) Het is duidelijk dat er veel hiaten bestaan in de praktijk, die leiden tot slechte resultaten voor de patiënt. Er heerst een diepgewortelde cultuur van routinematige en ongedefinieerde toediening van zuurstof bij de acute patiënt. Deze cultuur moet veranderen en daarom is verder onderzoek nodig, wat effectieve interventies zou kunnen opleveren. (Cousins et al., 2016) Op basis van deze review werd gekozen voor de toegepaste implementatietool. Omdat eerdere interventies geen blijvend resultaat blijken te hebben, lijkt het beter te kiezen voor een tool die een risicoprofiel berekent, met daaraan de gekoppelde streefwaardengrenzen. Er kan enkel een idee van een mobiele app naar voor gebracht worden, met de nodige parameters die moeten opgenomen worden. Het verder ontwikkelen van de tool zou in een verder stadium kunnen gebeuren. In de tool worden de waarden van DLCO, minder dan 50% en minder dan 30%, opgenomen als parameter. Deze informatie werd bekomen door overleg met een kinesist gespecialiseerd in pulmonaire revalidatie. Er werden hierrond geen wetenschappelijk onderbouwde artikels opgenomen in deze bachelorproef. Raadpleging over kosteneffectiviteit, zowel op micro- meso- als macroniveau zijn niet gebeurd en kunnen dus niet mee opgenomen worden in het implementatieproces.

Conclusie

In België wordt geschat dat ongeveer 680.000 personen lijden aan COPD. Naarmate een COPD-patiënt vordert in zijn ziektestadium zal de nood aan zuurstof tijdens een hospitalisatiefase alleen maar toenemen. Zuurstof is een geneesmiddel dat voor specifieke indicaties moet worden voorgeschreven. Er moet een gedocumenteerd streefbereik voor zuurstofsaturatie zijn en zowel de parameters als reactie van de patiënt moet regelmatig worden gecontroleerd. Bij patiënten met COPD is een restrictief gebruik van zuurstoftherapie aan te bevelen, omdat deze patiënten karakteristiek het risico lopen op hypercapnisch longfalen. De literatuur toont aan dat zuurstof niet mag worden toegediend voor de drempel van 90-92% is overschreden. Bij de patiënt die risico loopt op zuurstofgeïnduceerde hypercapnie ligt de drempel zelfs lager, op 88%. Zodra met een toediening wordt gestart moet de zuurstof worden getitreerd om een SpO₂ binnen doelbereik te houden. De maximale bovengrens ligt voor de meeste patiënten op 96%, waar het 92% is voor de patiënt met kans op hypercapnie. Indien de bovengrens wordt overschreden kunnen schadelijke effecten van hyperoxemie optreden. Hypoxemie moet echter wel worden vermeden, maar ruime toediening van zuurstof aan de COPD-patiënt heeft de neiging het sterftcijfer te verhogen. Het adviseren van een ziekenhuisbrede oxygenatiestrategie is daarom wenselijk.

In het verleden zijn er rond zuurstoftoediening al meerdere interventies toegepast. Er werd al gebruik gemaakt van educatieve sessies, informatieve posters en ziekenhuisrichtlijnen/beleidslijnen, maar zonder blijvend resultaat. Het wegwerken van de diepgewortelde cultuur dat zuurstof onschuldig is, is noodzakelijk en daarom is bijkomend onderzoek nodig.

Als onderdeel van deze bachelorproef werd een prototype van een mobiele app ontwikkeld, om het risicoprofiel van de zuurstofbehoevende COPD-patiënt te berekenen. Na berekening van het profiel zal er een gewenst zuurstofdoelbereik geadviseerd worden, om zo de kans op respiratoir falen te verminderen.

Verder is het aan te bevelen om op microniveau te investeren in een opleiding om het kennistekort bij verpleegkundigen te verminderen. De testvragen die gebruikt worden als pre- en postmeting kunnen mee een beeld scheppen hoe het zit met de kennis op de afdeling. Vervolgens is het belangrijk om een multidisciplinair team op te richten op mesoniveau. Het team dat samengesteld is uit een verpleegkundige, een longarts, IT-medewerker en ziekenhuismanagement kunnen het interventieool bewaken en bijsturen waar nodig. Op deze manier zou de veiligheid van zuurstofgebruik kunnen stijgen. Een digitaal platform ontwikkelen heeft een grote kostenplaat. Daarom kan het van belang zijn deze interventie door te trekken op macroniveau. Kwaliteitscontrole-organisaties kunnen de veiligheid binnen de Belgische ziekenhuizen in kaart brengen, om zo een gezamenlijke, nationale interventie in kaart te brengen, om zo een gezamenlijke, nationale interventie te bekomen, eventueel financieel gesteund door de overheid.

Referentielijst

- Aarts, F. (2020). Lucht geeft lucht. *Nursing*, 26(10), 24-28. <https://doi.org/10.1007/s41193-020-0137-6>
- Adriaansen, M., & Peters, J. (2018). *Leiderschapsontwikkeling van verpleegkundigen*. Bohn Stafleu van Loghum.
- Adriaens, V., & van der Heide, A. (2015). *Zuurstoefoediening in acute situaties*. <https://www.ge-bu.nl/artikel/zuurstoefoediening-in-acute-situaties>
- Allardet-Servent, J., Sicard, G., Metz, V., & Chiche, L. (2019). Benefits and risks of oxygen therapy during acute medical illness: Just a matter of dose! *Rev Med Interne*, 40(10), 670-676. <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2019.04.003>
- Barnes, P. J., Burney, P. G. J., Silverman, E. K., Celli, B. R., Vestbo, J., Wedzicha, J. A., & Wouters, E. F. M. (2015). Chronic obstructive pulmonary disease.
- Bousquet, J., & Khaltaev, N. (2007). *Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory diseases*. World Health Organization.
- Collins, E., Owen, P., Digan, J., & Dunn, F. (2020). Applying transformational leadership in nursing practice. *Nurs Stand*, 35(5), 59-66. <https://doi.org/10.7748/ns.2019.e11408>
- COPDvzw. (2020). *Cijfers over COPD*. COPD vzw. <https://www.copdvzw.be/wat.php>
- Cousins, J. L., Wark, P. A., & McDonald, V. M. (2016). Acute oxygen therapy: a review of prescribing and delivery practices. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 11, 1067-1075. <https://doi.org/10.2147/copd.s103607>
- Dreher, M., Neuzeret, P. C., Windisch, W., Martens, D., Hoheisel, G., Gröschel, A., Woehrl, H., Fetsch, T., Graml, A., & Köhlein, T. (2019). Prevalence Of Chronic Hypercapnia In Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Data From The HOmeVent Registry. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 14, 2377-2384. <https://doi.org/10.2147/copd.s222803>
- Feller-Kopman, D. J., & Schwartzstein, R. M. (2020). The evaluation, diagnosis, and treatment of the adult patient with acute hypercapnic respiratory failure. *UpToDate*.
- Grensemann, J., Fuhrmann, V., & Kluge, S. (2018). Oxygen Treatment in Intensive Care and Emergency Medicine. *Dtsch Arztebl Int*, 115(27-28), 455-462. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0455>
- Han, M. K., Dransfield, M. T., & Martinez, F. J. (2020). Chronic obstructive pulmonary disease: Definition, clinical manifestations, diagnosis, and staging. *UpToDate*.
- Herren, T., Achermann, E., Hegi, T., Reber, A., & Stäubli, M. (2017). Carbon dioxide narcosis due to inappropriate oxygen delivery: a case report. *J Med Case Rep*, 11(1), 204.
- Hogea, S. P., Tudorache, E., Fildan, A. P., Fira-Mladinescu, O., Marc, M., & Oancea, C. (2020). Risk factors of chronic obstructive pulmonary disease exacerbations. *Clin Respir J*, 14(3), 183-197. <https://doi.org/10.1111/crj.13129>
- Krepplein, U., Litterst, P., & Westhoff, M. (2016). [Hypercapnic respiratory failure. Pathophysiology, indications for mechanical ventilation and management]. *Med Klin Intensivmed Notfmed*, 111(3), 196-201. <https://doi.org/10.1007/s00063-016-0143-2> (Hyperkapnisches Atemversagen. Pathophysiologie, Beatmungsindikationen und -durchführung.)
- Mechem, C. C. (2020). Pulse oximetry *UpToDate*.
- Patole, S. (2015). *Management and leadership - A guide for clinical professionals*.
- Pilcher, J., & Beasley, R. (2015). Acute use of oxygen therapy. *Aust Prescr*, 38(3), 98-100. <https://doi.org/10.18773/austprescr.2015.033>
- Rabe, K. F., & Watz, H. (2017). Chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet*, 389(10082), 1931-1940. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)31222-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)31222-9)
- Theodore, A. C. (2020a). Arterial blood gases *UpToDate*.
- Theodore, A. C. (2020b). Measures of oxygenation and mechanisms of hypoxemia. *UpToDate*.

- van Kraaij, J., van Oostveen, C., Vermeulen, H., Heinen, M., Huis, A., Adriaansen, M., & Peters, J. (2020). Nurse practitioners' perceptions of their ability to enact leadership in hospital care. *J Clin Nurs*, 29(3-4), 447-458. <https://doi.org/10.1111/jocn.15105>
- Varmaghani, M., Dehghani, M., Heidari, E., Sharifi, F., Moghaddam, S. S., & Farzadfar, F. (2019). Global prevalence of chronic obstructive pulmonary disease: systematic review and meta-analysis. *East Mediterr Health J*, 25(1), 47-57. <https://doi.org/10.26719/emhj.18.014>
- Vermeulen, H., & Tiemens, B. (2015). Implementatie van evidence based practice. In *Praktische tips voor een complexe verandering*: Bohn Stafleu van Loghum.
- Wen, Z., Wang, W., Zhang, H., Wu, C., Ding, J., & Shen, M. (2017). Is humidified better than non-humidified low-flow oxygen therapy? A systematic review and meta-analysis. *J Adv Nurs*, 73(11), 2522-2533. <https://doi.org/10.1111/jan.13323>

Bijlagen

Bijlage 1: Meest gebruikte toedieningsvormen

Bijlage 2: Kenmerken van de geïnccludeerde studies in de literatuurstudie

Bijlage 3: EWS-systeem

Bijlage 4: Kennistest: pre- en postmeting

Bijlage 5: Mobiele app: berekenen van een risicoprofiel voor de COPD-patiënt

Bijlage 1: Meest gebruikte toedieningsvormen



Neusbril



Mondneusmasker



Non-rebreathing mask



Venturi-masker



360° Smooth Rotatable

Optiflow

Bijlage 2: Kenmerken van de geïnccludeerde studies in de literatuurstudie

Bijlage 3: EWS-systeem

Score	3	2	1	0	1	2	3
Ademhalingsfrequentie (p/min)	<7			9-20	21-30	31-35	>35
Saturatie	<85	85-89	90-92	>92			
Temperatuur	<34	34-34,9	35-35,9	36-37,9	38-38,9	>38,9	
Systolische bloeddruk (mmHg)	<70	70-79	80-99	100-199		>199	
Hartfrequentie	<30	30-39	40-49	50-99	100-109	110-129	>129
Bewustzijn, reactie bij:				alert	op aanspraak	pijnprikkel	buiten bewustzijn

Bijlage 4: Kennistest: pre- en postmeting

Stelling: zuurstoftoediening bij de COPD-patiënt is vrij onschuldig en houdt weinig risico's in.

- Ja
- Neen

Vraag: heeft het profylactisch toedienen van zuurstof aan de COPD-patiënt zonder hypoxemie voordelen?

- Ja
- Neen

Vraag: heeft elke COPD-patiënt een even groot risico op hypercapnisch longfalen?

- Ja
- Neen

Vraag: vanaf wanneer is de grens van CO₂ in de arteriële bloedgasanalyse overschreden?

- 35 – 45 mmHg
- 45 – 50 mmHg
- 22 – 28 mmHg

Vraag: heeft een COPD-patiënt met een BMI 30 en bijkomende OSAS meer risico op CO₂-retentie dan een COPD-patiënt met een BMI 30 zonder OSAS?

- Ja
- Neen

Stelling: de nauwkeurigheid van de pulsoximetrie daalt wanneer de SaO₂ lager is dan 90%?

- Ja
- Neen

Vraag: plaatsing van een sensor op dezelfde extremiteit waar zich een bloeddrukmanchet of een arteriële lijn bevindt kan een foutieve meting geven bij de pulsoximetrie?

- Ja
- Neen

Kruis aan: de indicaties voor het meten van arteriële bloedgassen zijn..

(Meerdere antwoorden kunnen juist zijn):

- Bij een acute exacerbatie.
- Een FEV₁ minder dan 50%.
- Wordt standaard genomen bij een COPD-patiënt die wordt opgenomen.
- Wanneer de patiënt een lage perifere zuurstofsaturatie van bv. minder dan 92% heeft.

Vraag: wat zijn de streefwaarden van zuurstofverzadiging bij de COPD-patiënt met risico op hypercapnisch longfalen?

- 90 – 95%
- 94 – 98%
- 88 – 92%

Vraag: neuscanules zijn de meest gebruikte methode om zuurstof toe te dienen. Wat is de zuurstofflow per minuut voor deze toedieningsvorm?

- 0 – 6 liter
- 5 – 10 liter
- 0 – 3 liter

Bijlage 5: Mobiele app: berekenen van risicoprofiel voor de COPD-patiënt

