

---

---

TITEL..

Projektrapport 6. semester

---

---

Skrevet af  
Gruppe 17gr6403





6. Semester  
School of Medicine and Health  
Sundhedsteknologi  
Fredrik Bajers Vej 7A  
9220 Aalborg

Titel: XXXXXXXX

Tema:

Design af sundhedsteknologiske systemer

Projektperiode:

P6, Foråret 2017

Projektgruppe:

17gr6403

Medvirkende:

Birgithe Kleemann Rasmussen

Linette Helena Poulsen

Maria Kaalund Kroustrup

Mads Kristensen

Synopsis:



Vejleder:

Hovedvejleder: Lars Pilegaard Thomsen

Sider:

Bilag:

Afsluttet: XX/05/2017

*Offentliggørelse af rapportens indhold, med kildeangivelse, må kun ske efter aftale med forfatterne.*

# Forord og læsevejledning

---

## Forord

Dette bachelorprojekt er udarbejdet af gruppe 17gr6403 på 6. semester Sundhedsteknologi ved Aalborg Universitet i perioden 1. februar 2017 til 30. juni år 2017. Projektet tager udgangspunkt i det overordnede tema "Design af sundhedsteknologiske systemer" og projektforslaget "Udvikling af KOL patientens nye bedste ven - den smarte KOL trænings-app!", som er stillet af Lars Pilegaard Thomsen.

\*\*\* MÅSKE SKRIVE LIDT MERE \*\*\*

Vi vil gerne takke hovedvejleder Lars Pilegaard Thomsen for vejledning og feedback gennem hele projektperioden.

## Læsevejledning

Projektet er delt op i to dele, herunder problemanalyse og en problemløsning. I problemanalysen analyseres der på baggrund af den opstillede problemstilling, hvor problemløsningen omhandler analyse, design, implementering og test af et system. Der er udarbejdet et metodeafsnit til hver del, som beskriver den anvendte metode i afsnittet. De to dele afsluttes med en syntese i kapitel X, der indeholder diskussion, konklusion samt perspektivering. Dette efterfølges af litteraturliste og bilag.

I dette projekt anvendes Vancouver-metoden til håndtering af kilder. De anvendte kilder nummereres fortløbende i kantede parenteser. I litteraturlisten ses kilderne, der eksempelvis er angivet med forfatter, titel og årstal. Forkortelser i rapporten er første gang skrevet ud, efterfulgt af forkortelsen angivet i parentes. Herefter anvendes forkortelsen fremadrettet i rapporten.

Rapporten er udarbejdet i L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, og appen er udviklet i Netbeans.

# Indholdsfortegnelse

---

<b>Kapitel 1 Indledning</b>	<b>1</b>
1.1 Initierende problemstilling . . . . .	1
<b>Kapitel 2 Metode</b>	<b>2</b>
2.1 Videnindsamling . . . . .	2
2.2 Opbygning af rapporten . . . . .	2
<b>Kapitel 3 Problemanalyse</b>	<b>4</b>
3.1 Kronisk obstruktiv lungesygdom . . . . .	4
3.1.1 Patologier . . . . .	4
3.1.2 Symptomer . . . . .	6
3.1.3 Diagnose . . . . .	6
3.1.4 Behandling . . . . .	8
3.1.5 Livskvalitet . . . . .	8
3.2 Rehabilitering . . . . .	9
<b>Litteratur</b>	<b>10</b>
<b>Bilag A Bilag</b>	<b>11</b>
A.1 Lungernes anatomi og fysiologi . . . . .	11
A.1.1 Ventilation . . . . .	11
A.1.2 Respiration . . . . .	11

# Kapitel 1

## Indledning

---

\*\*\*\* SLET IKKE BEGYNDT \*\*\*\*

KOL er på nuværende tidspunkt den tredje hyppigste dødsårsag på verdensplan[WHO]. Dertil er der i Danmark ca. 430.000 patienter med KOL med en årlig mortalitet på 3.500 patienter, hvilket gør KOL til den fjerde hyppigste dødsårsag i Danmark[basisbogen].

\*\*\*\* SLET IKKE BEGYNDT \*\*\*\*

### 1.1 Initierende problemstilling

*Hvordan er diagnosticeringen og behandlingen af patienter med kronisk obstruktiv lungesygdom og hvilke rehabiliteringsmuligheder kan tilbydes?*

# Kapitel 2

## Metode

---

Der er indsamlet litteratur for at opnå tilstrækkelig viden i forhold til at udvikle et hjælpemiddel til KOL patienter i rehabiliteringsfasen. Der er primært anvendt sekundær litteratur, herunder fagbøger eller analyse af problemstillinger, der er relevante i forhold til den initierende problemstilling. Derudover er der anvendt AAU-modellen til opbygning af rapporten, hvilket har medvirket til at få en struktureret opbygning af denne.

### 2.1 Videnindsamling

Der er anvendt struktureret og ustruktureret søgning for at opnå tilstrækkelig viden. Den ustrukturerede søgning er anvendt for at skabe en grundlæggende viden før projektskrivningen påbegyndes. Denne søgning foregik på Google og AUB, hvor mindre artikler samt medicinske beregner har skabt en grundlæggende viden om KOL. Den strukturerede søgning er anvendt til at besvare problemstillingen for projektet. Den strukturerede søgning kan gøres ved brug af en model, hvor der er en fast struktur, som gentages for hver søgning. Til den strukturerede søgning er anvendt AUB, PubMed med flere.

### 2.2 Opbygning af rapporten

Rapporten er opbygget efter AAU-modellen som tager udgangspunkt i et initierende problemstilling, som er udarbejdet på baggrund af de spørgsmål der opstår gennem indledningen. Herefter belyses problemstillingen i problemanalysen, som indledes af metodeafsnit, herunder videnindsamling og rapportopbygning. Efter problemanalysen opsummeres de vigtigste pointer som leder frem til problemformuleringen. Projektet afgrænses i problemformulering til den primære patientgruppe. Der kan ske ændringer i denne på grund af ny videnindsamling. Opbygningen af rapporten fremgår af 2.1.



**Figur 2.1:** Opbygning af rapport ud fra AAU-modellen.

# Kapitel 3

## Problemanalyse

---

### 3.1 Kronisk obstruktiv lungesygdom

Kronisk obstruktiv lungesygdom (KOL) er en kronisk inflammatorisk proces, der resulterer i gradvist nedsat lungefunktion. Den kroniske inflammation opstår i luftvejene og lungevævet, hvilket forårsager, at bronkiernes vægge ødelægges og/eller luftvejene forsnævres.[1] Lungens anatomi og fysiologi er beskrevet i bilag A.1.

Definitionen af KOL beskrives ved ratioen mellem forceret ekspiratorisk volumen i et sekund (FEV1) og forceret vitalkapacitet (FVC). FEV1 måles ud fra, hvad der udåndes i det første sekund efter en maksimal indånding. FVC er udtryk for, hvad der udåndes efter en maksimal indånding målt i liter. Ved tilfælde af KOL er FEV1/FVC under 70 % af den forventede lungekapacitet.

Der er flere disponerende faktorer til KOL heriblandt skadelige partikler samt gasser, miljøpåvirkninger og genetiske faktorer. Den hyppigste årsag til KOL er rygning, som fremskynder tab af lungefunktion.[1, 2, 3] Foruden rygning kan miljøpåvirkninger have betydning for udviklingen af KOL. Opvækst i et dårligt miljø vil kunne påvirke barnets lunger til ikke at udvikle sig som de skal, hvilket kan resultere i en lavere FEV1. Dertil vil et dårligt arbejdsmiljø kunne medvirke til en accelererende reduktion i FEV1, der ligeledes kan øge risikoen for KOL. [2]

KOL udvikles over mange år, dog vil patienten ikke bemærke sygdommen før end lungefunktionen er markant nedsat. Dette betyder, at KOL og dens symptomer som regel først kommer til udtryk efter 50 års-alderen[4]. Dette kan betyde, at patienter først opsøger en læge, når deres lungefunktion er halveret [3].

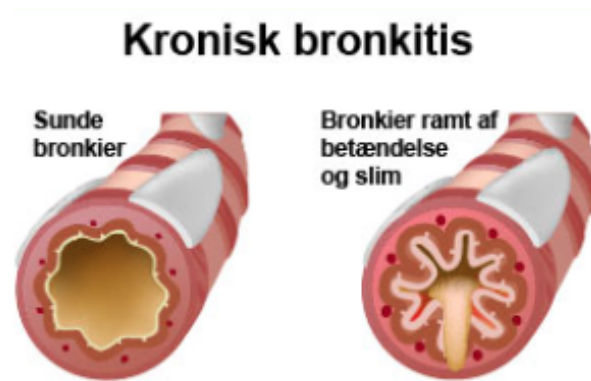
#### 3.1.1 Patologier

KOL er beslægtet med to patologier, herunder kronisk bronkitis og emfysem. KOL-patienter lider ofte af begge patologier, men omfanget af disse kan variere fra patient til patient. Patienter med overvejende kronisk bronkitis er af typen 'blue bloater', mens patienter med overvejende emfysem er af typen 'pink puffer'. [1, 5]

#### Kronisk bronkitis

Kronisk bronkitis er luftvejsinflammation med øget slimproduktion og bakteriel infektion og er illustreret på 3.1. Bronkierne i slimhinden er beskadiget, hvilket medfører en øget slimproduktion. Derudover er antallet af cilia mindsket, hvormed transport af slim og støvpartikler fra bronkierne til svælget begrænses, hvorfor der opstår bakterielle infektioner. Yderligere er slimhinden fortrykket, hvilket medvirker til forsnævring af små og store bronkier. [6, 7].



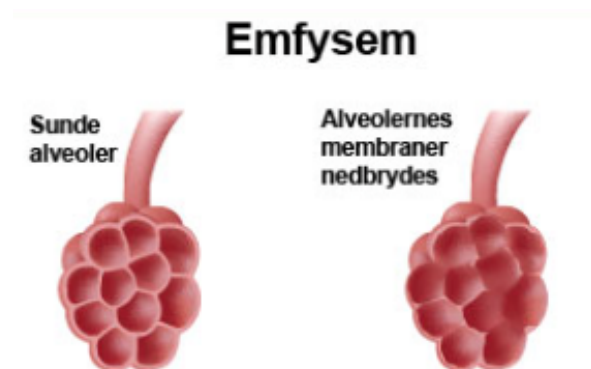


**Figur 3.1:** Til venstre ses en sund bronkie, mens der til højre ses en bronkie, der er ramt af betændelse og slim. <sup>1</sup> [9]

Symptomerne er langvarig irritation af luftvejene med vedvarende hoste og slimproduktion. Patienter med overvejende kronisk bronkitis betegnes blue bloater. Disse patienterne har ofte lungeinfektioner om vinteren, cor pulmonale <sup>2</sup> og har type 2 respirationssvigt <sup>3</sup>. Den dårlige ilttilførsel til ekstremiteter og huden samt læber vil medvirke til at disse bliver blålig, hvorfor disse patienter omtales blue bloater. [5]

### Emfysem

Emfysem karakteriseres ved lunge destruktion, dannelse af lunge bullae, tab af elastisk rekyl/tilbageatrækning og hyperinflation. En illustration af dette kan ses på 3.2. Emfysem skyldes at lungernes volumen er øget grundet beskadiget lungevæv, herunder destruktion af elastiske fibre og nedbrydning af væggene i de små lungeblærer. Dette medfører til at overfladen, som lungen har til rådighed ved luftudvekslingen med blodet mindskes, hvorved små bronkier kan klappe sammen og derved lukke under ventilation.[8, 9]



**Figur 3.2:** Til venstre ses en sund alveole, mens der til højre ses en alveole, hvor membranen er nedbrudt. <sup>4</sup> [9]

Symptomerne er forpustethed ved let aktivitet, lidt hoste og slim, som kan udvikle sig til anstrengt vejrtrækning og lufthunger ved let aktivitet. Patienter med overvejende emfysem

<sup>2</sup>FiXme Note: udtryk for tryk belastet og med tiden dilateret, hypertrofisk og dårlig fungerende højre ventrikel, hvormed der ikke pumpes ilt rundt i kroppen.

<sup>3</sup>FiXme Note: Type 2: lav O<sub>2</sub> høj CO<sub>2</sub>

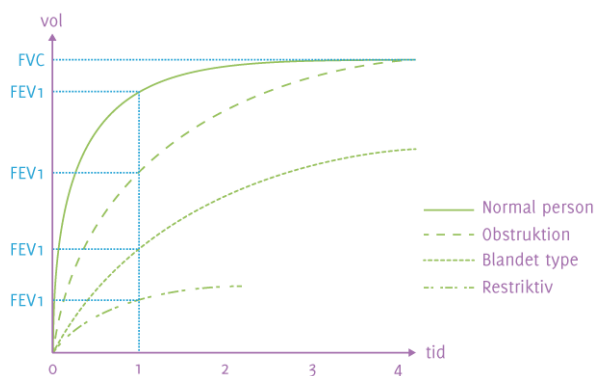
betegnes ofte pink puffer. Disse patienter har ofte kakeksi <sup>5</sup>, tøndeformet brystkasse og har type 1 respirationssvigt <sup>6</sup>. Ved vejrtrækning vil patienternes kroppe blive pustet op og huden vil blive rødlig, hvorfor disse patienter omtales pink puffer.[5]

### 3.1.2 Symptomer

Symptomer på KOL er åndenød ved fysisk aktivitet og hoste, der kan være med ekspektoration, som hos de fleste KOL patienter er klart eller hvidt. Der kan være tendens til hyppige eksacerbationer, hvor der kan opleves øget åndenød samt hoste, der afviger fra normalen. Under eksacerbationer kan ekspektoratet desuden blive grønt eller gulligt.[1] Eksacerbationer er tilfælde, hvor KOL-patienters tilstand forværres akut, hvilket kræver behandling. Symptomerne herunder opleves som øget åndenød, hoste samt ekspektoration og øget purulens. Denne tilstand skyldes ofte infektioner med bakterier, hvilket udgør ca. 50 % af tilfældene. Derudover kan virale infektioner samt luftforurening resultere i at KOL-patienter oplever eksacerbationer.[1, 3] KOL er foruden de nævnte symptomer ofte forbundet med psykiske faktorer, såsom koncentrationsbesvær, social isolation samt depression og angst. Dertil er KOL ofte også forbundet med vægttab samt muskeltab, perifere ødemer og kardiovaskulære sygdomme. [3? ]

### 3.1.3 Diagnose

Ved mistanke om KOL undersøges lungefunktionen ved spirometriundersøgelser, hvor FEV1 og FVC måles. Patienten foretager en maksimal inspiration, hvorefter FEV1 er den volumen, som udåndes i det første sekund af en forceret eksspiration. Denne værdi giver information om hastigheden, hvormed lungerne tømmes. FVC er en indikator for lungevolumen. Som tidligere nævnt vil obstruktivt nedsat lungefunktion ses ved en FEV1/FVC-ratio på under 70 % af den forventede værdi. Der udføres desuden en reversibilitetstest for at sikre, at patienten ikke lider af astma. Her gives patienten broncodilatorer, som hos astmapatienter vil forbedre spirometrimålingen.[1? ]



**Figur 3.3: Spirometrimåling** \*\* MANGLER TEKST\*\* MIDLERTIDIGT BILLEDE \*\*

Foruden lungefunktionsundersøgelser måles BMI, og der tages røntgen af thorax, EKG-målinger og blodprøver [? ]. Med tiden kan symptomerne på KOL forværres, og der skal mindre fysisk aktivitet til for at udløse åndenød. [1]

<sup>5</sup>FiXme Note: alvorlig afmagring eller vægttab med tydelige tegn på nedbrydning af muskelmasse og fedtvæv

<sup>6</sup>FiXme Note: Type 1:lav O2 og normal CO2

### Klassifikation af KOLs sværhedsgrad

Til vurdering af patientens symptomer anvendes blandt andet patienten egne erfaringer og vurderinger i forhold til livskvalitet med hensyn til sygdommens påvirkning i dagligdagen. Hertil anvendes Medical Research Council åndenødsskala (MRC) og COPD assessment test (CAT).

MRC-skalaen er en skala fra 1-5, hvor patienten vurderer mængden af aktivitet, der kan udføres i forhold til åndenød, der opleves. Skalaen kan ses på 3.4, hvor 1 svarer til, at patienten først oplever åndenød under meget anstrengelse, og 5 svarer til, at patienten oplever åndenød ved meget lav aktivitet.

MRC	
1	Jeg får kun åndenød, når jeg anstrenger mig meget.
2	Jeg får kun åndenød, når jeg skynder mig meget eller går op ad en lille bakke.
3	Jeg går langsommere end andre på min egen alder, og jeg er nødt til at stoppe op for at få vejret, når jeg går frem og tilbage.
4	Jeg stopper op for at få vejret efter ca. 100 m eller efter få minutters gang på stedet.
5	Jeg har for megen åndenød til at forlade mit hjem, eller jeg får åndenød, når jeg tager mit tøj på eller af.

**Figur 3.4:** MRC-skala \*\* MANGLER TEKST\*\* MIDLERTIDIGT BILLEDE \*\* [1]

CAT-scoren opnås ud fra patientens egne vurderinger af symptomer, såsom slim i lunger, hoste og åndenød. Patienten vurderer symptomerne fra 0 til 5. Jo højere den samlede score er, des værre vurderes symptomerne af patienten. [1]

Sværhedsgraden af KOL klassificeres af Dansk Selskab for Almen Medicin (DSAM) ud fra retningslinjer opstillet af the Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Hertil kan patienterne inddeles i fire forskellige kategorier; A, B, C og D, afhængig af antal eksacerbationer det seneste år, MRC, CAT-score samt lungefunktionstest.[3] En inddeling af kategorierne kan ses på 3.5 .

	Få symptomer	Mange symptomer	
Høj risiko	C	D	≥ 2 eksacerbationer pr. år eller indlæggelse pga. KOL eller FEV1 < 50 % af forventet
Lav risiko	A	B	0-1 eksacerbation pr. år og FEV ≥ 50 % af forventet
	MRC 1-2 CAT < 10	MRC ≥ 3 CAT ≥ 10	

**Figur 3.5:** CAT \*\* MANGLER TEKST\*\* MIDLERTIDIGT BILLEDE \*\* [1? ]

Sværhedsgraden af KOL kan også klassificeres udelukkende ud fra spirometrimålinger. Sværhedsgraderne inddeles i fire GOLD-stadier, som kan ses af 3.6.

Sværhedsgrad	FEV1 værdi i % af forventet
GOLD 1 Mild	$\geq 80 \%$
GOLD 2 Moderat	$50 \% \leq \text{FEV1} < 80 \%$
GOLD 3 Svær	$30 \% \leq \text{FEV1} < 50 \%$
GOLD 4 Meget svær	FEV1 < 30 % eller FEV1 < 50 % og respirationssvigt

**Figur 3.6:** GOLD-stadier \*\* MANGLER TEKST\*\* MIDLERTIDIGT BILLEDE \*\* [1? ]

### 3.1.4 Behandling

Den eneste mulighed for at forhindre, at lungefunktionstab accelererer yderligere, er ved rygestop eller ved ophør af eksponering af/til (?) den faktor, der er årsag til sygdommen. Behandlingen af KOL kan inddeles i non-farmakologisk og farmakologisk. Non-farmakologisk behandling kan indebære hjælp til rygestop, eksempelvis ved brug af nikotinpræparater og gratis kommunale rygestopvejledninger. Det anbefales, at patienter med en MRC på 3 eller over udfører fysisk aktivitet som rehabilitering, og patienter med en BMI under 20 bør desuden deltage i ernæringsrådgivning. Patienter med sekretproblemer kan efter behov anvende CPAP (continuous positive airway pressure) eller PEP-fløjte (positive expiratory pressure), enten i hjemmet eller på sygehus. Den farmakologiske behandling består af bronkodilaterende inhalationsbehandling, som afhænger af graden af KOL. Yderligere kan antiinflammatorisk behandling gives til patienter med hyppige eksacerbationer. [1]

### 3.1.5 Livskvalitet

Prognosen for KOL-eksacerbation efter indlæggelse er der en dødelighed på næsten 10 % i løbet af den første måned. Dødstallet ligger på omkring 64 per 100.000 per år for mænd og 54 per 100.000 per år for kvinder. Hastigheden hvormed sygdommen progredierer for KOL patienter er specielt afhængig af, om patienten ophører med rygning og/eller eksponering til den udløsende faktor, og det er derfor vigtigt at få en tidlig diagnosticering, således at patienten hurtigt kan få hjælp og dermed få så god en prognose som muligt. [3] Et studie af har vist, at KOL patienter, der er i stadie 4 i GOLD-klassificeringen, har lav funktionalitet og livskvalitet, som bliver værre med tiden og ved fremkomst af flere symptomer til sygdommen. [? ]

Der er en række komorbiditeter, som hyppigt ses hos KOL patienter, som desuden kan have en negativ påvirkning på patienternes livskvalitet og prognose. Ved årskontroller bør patienten tjekkes for de hyppigste komorbiditeter; hjerte-kar-sygdomme, type-2 diabetes, osteoporose, lungecancer, muskelsvækkelse samt angst og depression. Nogle af komorbiditeterne kan skyldes, at åndenød har medført et nedsat fysisk aktivitetsniveau og dermed svage perifere muskler. Desuden har rygning og generelt dårlig livsstil også betydning for udviklingen af disse komorbiditeter. [3] Psykiske komorbiditeter, ofte i form af depression og angst, har en øget forekomst hos patienter med en FEV1 værdi på under 50 % af den forventede værdi,

svarende til en GOLD-klassificering på 3-4. Desuden kan angst og depression udløses ved diagnosen af KOL. Den øgede risiko for psykiske lidelser skyldes, at KOL kan medføre social isolation og tab af sociale relationer, skyldfølelse, usikkerhed med hensyn til fremtiden mm. [3] Fysisk aktivitet, rehabilitering samt non-farmakologisk og farmakologisk behandling har positiv effekt på nogle har disse komorbiditeter. [3]

## 3.2 Rehabilitering

Pulmonary rehabilitation er en måde at forsøge at reducere symptomer forbundet med KOL. KOL-patienter kan henvises til et rehabiliteringsforløb gennem egen læge eller fra et hospital [abotekrehabilitering]. Varigheden af rehabiliteringen er anbefalet til at forløbe over en 8 ugers periode, for således at rehabiliteringen har nogen gavnlige effekt [? ]. Rehabiliteringen kan give patienten bedre mulighed for deltagelse i hverdagen. Såfremt at patientens tilstand tillader det, anbefales rehabilitering til de fleste KOL-patienter, og omhandler typisk tobaksafvænning, fysisk træning, patientuddannelse, træning af dagligdagsaktiviteter og ernæringsvejledning. [? ? ] [sundkol2015,]

Individuel rehabilitering anses som værende fundamental for KOL-patienter, hvor forløbet tilpasses ift. patientens behov med henblik at opnå det bedste udbytte af rehabiliteringen [? ? ] [sundkol2015]. Ligeledes vurderes rehabiliteringen på baggrund af graden af KOL, da KOL er en heterogen sygdom. Dette betegnes ud fra, at KOL fremkommer i flere grader/variationer samt med varierende progression [? ].

Tobaksafvænning er, som beskrevet i afsnit XX (Linettes), et relevant element ift. at begrænse udviklingen af sygdommen, og bevare mest mulig lungefunktion. Gennem motionen, der udføres under rehabiliteringen, bliver patienten bedre til at benytte den resterende lungefunktion, samt opnå et bedre fysisk funktionsniveau [sundkol2015]. Træningen ville ligeledes modvirke eventuelle følger ved KOL, da motion øger muskelfunktionen samt udsætter træthed, hvilket medfører forøget aktivitetstolerance [? ]. Dog kan motion resultere i åndenød hos nogen KOL-patienten, der kan forstærkes, hvis patienten påvirkes af angst som følge af åndenøden. For KOL-patienten kan frygten for angsten, betyde vedkommende afholder sig fra fysisk aktivitet, der endvidere kan give en progredierende svækkelse i tolerancen af fysisk aktivitet [? ] [sundKOL2015]. Den fysiske svækkelse kan endvidere resultere i, at patienten bliver socialt isoleret. [sundkol2015]

Et led i rehabiliteringen er ligeledes, at patienten opnår viden indenfor sygdomshåndtering, der omhandler kendskab og forebyggelse til sygdommen, livsstilsændringer og håndtering af eksacerbationer [? ] [sundKOL2015]. Her fokuseres bl.a. på de gavnlige effekter ved rygestop og regelmæssig motion, samt hvornår og hvordan evt. medicin skal indtages. Patienten vil yderligere blive introduceret til energibesparende strategier og vejtrækningsøvelser [? ] [sundkol2015].

I Danmark kan patienter henvises fra sygehuslæge eller egen læge til et rehabiliteringsforløb i et sundhedscenter eller på et hospital. Rehabiliteringsforløbene varer typisk 7-8 uger, hvor KOL-patienter møder til træning 1-2 gange om ugen. De resterende dage vil patienten træne hjemmefra. [lunge.dk/rehabilitering] Såfremt at frekvensen og intensiteten er den samme, vil effekten være tilsvarende uanset om træningen foretages ude eller hjemme [GOLD]. Opfølgninger kan foretages efter afslutning af rehabiliteringsforløbet, for at undersøge om patienten efterfølgende opretholder de gavnlige effekter [lunge.dk/rehabilitering].

# Litteratur

---

- [1] Pernille Hauschildt and Jesper Ravn. *Basisbogen i Medicin og Kirurgi*. 2016.
- [2] Fernando D. Martinez. Early-Life Origins of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Asthma and Airway Disease Research Center, University of Arizona, Tucson.*, 2016.
- [3] Dansk Selskab for Almen Medicin. KOL. 2016. URL <http://vejledninger.dsam.dk/kol/?mode=visKapitel{&}cid=942{&}gotoChapter=942>.
- [4] Peter Lange. Kronisk obstruktiv lungesygdom. *Sygdomsleksikon*, 2015. URL <http://www.apoteket.dk/Sygdomsleksikon/SygdommeEgenproduktion/Kroniskbronkitis-KOLRygerlunger.aspx>.
- [5] Healthguidances. Are You A Pink Puffer or A Blue Bloater. 2016. URL <http://www.healthguidances.com/pink-puffer-vs-blue-bloater/>.
- [6] Ejvind Frausing. Kronisk bronkitis. *Lungeforeningen*, 2011. URL <https://www.lunge.dk/kronisk-bronkitis>.
- [7] The Editors of Encyclopædia Britannica. Bronchitis. *Encyclopædia Britannica*, 2016. URL <https://global.britannica.com/science/bronchitis>.
- [8] Ejvind Frausing. Emfysem. *Lungeforeningen*, 2011. URL <https://www.lunge.dk/emfysem>.
- [9] John Flaschen-Hansen. Emphysema. *Encyclopædia Britannica*, 2008.
- [10] Frederic H. Martini and Others. *Fundamentals of Anatomy & Physiology*. 2012. ISBN 978-0-321-70933-2.
- [11] Olav and others Sand. *Menneskets anatomi og fysiologi*. 2008. ISBN 9788712042983.

## Bilag

---

### A.1 Lungernes anatomi og fysiologi

Kroppens to lunger er omgivet af thorax og ligger i thoraxhulen. Thorax består af sternum og de ydre og indre interkostal muskler, herunder thorakal hvirvlerne, ribbenene samt musklerne mellem ribbenene. Halsmusklerne udgør loftet og diafragma udgør gulvet af sternum. De forskellige muskler og diafragma benyttes under ventilation. [10, 11]

#### A.1.1 Ventilation

Ventilation beskriver transport af luft frem og tilbage mellem atmosfæren og lungealveolerne. Luften bevæger sig fra områder med højt tryk til områder med lavt tryk. Det atmosfæriske tryk ændres ikke under normale omstændigheder, hvorfor det er variationer i trykket i alveolerne, der sørger for transporten af luft. Trykket skabes ved at lungerne udvides og presses sammen, herved bliver alveoletrykket lavere eller højere end det atmosfæriske tryk, hvilket medfører inspiration eller eksspiration. [10, 11]

#### Inspiration

Inden inspiration er alle interkostal musklerne afslappede og alveoletrykket er det samme som det atmosfæriske tryk, hvilket betyder at der ikke strømmer luft gennem luftvejene. Ved inspiration udvides thoraxhulen, som medvirker til at trykket inde i lungen falder, hvormed lungerne udvider sig. Kontraktion af interkostal musklerne øger volumen i både bredden og dybden. Diafragma trækker sig sammen medfører at thoraxhulens volumen øges. Halsmusklerne hæver ribbenene, hvilket yderligere medvirker til øget volumen af thoraxhulen. Når inspirationen er afsluttet afslappes interkostal musklerne igen.[10, 11]

#### Eksspiration

Eksspiration sker når alveoletrykket inde i lungerne er større end det atmosfæriske tryk uden for. For at udligne trykket presses diafragma op mod sternum, interkostal musklerne trækker sig sammen, hvormed ribbene trækkes nedad. Dette medfører at lungernes volumen mindskes. Eksspirationen fortsættes indtil trykforskellen mellem det atmosfæriske tryk og alveoletrykket er udlignet. [10, 11]

#### A.1.2 Respiration

Respirationssystemet består af et øvre og et nedre. Det øvre respirationssystem består af næsen, næsehulen, paranasal sinuser fx notter en gruppe af fire parrede luftfyldte rum, der omgiver næsehulen, herunder kæbehulerne, frontale bihuler, ethmoidale bihuler, sphenoidal

bihuler. og svælget. Det nedre respirationssystem indeholder larynx, trachea, bronkier, bronkioler og lungealveoler. [10, 11]

### **Transport af ilt**

Ilten indtages i det øvre respirationssystem gennem næsen eller munden, herefter transporteres luften gennem trachea, hvor den deler sig i to hovedbronkier. Hovedbronkierne deler sig igen i mindre og mindre bronkier, hvor de til sidst ender i alveoler. Disse har udposninger yderst, kaldet bronkioler, og er omgivet af lungekapillærer. Alveolevæggen er tynd, hvilket medvirker til at ilten kan diffundere over i blodet gennem lungekapillærer, hvorved blodet iltes og kan transporteres ud i musklerne. Modsat kan affaldsstoffet, kuldioxid, trænge fra blodet over i alveolerne, hvorved det kan udskilles ved eksspiration.[10, 11]