

---

---

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</b>	<b>Indledning</b>	<b>1</b>
1.1	Initierende problemstilling . . . . .	1
<b>Kapitel 2</b>	<b>Metode</b>	<b>2</b>
2.1	Vidensindsamling . . . . .	2
2.2	Opbygning af rapporten . . . . .	2
<b>Kapitel 3</b>	<b>Problemanalyse</b>	<b>4</b>
3.1	Kronisk obstruktiv lungesygdom . . . . .	4
3.1.1	Symptomer . . . . .	5
3.1.2	Diagnose . . . . .	5
3.1.3	Behandling . . . . .	7
3.1.4	Prognose . . . . .	8
3.2	Rehabilitering . . . . .	8
3.2.1	Rehabiliteringsforløbet . . . . .	9
<b>Litteratur</b>		<b>10</b>
<b>Bilag A</b>	<b>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 \*\*\*\*

KOL udvikles over mange år, dog vil patienten ikke bemærke sygdommen førend 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].

### 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 AAU-modellen anvendt med henblik på at opnå en struktureret opbygning.

### 2.1 Vidensindsamling

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 begreber har skabt en grundlæggende viden og forståelse om KOL. Den strukturerede søgning er anvendt til at besvare problemstillingen for projektet. Til denne søgning er der anvendt AUB, PubMed med flere. For at få fast struktur over søgning, således denne kan gentages for hver søgning er der udarbejdet en model for søgningen. Et eksempel på dette fremgår af ??.<sup>1</sup>

Ord	Ordliste
KOL	KOL, Kronisk obstruktiv lungesygdom osv.

### 2.2 Opbygning af rapporten

Rapporten er opbygget efter AAU-modellen, som fremgår af 2.1, som tager udgangspunkt i et initierende problemstilling, som er udarbejdet på baggrund af de spørgsmål der opstod gennem indledningen. Herefter belyses problemstillingen i problemanalysen, som indledes af metodeafsnit, herunder vidensindsamling 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 vidensindsamling. .

---

<sup>1</sup>FiXme Note: denne tabel er blot en idé i forhold til at dokumentere vores litteratursøgning



**Figur 2.1:** Opbygning af rapport ud fra AAU-modellen. <sup>2</sup>

Efter problemafgrænsningen belyses metoder til at besvarelse af problemformuleringen, hvor problemløsningen efterfølgende vil analyseres, design, implementeres og testes. Til sidst diskuteres, konkluderes og perspektiveres problemløsningen og problemformuleringen i syntesen.

# Kapitel 3

## Problemanalyse

---

### 3.1 Kronisk obstruktiv lungesygdom

Kronisk obstruktiv lungesygdom (KOL) er en kronisk inflammatorisk sygdom, 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] KOL er beslægtet med to patologier, herunder kronisk bronkitis og emfysem. KOL-patienter oplever ofte begge patologier, men omfanget af disse varierer fra patient til patient.[1, 5]

Kronisk bronkitis er luftvejsinflammation, hvor 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. [6, 7]. Patienter med overvejende kronisk bronkitis betegnes blue bloater. Disse patienter har ofte lungeinfektioner, cor pulmonale og har type 2 respirationssvigt. Cor pulmonale betegner en trykbelastet og med tiden udvidet hypertrofisk samt dårlig fungerende højre ventrikel. Type 2 respirationssvigt betegner et lavt iltniveau og højt indhold af kuldioxid. Den dårlige ilttilførsel til ekskrementer, huden samt læber vil medvirke til, at huden bliver blålig, hvorfor disse patienter omtales blue bloater. [5]

Emfysem karakteriseres ved lunge destruktion, dannelse af lungeblærer, tab af elastisk tilbagetrækning og hyperinflation. 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 lungerne har til rådighed ved luftudvekslingen mindskes, hvorved små bronkier kan klappe sammen og derved lukke under ventilation.[8, 9] Patienter med overvejende emfysem betegnes pink puffer. Disse patienter har ofte kakeksi, tøndeformet brystkasse og har type 1 respirationssvigt. Kakeksi er betegnelsen for alvorlig afmagring eller vægttab med tydelige tegn på nedbrydning af muskelmasse og fedtvæv. Type 1 respirationssvigt opnås ved lavt iltniveau og normal indhold af kuldioxid. Ved vejrtrækning vil patienters krop blive pustet op og huden vil blive rødlig, hvorfor disse patienter omtales pink puffer.[5]

Definitionen af KOL beskrives ved ratioen mellem forceret eksspiratorisk 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 en indikator for lungenvolumen målt i liter. Ved tilfælde af KOL er FEV1/FVC under 70 % af den forventede lungekapacitet. [1]

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 lungefunktionen.[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 ordentligt, 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] Dette betyder, at en lav eller en accelererende reduktion af FEV1 vil mindske FEV1/FVC-ratioen.

### 3.1.1 Symptomer

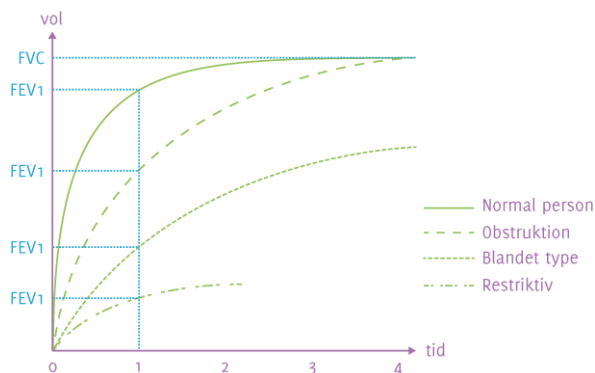
KOL udvikles over mange år, dog bemærkes sygdommen ofte ikke før lungefunktionen er markant nedsat. Dette betyder, at KOL og dens symptomer som regel først kommer til udtryk efter 50 årsalderen[4]. Dette kan betyde, at patienter først opsøger en læge, når deres lungefunktion er halveret [3].

Symptomer på KOL opleves som åndenød og hoste ved fysisk aktivitet. Hosten er ofte med ekspektoration, som hos de fleste patienter er klart eller hvidt.[1] Derudover er der en tendens til hyppig eksacerbationer, hvilket er tilfælde, hvor KOL-patienters tilstand forværres akut og kræver behandling. Symptomerne hertil opleves som øget åndenød, hoste samt grønt eller gulligt ekspektoration og øget purulens. Denne tilstand skyldes ofte infektioner med bakterier, hvilket udgør ca. 50 % af tilfældene.[1, 3]

Der er en række komorbiditeter, som hyppigt ses hos KOL-patienter, som desuden kan have en negativ påvirkning på patienters livskvalitet og prognose. Derfor bør patienter regelmæssigt tjekkes for de hyppigste komorbiditeter, såsom kardiovaskulære 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 samt vægttab. Desuden har tobakrygning og generelt dårlig livsstil ligeledes 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. Den øgede risiko for psykiske lidelser skyldes, at KOL kan medføre social isolation og tab af sociale relationer, skyldfølelse, usikkerhed i forhold til fremtiden. [3]

### 3.1.2 Diagnose

Ved mistanke om KOL undersøges lungefunktionen ved spirometriundersøgelser, hvor FEV1 og FVC måles. Af figur 3.1 ses spirometrimålinger for henholdsvis patienter med normal, obstruktiv og restriktiv nedsat lungefunktion samt en kombination af disse.[1? ]



**Figur 3.1:** Spirometrimålinger for patienter med normal, obstruktiv og restriktiv nedsat lungefunktion samt patienter med kombineret obstruktiv og restriktiv nedsat lungefunktion.

Det fremgår af figur 3.1, at der ved obstruktiv og restriktiv nedsat lungefunktion er et fald i FEV1 samt lungefunktionen. Der udføres desuden en reversibilitetstest for at sikre, at

patienten ikke lider af differentialdiagnosen astma. Disse patienter gives broncodilatorer, som hos astmapatienter vil forbedre spirometrimålingen, mens lungefunktionen for KOL-patienter forbliver uændret.[1?] For at undersøge KOL og komobiditeter, som er forbundet med KOL undersøges foruden lungefunktionsundersøgelser BMI, røntgen af thorax, EKG-målinger og blodprøver [? ].

### Klassifikation af KOLs sværhedsgrad

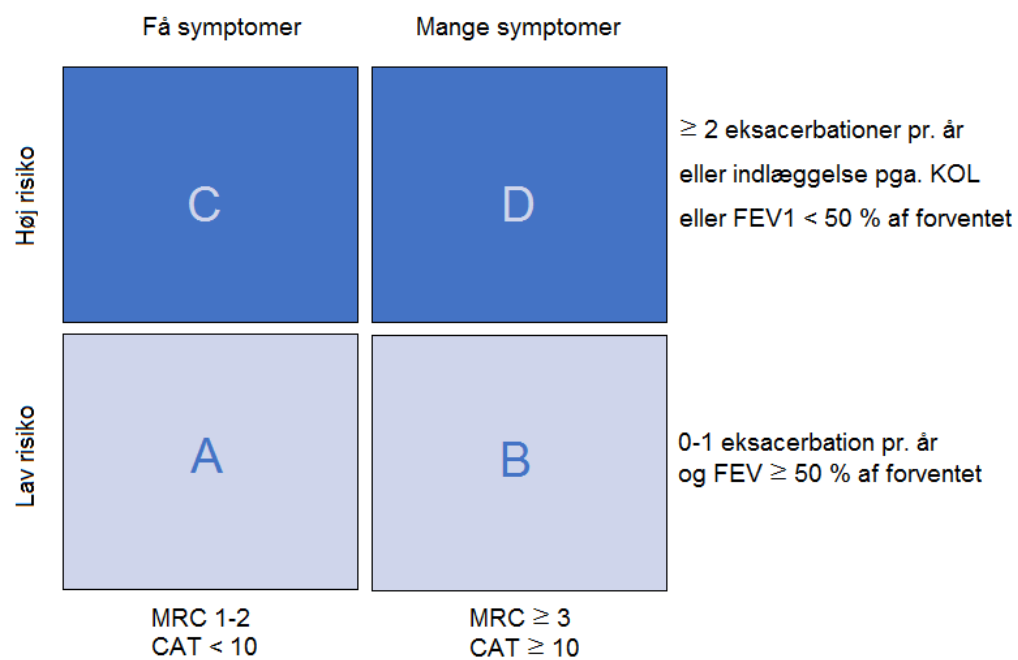
Diagnosen af KOL vurderes på baggrund af patienters symptomer, egne erfaringer og livskvalitet. Dette vurderes ud fra Medical Research Council åndenødsskala (MRC) og COPD assessment test (CAT). Patienter kan efterfølgende inddeles i klassifikationer med udgangspunkt i MRC og CAT eller ved spirometrimålinger alene.[1]

MRC-skalaen er en skala fra 1-5, hvor patienter vurderer mængden af aktivitet, som de kan udfører i forhold til åndenød. Skalaen fremgår af figur 3.2, hvor 1 svarer til, at patienter først oplever åndenød ved meget anstrengelse, og 5 svarer til, at patienter oplever åndenød ved meget lav fysisk aktivitet. [1]

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.

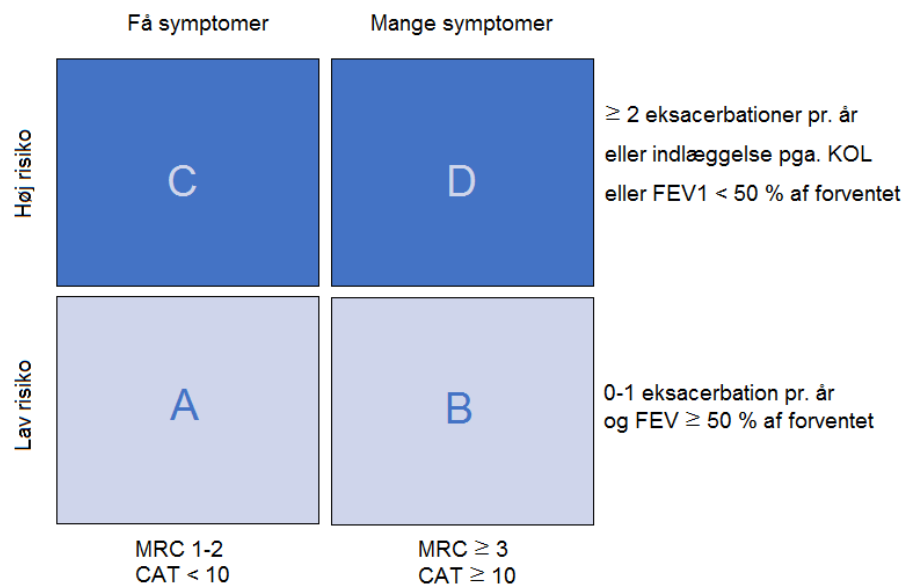
**Figur 3.2:** MRC er en skala fra 1-5. Patienter, der oplever åndenød ved meget anstrengelse vurderes som 1, mens patienter der oplever åndenød ved lav aktivitet vurderes som 5.

En anden metode til at vurdere symptomerne ved KOL er CAT-skema, hvor symptomerne vurderes fra 0 til 5. 0 vurderes til, at patienter ingen symptomer har. Jo højere den samlede score er, desto værre vurderes patienters symptomer. Af figur 3.3 ses CAT-skema til vurdering af symptomer.[1, 3]



**Figur 3.3:** \*\*\* MANGLER FIGUR\*\* + TEKST

Ud fra MRC-skalaen eller CAT-skamet samt lungefunktionstest og antallet af eksacerbationer det seneste år kan KOL-patienter kategoriseres. Patienterne kategoriseres i fire forskellige kategorier; A, B, C og D, hvor D er patienter i høj risiko. Kategoriseringen fremgår af figur 3.4.



**Figur 3.4:** KOL-patienter kategoriseres i fire kategorier herunder A, B, C og D. A og B inddeles i lav risiko, mens C og D er i høj risiko.

Udover ABCD-kategoriseringen kan sværhedsgraden af KOL udelukkende bestemmes ud

fra spiometrimålinger. Sværhedsgraden er klassificeret af Dansk Selskab for Almen Medicin (DSAM) ud fra retningslinjer opstillet af the Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Lungefunktion vurderes på baggrund af FEV1 i % af den forventede lungekapacitet, hvoraf det inddeles i fire stadier. Disse fremgår af figur 3.5.

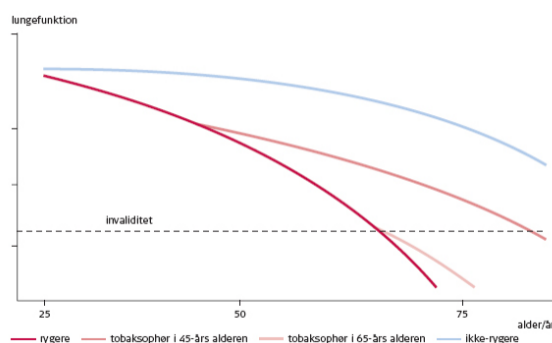
GOLD	
SVÆRHEDSGRAD	FEV1 VÆRDI I % AF FORVENTET
1 GOLD Mild	$\geq 80 \%$
2 GOLD Moderat	$50 \% \leq \text{FEV1} < 80 \%$
3 GOLD Svær	$30 \% \leq \text{FEV1} < 50 \%$
4 GOLD Meget svær	FEV1 < 30 % eller FEV1 < 50 % og respirationssvigt

**Figur 3.5:** GOLD er inddelt efter sværhedsgraderne 1-4 herunder mild, moderat, svær og meget svær. Patienter, der har over 80 % af forventet lungekapacitet klassificeres som 1 GOLD mild, mens patienter med under 30 % eller over 50 % af forventet lungekapacitet samt respirationssvigt, klassificeres som 4 GOLD meget svær.

### 3.1.3 Behandling

Da KOL er en kronisk lungesygdom er det ikke muligt at helbrede KOL-patienter. Dog er det muligt at bremse udviklingen af KOL samt lindre symptomerne, hvilket kan opnås ved tobakafvænning, fysisk aktivitet, kostvejledning og medicin.

Da den tabte lungefunktionen ikke kan genvindes, rådes patienterne til tobakophør hurtigst muligt for således at bibeholde den nuværende lungefunktion. Det fremgår af figur 3.6, hvordan tobak kan påvirke lungefunktionen over tid.



**Figur 3.6:** Fletcher-kurve, som viser faldet af FEV1 over tid for henholdsvis rygere, ikke-rygere og rygere med tobaksophør i 45- og 65-årsalderen.[3]

Det ses af figur 3.6, at tobak medvirker til et accelererende tab af FEV1, og dermed udsigt til kortere levetid. På trods af tobaksophør genoprettet FEV1 ikke, dog bremses accelererende tab af FEV1 til det normale aftag.[3]

KOL-patienter med sekretproblemer tilbydes desuden continuous positive airway pressure (CPAP) eller positive expiratory pressure (PEP-fløjte) og bronkodilaterende inhalationsbehandling efter behov og ud fra graden KOL. Yderligere kan antiinflammatorisk behandling gives til patienter med hyppige eksacerbationer. [1]

### 3.1.4 Prognose

KOL-patienter med eksacerbationer har efter indlæggelse en dødelighed på næsten 10 % i løbet af den første måned. Dødeligheden ligger på omkring 64 per 100.000 per år for mænd og 54 per 100.000 per år for kvinder. Udviklingen, hvormed sygdommen progredierer for KOL-patienter er specielt afhængig af, hvorvidt patienter ophører eksponering til den udløsende faktor for eksempel tobaksophør. Det er derfor vigtigt at få en tidlig diagnosticering således, at patienter hurtigt kan få hjælp. [3]

## 3.2 Rehabilitering

Da KOL er kronisk lungesygdom, hvorved den tabte lungefunktion ikke kan genoprettes, tilbydes KOL-patienter rehabilitering med henblik på at mindske deres symptomer.

I Danmark henvises KOL-patienter til rehabilitering fra praktiserende læge eller hospital. Rehabilitering forløber typisk over 8 ugers periode på et sundhedscenter eller på et hospital. KOL-patienter møder til træning 1-2 gange om ugen, de resterende dage vil patienten kunne udføre de fremviste øvelser hjemme. [?] [lunge.dk/rehabilitering]

Individuel rehabilitering anses som værende fundamental for KOL-patienter, hvor forløbet tilpasses i forhold til patienternes behov med henblik på at opnå det bedste udbytte af rehabiliteringen [?] [sundkol2015]. Ligeledes vurderes rehabiliteringen på baggrund af graden af KOL, da KOL fremkommer i flere grader samt med varierende progression [? ].

Rehabiliteringen kan give patienter bedre mulighed for deltagelse i hverdagen, såfremt patienters tilstand tillader det. [?] [?] [sundkol2015] Opfølgninger kan foretages efter rehabiliteringsforløb er afsluttet, for at undersøge om patienter opretholder de gavnlige effekter. [lunge.dk/rehabilitering]

### 3.2.1 Rehabiliteringsforløbet

Rehabiliteringsforløbet fokuserer på tobaksafvænning, fysisk træning, kendskab til sygdommen samt ernæringsvejledning. [?] [?] [sundkol2015]

Tobaksafvænning er, som beskrevet i afsnit 3.1.3, et relevant element i forhold til at begrænse udviklingen af sygdommen og bevare mest mulig lungefunktion. Den fysiske træning, der udføres under rehabiliteringen, medvirker til, at patienter kan opnå et bedre udbytte af den resterende lungefunktion, samt opnå et bedre fysisk funktionsniveau [sundkol2015]. Træningen vil ligeledes modvirke eventuelle følger ved KOL, da fysisk træning øger muskelfunktionen samt udsætter træthed, hvilket medfører forøget aktivitetstolerance [? ]. Dog kan den fysiske træning resultere i åndenød hos KOL-patienter, der kan forstærkes, hvis patienter påvirkes af angst som følge af åndenød. Dette kan betyde, at KOL-patienter afholder sig fra fysisk træning på grund af frygten for angst. [?] [sundKOL2015].

Et led i rehabiliteringen er ligeledes, at patienter opnår viden indenfor sygdomshåndtering, der omhandler kendskab til og forebyggelse af sygdommen, livsstilsændringer samt håndtering af eksacerbationer [?] [sundKOL2015]. Her fokuseres blandt andet på de gavnlige effekter ved tobaksophør og regelmæssig fysisk aktivitet, samt hvornår og hvordan eventuel medicin skal indtages. Patienten vil yderligere blive introduceret til energibesparende strategier og vejtrækningsøvelser [?] [sundkol2015].

# 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]