

Abkürzungsverzeichnis

AMV	Atemminutenvolumen
ASS	Acetylsalicylsäure
AZ	Allgemeinzustand
BE	Base Excess
BGA	Blutgasanalyse
bpm	beats per minute
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COPD	chronic obstructive pulmonary disease/Chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CPAP	continuous positive airway pressure (kontinuierlich positiver Atemwegsdruck)
CT	Computertomographie
EKG	Elektrokardiogramm
EZ	Ernährungszustand
Hb	Hämoglobin
HCO ₃	Bikarbonat
Hct	Hämatokrit
HF	Herzfrequenz
HZV	Herzzeitvolumen
ICR	Intercostalraum/Zwischenrippenraum
LAE	Lungenarterienembolie
mmHg	Millimeter-Quecksilbersäule
NA	Notarzt
NIV	non invasive ventilation (Nicht-invasive Beatmung)
O ₂	Sauerstoff
pCO ₂	Kohlenstoffdioxidpartialdruck
ph	pondus hydrogenii (Konzentration an Wasserstoff-Ionen)
pO ₂	Sauerstoffpartialdruck
PSP	primärer Spontanpneumothorax
PVK	Periphere Venenverweilkanüle
RR	Riva Rocci (Blutdruck)
SpO ₂	peripher gemessene Sauerstoffsättigung
STEMI	ST-Hebungsinfarkt
TEE	Transösophageale Echokardiographie
TTE	Transthorakale Echokardiographie
TVT	Tiefe Venenthrombose
ZNA	Zentrale Notaufnahme

Zum Einsatz des Lehrbriefs

Lehrbriefe haben ihren Ursprung im Fernunterricht. Sie handeln nicht einfach den Lernstoff zu einem bestimmten Thema ab, sondern möchten es dem Lernen ermöglichen, sich ein Thema selbständig zu erarbeiten und sich somit im je individuellen Tempo optimal auf eine Prüfung vorzubereiten.

Unsere neue Reihe »Einsatz Notaufnahme« möchte allen, die eine Weiterbildung in der Notfallpflege absolvieren oder sich anderweitig auf den Einsatz in einer Notaufnahme vorbereiten *komprimiert, präzise und prägnant* mit den notwendigen Themengebieten vertraut machen.

Neben dem prägnanten Lernstoff zu einem Thema finden Sie folgende didaktische Elemente in unseren Lehrbriefen, die Ihnen das selbständige Verinnerlichen des Lernstoffs erleichtern:

Definitionen

Hier werden Fachbegriffe erläutert.

Infoboxen

Hier wird Hintergrundwissen prägnant zusammengefasst.

Fallbeispiele

Hier werden typische Fälle aus der Praxis veranschaulicht.

Lernzusammenfassung

Erfolgt immer am Ende eines Kapitels.

Reflexionsfragen

Stehen am Ende des Lehrbriefs und ermöglichen die selbständige Abfrage prüfungsrelevanten Wissens.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß und Erfolg beim Erarbeiten des folgenden Lehrbriefs zur Dyspnoe.

Dieser Lehrbrief gehört:

Name, Vorname

Institution

Aus-/Weiterbildungsmaßnahme

1 Definition

Als Dyspnoe bezeichnet man die erhöhte Atemarbeit des Organismus, zu welcher es infolge von Hypoxie oder Hyperkapnie kommt. Diese wird häufig als unangenehm oder sogar lebensbedrohend empfunden. Begriffe wie »Lufthunger« oder »Angst zu Ersticken« werden von den PatientInnen oft in Verbindung mit ihrem Zustand gebracht. Etwa 7,4 % aller PatientInnen in Notaufnahmen klagen über Dyspnoe in ihren verschiedenen Formen (Mockel et al., 2013).

Dyspnoe kann sich von leichter Mehrarbeit der Atmung bis zur Orthopnoe zeigen, bei welcher die PatientInnen i. d. R. nicht mehr fähig sind, ohne Einsatz der gesamten Atemhilfsmuskulatur dem Atembedürfnis nachzukommen.

Orthopnoe bezeichnet die schwerste Form der *Dyspnoe*, in welcher PatientInnen nicht mehr fähig sind zu liegen und das Sprechen schwerfällt. Die gesamte Atemhilfsmuskulatur aktiviert sich.

Für die Dyspnoe kommen verschiedene Ursachen in Frage, auf welche wir nachfolgend in diesem Lehrbrief eingehen werden. Die Dyspnoe stellt häufig nur das Symptom dar. Je nach Ausmaß und Schweregrad bedarf schon die Dyspnoe einer therapeutischen Intervention, während die Ursache zeitgleich behandelt werden muss.

Dyspnoe lässt sich nach ihren Schweregraden einteilen:

- Ruhedyspnoe: erhöhte Atemarbeit mit Atemfrequenzen über 20/min.

- Belastungsdyspnoe: Dyspnoe beim ersteigen von Treppen oder leichter körperlicher Aktivität.
- Orthopnoe: Schwerste Dyspnoe in welcher Liegen nicht mehr möglich ist.
- Sprechdyspnoe: Aufgrund der Luftnot ist kein flüssiges Sprechen mehr möglich, selbst kurze Sätze müssen unterbrochen werden.

Fremdanamnestisch als auch durch Angabe des Patienten kann mithilfe der BORG-Skala eine numerische Einteilung des Schweregrades erfolgen.

Tab. 1: BORG-Skala (Borg, 1974)

Grad	Bewertung der Anstrengung
0	Keine Atemnot
0,5	Kaum wahrnehmbare Atemnot
1	Sehr milde Atemnot
2	Milde Atemnot
3	Mäßige Atemnot
4	Mäßig schwere Atemnot
5	Schwere Atemnot
6	
7	Sehr schwere Atemnot
8	
9	Sehr sehr schwere Atemnot
10	Maximale Atemnot (Orthopnoe)

Eigene Notizen

2 Fallbeispiel

Frau K., 64 Jahre, 160 cm und 47 kg, wird durch den Rettungsdienst in Notarztbegleitung in Ihre ZNA gebracht. Sie selbst rief den Rettungsdienst, da sie seit dem Morgen über zunehmende Dyspnoe klagt. Durch ihre COPD GOLD IV kennt sie solche Symptome. Nachdem sie das Rauchen beendet hat, ging es ihr auch deutlich besser, sodass sie ihre Medikation vorgestern weggeschmissen hat. Seit heute Morgen ging es ihr nun deutlich schlechter.

Frau K. lebt allein in einer Einrichtung für betreutes Wohnen, da sie aufgrund ihres geminderten Allgemein- (AZ) und Ernährungszustandes (EZ) nicht mehr in der Lage ist die Dinge des täglichen Lebens autonom zu verrichten.

Im Rahmen der Betreuung wird ihr bereits seit mehreren Jahren täglich Essen geliefert und die Haushaltsführung übernommen. Körperpflege muss Frau K. selbst vornehmen.

Beim Erstkontakt um 12:20 Uhr sitzt die Patientin vorgebeugt auf der Trage und erhält 8 l/min O₂ über eine High-Flow-Maske. Beim Atmen zieht sie die Schultern hoch und stützt sich an den Seiten der Trage ab.

Während der Notarztübergabe zeigen sich stabil folgende Vitalzeichen:

- HF: 115 bpm
- RR: 104/69 mmHg
- SpO₂: 88 %

Der Notarzt berichtet von der Auffindesituation im Sessel der Patientin und fährt mit seiner Übergabe fort:

Tab. 2: SAMPLER-Fallbeispiel

SAMPLER	Fallbeispiel
Symptoms	Dyspnoe, Hypoxämie, Tachykardie
Allergies	Keine
Medication	<ul style="list-style-type: none"> • ASS 100 1-0-0 • Salbutamol Inh. 1-1-1 • Symbicort 1-0-1 • Sildenafil 30 mg 0-0-1
Past medical history	COPD GOLD IV, Aortenklappenstenose, Z. n. Stemi 2005 u. 2016, Asthma
Last oral intake	Brötchen mit Fleischwurst und Senf, drei schwarze Kaffee um 10:00 Uhr

SAMPLER	Fallbeispiel
Events	Evtl. ausgelassene Einnahme der pulmonalen Medikation
Risk Factors	Ex-Raucher (43 PY*) seit dem 21. Lebensjahr

* 1 PY (Pack year – Packungsjahr) = 1 Schachtel Zigaretten pro Tag, ein Jahr lang).

Der Notarzt beaufsichtigte lediglich den Transport. Frau K. erhielt eine PVK und 500 ml balancierte Vollelektrolytlösung durch den NA.

Nach dem Umlagern erneuern Sie die Überwachung und entnehmen arteriell Blut für eine Blutgasanalyse. Nach langen 1½ Minuten druckt das Gerät folgende BGA aus:

- PH: 7,247
- pCO₂: 78 mmHg
- pO₂: 53 mmHg
- HCO₃: 43 mmol
- BE: -8 mmol
- Hb: 15,5 g/dl
- Hct: 46 %

Die erste Untersuchung von Frau K. fällt schwer, da Frau K. zunehmend unruhiger wird, aber mit Feingefühl erheben Sie folgende Daten:

- Beidseits ein leichter expiratorischer Stridor.
- Fingernagelprobe + > 4 Sek.
- Minimale Zyanose der Zunge und der Ohrläppchen.

Nach der Erstversorgung und der Stabilisierung entscheiden Sie sich im Team dazu, Frau K. nichtinvasiv CPAP atmen zu lassen. Nach anfänglicher Unruhe können sie Frau K. durch pflegerische Zuwendung beruhigen und ermöglichen es ihr so, ruhig die NIV zu tolerieren. Trotz der ruhigen Atmung unter der Maske verbessern sich die Blutgase nicht und Frau K. wird wieder zunehmend tachykard, tachypnoeisch und scheint deutlich mehr Dyspnoe zu verspüren. Ihre Auskultation der Lunge ergibt ein vermindertes Atemgeräusch der re. oberen Lunge.

Eigene Notizen

3 Symptome

Frau K. zeigt neben der Dyspnoe als Leitsymptom, noch weitere Symptome, die uns Aufschluss über die genauere Ursache und ihren aktuellen Zustand geben.

Das auffälligste Symptom ist die Dyspnoe, die bereits als Orthopnoe benennbar ist (Aufrecht sitzend, Einsatz der Atemhilfsmuskulatur).

Ursächlich für die Dyspnoe kommen mehrere Faktoren in Frage.

- Veränderungen der luftleitenden Strukturen (► Kap. 4.1–4.5).
- Veränderungen des Gasaustausches bzw. der Gasdifusion (► Kap. 4.7–4.11).
- Kardiale Erkrankungen, welche die Perfusion und Oxygenierung des Organismus beeinträchtigen (► Kap. 4.10).
- Anämie, wodurch es zu einem verminderten Sauerstoffangebot kommt (► Kap. 4.11).
- Psychosomatische Gründe (► Kap. 4.12).

Frau K. besitzt die obstruktiven Grunderkrankungen

- COPD,
- Asthma,
- kardiale Erkrankungen,
- Aortenklappenstenose und
- eine eingeschränkte Pumpfunktion n. STEMI,

welche nicht nur ein Lungenödem (► Kap. 4.10) erzeugen können (Störung des Gasaustausches), sondern auch eine Verschlechterung der Oxygenierung begünstigen, wodurch eine Zunahme der Dyspnoe zu erwarten ist.

Frau K. weist einen *Stridor* in der Expiration auf, was auf eine Verengung innerhalb der unteren Atemwege hindeutet. Dies passt zu der COPD und dem Asthma. Durch das Auslassen ihrer Medikation bleibt die Weitung der Bronchien aus. Die Luft, welche aufgrund der Atemarbeit mit hoher Geschwindigkeit durch die jetzt verengten Atemwege fließt, erzeugt einen Pfeifton.

Ein *Stridor* – Pfeifton – in der Expiration deutet auf eine Verengung der unteren Atemwege (Bronchiolen) hin (dann auch als Giemen bezeichnet). Während ein Stridor in der Inspiration auf eine Verengung der oberen Atemwege (Pharynx, Trachea, Segmentbronchien) hindeutet.

Frau K. weist außerdem eine *Zyanose* der Zunge und der Ohrläppchen auf, welche durch die niedrige Sauerstoffsättigung bedingt ist. Hier muss man die zentrale von der peripheren Zyanose unterscheiden.

Eine **zentrale Zyanose** ist symptomatisch für einen Sauerstoffmangel und somit ein Oxygenierungsproblem, da sich das weniger gesättigte Blut hier an Stellen mit dünner Haut durchscheinend zeigt (Zunge, Schleimhäute, Ohrläppchen).

Eine **periphere Zyanose** ist symptomatisch für ein verringertes HZV und somit für ein Perfusionsproblem, da der angebotene Sauerstoff durch das langsam fließende Blut stärker abgeschöpft wird. Dies zeigt sich in einer Blaufärbung der Akren (Nase, Finger, Lippen). Dies nennt man auch »Akrozyanose«.

Demnach zeigt Frau K. eine zentrale Zyanose. Dies deckt sich mit den Vitalparametern, welche noch für ein ausreichendes HZV aber für eine schlechtere Sättigung des Blutes sprechen.

Bei der **Fingernagelprobe** drücken Sie für wenige Sekunden das Nagelbett ein, bis dieses seine rosige Färbung verliert. Die Rotfärbung der Haut kehrt bei guter Hämodynamik innerhalb von 2–3 Sekunden zurück (Rekapillarierungszeit) (Brand et al., 2017, S. 194).

Der Finger von Frau K. benötigt allerdings mehrere Sekunden, um wieder seine rosige Farbe zu erhalten. Dies spricht für eine schlechtere Perfusion in der Peripherie und für eine beginnende Zentralisation des Kreislaufes. Da die Vitalparameter von Frau K. bereits zu einer Hypotonie und einer Tachykardie neigen, reicht das HZV nicht mehr aus, um die Peripherie ausreichend zu perfundieren.

Frau K. besitzt aufgrund ihrer Vorerkrankungen gleich mehrere Faktoren, welche eine Dyspnoe auslösen und verstärken können. Neben den obstruktiven Grunderkrankungen (COPD und Asthma) können die kardialen Erkrankungen Einfluss auf die pulmonalen Gefäße nehmen und infolgedessen auch die Funktion des Lungengewebes beeinflussen.

Eigene Notizen

4 Symptomorientierte Grundlagen

Um nachfolgend die Dyspnoe als Symptom und somit ihre verschiedenen Ursachen zu verstehen, befassen wir uns zuerst grundlegend mit der Anatomie und der Physiologie der Atemwege und des Atmens.

Die Atemwege können in die zwei Teile, obere und untere Atemwege eingeteilt werden. Die oberen Atemwege dienen vornehmlich der Reinigung, Anfeuchtung und Erwärmung der einströmenden Luft. Die unteren

Atemwege setzen diese Funktion fort und erst gegen Ende, in den Alveolen und den direkt vorgelagerten Bronchiolen, kommt es zum Gasaustausch.

Zu den oberen Atemwegen zählen die Nase, der Mund sowie der Naso- und Oropharynx.

Zu den unteren Atemwegen zählen der Larynx, die Trachea, Bronchien und schlussendlich der Ort des Gasaustausches, die Alveolen (► Abb. 1).

4.1 Obere Atemwege

Die oberen Atemwege beginnen mit der Nase, je nach Atemmuster auch dem Mund, führen sich über den Naso- und Oropharynx fort bis zum Larynx. Neben der Riechfunktion, angesiedelt in der Riechschleimhaut unterhalb der Siebbeinplatten, sorgt die Schleimhaut der

oberen Atemwege mittels ihres Flimmerepithels für eine Säuberung der Atemluft von groben Partikeln und erwärmt diese auf möglichst 37°C sowie eine Luftfeuchtigkeit von annähernd 100 %.

4.2 Untere Atemwege

Mit der Trachea beginnen die unteren Atemwege. Diese hat beim durchschnittlichen Erwachsenen eine Länge von 10–12 cm und beträgt im Durchmesser 20–25 mm.

Da es sich bei der Trachea um einen Schlauch aus Weichteilgewebe handelt, würde er ohne zusätzliche Strukturen zusammenfallen (kollabieren). Um die Trachea vor einem Kollaps zu bewahren, wird diese durch hufeisenförmige Knorpelspangen offengehalten. Am Ende der Trachea (Höhe BWK5) teilt sich diese in die zwei Hauptbronchien (Bifurcatio tracheae). Der rechte Hauptbronchus ist hierbei aus anatomischen Gründen deutlich steiler in Verlaufsrichtung der Trachea angelegt. Diese Besonderheit führt dazu, dass Fremdkörper und Sekrete in der Regel häufiger in den re. Hauptbronchus aspirieren.

Nach mehreren Bifurkationen folgt die Aufteilung in Stamm, Lappen und Segmentbronchien. Ab hier beginnen die Bronchiolen, welche nun nicht mehr durch Knorpelspangen, sondern durch Muskeltonus offengehalten werden.

- *Linke Lunge* : 9 Segmente, Ober und Unterlappen Platz für das Herz
- *Rechte Lunge*: 10 Segmente, Ober- Mittel und Unterlappen (► Abb. 1)

Das Säubern der Atemluft wird in der Lunge als *mukoziliäre Clearance* bezeichnet. Bis in die Bronchioli terminales ist das Epithel mit feinen Flimmerhärchen bedeckt, welche das durch die Becherzellen produzierte Sekret, in welchem sich eingefangene Staubpartikel, Fremdkörper und Ähnliches befinden, in die oberen Atemwege befördert, wo es abgehustet werden kann.

Über die Bronchien gelangt die Luft in die Bronchioli terminales, welche der letzte Abschnitt der luftleitenden Atemwege sind. Hier schließen sich die Bronchioli respiratorii an, welche zu den gasaustauschenden Teilen der Lunge gehören. Diese enden in den Alveolen, welche mit einer Gesamtfläche von etwa 100 qm die Hauptoberfläche für den Gasaustausch darstellen (► Abb. 1).

Die Atemwege bis zu der Stelle in der Gasaustausch stattfindet, werden auch als Totraum bezeichnet. Sie nehmen nicht am Gasaustausch teil und dienen dem Anwärmen, der Befeuchtung und Säubern der Atemluft. Dieses Totraumvolumen beträgt ca. 2 ml/kgKG des Tidalvolumens, eines Patienten.

Um das Parenchym herum liegt das Lungenfell, welches durch einen Flüssigkeitsfilm (Adhäsionskräfte) mit dem Brustfell verbunden ist. Letzteres ist angelegt an die Thoraxwand. Durch die Adhäsionskräfte des dazwischenliegenden Pleurasekrets bleibt das Parenchym entfaltet und es besteht ein physiologischer Schutz vor Atelektasen. Dieser Schutz wird unterstützt durch das Surfactant, welches als Mischung aus Lipiden, Proteinen und Sacchariden die Oberflächenspannung der Alveolen senkt. Dadurch erleichtert es die Öffnung und Dehnung der Alveole in der Inspiration und schützt vor einem Kollaps in der Expiration.

Durch die Offenhaltung beider vorgenannten Systeme, kommt es zu einem Raum, in welchem nach dem Ende der Expiration ein Teil Luft in der Lunge verbleibt. Dieses wird als Residualvolumen bezeichnet.

Lernzusammenfassung

- Bis zu den Bronchiolen findet kein Gasaustausch statt, die dortige Luftmenge (2 ml/kgKG ideales Körpergewicht) ist das Totraumvolumen.
- Die Lungen sind unterschiedlich groß, re > li und der re. Hauptbronchus fällt steiler ab, weswegen Fehlintonationen und Aspirationen häufiger in die re. Lunge gelangen.
- Durch den konstanten Unterdruck im Pleuraspalt bleibt die Lunge entfaltet.

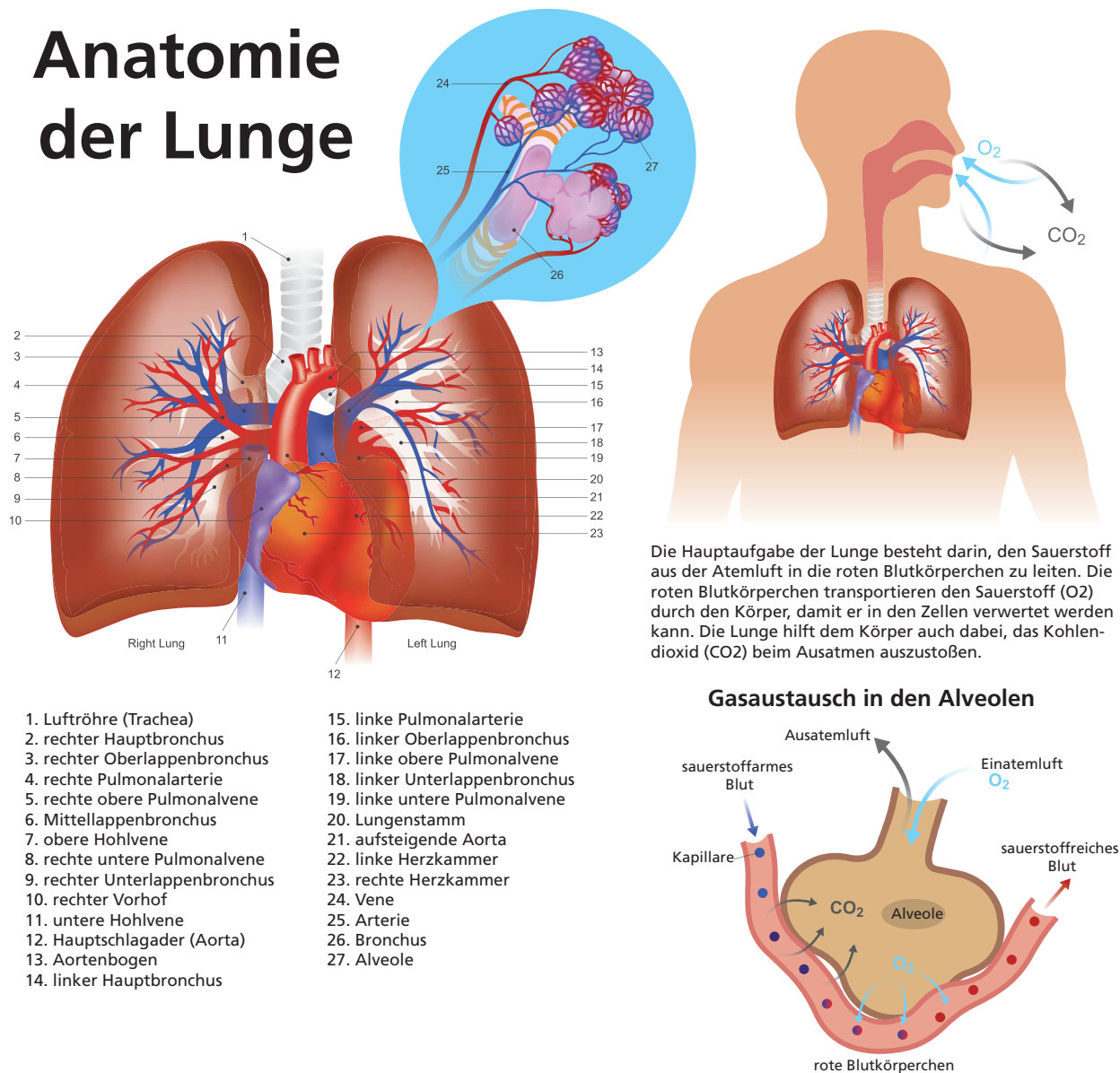


Abb. 1: Anatomie und Funktion der Lunge

4.3 Physiologie der Ventilation und Oxygenierung

Die Alveolen stellen das Bindeglied der Gasdifffusion zwischen Atemluft und Blutkreislauf dar. Aufgrund des Gefälles der verschiedenen Gasdrücke diffundiert O_2 in die Kapillaren und CO_2 zurück in die Alveolen, wo es durch die Atmung der Außenluft zugeführt wird und so ein Gasaustausch stattfinden, um die Diffusionsgefälle aufrecht zu erhalten.

Unterhalb der Lunge anliegend befindet sich das Zwerchfell, welches als Muskel einen Großteil der muskulären Anstrengung zur Inspiration leistet. Unterstützt wird dieses durch die Musculi intercostales interni. Die Expiration findet in der Regel durch die Retraktionskraft statt und geschieht passiv. Um den Thorax herum befindet sich Muskulatur, welche als Atemhilfsmuskulatur fungiert. Hierzu gehören der Musculus pectoralis major und minor, Mm. serratus posterior superior und inferior, die Musculi scaleni sowie der Musculus sternocleidomastoideus. Bei forcierter Inspiration erzeugen diese mehr Kraft in der In- und Expiration. So steigen die Tidalvolumina und in Verbindung mit einer erhöhten Atemfrequenz das Atemminutenvolumen.

Die **Retraktionskraft** ist die Kraft, welche den Thorax und das Lungengewebe wieder zusammenzieht. Sie entsteht durch die Elastizität der Gewebsfasern und die Oberflächenspannung der Alveolen.

Lernzusammenfassung

- Gasaustausch findet in den Alveolen statt, welche eine eigene Oberflächenspannung besitzen.
- Die Lunge ist umgeben von Muskulatur, welche zusätzlich zur Retraktionskraft wirken kann, um mehr Atemminutenvolumen zu generieren.

4.3.1 Atemregulation

Die Atemregulation findet übergeordnet durch die Medulla oblongata im Gehirn statt. Von hier aus werden der Atemmuskulatur Informationen über die Notwendigkeit von Atemtiefe und Frequenz übermittelt. Informationen über die Zusammensetzung der Blutgase erhält die Medulla oblongata von den in der Arteria carotis

communis befindlichen Glomera carotica. Diese kontrollieren den PH-Wert, PaO_2 und $PaCO_2$.

Bei gesunder Physiologie findet die primäre Steuerung über das $PaCO_2$ statt (Normwert 40–45 mmHg). Führen verschiedene Faktoren dazu, dass das $PaCO_2$ chronisch erhöht ist, passt sich die Regulation an und nimmt das PaO_2 als primäre Steuerungsgröße.

Liegt der $PaCO_2$ -Wert über 70 mmHg kann dies zu einer Funktionsstörung des Atemzentrums führen, hierbei kann keine suffiziente Steuerung der Atemregulation mehr durchgeführt werden. Ohne Intervention von außen führt dies i. d. R. zum Ableben des Patienten.

Cave: PatientInnen mit einer chronischen Hyperkapnie erleiden bei erhöhtem PaO_2 ebenfalls eine Funktionsstörung des Atemzentrums, da der Bedarf mehr als gedeckt erscheint.

Lungenvolumina

- Totalkapazität 6 l
- Atemzugvolumen (Tidalvolumen) 6–8 ml/kgKG
- Vitalkapazität 4,5 l
- Residualvolumen 1,5 l
- Ins. Reservevolumen 3 l
- Exp. Reservevolumen 1 l
- Funktionelle Residualkapazität 2,6 l
- Totraumvolumen 2 ml/kgKG

Diese Werte beziehen sich auf eine durchschnittliche erwachsene Person und können abhängig vom Trainingszustand erheblich abweichen.

Lernzusammenfassung

- Primär wird der Antrieb über das $PaCO_2$ gesteuert. Ist dieser chronisch erhöht, findet eine Anpassung auf das PaO_2 statt.
- Erhöhte $PaCO_2$ -Werte können zu einer » CO_2 -Narkose« führen. Der verminderte Atemantrieb führt zu einer weiteren Retention von CO_2 .

4.4 COPD

Die chronisch obstruktive Lungenkrankheit oder auch COLD (chronic obstructive lung disease) bzw. COPD (chronic obstructive pulmonary disease) ist eine chronische Erkrankung, welche gekennzeichnet ist durch die

Verengung der Bronchiolen und einer erschwerten Expiration.

Durch Schäden an den Epithelzellen der Bronchialschleimhaut kommt es zu einer konstanten Entzündung.