

Basics

Bauchlagerung im ARDS

Schon viele Jahre hat die Bauchlage einen festen Platz in der Therapie des mittelschweren bis schweren ARDS. Seit Beginn der COVID-Pandemie werden unsere Intensivstationen mit Patienten im Lungenversagen geflutet und die Bauchlagerung („Wann müssen wir den Patienten drehen...?“) ist fester Bestandteil unserer Routine geworden. Zeit also, sich dieses Manöver mal etwas genauer anzuschauen.



Effekte der Bauchlage

Wir werden immer wieder gefragt, was die Bauchlage eigentlich bringen soll. Es ist schwer vorstellbar, dass durch so ein recht simples Manöver ein Vorteil für die Beatmung der Patienten entstehen soll. Daher jetzt hier ein paar Facts dazu.

Compliance

Die **Compliance** ist eine physikalische Größe, die die Dehnbarkeit eines Gewebes beschreibt. Sie wird als Verhältnis von Volumenänderung zu Druck angegeben (ml/mbar). Sie beschreibt also die Volumenzunahme in Bezug auf eine bestimmte Druckänderung. Der Kehrwert (mbar/ml) der Compliance ist die **Elastance** (**CAVE**: nicht die Resistance) und beschreibt die Druckänderung pro Volumenänderung.

Die Gesamtcompliance der Lunge setzt sich aus der Compliance der Lunge selbst und der Compliance der umgebenden Thoraxwand zusammen.

Thoraxcompliance

Die Thoraxcompliance wird durch drei anatomische Begrenzungen beeinflusst:

- die vordere Brustwand (Sternum und Rippen)
- die hintere Brustwand (Wirbelsäule und Schulterblätter)
- die abdominelle Brustwand (Zwerchfell)

In Rückenlage ist die Thoraxcompliance hauptsächlich durch die vordere Brustwand und das Zwerchfell beeinflusst. In Bauchlage sind das Zwerchfell und die hintere Brustwand maßgeblich. Die hintere Brustwand ist nicht so flexibel wie die vordere Brustwand und in Bauchlage wird die Flexibilität der vorderen Brustwand durch das Bett in der Ausdehnung behindert. Dies führt zu einer Abnahme der Thoraxcompliance. *Dieses Phänomen lässt sich auch im Rahmen von OP's in Bauchlage gut beobachten (Pelosi et al.).*



Lungencompliance

Im ARDS wird die Lungencompliance hauptsächlich durch die beatmeten Lungenabschnitte bestimmt. Die Compliance einer ARDS-Lunge ist der einer gesunden Lunge nicht sehr ähnlich. Das scheint zu zeigen, dass die Veränderungen im frühen ARDS (Surfactant, frühe Fibrose) keine große Rolle für die Compliance spielen. Eine Veränderung der Gesamtcompliance ergibt sich hauptsächlich aus einer Rekrutierung vorher nicht beatmeter Lungenabschnitte bzw. aus verbesserten mechanischen Eigenschaften innerhalb der bereits beatmeten Lungenabschnitte (günstigere Position auf der **Druck-Volumen Kurve**). In Bauchlage könnte dies durch eine gleichmäßigere Verteilung des Beatmungdrucks erklärt sein (**Chiumello et al.**; **Gattinoni L**).

Gesamtcompliance

Wir erwarten in Bauchlage also eine Abnahme der Gesamtcompliance (d.h. ein vermindertes Tidalvolumen bei druckkontrollierter Beatmung bzw. steigende Plateudrücke bei volumenkontrollierter Beatmung). Sollten wir also eine gleichbleibende oder sogar verbesserte Gesamtcompliance in Bauchlage beobachten, ist diese wahrscheinlich auf ein verbessertes Recruitment zurückzuführen.

Rekrutierung

Während der Umlagerung eines Patienten von der Rücken- in die Bauchlage kommt es zu einer Umverteilung der Gewebsflüssigkeit von dorsal nach ventral (*man stelle sich einen nassen Schwamm vor*). In Rückenlage ist gerade bei einer „feuchten“ Lunge ein Großteil der dorsalen Lungenabschnitte kollabiert. Durch die Umlagerung öffnen sich diese Lungenabschnitte. Da die dorsalen Lungenabschnitte mehr Anteil des Lungenvolumens ausmachen als die ventralen kommt es (im Idealfall) zu einer Öffnung zusätzlicher dorsaler Lungenabschnitte (Verminderung von Atelektasen), besonders wenn es uns durch unsere Beatmungseinstellung (PEEP) gelingt, den Kollaps der ventralen Lungenabschnitte zu verhindern. Es ist wichtig zu verstehen, dass der Flüssigkeitsgehalt der Lunge gleich bleibt und der Effekt von der Anzahl der vorher kollabierten Lungenabschnitte abhängig ist (**Galiatsou et al.**).

Ventilations-Perfusions-Verhältnis

Um das Konzept von Lagerungsmanövern im ARDS zu verstehen, ist es wichtig sich bewusst zu machen, dass Ventilation (Belüftung von Alveolen) und Perfusion (Durchblutung von Alveolen) beim Kranken wie beim Gesunden nicht immer gleich verteilt sind. Nur wenn die Alveolen sowohl ventilert als auch perfundiert sind kann Gasaustausch und somit der Prozess „Atmung“ stattfinden (O₂-Aufnahme und CO₂-Abgabe) (**Guerin C et al.**).

Shunt-Volumen

Blut, das durch nicht ventilerte Lungenabschnitte fließt, nennt sich Shunt-Blut oder **Shunt-Volumen**, da es die Lungenstrombahn unverändert passiert (venös = nicht oxygeniert).

Totraumventilation

Lungenabschnitte, die ventilert aber nicht durchblutet sind, werden als Totraum bezeichnet, da sie nicht am Gasaustausch teilnehmen.



Positive Effekte der Bauchlage

Die Druckverteilung in Bauchlage ist günstiger, das heißt, die Beatmungsdrücke werden gleichmäßiger verteilt (Gattinoni L ; Galiatsou et al.). Außerdem kommt es zu einer Öffnung (Rekrutierung) zusätzlicher Lungenabschnitte. Anders ausgedrückt:

- Eine Hyperinflation der ventralen Lungenabschnitte wird vermieden
- eine Atelektasenbildung in dorsalen Lungenabschnitten wird reduziert

Anders als man vielleicht erwartet, ist die Durchblutung der Lunge in Bauch- und in Rückenlage sehr ähnlich (Glenny et al). Daher verbessert die Bauchlage das Ventilations-/Perfusionsverhältnis und erhöht somit die Anzahl der Abschnitte der Lunge, die am Gasaustausch teilnehmen (Musch et al.). Dies führt sowohl zu einer Verminderung von Shunt-Volumen (Atelektasen) als auch zu einer Verminderung der Totraumventilation (Hyperinflation) und erhöht somit die Menge an oxygeniertem und decarboxyliertem Blut.

Sollte die Bauchlage nicht zu einer verbesserten Decarboxylierung führen, ist dies mit einer schlechten Prognose für den Patienten verbunden (Gattinoni et al.). Gründe hierfür können in der verminderten Compliance liegen. Diese führt entweder zu einem reduzierten Atemzugvolumen (weniger Ventilation) oder zu erhöhten Spitzendrücken (herabgesetzte Vorlast und erhöhte Nachlast des rechten Ventrikels).

Indikation

Patienten mit ARDS und einem **Oxygenierungsindex** ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) von < 150 mmHg sollten wiederholt in Bauchlage gebracht werden. (S2e Leitlinie Lagerungstherapie)

Für diese Patienten konnte in Studien eine signifikante Senkung der Mortalität nachgewiesen werden (Guérin et al.; Gattinoni et al.; Guérin et al.)

Für Patienten mit einem besseren **Oxygenierungsindex** konnte weder eine Reduktion der Mortalität noch eine Reduktion der Beatmungsdauer bewiesen werden. (Guérin et al.; Gattinoni et al.; Guérin et al.)

Es gibt auch Studien, die für Patienten, die in Bauchlage gebracht werden, eine geringere Inzidenz für VAP (Ventilator associated pneumonia) nachweisen, die Daten hierzu sind aber zum Teil noch widersprüchlich (Guérin et al.)

Kontraindikationen

Aufgrund der akuten Lebensbedrohung bei einer Oxygenierungsstörung und einem **Oxygenierungsindex** von < 150 mmHg gibt es keine absoluten Kontraindikationen für eine Bauchlagerung.

Relative Kontraindikationen sind (Guérin et al.):

- instabile Wirbelsäulen- und Beckenverletzungen
- unversorgte Mittelgesichtsfrakturen
- offene Bauchwunden
- erhöhter Hirndruck (schlechterer venöser Abfluss – mit Hirndruckmessung möglich)
- bedrohliche Herzrhythmusstörungen (bevorstehender Arrest?)

Hämodynamische Instabilität wird immer wieder als Kontraindikation diskutiert. Man sollte sich bewusst machen, dass die Bauchlage per se nicht zu einer Verschlechterung der



hämodynamischen Situation führt. Allerdings ist eine Bauchlage bei hoch instabilen Patienten im Sinne eines „minimal handling“ kaum möglich.

Adipositas ist **keine** Kontraindikation. Gerade adipöse Patienten profitieren häufig von einer Bauchlagerung (Guérin et al.).

Fortgeschrittene Schwangerschaft stellt ebenfalls **keine** Kontraindikation da, es ist lediglich auf eine adäquate Lagerung/Polsterung zu achten (Guérin et al.).

Wann und wie lange?

Wann?

Nach Indikationsstellung sollte **umgehend** mit der Bauchlage begonnen werden (S2e Leitlinie Lagerungstherapie).

Dauer der Intervalle?

Ein Bauchlageintervall sollte mindestens 16h dauern (S2e Leitlinie Lagerungstherapie). Die optimale Dauer ist in Studien allerdings nicht belegt. Aus praktischen und pflegerischen Erwägungen hat sich ein Intervall von 16h Bauchlage und 8 Stunden Rückenlage allerdings bewährt.

Wie lange?

Die Bauchlagerungen können beendet werden wenn sich eine anhaltende Verbesserung der Oxygenierung einstellt. Diese ist definiert als **Oxygenierungsindex** > 150 mmHg bei einem PEEP von < 11 mbar und einem FiO₂ von <60%. Alternativ kann sie beendet werden wenn **mehrere** Lagerungsversuche erfolglos blieben.

Beatmung in Bauchlage

Generell sollte die Beatmung in Bauchlage den Prinzipien einer lungenprotektiven Beatmung folgen, die auch in Rücklage gelten:

- Tidalvolumen: ≤ 6 ml/kg KG
 - permissive Hyperkapnie
 - PaCO₂ 50-60mmHg
 - pH > 7,20
- Plateudruck: P_{max} ≤ 30 mbar
- **PEEP**: häufig 8–15 mbar
 - das optimale PEEP-Level muss individuell ermittelt werden
 - PEEP-Tabelle
- **FiO₂**: niedrigste mögliche Einstellung
 - PaO₂ 60-80 mmHg
 - SpO₂ 90-94 %
- Atemfrequenz: 12-20 / min
 - höhere Atemfrequenzen nach BGA s.h. oben
 - **CAVE** Totraumventilation
- **I:E** 1:2 – 1:1



Selbstverständlich sollte nach JEDER Umlagerung eine Anpassung der Beatmungsparameter erfolgen.

Gerade der Effekt der PEEP-Einstellung scheint aufgrund der besseren Druckverteilung in Bauchlage größer zu sein (weniger Hyperinflation). Allerdings bleibt die optimale PEEP-Einstellung ein schwieriges Thema. Ein zu niedriger PEEP begünstigt Atelektasen und verringert somit das Gesamtvolumen (mehr Shunt-Volumen). Ein zu hoher PEEP kann auch in Bauchlage zur lokalen Überbelüftung (Hyperinflation) und zur hämodynamischen Instabilität führen ([Cornejo et al.](#); [Beitler et al.](#); [Kumaresan et al.](#)). Zur genaueren Bestimmung des optimalen Niveaus kann ein „best-PEEP-trial“ erfolgen. Hier wird der PEEP, von einem hohen Wert ausgehend, schrittweise reduziert. Bei druckkontrollierter Beatmung wird bei konstantem driving pressure bis zu dem Wert reduziert, an dem sich das VT maximiert. Bei volumenkontrollierter Beatmung wird der driving pressure beobachtet, ein geringes Delta zeigt das PEEP-Niveau mit der besten Compliance an ([Wrigge et al.](#)). Ausführlicher soll in diesem Rahmen auf das Manöver nicht eingegangen werden. Spontanatmung in Bauchlage scheint das Outcome ebenfalls zu verbessern. Einen besonderen Stellenwert scheint hier APRV-Beatmung zu haben (airway pressure release ventilation), einen direkten Vergleich zur BiPAP-Beatmung (Biphasic Positive Airway Pressure) gibt es unseres Wissens allerdings nicht, sodass eine abschließende Bewertung schwierig erscheint ([Varpula et al.](#))

Enterale Ernährung in Bauchlage

Auch wenn zum Teil erhöhte gastrale Residualvolumina und erhöhter Reflux beschrieben werden, sollte der Versuch einer enteralen Ernährung erfolgen. Voraussetzung sind niedrige Flussraten (≤ 30 ml/h) und eine regelmäßige Refluxkontrolle ([Saez de la Fuente et al.](#); [Linn et al.](#)) .

Das Ernährungsziel sollte unter Berücksichtigung der Laufrate und des gemessenen Reflux regelmäßig reevaluiert werden und muss ggf. parenteral ergänzt werden.

Aus Sicht der Autoren empfiehlt sich der Einsatz von hochkalorischer (2kcal/ml) Sondenkost.

Komplikationen

- Gesichtsödem
- Druckulzera
 - Gesicht
 - Becken
 - Knie
- Beatmungsprobleme
 - Husten
 - Pressen
- Tubus- und Katheterdislokation

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass Lagerungsschäden auch in Rückenlage auftreten, eine Häufung in Bauchlage ist derzeit nicht untersucht ([S2e Leitlinie Lagerungstherapie](#)).

Die Bauchlage führt zu drei wesentlichen Effekten, die den Gasaustausch günstig beeinflussen:

- mehr Lungenabschnitte stehen dem Gasaustausch zur Verfügung
- gleichmäßigere Verteilung des Beatmungshubes in der Lunge
- nahezu unveränderte Durchblutung aller Lungenabschnitte

inkomplette Bauchlagerung

Häufig wird auch die inkomplette Bauchlagerung (135° statt 180°) propagiert. Einerseits weil diese als nebenwirkungsärmer beschrieben wird (vgl. Komplikationen), andererseits weil diese Lagerung die Pflege des Patienten erleichtert.

Bei **schwerem ARDS** erscheint die komplette Bauchlage der inkompletten überlegen, sodass diese bevorzugt werden sollte (Bein et al.).

Durchführung

Für jeden Lagerungsvorgang sollte ausreichend Personal und Zeit eingeplant werden. Unserer Erfahrung nach sind je nach Patientengewicht und Anzahl der zusätzlichen Katheter 2 bis 5 Pflegende und ein Arzt erforderlich.

Zu Prophylaxe von Druckulzera sollte der Patient auf eine Antidekubitus-Matratze gelagert werden. Dies sollte insbesondere bei Risikopatienten für Druckulzera erfolgen.

Risikofaktoren Druckulzera:

- hochdosierte Katecholamin-Therapie
- Adipositas
- Kachexie
- Kortikosteroidtherapie

Gerade Adipositas und Kortikosteroidtherapie (wenn auch niedrig dosiert) sind im Rahmen einer schweren COVID-19 Pneumonie häufig.

Es gibt auch zahlreiche YouTube-Tutorials zur Veranschaulichung der Durchführung einer Bauchlagerung, eines haben wir euch exemplarisch in die Quellen gestellt.

Vorbereitung

- Sicherung von Kathetern, Drainagen und dem Atemwegs-Device
 - unnötige Infusionen/Perfusoren werden für den Moment pausiert (z.B. parenterale Ernährung)
 - nötige Infusionen/Perfusoren müssen ausreichend verlängert sein/werden (z.B. Katecholamine)
 - Drainagen/Urinkatheter werden vorher geleert und ggf. abgestöpselt
 - enterale Ernährung wird unterbrochen und der Magen via Ablaufbeutel geleert
- Uhrglas-Verbände für Augen, wenn nötig
- geeignete Maßnahmen zur **Atemwegssicherung** sind in Reichweite
 - erwartet schwieriger Atemweg?
 - Notfallmedikamente
 - Material zur Sicherung des Atemwegs
- FIO₂ auf 100%
- ggf. Tubus-Cuff kurz und kontrolliert überblocken
- tiefe Analgosedierung, ggf. Relaxierung
 - Vermeidung von Husten, Pressen oder Regurgitation



Drehmanöver

Es sind unterschiedliche Techniken zur Drehung beschrieben. Es ist wichtig, sich im Vorfeld mit dem gesamten Team auf eine Technik zu einigen. Den meisten Techniken gemein ist, dass eine Person am Kopf die wichtigsten Zugänge (Tubus/ZVK) sichert und die Anweisungen gibt.

Nachbereitung

- Komplettierung des Monitorings
- Anpassung der Beatmung an den Lagerungswechsel
- Cuffdruck prüfen und ggf. wieder anpassen
- Komplettierung der unterbrochenen Therapien/Ableitungen
 - Infusionen
 - Enterale Ernährung
 - Urinkatheter
- Sorgfältige Polsterung aller gefährdeten Regionen
 - Augen
 - Hals
 - Becken
 - Knie

Autoren

Dr. med. Thorben Doll

Arzt in Weiterbildung Anästhesiologie, aktiver Notarzt, lernte die Notfallmedizin von der Pike auf kennen, präklinische Erfahrung 17 Jahre und Gründer von Pin-Up- docs.de

Johannes Pott

Arzt in Weiterbildung Anästhesiologie, aktiver Notarzt, Lieblingsbaustelle ist die Intensivstation. Seit 16 Jahren im Rettungsdienst und Gründer von Pin-Up-Docs.de

Andere Online-Quellen

<https://flexikon.doccheck.com/de/Lungendehnbarkeit>

<https://flexikon.doccheck.com/de/Elastance>

[VCV/PCV II – Druck/ Volumen und Flow](#)
boa.coach

[Von kPa zu Horovitz – der Oxygenierungs-Index kurz erläutert.](#)
boa.coach

[S3-Leitlinie „Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz,„](#)

<https://de.wikipedia.org/wiki/APRV>



<https://de.wikipedia.org/wiki/BIPAP-Beatmung>

Bauchlagerung beim ARDS - Instruktives Video des Campus für Intensiv- und Notfallmedizin e.V.

Quellen

- Guérin C, Albert RK, Beitler J, Gattinoni L, Jaber S, Marini JJ, Munshi L, Papazian L, Pesenti A, Vieillard-Baron A, Mancebo J. **Prone position in ARDS patients: why, when, how and for whom.** Intensive Care Med. 2020 Dec;46(12):2385-2396. doi: 10.1007/s00134-020-06306-w. Epub 2020 Nov 10. PMID: 33169218; PMCID: PMC7652705.
- Bein, T., M. Bischoff, and U. Brückner. „Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen. S2e-Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI).“ *Der Anaesthetist* 8 (2015): 596-611.
- Pelosi P, Tubiolo D, Mascheroni D, Vicardi P, Crotti S, Valenza F, Gattinoni L (1998) Effects of the prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury. Am J Respir Crit Care Med 157:387–393
- Chiumello D, Marino A, Brioni M, Cigada I, Menga F, Colombo A, Crimella F, Algieri I, Cressoni M, Carlesso E, Gattinoni L (2016) Lung recruitment assessed by respiratory mechanics and computed tomography in patients with acute respiratory distress syndrome. What is the relationship? Am J Respir Crit Care Med 193:1254–1263
- Gattinoni L, Taccone P, Carlesso E, Marini JJ (2013) Prone position in acute respiratory distress syndrome. Rationale, indications, and limits. Am J Respir Crit Care Med 188:1286–1293
- Guerin C, Baboi L, Richard JC (2014) Mechanisms of the effects of prone positioning in acute respiratory distress syndrome. Intensive Care Med 40:1634–1642
- Galiatsou E, Kostanti E, Svarna E, Kitsakos A, Koulouras V, Efremidis SC, Nakos G (2006) Prone position augments recruitment and prevents alveolar overinflation in acute lung injury. Am J Respir Crit Care Med 174:187–197
- Musch G, Layfield JD, Harris RS, Melo MF, Winkler T, Callahan RJ, Fischman AJ, Venegas JG (2002) Topographical distribution of pulmonary perfusion and ventilation, assessed by PET in supine and prone humans. J Appl Physiol 93:1841–1851
- Glenny RW, Lamm WJ, Albert RK, Robertson HT (1991) Gravity is a minor determinant of pulmonary blood flow distribution. J Appl Physiol (1985)71:620–629
- Gattinoni L, Vagginelli F, Carlesso E, Taccone P, Conte V, Chiumello D, Valenza F, Caironi P, Pesenti A (2003) **Decrease in PaCO₂ with prone position is predictive of improved outcome in acute respiratory distress syndrome.** Crit Care Med 31:2727–2733
- Guérin C, Reignier J, Richard J-C, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, Mercier E, Badet M, Mercat A, Baudin O, Clavel M, Chatellier D, Jaber S, Rosselli S, Mancebo J, Sirodot M, Hilbert G, Bengler C, Richecoeur J, Gainnier M, Bayle F, Bourdin G, Leray V, Girard R, Baboi L, Ayzac L (2013) **Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome.** N Engl J Med 368:2159–2168
- Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A et al. Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. N Engl J Med 2001; 345: 568 – 573



- Guerin C, Gaillard S, Lemasson S et al. Effects of systematic prone positioning in hypoxemic acute respiratory failure: a randomized controlled trial. JAMA 2004; 292: 2379 – 2387
- Cornejo RA, Diaz JC, Tobar EA, Bruhn AR, Ramos CA, Gonzalez RA, Repetto CA, Romero CM, Galvez LR, Llanos O, Arellano DH, Neira WR, Diaz GA, Zamorano AJ, Pereira GL (2013) **Effects of prone positioning on lung protection in patients with acute respiratory distress syndrome.** Am J Respir Crit Care Med 188:440–448
- Beitler JR, Guerin C, Ayzac L, Mancebo J, Bates DM, Malhotra A, Talmor D (2015) PEEP titration during prone positioning for acute respiratory distress syndrome. Crit Care 19:436
- Kumaresan A, Robert Gerber R, Mueller A, Loring SH, Talmor D (2018) Effects of prone positioning on transpulmonary pressures and end- expiratory volumes in patients without lung disease. Anesthesiology 128:1187–1192
- Varpula T, Jousela I, Niemi R et al. Combined effects of prone positioning and airway pressure release ventilation on gas exchange in patients with acute lung injury. Acta Anaesthesiol Scand 2003; 47: 516 – 524
- Bein T, Sabel K, Scherer A et al. Comparison of incomplete (135 degrees) and complete proneposition (180 degrees) in patients with acute respiratory distress syndrome. Results of a prospective, randomised trial. Anaesthetist 2004; 53: 1054 – 1060
- Saez de la Fuente , I., Saez de la Fuente, J., Quintana Estelles, M. D. et al. Enteral Nutrition in Patients Receiving Mechanical Ventilation in a Prone Position. J Parent Ent Nutr 2014; 20: 1 – 6
- Linn DD, Beckett RD, Foellinger K. Administration of enteral nutrition to adult patients in the prone position. Intensive Crit Care Nurs 2014; 31: 38 – 43

