

## Vorstellung eines neu entwickelten Bettes zur Bauchlagerungstherapie des beatmeten Patienten

### Zusammenfassung

**Hintergrund:** Der kompletten Bauchlagerung kommt bei beatmeten Patienten auf Grund eines besseren Ventilations-Perfusions-Verhältnisses und einer geringeren Atelektase-, Ödem- und Pneumoniebildung eine entscheidende therapeutische Bedeutung zu. Dass sie trotz anders lautender Leitlinien nicht routinemäßig eingesetzt wird, ist auch auf den hohen Aufwand und die erhöhten Risiken des Lagerungsmanövers zurückzuführen.

**Methodik:** In Zusammenarbeit mit einem Ingenieurbüro wurde im Universitätsklinikum Bergmannsheil ein Bauchlagerungsbett entwickelt, das im Praxistest immer stärker dem tatsächlichen Bedarf der Pflegenden und Patienten angepasst wurde.

**Ergebnisse:** Das auf rein mechanischen Funktionsabläufen basierende Bett ermöglicht eine einfachere und sicherere Bauchlagerung von beatmeten Intensivpatienten. Durch Fixierung des Patienten verringert es die Risiken wie akzidentelle Extubation und Verlust von Zugängen während des - durch zwei Personen durchführbaren - Wechsels zwischen Rücken- und Bauchlage. Zudem wird die Wahrscheinlichkeit für das Entstehen von Drucknekrosen reduziert. Diese Aussagen basieren allein auf Erfahrungswerten und sind noch nicht durch Studien belegt.

**Schlussfolgerung:** Das neu entwickelte Bett erlaubt eine patienten- und personal-schonende Bauchlagerung und erleichtert so die leitliniengerechte Lagerungstherapie beatmeter Patienten.

## Introducing a newly developed hospital bed for prone position therapy for patients on mechanical ventilation

O. Goertz<sup>1</sup> · T. Hirsch<sup>1</sup> · M. Lehnhardt<sup>1</sup> · A. Wiebalck<sup>2</sup> · H.-U. Steinau<sup>1</sup> · H.H. Homann<sup>1</sup> · J. Swol<sup>3</sup>

erleichtert so die leitliniengerechte Lagerungstherapie beatmeter Patienten.

### Summary

**Background:** Prone position therapy of mechanically ventilated patients plays a key role in improving the ventilation-perfusion-ratio and alveolar recruitment, and also reduces the risk of pneumonia. Despite relevant guidelines it is not applied routinely, due in part to the considerable effort involved and the risks associated with patient repositioning.

**Methods:** In a close collaborative effort between experienced nurses, doctors and engineers, a new prone position bed has been developed, and tested in everyday use at the University Hospital Bergmannsheil. Three prototypes were necessary to adapt the bed to the actual day-to-day needs of staff and patients.

**Results:** The mechanical functions of the new bed make repositioning of ventilated intensive care patients easier and more reliable. Fixation of the patient reduces such risks as accidental extubation and/or loss of vascular access during position changing, which is performed by two persons. In addition, the risk of pressure ulcers developing is reduced. This information is based on experience in the practical setting, and has yet to be confirmed by formal studies.

**Conclusion:** The newly developed bed permits reliable and simple prone positioning of ventilated patients and thus facilitates treatment in compliance with the guidelines.

1 Klinik für Plastische Chirurgie und Schwerbrandverletzte, Handchirurgiezentrum, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Ruhr-Universität Bochum (Direktor: Prof. Dr. H.-U. Steinau)

2 Klinik für Anaesthesiologie, Intensiv-, Palliativ- und Schmerzmedizin, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Ruhr-Universität Bochum (Direktor: Prof. Dr. M. Zenz)

3 Chirurgische Klinik und Poliklinik, Chirurgische Kernklinik, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Ruhr-Universität Bochum (Direktor: Prof. Dr. G. Muhr)

### Schlüsselwörter

Beatmete Patienten – Bauchlagerung – Wechsellagerungsbett – ARDS – Kinetische Lagerungstherapie

### Keywords

Mechanically Ventilated Patients – Prone Positioning – Position Change Bed – ARDS – Kinetic Therapy

## Einleitung

Aktuelle prospektiv randomisierte Studien [1-3] und Metaanalysen [4-6] sowie die Aufnahme der Bauchlagerungstherapie in die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (<http://leitlinien.net/>; AWMF-Reg.-Nr. 001/015) belegen den Nutzen der Bauchlagerung. Eine ausführliche Literaturrecherche und die Interpretation der Ergebnisse machen deutlich, dass für eine optimale Therapie von beatmeten Patienten die Bauchlagerung keine antiquierte Therapie darstellt, sondern auf Grund ausgereizter Intensivtherapien aktueller ist denn je.

Zurzeit werden drei verschiedene Bauchlagerungstherapien eingesetzt:

1. 135°-Lagerung/inkomplette Bauchlagerung,
2. 180° oder komplettete Bauchlagerung,
3. intermittierende oder kontinuierliche laterale Rotationstherapie (z.B. im Rotorest®).

Da nach Rückzug der Firma Stryker kein Bett zur Durchführung der kompletten Bauchlagerung mehr auf dem Markt ist, wurde ein neues Bauchlagerungsbett entwickelt (Abb. 1). Mit Hilfe dieses Bettes sollen die bestehenden Risiken der Bauchlagerung während des Drehmanövers, wie die Tubusdislokation, die akzidentelle Extubation und der Verlust von Zugängen genau wie die Risiken der Bauchlagerung selbst (Druckulzerationen, Gesichtsödeme, schlechtere Beurteilbarkeit der Pupillen) reduziert werden. Hinzu kommt eine Halbierung der Anzahl der für das Drehen notwendigen Helfer (Abb. 2).

## Pathophysiologie der Beatmung

Neben den ursprünglichen Verletzungen der Lunge durch mechanische Traumata, Sepsis, Schock, Intoxikationen oder Verbrennungen führt die notwendige zeitweilige Beatmung der Patienten zu einer Reihe von unphysiologischen Belastungen, die ihrerseits die Lunge schädigen. Der Versuch einer komprimierten Darstellung der Physiologie und Pathophysiologie der Bauchlagerung scheiterte

**Tabelle 1**

Lagerungstherapien zur Prophylaxe oder Therapie pulmonaler Funktionsstörungen (S2-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin 5/2008).

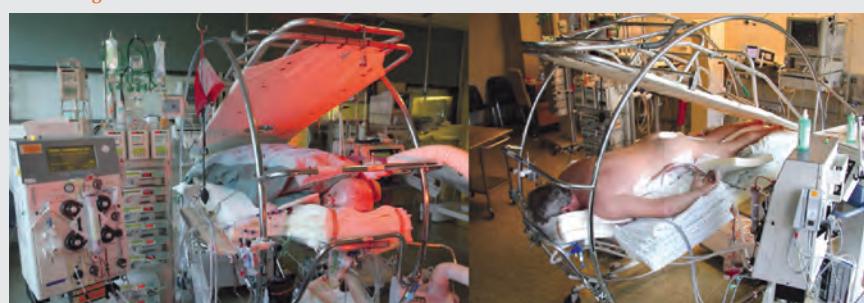
Formen	Indikation	Kontraindikation
Oberkörperhochlagerung (30-45°)	Grundsätzliche Lagerungsform intubierter Patienten zur Prävention von Aspiration und Pneumonie	Bei SHT 15-30°
Seitenlagerung (90°)	Verbesserung des pulmonalen Gasaustausches	Nicht empfohlen ohne Lungenschädigung
Intermittierende/ kontinuierliche Laterale Rotation um die Längsachse	Verbesserung der pulmonalen Funktion ab >40° Drehung, Auflösung von Atelektasen, Reduktion des extravaskulären Lungenwassers, Reduktion des Ventilations-Perfusions-Missverhältnisses, Reduktion von VAP	Risiken abwägen z.B. bei Schädel-Hirn-Trauma
Inkomplette Bauchlagerung (135°) Komplettete Bauchlagerung (180°)	ARDS /ALI, lebensbedrohliche Hypoxämie: Verbesserung des pulmonalen Gasaustausches, Minimierung des Lungenschadens, Ergänzung zur lungenprotektiven Beatmung, Sekretmobilisation	Hämodynamische Instabilität, Schock, Herzrhythmusstörungen, zerebrale Läsionen, offenes Abdomen

auf Grund der Komplexität, so dass an dieser Stelle auf die entsprechende Literatur verwiesen wird [1,4-9]. Durch die dorsoventrale Wechsellagerung kommt es zu einer Homogenisierung der Atemgasverteilung mit Verbesserung des Ventilations-Perfusions-Verhältnisses. Neben der Reduktion des Pleuradruckgradienten und einer Verbesserung der respiratorischen Mechanik werden die Atelektasen insbesondere dorsobasaler Lungenabschnitte vermindert. Der durch die Bauchlagerung verbesserte Abfluss bewirkt eine Sekretmobilisierung mit einer letztlich verbesserten Oxygenierung [4-6,9].

## Methodik

Bei deutlich positiven, Metaanalysen-gestützten Ergebnissen der Bauchlagerungstherapie bei beatmeten Patienten [5,6] wurde nach der altersbedingten Ausmusterung des letzten Stryker-Bauchlagerungsbettes nach Alternativen gesucht (Abb. 1). Da die Suche erfolglos verlief, entschieden sich Pfleger und Ärzte für die Eigenentwicklung eines Bauchlagerungsbettes (Abb. 3 und 4). Diese erfolgte in Zusammenarbeit mit einem externen Ingenieurbüro und einem auf die Fertigung von Spezial-

**Abbildung 1**



Stryker-Bauchlagerungsbett im Einsatz auf der Intensivstation. Die Produktion dieses vertikal drehenden Bettes wurde eingestellt.

**Abbildung 2**

Drehung eines Patienten in Bauchlage mit fünf Personen in einem konventionellen Bett.

einrichtungen ausgerichteten Metallverarbeitenden Betrieb.

Die Entwicklung erfolgte über drei Prototypen, die sich zunächst den theoretischen Vorgaben immer mehr annäherten. Die technische Ausführung des Bauchlagerungsbettes wurde durch zwei unabhängige Institute überprüft. Nach deren Abnahme erfolgte die praktische Erprobung. Während dieser Phase wurde das Bett ständig den neuen Erkenntnissen des Pflegepersonals und dem tatsächlichen Bedarf der Patienten angepasst.

## Ergebnisse

In Anlehnung an die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin werden evidenzbasiert die folgenden Lagerungstechniken empfohlen (Tab. 1).

Die komplette Bauchlagerung kann auf drei Arten durchgeführt werden, wobei sich bezüglich der Herz-Kreislauf-Belastung, Personalbindung und Risiken wie Verlust von Tubus und Zugängen deutliche Unterschiede ergeben (Tab. 2).

Auf Grund der fehlenden Möglichkeit, ein Bauchlagerungsbett zu kaufen, entschieden wir uns zur Eigenkonstruktion. Nach etwa drei Jahren Entwicklungsarbeit entstand ein Bauchlagerungsbett, das den hohen Sicherheits- und Hygieneanforderungen einer Intensivstation gerecht wurde.

## Technische Beschreibung des Bettes

Das Bett besteht aus einem tragenden Edelstahlrahmen mit integrierten Getrie-

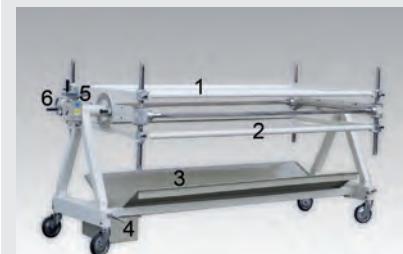
ben für die Längsrotation und das Heben und Senken der Liegefächeln (Abb. 3 und 4). Diese sind mit einer hochfesten, chemisch resistenten Bespannung ausgestattet, die über eine Kederführung leicht ausgewechselt werden kann. Die Bespannung ist leicht zu reinigen und durchlässig für niedervisköse Flüssigkeiten.

Die Rotation des Bettes erfolgt um die Längsachse (Abb. 4). Sowohl diese Bewegung als auch die vertikale Änderung des Liegenabstands zueinander werden durch getrennte, handradbetätigtes Getriebe vollzogen (Abb. 3).

Eine platzsparende Lagerung des Bettes wird durch eine Drehung der Liegefächeln auf 90° ermöglicht.

Die Abmessungen betragen: Länge x Breite x Höhe: 2600 x 1155 x 1270mm (1500 bei senkrecht stehender Liege). Die Belastung ist je nach Anfertigung für 150-250kg ausgelegt.

Eine CE-Zertifizierung und EG-Konformitätserklärung liegen vor, das Bett erfüllt die Anforderungen nach Anhang 1 der RL 93/42 EWG, Klassifizierung nach Medizinproduktegesetz (MPG), Anhang 9, Klasse 1.

**Abbildung 3**

Bauchlagerungsbett LAD2009: 1: Fixierende Liege zur Rotation; 2: Liegefäche in Ausgangsposition; 3: herausnehmbare Auffangwanne von Flüssigkeiten; 4: Sammelbehälter; 5: Handkurbel zur Rotation der Liegefächeln; 6: Handkurbel zum Heben und Senken der Liegefächeln.

## Vorgang des Wechselmanövers

Zur Vorbereitung des Lagenwechsels wird der offen auf seiner Liege ruhende Patient über die seitlich angeordnete Liegenverstellung in eine seinem Körpervolumen entsprechende horizontale Position gebracht. Nun erfolgt seine seitliche Fixierung durch Polster und anschließend das Abdecken des Patienten mit zugeschnittenem Schaumstoff. Nachfolgend wird eine zweite Liege über dem abgedeckten Patienten ein-

**Tabelle 2**

Drehtechniken, Herz-Kreislauf-Belastung (HKB), Personalbindung und Risiken des Drehmanövers (\*\*gering, \*\* mittel, \* hoch). Es handelt sich hierbei um eine subjektive Einschätzung der Autoren und Anwender, die nicht auf einer präzisen Datenerhebung basiert.

Technik	HKB	Personal	Risiko
Konventionell im Standardbett	***	*	*
Stryker 470: vertikale Drehung	*	**	**
LAD2009: Längsachsenrehnung	***	***	***

**Abbildung 4**

Hub und Rotation der Liegefächeln des Bauchlagerungsbettes LAD2009. **Links:** Liegefächeln in Minimalstellung (Bedienung per seitlich angeordnetem Getriebe über Handrad). **Mitte:** Liegefächeln in Maximalstellung für adipösere Patienten. **Rechts:** Bauchlagerungsbett während der Rotation (Bedienung über Zentral-Getriebe per Handrad).

gebracht. Die Bespannung dieser Liege ist im Kopf- und Fußbereich mit Aussparungen versehen. Beide Liegen werden im Anschluss daran solange synchron zueinander bewegt bis der Patient darin sicher fixiert ist. Über die Handkurbel des zentral angeordneten Rotationsgetriebes wird nun die Drehung des Patienten um seine Körperlängsachse vollzogen. Nach dem Erreichen der gewünschten Position werden die nun oben liegende Liege und die Polster entfernt. Austretende Flüssigkeiten und Sekrete werden in einer Auffangwanne unterhalb des Patienten gesammelt und in einen Entleerbehälter abgeführt, in dem sie quantifiziert werden können.

## Diskussion

Die vorliegenden klinischen Daten sind nicht einheitlich, zeigen aber insgesamt einen deutlich positiven Einfluss der Wechsellagerung bzw. kompletten Bauchlagerung auf beatmete Patienten mit Lungenschädigungen [1,5,6,10,11]. Bezüglich der Verbesserung der Oxygenierung sind die Daten durchweg positiv [5,6]. Eine Reduktion der Pneumoniewahrscheinlichkeit wird ebenfalls mehrheitlich gesehen [6]. Bezüglich der Mortalitätsreduktion weisen sowohl prospektive Studien als auch Metaanalysen einen signifikanten Vorteil der kompletten Bauchlagerung auf, es wurden jedoch auch Studien veröffentlicht, die keinen Vorteil für das Überleben der Patienten sehen [4,5,12,13].

Eine sechsstündige Bauchlagerung pro Tag führte zumeist zu einer kurz- wie langfristig deutlichen Besserung der Oxygenierung [1,9-11,14-16]. Ein zwölfstündiger Wechsel zwischen Rücken- und Bauchlage ist dem kurzfristigen Wechsel nach Datenlage noch überlegen [17,18]. Ergebnisse einer Ausdehnung der Lagerungsintervalle über die 12 Stunden hinaus (18-36h) sind noch nicht bekannt.

Zu den Nachteilen und Risiken der Bauchlagerung gehören die Dislokation oder der Verlust von Tubus und Kathetern mit PEEP-Verlust, eine vermehrte Aspirationsgefahr von Sondennahrung während des Drehmanövers sowie Druckulcera

an Kopf, Rumpf und Extremitäten und schlechte Pupillenbeurteilbarkeit durch Schwellung der Gesichtsweichteile und Lidödeme [3,19]. Zur Reduzierung lagerungsbedingter Schäden wird häufig eine inkomplette Lagerung (135°) durchgeführt, die pflegerisch einfacher durchzuführen ist, jedoch einen geringeren positiven Effekt auf den Gasaustausch hat [2].

Eine prospektive randomisierte Studie von Bein et al. an 59 Patienten mit ARDS zeigte eine deutliche Überlegenheit des kompletten Wechsels zwischen Bauch- und Rückenlage gegenüber einer 135°-Lagerung [3]. Eine weitere Studie im Jahre 2007 zeigte, dass in den meisten deutschen Intensivstationen dennoch die unterlegene 135°-Lagerung bevorzugt wird [20]. Gründe hierfür liegen vermutlich in der erhöhten Komplikationsrate und nicht zuletzt in einem Fehlen von Bauchlagerungsbetten. Die Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI, Mai 2008; <http://leitlinien.net/>; AWMF-Reg.-Nr. 001/015) empfiehlt bei ARDS mit lebensbedrohlicher Hypoxämie ausdrücklich die Bauchlagerung für 12 Stunden (Empfehlungsgrad (EG) A). Die kontinuierliche laterale Rotationstherapie (inkomplette Bauchlagerung) wird lediglich bei Kontraindikationen zur Bauchlagerung empfohlen. Ebenso sollte die komplett Bauchlagerung zur besseren Oxygenierung (EG 0) und Pneumonieprophylaxe (EG B) eingesetzt werden.

Beim Vergleich der Vor- und Nachteile zwischen inkompletter Bauchlagerung/ kontinuierlicher Rotationslagerung und kompletter Bauchlagerung, fallen einige Vorteile der inkompletten gegenüber der kompletten Bauchlagerung auf. Wenn man sich jedoch vor Augen führt, dass die zwingende Indikation für die Wechsellagerung die lebensbedrohliche Hypoxämie ist und hier die komplett Bauchlagerung eindeutig bessere Ergebnisse erzielt [5,6], so sollte nicht aus Gründen der Risikoscheu und des Mehraufwandes darauf verzichtet werden. Stattdessen sollten die Risiken minimiert werden, was über den Einsatz eines Bauchlagerungsbettes mit guter Polste-

rung (Verlust von Tubus- und Zugängen, Druckulcera), geringere Flussraten der enteralen Ernährung (10ml/h) und Absaugen von Magensäure vor dem Wechselmanöver (Aspiration) möglich ist.

Das von uns entwickelte Bett LAD2009 erlaubt einen Patienten und Personal schonenden Wechsel zwischen Rücken- und Bauchlage. Durch jeglichen Verzicht auf fremde Energien sind eine hohe Sicherheit und geringe Störanfälligkeit gegeben. Durch Einsatz des neuen Bauchlagerungsbettes gelang es uns, die Risiken der Lagerungstherapie während des Wechselmanövers und der Bauchlagerung stark zu reduzieren. Es kam während eines Jahres bei ständigem Gebrauch zu keinen Komplikationen im Sinne von akzidentellen Extubationen, Tubusdislokationen oder Verlusten von Zugängen während des Drehvorganges. Druckulcera im Bereich der Tibiavorderkanten und im Bereich der Stirn konnten durch Schaumstoffpolsterung auf ein Minimum reduziert werden, Füße und Nase wurden durch freie Lagerung mittels Aussparungen in der Liegefläche geschützt.

Durch die im Vergleich zu früheren Bauchlagerungsbetten geringe Personalbindung (2 Personen) während des Drehmanövers ist die komplett Bauchlagerung jederzeit durchführbar.

Vergleiche mit anderen Betten sind derzeit in Ermangelung von Alternativen nicht möglich, im Vergleich zu dem nicht mehr produzierten Bauchlagerungsbett der Firma Stryker (Abb. 1) zeigte sich das neu entwickelte Bett (Abb. 3 und 4) bezüglich Sicherheit und Bedienbarkeit überlegen (Tab. 2). Hierbei ist allerdings anzumerken, dass Daten zu den verminderten Risiken bei Anwendung des Bettes im Vergleich zu konventionellen Betten noch nicht vorliegen und die Aussagen auf subjektiven Erfahrungswerten beruhen.

## Schlussfolgerung

**Um eine optimale und leitliniengerechte Versorgung beatmeter Patienten zu gewährleisten, wurde das Bauchlagerungsbett LAD2009 entwickelt**

**und auf den Intensivstationen des Universitätsklinikums Bergmannsheil Bochum erfolgreich eingesetzt. Hiermit steht nun eine technische Hilfe bei der Durchführung der leitliniengerechten Lagerung zur Verfügung.**

### Danksagung

Die Autoren danken den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Universitätsklinikums Bergmannsheil Bochum für die weitreichende Unterstützung bei der Entwicklung und Verbesserung des Bauchlagerungsbettes. Insbesondere zu nennen sind hierbei Volker Daum, Edgar Eisenberg, Michael Große, Bernd Hartmann, Eduard Seemann und Thomas Sewing.

### Literatur

1. Bein T, Kuhlen R, Quintel M. Beatmung in Bauchlage beim akuten Lungenversagen. Dt Ärztebl 2007;28/29:1807-1812.
2. Bein T, Sabel K, Scherer A, Papp-Jambor C, Hekler M, Dubb R, et al. Vergleich von inkompletter (135°) und kompletter Bauchlage (180°) beim schweren akuten Lungenversagen. Ergebnisse einer prospektiven, randomisierten Untersuchung. Anaesthetist 2004;53(11):1054-1060.
3. Fernandez R, Trenchs X, Klamburg J, Castedo J, Serrano JM, Besso G, et al. Prone positioning in acute respiratory distress syndrome: a multicenter randomized clinical trial. Intensive Care Med 2008;34(8):1487-1491.
4. Tiruvoipati R, Bangash M, Manktelow B, Peek GJ. Efficacy of prone ventilation in adult patients with acute respiratory failure: a meta-analysis. J Crit Care 2008;23(1):101-110.
5. Alsaghir AH, Martin CM. Effect of prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis. Crit Care Med 2008;36(2):603-609.
6. Sud S, Sud M, Friedrich JO, Adhikari NK. Effect of mechanical ventilation in the prone position on clinical outcomes in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. CMAJ 2008;178(9):1153-1161.
7. Hedenstierna G, Strandberg A, Brismar B, Lundquist H, Svensson L, Tokics L. Functional residual capacity, thoracoabdominal dimensions, and central blood volume during general anesthesia with muscle paralysis and mechanical ventilation. Anesthesiology 1985;62(3):247-254.
8. Cheng IW, Ware LB, Greene KE, Nuckton TJ, Eisner MD, Matthay MA. Prognostic value of surfactant proteins A and D in patients with acute lung injury. Crit Care Med 2003;31(1):20-27.
9. Pelosi P, Brazzi L, Gattinoni L. Prone position in acute respiratory distress syndrome. Eur Respir J 2002;20(4):1017-1028.
10. Pappert D, Rossaint R, Slama K, Gruning T, Falke KJ. Influence of positioning on ventilation-perfusion relationships in severe adult respiratory distress syndrome. Chest 1994;106(5):1511-1516.
11. Guerin C. Ventilation in the prone position in patients with acute lung injury/acute respiratory distress syndrome. Curr Opin Crit Care 2006;12(1):50-54.
12. Battal MN, Hata Y, Matsuka K, Ito O, Matsuda H, Yoshida Y, et al. Reduction of progressive burn injury by a stable prostaglandin I2 analogue, beraprost sodium (Procylin): an experimental study in rats. Burns 1996;22(7):531-538.
13. Kopterides P, Siempos II, Armaganidis A. Prone positioning in hypoxic respiratory failure: meta-analysis of randomized controlled trials. J Crit Care 2009;24(1):89-100.
14. Chatte G, Sab JM, Dubois JM, Sirodot M, Gaussorgues P, Robert D. Prone position in mechanically ventilated patients with severe acute respiratory failure. Am J Respir Crit Care Med 1997;155(2):473-478.
15. Guerin C, Badet M, Rosselli S, Heyer L, Sab JM, Langevin B, et al. Effects of prone position on alveolar recruitment and oxygenation in acute lung injury. Intensive Care Med 1999;25(11):1222-1230.
16. Pelosi P, Tubiolo D, Mascheroni D, Vicardi P, Crotti S, Valenza F, et al. Effects of the prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury. Am J Respir Crit Care Med 1998;157(2):387-393.
17. Fridrich P, Krafft P, Hochleithner H, Mauritz W. The effects of long-term prone positioning in patients with trauma-induced adult respiratory distress syndrome. Anesth Analg 1996;83(6):1206-1211.
18. Reutershan J, Schmitt A, Dietz K, Unertl K, Fretschner R. Alveolar recruitment during prone position: time matters. Clin Sci (Lond) 2006;110(6):655-663.
19. Rossetti HB, Machado FR, Valiatti JL, Amaral JL. Effects of prone position on the oxygenation of patients with acute respiratory distress syndrome. Sao Paulo Med J 2006;124(1):15-20.
20. Bein T, Ritzka M, Schmidt F, Taeger K. Einsatz der Lagerungstherapie auf deutschen Intensivstationen. Ergebnisse einer Umfrage. Anaesthetist 2007; 56(3):226-231.

### Korrespondenzadresse

**Dr. med.  
Ole Goertz**



Klinik für Plastische Chirurgie und  
Schwerbrandverletzte  
Berufsgenossenschaftliches  
Universitätsklinikum Bergmannsheil  
Ruhr-Universität Bochum  
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1  
44789 Bochum, Deutschland  
Tel. 0234 302-3599  
Fax 0234 302-6379  
E-Mail: ole.goertz@rub.de

[www.wechsellagerungsbett.de](http://www.wechsellagerungsbett.de)