

Anaesthetist 2019 · 68:805–813

<https://doi.org/10.1007/s00101-019-00674-9>

Online publiziert: 12. November 2019

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019



C. Zeuzem-Lampert · P. Groene · V. Brummer · K. Hofmann-Kiefer

Klinik für Anaesthesiologie, Klinikum der Universität München, München, Deutschland

Kardiorespiratorische Effekte perioperativer Positionierungsmaßnahmen

Die Rückenlage (RL) ist die am meisten genutzte Form der intraoperativen Positionierung. Sie ermöglicht die Einleitung einer Allgemeinanästhesie und bietet für den Anästhesisten den besten Zugriff zum Patienten. Schon in RL zeigen sich beim narkotisierten Patienten – im Vergleich zum nichtnarkotisierten „Normalzustand“ – deutliche Veränderungen der kardiozirkulatorischen und respiratorischen Funktionen. Diese sind dem Anästhesisten aber vertraut; sie sind „berechenbar“ und werden von Beginn an in die Narkoseführung einbezogen.

Neben der RL gibt es eine ganze Reihe von weiteren Positionierungsformen, die das gemeinsame Ziel haben, dem Operateur den möglichst optimalen Zugang zum Operationsgebiet zu gewährleisten (■ **Tab. 1**). Jede dieser speziellen Positionierungsformen birgt für den Patienten ein spezifisches Komplikationsrisiko. So ist die Inzidenz von Druckulzera oder neurologischen Schäden für jeden Positionierungstyp unterschiedlich. Zudem gibt es Komplikationen, die nur bestimmten Positionierungsformen zugeordnet werden können, wie z. B. die Luftembolie bei neurochirurgischen Eingriffen in Oberkörperhochlage. Spezifische, lagerungsbedingte *Komplikationen* betreffen aber nur einen kleinen Teil der Patienten und sind daher nicht Gegenstand dieses Beitrags. Vielmehr soll hier der Fokus auf physiologische Veränderungen (und deren Folgen) gelegt werden, die grundsätzlich *jeden* Patienten betreffen, der einer bestimmten Positionierungsform – abweichend von der RL – unterzogen wird. Derartige positionierungsspezifische Veränderungen haben immer relevante Auswirkungen auf

Abkürzungen

ARDS	„Acute respiratory distress syndrome“ (akutes Atemnotsyndrom)
BCP	„Beach chair position“
CBF	„Cerebral blood flow“ (zerebraler Blutfluss)
CI	„Cardiac index“ (Herzindex)
CPP	„Cerebral perfusion pressure“ (zerebraler Perfusionsdruck)
CVR	„Cerebral vascular resistance“ (intrazerebraler Gefäßwiderstand)
FEV ₁	Forcierte expiratorische Einsekundenkapazität
F _I O ₂	Inspiratorische Sauerstofffraktion
FRC	„Functional residual capacity“ (funktionelle Residualkapazität)
FVC	„Forced vital capacity“ (forcierte Vitalkapazität)
HZV	Herzzeitvolumen
ICP	„Intracranial pressure“ (intrakranieller Druck)
MAD	Mittlerer arterieller Druck
NIRS	Nahinfrarotspektroskopie
p _a O ₂	Arterieller Sauerstoffpartialdruck
p _a CO ₂	Arterieller Kohlenstoffdioxidpartialdruck
p _{et} CO ₂	Endexpiratorischer Kohlenstoffdioxidpartialdruck
PEEP	„Positive endexpiratory pressure“ (positiver endexpiratorischer Druck)
RL	Rückenlage
rSO ₂	Regionale zerebrale Sauerstoffsättigung
SV	Schlagvolumen
SVI	Schlagvolumenindex
SVR	„Systemic vascular resistance“ (systemvaskulärer Gefäßwiderstand)
SVV	Schlagvolumenvariation
TBP	Trendelenburg-Position
ZVD	Zentraler Venendruck

Tab. 1 Hämodynamisch und respiratorisch relevante Positionierungsformen

Positionierungsform	Indikation (Beispiele)
Rückenlage	Laparotomien, Schilddrüsen-, Thorax-, Herz-, Mammachirurgie
Bauchlagerung, Mason-Positionierung, „jackknife position“	Eingriffe an Rücken, Wirbelsäule, Ellenbogen, Dekubitus-, Rektal-, proktologische Chirurgie
Seitenlage, Flankenlage	Schulterchirurgie, Eingriffe an Nieren und Nebennieren
Halbsitzende Positionierung („beach chair position“), sitzende Positionierung (Fowler-Positionierung)	Schulter-, Neuro-, Mammachirurgie
Trendelenburg-Positionierung, „Lloyd-Davies-Position“	Harnblasenchirurgie, gynäkologische Operationen, roboterassistierte gynäkologische und urologische Chirurgie, Beckenchirurgie
Anti-Trendelenburg-Positionierung	Leberchirurgie, Zwerchfelleingriffe
Steinschnittlage	Urologie, Gynäkologie, Proktologie

die Homöostase; schlimmstenfalls können sie für den Patienten fatale Folgen haben [35]. Eine profunde Kenntnis der pathophysiologischen Zusammenhänge sowie das Wissen um „Vermeidungsstrategien“ und Therapieoptionen sind daher für die sichere Narkoseführung unabdingbar.

Pathophysiologische Grundlagen

Herz-Kreislauf-System

Positionierungsbedingte Veränderungen der Hämodynamik entstehen v. a. durch eine Umverteilung des Blutvolumens in die (dann) abhängigen Körperpartien. Der narkotisierte Patient ist kaum in der Lage, einer Umverteilung des Blutes durch Vasokonstriktion entgegenzuwirken. Die vasodilatierenden Effekte der meisten Anästhetika verhindern eine rasche Anpassung an die neue Körperposition. Konsekutiv kommt es daher entweder zum venösen Pooling mit relativer Hypovolämie und reduziertem Preload (Oberkörperhochlage) oder, seltener, zu einem vermehrten venösen Rückstrom und erhöhtem Preload (Kopftieflagen, Trendelenburg-Position [TBP]). Montgomery et al. beobachteten bereits beim wachen Patienten in 30°-Oberkörper-Hochlage eine Verschiebung von bis zu 1 l Flüssigkeit aus dem Thorax und den oberen Extremitäten in den Beckenbereich, bei der Aufrichtung

in eine 60°-Position sogar bis zu 1,5 l (Abb. 1; [29]).

Beim Übergang des Narkotisierten in eine „beach chair position“ (BCP) konnten Buhre et al. eine Abnahme des intrathorakalen Blutvolumens um 14 % feststellen [4]. Umgekehrt kann eine TBP zu einer intrathorakalen Hypervolämie mit vermehrtem venösem Rückstrom zum rechten Herzen führen. Hofer et al. beobachteten beim Übergang von einer 30°-Oberkörper-Hochlage in eine 30°-TBP eine Zunahme des Herzzeitvolumens (HZV) und des Schlagvolumens um jeweils 26 % [15]. Der Einfluss der Bauchlage auf die Hämodynamik ist bislang unzureichend untersucht. Ältere Studienergebnisse legen nahe, dass es bei narkotisierten Patienten zu einer Abnahme des mittleren arteriellen Drucks (MAD) und des HZV kommen kann, während zentraler Venendruck (ZVD) und systemvaskulärer Gefäßwiderstand (SVR) konstant bleiben [40]. Die reine Seitenlage scheint aufgrund der ausbleibenden Volumenverschiebungen wenig Einfluss auf die Hämodynamik zu haben, während eine Flankenlage mit Lateralflexion der lumbalen Wirbelsäule zu einer Verschiebung des intravaskulären Volumens in die Beine und damit zur Abnahme des HZV führt.

Respiratorisches System

Relaxation und Beatmung bewirken bereits bei Patienten in RL spürbare Veränderungen des respiratorischen Systems.

Es kommt zu einer Verlagerung des Zwerchfells nach kranial, eingeschränkter Zwerchfellexkursion und Veränderungen der Thoraxgeometrie. Hieraus resultiert eine Verkleinerung der Lungenvolumina, eine Verringerung der funktionellen Residualkapazität (FRC) und eine Abnahme der Compliance [24].

In einer Metaanalyse aus 43 Studien fanden Katz et al. eine Verbesserung der meisten Lungenfunktionsparameter in BCP bei nichtbeatmeten, neurologisch gesunden Patienten (forcierte expiratorische Einsekundenkapazität [FEV₁], forcierte Vitalkapazität [FVC], funktionelle Residualkapazität [FRC]; [20]). Es scheint plausibel, dass die negativen Einflüsse der Beatmung auf die Lungenfunktion durch eine BCP aufgrund des dann tiefer getretenen Zwerchfells auch beim Narkotisierten ebenfalls (partiell) aufgehoben werden. Veränderungen respiratorischer Größen von beatmeten Patienten in BCP sind aber bislang kaum untersucht. Bei adipösen, beatmeten Patienten konnten Valenza et al. allerdings eine Verdoppelung des endexpiratorischen Lungenvolumens beim Übergang in die BCP feststellen [39].

Während die positiven Effekte einer intermittierenden Bauchlage auf den Gasaustausch von Patienten mit einem akuten Atemnotsyndrom (ARDS) mittlerweile gut belegt sind, sind die Studienergebnisse zum Einfluss der Bauchlage auf die pulmonale Funktion intraoperativer Patienten uneinheitlich. Sowohl von moderaten Verbesserungen als auch Verschlechterungen wird berichtet. Insgesamt scheint der Gasaustausch lungengesunder Patienten bei Einnahme einer Bauchlage wenig beeinflusst [33].

Zur Beatmung von Patienten in Kopftieflage liegen zahlreiche Studienergebnisse, insbesondere aus dem Bereich der roboterassistierten operativen Gynäkologie und Urologie, vor. In Kombination mit einem Kapnoperitoneum ergeben sich teilweise drastische Veränderungen der Lungenfunktion, die sich u. a. in einem Anstieg der Beatmungsdrücke um bis zu 50 % und durch ein erhöhtes Risiko für ein Barotrauma manifestieren [12]. Der Einfluss einer Seitenlage auf den Gasaustausch ist vergleichbar mit dem der RL. Bei ausgeprägt herzinsuffizienten Pa-

C. Zeuzem-Lampert · P. Groene · V. Brummer · K. Hofmann-Kiefer

Kardiorespiratorische Effekte perioperativer Positionierungsmaßnahmen

Zusammenfassung

Die Rückenlage ist nach wie vor die am häufigsten praktizierte Form der intraoperativen Positionierung von Patienten. Positionierungsformen, abweichend von der Rückenlage, führen zu ausgeprägten physiologischen Veränderungen, die den Narkose- und Operationsablauf beeinflussen. Die Homöostase des Patienten wird beeinflusst durch Volumenverschiebungen in die (dann) abhängigen Körperpartien (aufrecht sitzende Positionen, aber auch Trendelenburg-Positionierung [TBP]) sowie durch ein Tiefertreten des Zwerchfells mit reduzierten Lungenvolumina und verminderter Compliance bei allen Formen der Oberkörperpositionierung. Oberkörperhochlagen („beach chair position“) sind charakterisiert

durch eine relative Hypovolämie, mit Abfall des mittleren arteriellen Blutdrucks, des Herzzeit- und des Schlagvolumens, während die pulmonalen Funktionen unbeeinflusst bleiben. Gravierende Komplikationen (postoperative Apoplexie) sind beschrieben. Pathophysiologische Grundlagen und Auswirkungen der hämodynamischen Veränderungen werden im vorliegenden Leitthemenbeitrag dargestellt, potenzielle Vermeidungsstrategien diskutiert. Oberkörperpositionierungen bewirken dagegen einen, in der Mehrzahl der Fälle gut tolerierten, Anstieg des kardialen Preload. Die TBP hat aber – insbesondere in Kombination mit einem Kapnoperitoneum – negative Auswirkungen auf die Lungenfunktion, möglicherweise auf

den intrakraniellen Druck und ggf. auch auf die Durchblutung intraabdomineller Organe. Die Pathophysiologie der intraoperativen TBP wird skizziert; Lösungsansätze zur Vermeidung von Komplikationen werden angesprochen. Bauch- und Seitenlagen beeinflussen die Homöostase dagegen wenig, auf die Besonderheiten der 15°-Linksseiten-Lage von Gebärenden wird in einem gesonderten Abschnitt eingegangen.

Schlüsselwörter

Rückenlage · Beach-chair-Positionierung · Trendelenburg-Position · Hämodynamik · Lungenfunktion

Cardiorespiratory effects of perioperative positioning techniques

Abstract

The supine position is still the most frequently used type of positioning during surgical procedures. Positions other than the supine position lead to physiological alterations that have a relevant influence on the course of anesthesia and surgery. As a matter of principle, hemodynamic stability is at risk because venous blood is pooled in the lower positioned body parts. In addition, head down positions (Trendelenburg position) may lead to an impairment of respiratory function by reducing lung volumes as well as lung compliance. Upright positions (beach chair position) are characterized by a relative hypovolemia accompanied by a reduction of mean arterial pressure, cardiac output and stroke volume, whereas pulmonary functions

remain unchanged. Some severe adverse events have been described in the literature (e.g. intraoperative apoplexy, postoperative blindness). The pathophysiological principles and effects of hemodynamic alterations as well as potential strategies to avoid complications are presented and discussed in this lead article. Head down positions, especially the Trendelenburg position, cause a relative (intrathoracic) hypovolemia and an increase in cardiac preload that is usually well-tolerated in patients without heart problems; however, the Trendelenburg position, especially if combined with a capnoperitoneum, significantly impairs pulmonary function, can have a negative effect on intracerebral pressure and may

reduce blood flow of intra-abdominal organs. The pathophysiological intraoperative changes caused by Trendelenburg positioning are described and approaches suitable for risk reduction are discussed. The prone position and lateral decubitus position have little influence on the intraoperative homeostasis. Nevertheless, there is an ongoing discussion concerning the efficacy of a 15° left lateral position during caesarean section, which is also discussed in a separate section of this review.

Keywords

Supine position · Beach chair position · Trendelenburg position · Hemodynamics · Lung function

tienten, die nicht in der Lage sind, die oben liegende (besser belüftete) Lunge adäquat zu perfundieren, kann es jedoch auch in Seitenlage zur eingeschränkten Oxygenierung kommen [31].

Spezielle Positionierungsformen

Beach chair position

Die BCP steht stellvertretend für viele Formen der Oberkörperhochlage, wie

sie in diversen Bereichen der Chirurgie (Tab. 1) angewendet werden. In BCP können hämodynamische Veränderungen auftreten, die zu einer kritischen Reduktion des zerebralen Perfusionsdrucks (CPP) führen. Es existieren Fallberichte über schwerwiegende Komplikationen, wie z. B. Apoplexie oder Erblindung nach Eingriffen in BCP [2, 32, 35]. Genaue Zahlen über die Komplikationshäufigkeit liegen nicht vor; die Inzidenz scheint aber sehr niedrig zu sein (0,029% nach Friedman et al. [11]). Als ursächlich

werden die Beeinflussung der zerebralen Autoregulation durch die eingesetzten Anästhetika und zeitgleich ein relevanter, relativer Volumenmangel als Folge der Volumenverschiebung in die unteren Körperpartien vermutet [23, 29]. Gerade in BCP ist es daher essenziell, einen ausreichend hohen MAD aufrechtzuerhalten. Wichtig ist in diesem Zusammenhang deshalb die Frage, wo der Blutdruck überhaupt gemessen werden sollte. Nur durch eine Messung auf Gehörgangshöhe, d. h. mithilfe einer blu-

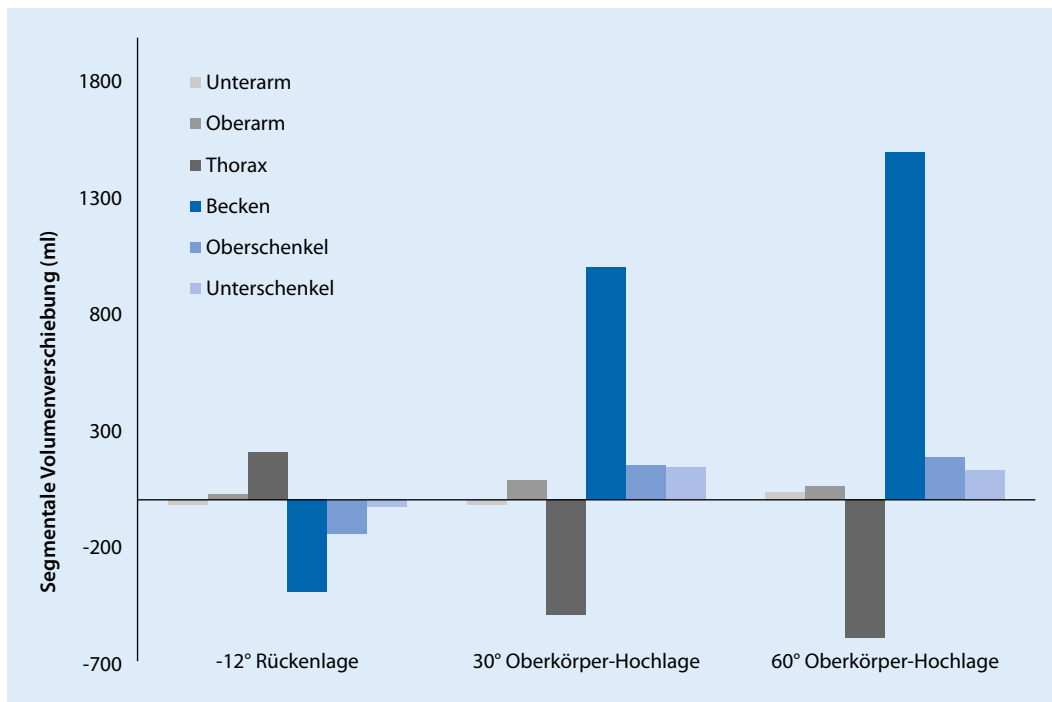


Abb. 1 ◀ Segmentale Volumenverschiebungen beim Übergang von der Rückenlage in eine 60°-Oberkörper-Hochlage beim wachen Patienten. (Modifiziert nach Montgomery et al. [29], mit freundlicher Genehmigung des Verlags)

tigen arteriellen Druckmessung, können die intrakraniellen Druckverhältnisse ausreichend verlässlich abgeschätzt werden. Hierzu sollte ein Druckabnehmer auf Gehörgangsniveau kalibriert und anschließend auf diesem Niveau weitergemessen werden. Wird dagegen konventionell am Oberarm gemessen, resultiert eine Druckdifferenz zur Gehörgangsebene von 30–40 cm H₂O (22–30 mm Hg) je nach Größe des Patienten und dem Winkel des aufgerichteten Oberkörpers zur Horizontalen. Da für eine suffiziente Perfusion des Gehirns bei normotonen Patienten ein MAD >60 mm Hg bzw. bei Hypertoniepatienten ein Abfall um weniger als 30 % vom Ausgangswert als ausreichend betrachtet wird, scheint es notwendig, bei Eingriffen in BCP (und Blutdruckmessung am Oberarm) MAD-Werte >80 mm Hg anzustreben [3]. Die vorgeschlagenen Grenzwerte für den MAD leiten sich ausschließlich aus physiologischen Überlegungen ab. Die Zahl qualitativ guter Studien zu diesem Thema ist (noch) zu gering, um eine evidenzbasierte Empfehlung aussprechen zu können (Empfehlungsgrad [GoR]: 0). Die Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) und, insbesondere in der Neurochirurgie, auch die transkranielle Dopplersonographie erlauben die

Abschätzung der zerebralen Oxygenierung bzw. Perfusion unabhängig von der Methode der Blutdruckmessung. Blutdruckunabhängige Faktoren, wie z. B. Stenosen der Halsgefäße, werden mit diesen Techniken ebenfalls erfasst [16].

Neben der Vermeidung von Blutdruckabfällen existieren weitere therapeutische Ansätze, die im Kontext mit der BCP neuroprotektiv wirken könnten. Besonderes Augenmerk sollte auf die Beatmung von Patienten in BCP gelegt werden. Picton et al. beobachteten bei Probanden sowohl unter Propofol-, als auch unter Desfluran-Narkose in BCP einen deutlichen Abfall der regionalen zerebralen Sauerstoffsättigung (rSO₂), der durch die Zufuhr von 100%igem O₂ nicht wesentlich gebessert werden konnte. Erst eine Anhebung des p_{et}CO₂ von 30 auf 45 mm Hg – und damit die Induktion einer zerebralen Vasodilatation – führte zu einer Normalisierung der rSO₂ (▣ Abb. 2; [34]). In BCP sollte daher das p_{et}CO₂ auf hochnormale Werte eingestellt werden. Ferner sollte auf eine Positionierung des Kopfes in exakter Neutralposition geachtet werden, um torsionsbedingte Stenosen der Halsgefäße zu vermeiden.

Eine weitere Option besteht darin, dem positionierungsbedingten, relativen

Volumenmangel durch einen präemptiven Volumenbolus (vor Einnahme der BCP) vorzubeugen. Diese Strategie wird unterstützt durch eine Studie von Jo et al., die zeigen konnten, dass Patienten, die präoperativ bereits pathologische Werte ihrer dynamischen Vorlastparameter („cardiac index“ [CI], Schlagvolumenindex [SVI], Schlagvolumenvariation [SVV]) zeigten, in BCP signifikant häufiger unter relevanten Blutdruckabfällen litten [17]. Außerdem trägt dies auch dem Prinzip Druck ≠ Fluss (Gesetz von Darcy) besser Rechnung, als eine rein vasokonstringierende Katecholamintherapie. Wird der MAD lediglich durch eine Steigerung des SVR konstant gehalten, bessert dies nicht zwangsläufig den zerebralen Blutfluss. In einer eigenen Studie an 43 Patienten wurden die hämodynamischen Veränderungen beim Aufsetzen in die BCP untersucht. Gruppe 1 erhielt nach Narkoseeinleitung eine Standardflüssigkeitstherapie (500 ml Ringer-Acetat-Lösung), Gruppe 2 bis zum Aufsetzen zusätzlich 1000 ml Ringer-Acetat-Lösung und Gruppe 3 500 ml eines Kolloids +500 ml Ringer-Acetat-Lösung. Gruppe 1 musste nach 4 Patienten wegen eines dramatischen Blutdruckabfalls (MAD 42 mm Hg) sowie eines kritischen Abfalls der rSO₂

informativ.
innovativ. integrativ.
OPTIMALE VERSORGUNG FÜR ALLE.



CITYCUBE BERLIN
19. – 22. FEBRUAR 2020
www.dkk2020.de
#dkk2020

Deutscher Krebskongress 2020

informativ. innovativ. integrativ. Optimale Versorgung für alle.

Der größte und wichtigste onkologische Fachkongress im deutschsprachigen Raum – der Deutsche Krebskongress (DKK) – findet vom 19. bis 22. Februar 2020 im City Cube Berlin statt. Unter dem Motto „informativ, innovativ, integrativ. Optimale Versorgung für alle.“ diskutieren Vertreter*innen aus Wissenschaft, Medizin, Gesundheitswesen, Politik, Pflege sowie Studierende in rund 300 Sitzungen über die neuesten Entwicklungen in der Krebsmedizin.

Die Schwerpunkte des DKK 2020

„Zu den Schwerpunkten auf dem Kongress zählt die Vorstellung innovativer Therapien – wir wollen diskutieren, wie sie sich in die bestehende Versorgung einfügen, sodass die Betroffenen optimal davon profitieren“, sagt Kongresspräsident Prof. Dr. Andreas Hochhaus vom Universitätsklinikum Jena.



Kongresspräsident Prof. Dr. Andreas Hochhaus,
Foto: Anna Schroll/UKJ

Die Komplexität der Erkrankung erfordert eine enge Zusammenarbeit verschiedenster Fachrichtungen. „Deshalb ist es mir wichtig, alle an der Versorgung von Krebspatientinnen und -patienten beteiligten Berufsgruppen – wie etwa die Chirurgie, Strahlentherapie, medikamentöse Tumortherapie, Pathologie, Radiologie und Pflege – zu integrieren“, erläutert Hochhaus.

Von der Präventionsforschung bis zur translationalen Onkologie

In den Sitzungen erfahren Teilnehmer*innen des DKK mehr über neue Verfahren, Tests und Therapien in der Onkologie, wie etwa zur personalisierten antigenbasierten Immuntherapie. Zudem können sie sich mit den neuesten Leitlinienempfehlungen, Entwicklungen in der translationalen Onkologie und neuen Ansätzen in der Präventionsforschung vertraut machen.

Nachwuchs im Blick

Mit ausgewählten Informationsangeboten richtet sich der DKK auch gezielt an junge Zielgruppen. Ein Studierendentag bietet Orientierung für den künftigen Berufsweg. Der Tag der jungen Onkologen gibt einen Überblick über Forschungsförderung und Vernetzungsmöglichkeiten. Das Junge Forum liefert spannende Einblicke in die Arbeit und die Karrierewege von ärztlichen und auch nicht-ärztlichen Berufsgruppen, die an der Versorgung von Krebspatient*innen beteiligt sind.

Vielfältige Sitzungsformate

Neben Plenarsitzungen zu medizinischen und versorgungsrelevanten Inhalten, beispielsweise zu ausgewählten Krebsarten, Immuntherapie, Geriatrie und Palliativversorgung, können sich die Teilnehmer*innen auch in interaktiven Tumorkonferenzen sowie Pro- und Kontra-Debatten zu einer bestimmten medizinischen Fragestellung weiterbilden. Gesundheitspolitische Foren bieten zudem die Möglichkeit, kontroverse Diskussionen – unter anderem zu Finanzierungsfragen im Gesundheitswesen – zu verfolgen.

Krebsaktionstag für Patient*innen und Angehörige

Am 22. Februar öffnet der Kongress mit dem Krebsaktionstag seine Tore für Patient*innen und Angehörige. Sie können sich in Vorträgen über die neuesten Entwicklungen der Krebsmedizin informieren. Zudem haben sie die Möglichkeit, verschiedene Selbsthilfegruppen und Krebsberatungsangebote kennenzulernen.

Alle Informationen zum DKK2020 sind hier zu finden: www.dkk2020.de

**Nicht vergessen:
Termine rund um den DKK**
Frühbucheprerise bis zum 16.12.2019
Spätbucheprerise bis zum 31.01.2020
www.dkk2020.de/teilnahme

Der DKK in Kürze

- Der DKK findet alle zwei Jahre in Berlin statt.
- Er ist der größte und wichtigste deutschsprachige onkologische Fachkongress.
- Der DKK ist ein Netzwerktreffen der Onkologie mit Vertreter*innen aus Wissenschaft, Ärzteschaft, Gesundheitswesen, Politik und Verwaltung, mit Studierenden und Pflegekräften.
- Es finden etwa 300 Sitzungen zu den neuesten Erkenntnissen in der Krebsmedizin statt.
- Mehr als 10.000 Kongressteilnehmer*innen werden erwartet.
- Nutzen Sie die interaktive Kongress-App. Sie steht kostenlos ab Januar 2020 im App-Store zur Verfügung, Infos: www.dkk2020.de/app



© Farbenkollektiv

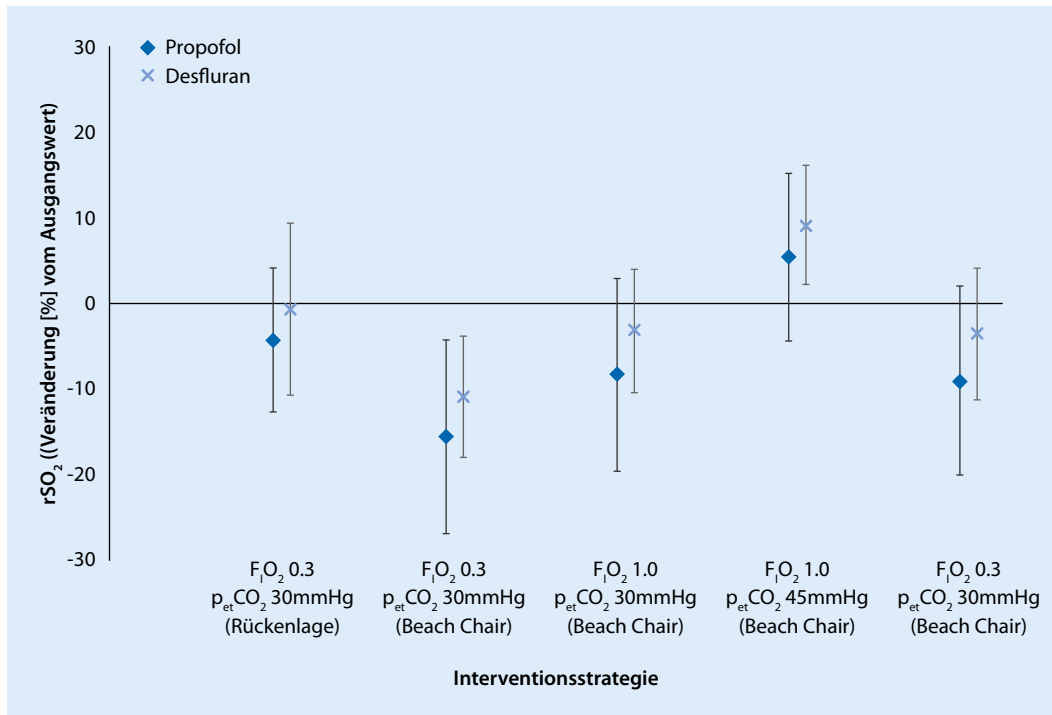


Abb. 2 ◀ Veränderungen der regionalen zerebralen Sauerstoffsättigung (rSO_2) in Abhängigkeit vom endexpiratorischen Kohlenstoffdioxidpartialdruck ($p_{et}CO_2$). $F_I O_2$ inspiratorische Sauerstofffraktion. (Modifiziert nach Picton et al. [34]; mit freundlicher Genehmigung des Verlags)

(<50%) vorzeitig beendet werden. In Gruppe 2 und 3 gelang es in Kombination mit einer niedrig-dosierten Noradrenalingabe, den MAD sowie weitere hämodynamische Parameter (u. a. HZV, Schlagvolumen [SV]) konstant zu halten. Kritische Abfälle der rSO_2 traten nicht auf [10]. Ob durch eine derartige, einfache „Prophylaxe“ Komplikationen bei Patienten, die in BCP operiert werden, zuverlässig verhindert werden können, muss in weiteren Studien geklärt werden.

Seitenlagen, Positionierung zur Sectio caesarea

Wie oben angesprochen, sind die Effekte einer 90°-Seiten-Lage auf Hämodynamik und Respiration beim kardial gesunden Patienten zu vernachlässigen. Schon seit Jahren diskutiert wird dagegen die Effizienz einer 15°-Linksseiten-Lage zur Vermeidung des V. cava-Kompressionssyndroms bei Patientinnen zur Geburt per Sectio. Nach wie vor empfehlen nationale Fachgesellschaften die 15°-Linksseiten-Lage [1, 37]. In zahlreichen älteren, insgesamt sehr heterogen konzipierten Studien wird auch über ein reduziertes HZV in RL bei Gebärenden berichtet. Dennoch scheint die Wirksamkeit des „Prinzips Linksseitenlage“ im

Licht neuerer Publikationen eher zweifelhaft. So fand sich in einer aktuellen Studie von Tsai et al. an 77 Gebärenden bezüglich MAD, HZV und SVR kein Unterschied zwischen Schwangeren, die in 15°-Linksseiten-Lage, und Schwangeren, die in RL positioniert worden waren [38]. Higuchi et al. fanden in MRT-Untersuchungen in RL eine nahezu vollständige Kompression der V. cava bei Gebärenden ($n=10$), die durch eine 15°-Linksseiten-Lage *nicht* reversiert werden konnte [13]. In **Abb. 3** sind die Kompressionen der V. cava inferior in Abhängigkeit vom Achsenrotationswinkel anhand von Magnetresonanztomographieaufnahmen einer 42-jährigen Schwangeren auf 2 verschiedenen Ebenen der Lendenwirbelsäule dargestellt. Die Größe der Aorta (Pfeile von rechts) ist in allen Positionen stabil. Die V. cava inferior (Pfeile von links) ist in Rückenlage (**Abb. 3a, e**) beinahe vollständig komprimiert; in 15°-Lage (**Abb. 3b, f**) ist die Kompression nur minimal rückläufig. Erst in 30°- (**Abb. 3c, g**) und 45°-Lage (**Abb. 3d, h**) kommt es zur signifikanten Reduktion der Kompression der V. cava [13].

Auch die zahlreichen, älteren Studien, die ein verbessertes neonatales Outcome unter 15°-Linksseiten-Lage postulierten,

müssen laut einem aktuellen Review von Lee et al. kritisch hinterfragt werden, da auf eine Konstanz des MAD weniger geachtet wurde als heute und da moderne Vasokonstriktoren (Phenylephrin) noch nicht zur Verfügung standen [25]. Der Säure-Basen-Status von Neugeborenen zeigte sich in einer Studie der oben genannten Autoren unter 15°-Linksseiten-Lage im Vergleich zur RL demzufolge auch unverändert [26]. Denkbar ist, dass Neigungswinkel, die deutlich über 15° liegen, tatsächlich zu einer Entlastung der V. cava inferior und – konsekutiv – zu einer Verbesserung der hämodynamischen Verhältnisse bei Schwangeren führen. Hohe Achsenrotationswinkel lassen sich aber kaum realisieren, da sie von der Schwangeren als sehr unangenehm empfunden werden und das operative Vorgehen deutlich erschweren. Schon die 15°-Linksseiten-Lage wird daher in praxi kaum erreicht [18]. Zusammenfassend kommen Lee et al. zu dem Ergebnis, dass eine Positionierung in RL unter Beachtung moderner Therapierichtlinien für gesunde Schwangere keine erhöhte Gefährdung mit sich bringt [25]. Die Einnahme einer 15°-Linksseiten-Lage ist für die Schwangere aber auch nicht nachteilhaft, und daher ist die Beibehaltung dieser gängigen Praxis bis zur endgültigen

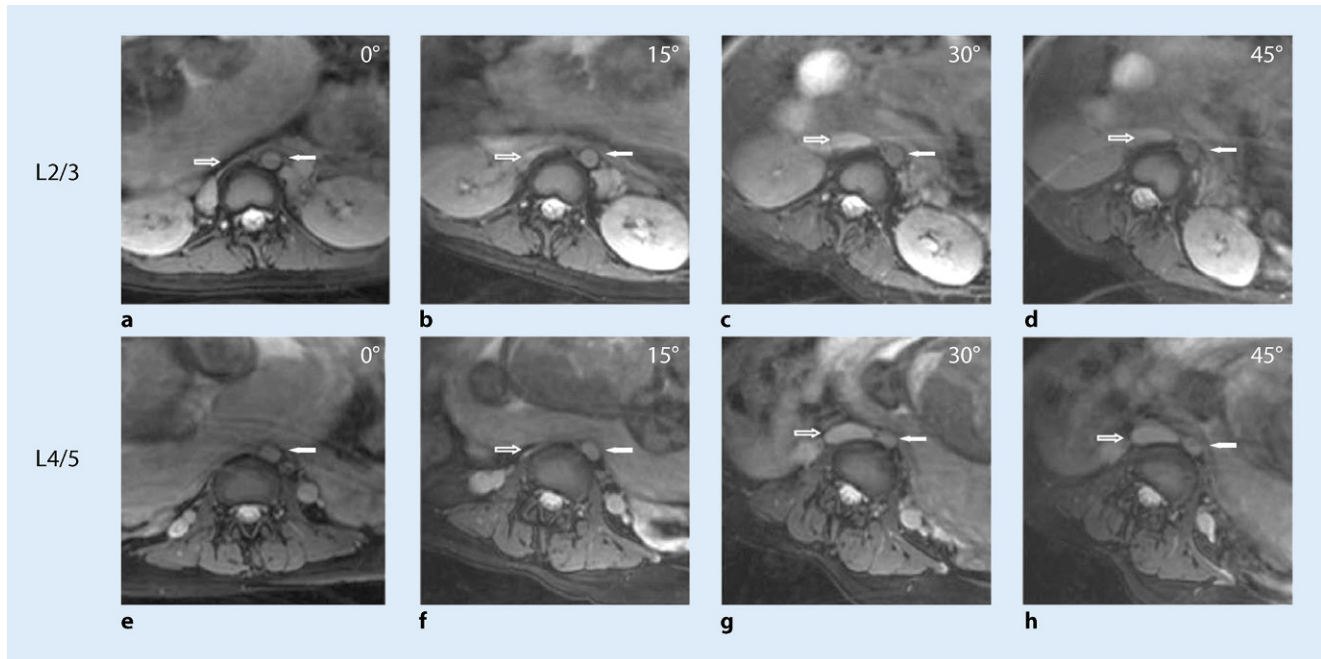


Abb. 3 ▲ Kompression der V. cava inferior je nach Achsenrotationswinkel; Magnetresonanztomographieaufnahmen einer 42-jährigen Schwangeren auf 2 verschiedenen Ebenen der Lendenwirbelsäule; Erklärungen s. Text. (Modifiziert nach Higuchi et al. [13], mit freundlicher Genehmigung des Verlages)

Klärung der Fragestellung aus Sicht der Autoren durchaus berechtigt.

Kopftieflagen, Trendelenburg-Positionierungen

Die TBP findet in der roboterassistierten operativen Gynäkologie und Urologie, in der Rektalchirurgie und der laparoskopischen Dickdarmchirurgie Anwendung. Das Zusammenspiel von erhöhtem intraabdominalem Druck (Kapnoperitoneum), hochstehendem Zwerchfell und einer „relativen Hypervolämie“ mit Rechtsherzbelastung hat ggf. gravierende Auswirkungen auf die zerebrovaskuläre, hämodynamische und respiratorische Homöostase.

In extremer TBP (>35°) führen lagebedingte Volumenverschiebungen zunächst zu einem Anstieg des ZVD und erhöhtem Preload [19]. Kardial leistungsfähige Patienten reagieren auf diese relative „Volumenzufuhr“ mit einem Anstieg des MAD, des SV und des HZV [19]. Denkbar ist allerdings auch, dass der Anstieg des MAD partiell durch einen erhöhten SVR als Folge einer Kompression des abdominalen Gefäßbetts im Rahmen des Kapnoperitoneums bedingt ist (Afterload ↑, [9]). Trotz des erhöhten

HZV könnte die Perfusion der Abdominalorgane also reduziert sein. Andere Autoren konnten keinen Anstieg des MAD in TBP nachweisen. Danic et al. ermittelten bei Patienten in TBP mit Kapnoperitoneum eine Abnahme des MAD um 17% und des HZV um 37% [7]. Hirvonen et al. fanden steigende Werte für den MAP, den ZVD, den pulmonalarteriellen Druck und den pulmonalkapillären Verschlussdruck, beobachteten aber ebenfalls ein fallendes HZV [14]. Danic et al. gehen davon aus, dass die kardiale Leistungsfähigkeit des Patienten seine Reaktion auf die TBP bestimmt: Kardial gesunde Patienten tolerieren die TBP gut; Patienten mit eingeschränkter kardialer Funktion können an die Grenzen ihrer Kompensationsfähigkeit gelangen [7, 12]. Therapeutische Ansätze zum Ausgleich der hämodynamischen Veränderungen in TBP existieren bislang kaum. Moon et al. [30] beobachteten einen verminderten Anstieg von MAD und SVR nach Gabe von Nitroglycerin (0,5 µg/kgKG und min), während Zarif et al. [41] sowohl für Dexmedetomidin als auch für Magnesiumsulfat einen korrigierenden Effekt auf die positionierungsbedingten Blutdruckveränderungen zeigen konnten.

Die pulmonalen Funktionen in TBP werden beeinflusst vom Pneumoperitoneum und von der Verlagerung der intraabdominalen Organe gegen das Zwerchfell. Es resultieren eine verminderte FRC und Lungen-Compliance sowie erhöhte inspiratorische Spitzen- und Plateaudrücke, wobei das Pneumoperitoneum von größerer Bedeutung zu sein scheint als die Kopftieflage [36]. Insgesamt kommt es zu einem moderaten Abfall des arteriellen Sauerstoffpartialdrucks (p_aO_2) und einem meist deutlich stärker ausgeprägten Anstieg des arteriellen Kohlenstoffdioxidpartialdrucks (p_aCO_2). Durch die für eine adäquate Ventilation notwendigen erhöhten Beatmungsdrücke und Atemminutenvolumina sind die Patienten aber einem erhöhten Risiko für ein Barotrauma der Lungen ausgesetzt. Analog zu den hämodynamischen Veränderungen entwickelt sich bei respiratorisch gesunden Patienten in TBP aber keine wesentliche Einschränkung der pulmonalen Funktion [19]. In mehreren Studien wurde nach optimalen Beatmungsparametern in TBP gesucht. Lee et al. konnten zeigen, dass ein positiver endexpiratorischer Druck (PEEP) von 7 cm H₂O mit einer bestmöglichen Beatmungs-

tuation ohne negativen Einfluss auf die Hämodynamik einhergeht [27]. In weiteren Studien wird eine Verlängerung der Inspirationszeit empfohlen [22].

Zusammenfassend sind die kardiorespiratorischen Effekte der TBP für gesunde Patienten nach aktueller Datenlage wenig Outcome-relevant; die Auswirkungen auf das Outcome vorerkrankter Patienten sind unklar. Dies gilt auch für einen potenziellen Anstieg des intrakraniellen Druckes (ICP) in TBP, der von einigen Autoren befürchtet wird. Kalmar et al. berechneten den CPP aus MAP-ZVD, beobachteten bei ihren Patienten aber keine klinisch relevanten Veränderungen in der TBP [19]. In etlichen anderen Studien wurden Veränderungen der rSO₂ und des Durchmessers des N. opticus als Surrogatparameter der Sauerstoffversorgung des Gehirns und des ICP untersucht. Die Ergebnisse sind widersprüchlich. Sowohl Abfälle als auch Anstiege der rSO₂ wurden beobachtet; in mehreren Studien kam es jedoch zu einer deutlichen Zunahme des Durchmessers des N. opticus unter TBP [5, 6, 8, 28]. Die Auswahl des Narkoseverfahrens kann möglicherweise die zerebrale Oxygenierung in TBP beeinflussen. Doe et al. [8] fanden bei Einsatz von Sevofluran im Vergleich zu Propofol eine unveränderte rSO₂, aber eine deutlich erhöhte Sauerstoffsättigung im jugularvenösen Blut, während Kim et al. [21] auch eine erhöhte rSO₂ unter Sevoflurananästhesie nachweisen konnten.

Fazit für die Praxis

- Die Rückenlage ist die am meisten praktizierte Form der intraoperativen Positionierung.
- Andere Positionierungsformen haben z. T. gravierende Auswirkungen auf die Homöostase.
- Während in Oberkörperhochlage Störungen der Hämodynamik vorherrschen, kommt es in Oberkörper-tiefenlagen v. a. zu einer Einschränkung der pulmonalen Funktion.
- Die Effektivität der 15°-Linksseitenlage bei Gebärenden muss kritisch hinterfragt werden.
- Es bestehen zurzeit nur wenige Lösungsansätze, die auf die Problematik

der positionierungsbedingten Störungen der Homöostase fokussieren.

Korrespondenzadresse



PD Dr. K. Hofmann-Kiefer
Klinik für Anaesthesiologie,
Klinikum der Universität
München
Nussbaumstr. 20,
80336 München, Deutschland
Klaus.Hofmann-Kiefer@med.uni-muenchen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C. Zeuzem-Lampert, P. Groene, V. Brummer und K. Hofmann-Kiefer geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe e.V. (DGGG) (2015) Lagerungsbedingte Schäden in der operativen Gynäkologie, Empfehlungen zur Verhinderung. <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/015-077.html>. Zugegriffen: 5. Mai 2019
2. Bhatti MT, Enneking FK (2003) Visual loss and ophthalmoplegia after shoulder surgery. *Anesth Analg* 96:899–902
3. Bijker JB, Persoon S, Peelen LM et al (2012) Intraoperative hypotension and perioperative ischemic stroke after general surgery: a nested case-control study. *Anesthesiology* 116:658–664
4. Buhre W, Weyland A, Buhre K et al (2000) Effects of the sitting position on the distribution of blood volume in patients undergoing neurosurgical procedures. *Br J Anaesth* 84:354–357
5. Chin JH, Seo H, Lee EH et al (2015) Sonographic optic nerve sheath diameter as a surrogate measure for intracranial pressure in anesthetized patients in the Trendelenburg position. *BMC Anesthesiol* 15:43
6. Closhen D, Treiber AH, Berres Met al (2014) Robotic assisted prostatic surgery in the Trendelenburg position does not impair cerebral oxygenation measured using two different monitors: a clinical observational study. *Eur J Anaesthesiol* 31:104–109
7. Danic MJ, Chow M, Alexander G et al (2007) Anesthesia considerations for robotic-assisted laparoscopic prostatectomy: a review of 1,500 cases. *J Robot Surg* 1:119–123
8. Doe A, Kumagai M, Tamura Y et al (2016) A comparative analysis of the effects of sevoflurane and propofol on cerebral oxygenation during steep Trendelenburg position and pneumoperitoneum for robotic-assisted laparoscopic prostatectomy. *J Anesth* 30:949–955
9. Falabella A, Moore-Jeffries E, Sullivan MJ et al (2007) Cardiac function during steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum for robotic-assisted prostatectomy: a trans-oesophageal Doppler probe study. *Int J Med Robot* 3:312–315
10. Frey K, Rehm M, Chappell D et al (2018) Preemptive volume therapy to prevent hemodynamic changes caused by the beach chair position: hydroxyethyl starch 130/0.4 versus Ringer's acetate—a controlled randomized trial. *J Shoulder Elbow Surg* 27:2129–2138
11. Friedman DJ, Parnes NZ, Zimmer Z et al (2009) Prevalence of cerebrovascular events during shoulder surgery and association with patient position. *Orthopedics* 32(4):256
12. Gainsburg DM (2012) Anesthetic concerns for robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Minerva Anesthesiol* 78:596–604
13. Higuchi H, Takagi S, Zhang K et al (2015) Effect of lateral tilt angle on the volume of the abdominal aorta and inferior vena cava in pregnant and nonpregnant women determined by magnetic resonance imaging. *Anesthesiology* 122:286–293
14. Hirvonen EA, Nuutinen LS, Kauko M (1995) Hemodynamic changes due to Trendelenburg positioning and pneumoperitoneum during laparoscopic hysterectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 39:949–955
15. Hofer C, Senn A, Weibel L et al (2008) Assessment of stroke volume variation for prediction of fluid responsiveness using the modified FloTrac™ and PiCCoPlus™ system. *Crit Care* 12:R82
16. Huber W, Zanner R, Schneider G et al (2019) Assessment of regional perfusion and organ function: less and non-invasive techniques. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2019.00050/full>. Zugegriffen: 1. Juni 2019
17. Jo YY, Jung WS, Kim HS et al (2014) Prediction of hypotension in the beach chair position during shoulder arthroscopy using pre-operative hemodynamic variables. *J Clin Monit Comput* 28:173–178
18. Jones SJ, Kinsella SM, Donald FA (2003) Comparison of measured and estimated angles of table tilt at Caesarean section. *Br J Anaesth* 90:86–87
19. Kalmar AF, Foubert L, Hendrickx JF et al (2010) Influence of steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy. *Br J Anaesth* 104:433–439
20. Katz S, Arish N, Rokach A et al (2018) The effect of body position on pulmonary function: a systematic review. *BMC Pulm Med* 18:159–174
21. Kim SJ, Kwon JY, Cho AR et al (2011) The effects of sevoflurane and propofol anesthesia on cerebral oxygenation in gynecological laparoscopic surgery. *Korean J Anesthesiol* 61:225–232
22. Kim WH, Hahm TS, Kim JA et al (2013) Prolonged inspiratory time produces better gas exchange in patients undergoing laparoscopic surgery: a randomised trial. *Acta Anaesthesiol Scand* 57:613–622
23. Koh JL, Levin SD, Chehab EL et al (2013) Neer Award 2012: cerebral oxygenation in the beach chair position: a prospective study on the effect of general anesthesia compared with regional anesthesia and sedation. *J Shoulder Elbow Surg* 22:1325–1331
24. Laux G (2004) Lungenphysiologie und Beatmung in Narkose. In: Roissant R, Werner C, Zwißler B (Hrsg) *Die Anästhesiologie*. Springer, Berlin, S582–595

25. Lee AJ, Landau R (2017) Aorticaval compression syndrome: time to revisit certain dogmas. *Anesth Analg* 125:1975–1985
26. Lee AJ, Landau R, Mattingly JL et al (2017) Left lateral table tilt for elective cesarean delivery under spinal anesthesia has no effect on neonatal acid-base status: a randomized controlled trial. *Anesthesiology* 127:241–249
27. Lee HJ, Kim KS, Jeong JS et al (2013) Optimal positive end-expiratory pressure during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Korean J Anesthesiol* 65:244–250
28. Lee JR, Lee PB, Do SH et al (2006) The effect of gynaecological laparoscopic surgery on cerebral oxygenation. *J Int Med Res* 34:531–536
29. Montgomery LD, Hanish HM, Marker RA (1989) An impedance device for study of multisegment hemodynamic changes during orthostatic stress. *Aviat Space Environ Med* 60:1116–1122
30. Moon HS, Lee SK, Choi YS et al (2011) The effect of nitroglycerin on hemodynamic changes during laparoscopic low anterior resection. *Korean J Anesthesiol* 61:388–393
31. Palermo P, Cattadori G, Bussotti M et al (2005) Lateral decubitus position generates discomfort and worsens lung function in chronic heart failure. *Chest* 128:1511–1516
32. Papadonikolakis A, Wiesler ER, Olympio MA et al (2008) Avoiding catastrophic complications of stroke and death related to shoulder surgery in the sitting position. *Arthroscopy* 24:481–482
33. Pelosi P, Croci M, Calappi E et al (1995) The prone positioning during general anesthesia minimally affects respiratory mechanics while improving functional residual capacity and increasing oxygen tension. *Anesth Analg* 80:955–960
34. Picton P, Dering A, Alexander A et al (2015) Influence of ventilation strategies and anesthetic techniques on regional cerebral oximetry in the beach chair position: a prospective interventional study with a randomized comparison of two anesthetics. *Anesthesiology* 123:765–774
35. Pohl A, Cullen DJ (2005) Cerebral ischemia during shoulder surgery in the upright position: a case series. *J Clin Anesth* 17:463–469
36. Suh MK, Seong KW, Jung SH et al (2010) The effect of pneumoperitoneum and Trendelenburg position on respiratory mechanics during pelvicoscopic surgery. *Korean J Anesthesiol* 59:329–334
37. National Institute for Health and Care Excellence (2019) Caesarean section. <https://www.nice.org.uk/guidance/cg132>. Zugegriffen: 6. Mai 2019
38. Tsai SE, Yeh PH, Hsu PK et al (2019) Continuous haemodynamic effects of left tilting and supine positions during Caesarean section under spinal anaesthesia with a noninvasive cardiac output monitor system. *Eur J Anaesthesiol* 36:72–75
39. Valenza F, Vagginelli F, Tiby A et al (2007) Effects of the beach chair position, positive end-expiratory pressure, and pneumoperitoneum on respiratory function in morbidly obese patients during anesthesia and paralysis. *Anesthesiology* 107:725–732
40. Yokoyama M, Ueda W, Hirakawa M et al (1991) Hemodynamic effect of the prone position during anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 35:741–744
41. Zarif P, Mahmoud AAA, Abdelhaq MM et al (2016) Dexmedetomidine versus magnesium sulfate as adjunct during anesthesia for laparoscopic colectomy. *Anesthesiol Res Pract*. <https://doi.org/10.1155/2016/7172920>

Digitalisierung im Gesundheitswesen erfordert neue Kommunikationsstrukturen

Hinsichtlich der aktuellen Entwicklungen im Gesundheitswesen reagiert die Friedrich-Schiller-Universität Jena und etabliert ab April 2020 einen neuen Masterstudiengang. Ziel ist die Kompetenzstärkung im Umgang mit digitalen Informationen bzw. Medien und deren Einsatz in der Kommunikation mit Patienten, Angehörigen und anderen Laien, sowie innerhalb und zwischen Gesundheitsorganisationen und in der Forschung. Der Studiengang vermittelt vertiefende Kenntnisse zu eHealth Literacy, technischen Grundlagen, Evidenz- und Risikokommunikation, digitaler Kommunikation und deren Anwendungsmöglichkeiten, sowie ethischen, rechtlichen und ökonomischen Aspekten bei der Implementierung von eHealth-Anwendungen. Die Studierenden lernen dabei, Informationen und Fachwissen an die Gesundheitskompetenz ihrer Gesprächspartner anzupassen und optimale Kommunikationsstrategien zu finden. Damit verbunden ist auch Kommunikation als Führungs- und Leitungskompetenz, sodass die Teilnehmer und Teilnehmerinnen in der Lage sind, zentrale Aufgaben in Organisationen des Gesundheitswesens zu übernehmen.

Der Masterstudiengang stellt in 3 Semestern mit seinem berufsbegleitenden Charakter eine besondere Möglichkeit der Weiterbildung in Deutschland dar. Der Masterstudiengang (Master of Science) setzt sich mit der schnell fortschreitenden Digitalisierung im Gesundheitsbereich auseinander und fokussiert auf die Integration von eHealth in Informationsvermittlung und Kommunikation in unterschiedlichen Praxiskontexten. Die Lehrinhalte werden v.a. im Online-Format über eLearning vermittelt und ermöglichen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern somit größtmögliche räumliche und zeitliche Flexibilität. Über unsere Online-Plattform haben Sie jederzeit und von überall Zugriff auf unsere Vorlesungen und Seminare. Präsenzwochen im ersten und zweiten Semester in Berlin ermöglichen gleichzeitig den Kontakt zu anderen Studierenden sowie zu unseren internen und externen Dozierenden. Hier soll die Grundlage für ein nachhaltiges Netzwerk gelegt werden, dass Dozierende und Studierende mit Kooperationspartnern und

Förderern langfristig verbindet und unterstützt.

Genauere Informationen zum Studiengang finden Sie unter www.master-ehealth.uni-jena.de <<http://www.master-ehealth.uni-jena.de>>

Bewerberinnen und Bewerber müssen einen ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss nachweisen und über mindestens 1 Jahr Berufserfahrung im Gesundheitswesen verfügen. Eine Bewerbung für den Studiengang ist ab dem 15. Oktober 2019 möglich. Die Bewerbungsfrist endet am 15. Februar 2020. Interessenten wenden sich bitte an: master-ehealth@uni-jena.de <<mailto:master-ehealth@uni-jena.de>>

Quelle: Friedrich-Schiller-Universität Jena, 23.10.2019