

Aus dem Fachbereich Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie
Direktor: Prof. Dr. Dr. Kai Zacharowski, FRCA

*Auswirkungen der Lagerung (Rücken – Bauch)
unter Einlungenventilation auf Hämodynamik und Säure- Basenhaushalt bei
endoskopischer Ösophagusresektion*

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
des Fachbereiches Medizin der
Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

vorgelegt von
Gina Isabel Bertelmann
aus Köln

Frankfurt am Main 2011

Dekan: Prof. Dr. Josef M. Pfeilschifter
Referent: PD Dr. med. Dirk Meininger
Korreferent: Prof. Dr. W. O. Bechstein

Tag der mündlichen Prüfung: 16.12.2011

Abkürzungsverzeichnis

Es wurden folgende in der deutsch- und englischsprachigen Literatur gebräuchliche Abkürzungen verwendet:

5-JÜR	5-Jahres-Überlebensrate
A.	Arterie
Abb.	Abbildung
AF	Atemfrequenz
AMV	Atemminutenvolumen
ARDS	Adult Respiratory Distress Syndrom
ASA	American Society of Anesthesiologists
avDO ₂	arterio-venöse Sauerstoffgehaltsdifferenz
BE	Base Excess/ Basenüberschuss
BL	Bauchlage
BMI	Body mass index
CI/ HI	Cardiac Index/ Herzindex
cm	Zentimeter
cmH ₂ O	Zentimeterwassersäule
CO ₂	Kohlendioxid
DLV	Doppellungenventilation
EK	Erythrozytenkonzentrat
EKG	Elektrokardiogramm
ELV	Einlungenventilation
etCO ₂	end-expiratorisches Kohlendioxid
FAC	„fractional area change“
FiO ₂	Inspiratorische Sauerstoffkonzentration
FRC	Funktionelle Residualkapazität
H ⁺	Protonen
Haes	Hydroxyethylstärke
Hb	Hämoglobin
HCO ₃ ⁻	Standardbicarbonat
HF	Herzfrequenz
HPV	Hypoxisch pulmonale Vasokonstriktion

HZV	Herzzeitvolumen
IBP	Indirekte Blutdruckmessung
ICU	Intensive care unit
kg	Kilogramm
KG	Kilogramm Körpergewicht
KOF	Körperoberfläche
kPa	Kilopascal
LVA	Linksventrikuläre Fläche
LVEF	Linksventrikulären Ejektionsfraktion
LVFS	Linksventrikuläre fraktionale Verkürzung
LVSWI	Linksventrikulärer Schlagarbeitsindex
LVV	Linksventrikuläres Volumen
M	Vorhandensein von Fernmetastasen
MAD/ MAP	Mittlerer arterieller Blutdruck
mbar	Millibar
mg	Milligramm
min	Minuten
ml	Milliliter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
mmol/l	Millimol pro Liter
MPAP	Mittlerer pulmonalarterieller Blutdruck
N	Befall regionärer Lymphknoten
n	Anzahl
P _A	Alveolärer Druck
P _a	Pulmonalarterieller Druck
paCO ₂	Arterieller Kohlendioxidpartialdruck
PAK	Pulmonalarterieller Katheter
paO ₂	Arterieller Sauerstoffpartialdruck
PAOP	Pulmonalarterieller Okklusionsdruck
PAP _{diast}	Pulmonalarterieller diastolischer Druck
PAP _{mean}	Pulmonalarterieller Mitteldruck
PAP _{syst}	Pulmonalarterieller systolischer Druck
PCWP	Mittlerer pulmonalarterieller Verschlussdruck
PDK	Periduale Katheter
peak	Beatmungsspitzenndruck

PEEP	Positiv endexpiratorischer Druck
pH	Negativer dekadischer Logarithmus der molaren H^+ - Ionenkonzentration
P_v	Pulmonalvenöser Druck
PVR	Pulmonaler Gefäßwiderstand
R_0	Tumorsektion im Gesunden
RL	Rückenlage
RVSWI	Rechtsventrikulärer Schlagvolumenindex
S_aO_2	Arterielle Sättigung
$S_{gv}O_2$	Gemischt-venöse Sättigung
SpO_2	Arterielle Sauerstoffsättigung
SVI	Schlagvolumenindex
SVR	Systemvaskulärer Widerstand
SVRI	Systemvaskulärer Widerstandsindex
T	Tumordinfiltration
Tab.	Tabelle
TEE	Transösophageale Echokardiographie
th	Thorakal
TIVA	Total intravenöse Anästhesie
μg	Mikrogramm
V.	Vene
V/Q	Ventilations-Perfusions-Verhältnis
Vol.	Volumen
VO_2	Gesamtsauerstoffverbrauch
ZVD/ CVP	Zentraler Venendruck
ZVK	Zentraler Venenkatheter

Titelblatt	
Abkürzungsverzeichnis	3
Inhaltsverzeichnis	6
1. Einleitung	9
1.1. Allgemeine Vorbemerkung	9
1.2. Fragestellung	11
2. Material und Methoden	12
2.1. Studiendesign	12
2.1.1. Einschlusskriterien	12
2.1.2. Ausschlusskriterien	12
2.2. Studienprotokoll	12
2.2.1. Prämedikationsvisite	12
2.2.2. Vorbereitung der Patienten	13
2.2.3. Narkoseeinleitung	13
2.2.3.1. Doppellumentubus	14
2.2.4. Invasives Monitoring	15
2.2.4.1. Pulmonalarterieller Katheter	15
2.3. Untersuchungsablauf und Probengewinnung	17
2.3.1. Messzeitpunkte	17
2.3.2. Messparameter	18
2.3.3. Blutgasanalyse	19
2.3.4. Durchführung der Messungen	19
2.4. Statistik	19

3. Ergebnisse	21
3.1. Volumentherapie	22
3.2. Auswirkung der Lagerung auf hämodynamische Parameter	22
3.2.1. Herzfrequenz	23
3.2.2. Mittlerer arterieller Blutdruck	23
3.2.3. Zentraler Venendruck	24
3.2.4. Pulmonalarterieller Mitteldruck	24
3.2.5. Herzindex	24
3.2.6. Systemisch vaskulärer Widerstandsindex	24
3.3. Säure-Basen-Haushalt	25
3.3.1. Arterieller pH-Wert	26
3.3.2. Basenüberschuss	26
3.3.3. Standardbikarbonat	26
3.3.4. Arterieller Kohlendioxidpartialdruck (pCO ₂)	26
3.3.5. Arterieller Sauerstoffpartialdruck (pO ₂)	27
3.3.6. Arterielle Sauerstoffsättigung	27
3.3.7. Gemischt-venöse Sättigung	27
4. Diskussion	28
4.1. Lagerung	29
4.2. Hämodynamik	29
4.3. Ventilation/ Säure-Basenhaushalt	31
5. Zusammenfassung Deutsch/Englisch	34
6. Literaturverzeichnis	37
7. Abbildungs-, Tabellenverzeichnis	40

8. Danksagung	41
9. Ehrenwörtliche Erklärung	42

1. Einleitung

1.1 Allgemeine Vorbemerkungen

Ösophaguskarzinome sind die 6. häufigsten Tumore der Welt und sind gekennzeichnet durch eine schnelle Entwicklung und eine ausgesprochen schlechte Prognose. Das Erkrankungsrisiko steigt mit zunehmendem Alter. Die höchste Inzidenz findet sich zwischen dem 50. und 70. Lebensjahr. In der Literatur wird abhängig von Herkunft und Geschlecht eine Inzidenz von 0,8/100.000 bis 28/100.000 angegeben [1-4]. Die Erkrankung tritt 3-5 mal häufiger bei Männern auf [2].

Karzinome der Speiseröhre entstehen gehäuft im Rahmen einer Refluxösophagitis, bei Achalasie, Alkoholabusus und auch ernährungsbedingt. 60% der Ösophaguskarzinome gelten als operabel, aber nur 25% sind dabei kurativ operabel (R₀-Resektion). Bei einem inoperablen Tumor beträgt die mittlere Überlebenszeit nur neun Monate. Insgesamt ist die Prognose der Ösophaguskarzinome sehr schlecht. Die Mortalitätsrate beträgt laut Kollarova et al. nahezu 90%. Auch wenn das Ösophaguskarzinom zu einem frühen Zeitpunkt und in einem frühen Stadium operiert wird, ist die 5 Jahresüberlebensrate < 5% [2].

Der bisherige Goldstandard in der Behandlung von Adeno- und Plattenepithelkarzinomen des Ösophagus stellt die radikale Ösophagusresektion (transthorakale Ösophagusektomie und regionale Lymphadenektomie mit Ösophagusersatz durch Magenhochzug) bei begrenztem Tumor (Stadien I-II) ohne Fernmetastasen dar [5-11]. Palliativ, vor allem bei starken Dysphagiebeschwerden, wird in besonderen Fällen, nach eventuell vorangegangener Radiochemotherapie, auch eine Ösophagusresektion bei Tumoren in den Stadien III-IV durchgeführt [5].

Vor mehr als 15 Jahren wurden erstmals die ersten laparoskopischen transhiatalen Ösophagektomien ohne Thorakotomie durchgeführt [12]. Seither haben verschiedene Autoren in kleineren Serien das Verfahren modifiziert und die technische Durchführbarkeit der minimalinvasiven Ösophagusresektion nachgewiesen [12-18]. Mit der Weiterentwicklung der endoskopischen

Operationstechniken ist es heute auch möglich Ösophaguskarzinome „minimalinvasiv“ zu operieren. Anfangs wurde lediglich die Ösophagusresektion endoskopisch vorgenommen, während weiterhin eine Oberbauchlaparotomie vorgenommen wurde, auch die zervikale Anastomose wurde zunächst offen angelegt [19-22]. Erst im weiteren Verlauf haben verschiedene Arbeitsgruppen die sichere Durchführbarkeit der total minimalinvasiven Ösophagusresektion gezeigt [5, 12, 14, 18, 23, 24].

In einer Studie aus dem Jahre 2007 wurden beide Operationsverfahren (offen versus endoskopische Operation) hinsichtlich Morbidität und Mortalität verglichen. Hier zeigten sich bezüglich der Überlebensrate keine signifikanten Unterschiede. Die minimalinvasiven Operationen gehen mit einer vergleichbaren Patientensicherheit einher, auch der postoperative Verlauf zeigte keinen Unterschied bei den verschiedenen Verfahren [5, 18]. Vorteile der minimalinvasiven Operationsmethode erarbeitete die Arbeitsgruppe um Smithers et al. im Jahr 2007. In einer Untersuchung, in die über 400 Patienten eingeschlossen wurden, konnten ein geringerer Blutverlust, ein geringerer Transfusionsbedarf, eine Verkürzung der intensivmedizinischen Betreuung, eine Reduktion des postoperativen Schmerzniveaus und eine kürzere Krankenhausverweildauer bei der minimalinvasiven Operationsmethode festgestellt werden. Die Operationsdauer war bei minimalinvasiven Operationen zwar signifikant verlängert, es ergaben sich aber keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich respiratorischer Infektionen, Stimmbandlähmungen, Anastomoseninsuffizienzen, Ductus thoracicus-Leckagen, gastrischen Nekrosen und kardialen Arrhythmien. Unterschiede in der Rezidivrate des Ösophaguskarzinoms oder Verringerung der Häufigkeit von Komplikationen während der minimalinvasiven Operationsmethode traten ebenfalls nicht auf. Die Überlebensrate im Allgemeinen und in den jeweiligen verschiedenen Ösophaguskarzinomstadien war bei allen Operationsmethoden gleich [5, 25, 26].

In einer Metaanalyse von Hulscher et al., die den transthorakalen Zugangsweg mit dem transhiatalen verglichen, konnte eine höhere pulmonale Komplikationsrate bei der transthorakalen (offenen) Operationsmethode festgestellt werden [27, 28]. In größeren Studien konnte eine Reduktion von Pneumonien und ARDS nach minimalinvasiver Ösophagusresektion festgestellt werden [18, 29].

Die minimalinvasive Ösophagusresektion scheint hinsichtlich einer früheren postoperativen Mobilisation, eines reduzierten postoperativen Schmerzniveaus, eines geringeren Blutverlustes und der kürzeren Hospitalisierung der offenen Methode überlegen zu sein. Die Arbeitsgruppe von Luketich konnte 2003 sogar eine geringere Letalität verzeichnen [18].

Im Mai 2005 wurde das Verfahren der total endoskopischen (minimalinvasiven) Entfernung der Speiseröhre bei Ösophaguskarzinomen in der Klinik für Allgemein- und Gefäßchirurgie des Johann Wolfgang Goethe-Universitätsklinikums Frankfurt am Main etabliert. Das Operationsverfahren erfordert dabei zur Herstellung optimaler Sichtverhältnisse für den Operateur innerhalb der rechten Thoraxapertur die Ausschaltung der Belüftung der rechten Lunge in Bauchlage. Die Unterbrechung der Beatmung der rechten Lunge führt bekanntermaßen zu Umverteilungsphänomenen des Blutes innerhalb der Lunge, die durch passive Verformung der Pulmonalgefäße durch den Lungenkollaps und eine aktive Vasokonstriktion, die sogenannte hypoxisch pulmonale Vasokonstriktion, hervorgerufen werden. Neben der Einlungenventilation nimmt auch die Lagerung des Patienten Einfluss auf die hämodynamischen Parameter sowie den Gasaustausch während der Operation.

1.2. Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Auswirkungen der Lagerung (Rücken – Bauch) unter Einlungenventilation auf Hämodynamik und Säure- Basenhaushalt bei total endoskopischer Ösophagusresektion zu untersuchen.

2. Material und Methoden

2.1. Studiendesign

Die Studie wurde als prospektive Untersuchung in der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Schmerz- und Notfallmedizin des Klinikums der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main durchgeführt.

2.1.1 Einschlusskriterien

In die Studie wurden Patienten der ASA- Klassen I-III [American Society of Anesthesiologists] im Alter zwischen 18 und 80 Jahren, die sich einer elektiven endoskopischen Ösophagusresektion bei Ösophaguskarzinom unterzogen, eingeschlossen.

2.1.2. Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen von der Studie wurden Patienten, die eine Ablehnung zur Teilnahme an der Studie äußerten, Patienten, die schon an einer andere Studie teilnehmen, Patienten der ASA –Stadien IV und V, sowie Patienten <18 und >80 Jahren.

2.2. Studienprotokoll

2.2.1. Prämedikationsvisite

Neben einer gründlichen Anamneseerhebung erfolgten eine eingehende körperliche Untersuchung sowie eine Auswertung der vom Patienten mitgebrachten oder im Krankenhaus erhobenen Vorbefunde. Die Auswahl der Patienten als Studienteilnehmer erfolgte anhand der individuellen Risikoprofile und der oben genannten Ein- bzw. Ausschlusskriterien.

Bejahte der Patient die Studienteilnahme, erfolgte die ausführliche Information über den Ablauf der Studie und die jeweiligen Messverfahren. Erklärte sich der Patient damit einverstanden, erfolgte die freiwillige, schriftliche und jederzeit ohne Angaben von Gründen widerrufbare Einwilligungserklärung.

2.2.2. Vorbereitung der Patienten

Am Operationstag erhielten alle Patienten vor Abruf zur Operation eine medikamentöse Sedierung mit Midazolam 7,5 mg oral. Bei Ankunft in der Narkoseeinleitung wurde der Patient an einen kontinuierlichen Drei-Kanal-EKG-Monitor, eine oszillometrische Blutdruckmessung Marquette Hellige Solar 8000 und eine kontinuierliche Pulsoxymetrie angeschlossen. Nach Anlage einer periphervenösen Verweilkanüle erhielten alle Patienten eine präoperative Volumentherapie mit 500ml Haes- und 1000ml Ringerlaktatlösung.

2.2.3. Narkoseeinleitung

Nach Ermittlung der Ausgangswerte für den Blutdruck, Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung erfolgte die Anlage eines Periduralkatheters in Höhe Th 8/9 zur intra- und postoperativen Schmerztherapie. Anschließend wurde die Narkose mit Propofol 2mg/kg KG, Fentanyl 3 µg/kg KG eingeleitet. Nach erloschenem Lidreflex wurden die Patienten mit Esmeron 0,6 mg/kg KG relaxiert und mit einem Doppellumentubus zur späteren unilateralen Ventilation intubiert. Die anschließende mechanische Beatmung (Narkosegerät *Zeus* der Firma Dräger) erfolgte mit einer inspiratorischen Sauerstoffkonzentration von 50% und einem durchgehend positiv endexpiratorischen Druck (PEEP) von 5mbar. Die Kapnometrie wurde angebracht und kontinuierlich überwacht. Atemminutenvolumen, Atemfrequenz, Beatmungsdrücke, inspiratorische und expiratorische Atemgaskonzentrationen wurden ebenfalls protokolliert. Zur Aufrechterhaltung der Narkose erhielten alle Patienten bedarfsadaptiert kontinuierlich Propofol und Remifentanyl.

Die Vitalfunktionen des Patienten wurden mit Hilfe der Pulsoxymetrie (SpO₂ in %), 5-Kanal EKG, nicht invasiver Blutdruckmessung und der Körpertemperatur kontinuierlich protokolliert.

2.2.3.1 Doppellumentubus

Aufgrund der Notwendigkeit einer seitengetrenten Beatmung wurden alle Patienten mit einem linksläufigen Doppellumentubus orotracheal intubiert.

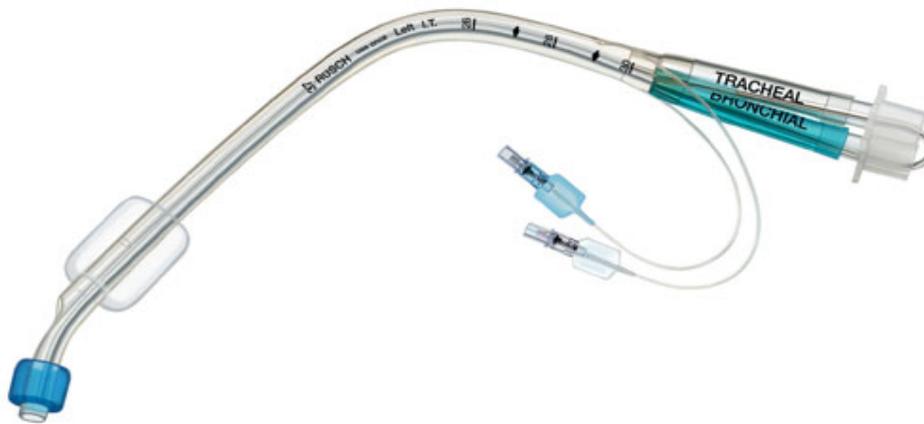


Abb.1: Doppellumentubus zur Intubation des linken Hauptbronchus

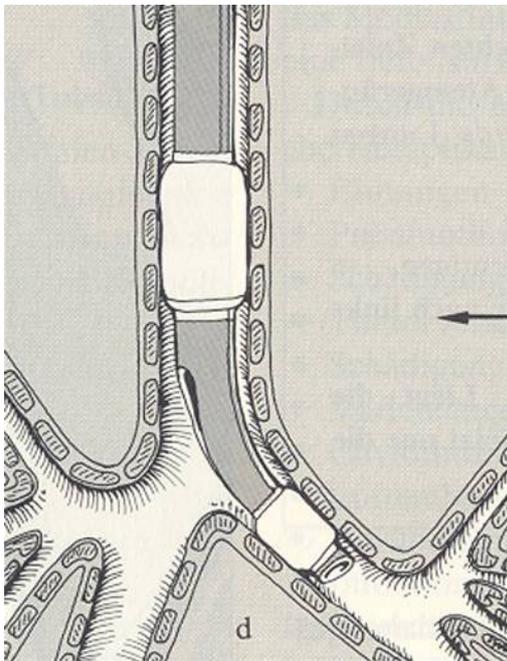


Abb.2: Linksseitig intubierter Hauptbronchus

Nach anfänglicher Lagekontrolle unmittelbar nach Intubation wurde nach Umlagerung des Patienten die Lage des Doppellumentubus fiberoptisch erneut überprüft und dieser gegebenenfalls neu platziert.

2.2.4. Invasives Monitoring

In Narkose wurde unter sterilen Kautelen die Arteria radialis punktiert und ein Katheter zur kontinuierlichen invasiven Blutdruckmessung eingebracht.

Ein zentraler Venenkatheter sowie eine Schleuse zum Einschwemmen des pulmonalarteriellen Katheters wurden zumeist in die Vena jugularis interna rechts eingebracht. Anschließend erfolgte das Einschwemmen des Pulmonalarterienkatheters (Firma Edwards Lifescience) über das rechte Herz in einen Ast der A. pulmonalis in die sogenannte Wedge-Position. Die korrekte Lage des Katheters wurde dabei über den Verlauf der Druckkurve während des Einschwemmvorgangs überprüft.

2.2.4.1 Pulmonalarterieller Katheter (PAK)

Ein pulmonalarterieller Katheter zur Messung des Herzzeitvolumens und der pulmonalarteriellen Drücke wurde über eine zentralvenös gelegte Schleuse eingeschwennt.

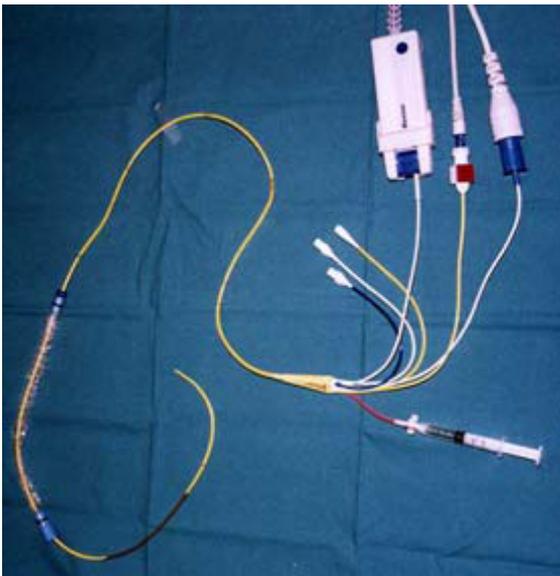


Abb.3: Pulmonalarterienkatheter

Messwerte eines pulmonalarteriellen Katheters

Abgeleitet Messwerte	Berechnung des Messwertes	Normalwert
Herzindex (CI)	HZV/KOF	2,5-4,0l/min/m ²
Schlagvolumenindex (SVI)	CI/HF	30-60 ml/m ²
Rechtsventrikulärer Schlagvolumenindex (RVSWI)	$SVI * (MPAP-CVP) * 0,0136$	5-15g * m/m ²
Linksventrikulärer Schlagarbeitsindex (LVSWI)	$SVI * (MPAP-PCWP) * 0,0136$	45-60 g * m/m ²
pulmonaler Gefäßwiderstand (PVR)	$(MPAP-PCWP) * 80/HZV$	150-250 dyn * sec/cm ⁵
Systemischer Gefäßwiderstand (SVR)	$(MAP-CVP) * 80/HZV$	900-1400 dyn * sec/cm ⁵

Tab.1: CI = Cardiac Index; HZV = Herzzeitvolumen; CVP = zentraler Venendruck; HF = Herzfrequenz; KOF = Körperoberfläche; MAP = mittlerer arterieller Blutdruck; MPAP = mittlerer pulmonalarterieller Blutdruck; PCWP = mittlerer pulmonalarterieller Verschlussdruck; SVI = Schlagvolumenindex; RVSWI= Rechtsventrikulärer Schlagvolumenindex; LVSWI= Linksventrikulärer Schlagarbeitsindex ; PVR= pulmonaler Gefäßwiderstand; SVR= Systemischer Gefäßwiderstand;

2.3. Untersuchungsablauf und Probengewinnung

2.3.1. Messzeitpunkte

Zu folgenden Messzeitpunkten wurden die hämodynamischen Parameter erhoben und arterielle sowie gemischt-venöse Blutproben bestimmt:

- Ausgangswerte in Rückenlage und Doppellungenbeatmung
- 15 und 30 Minuten nach Beginn der linksseitigen Einlungenventilation
- 15 und 30 Minuten nach Umlagerung in Bauchlage unter Einlungenventilation
- Abschlusswerte 15 Minuten nach Rückenlage und Beatmung beider Lungen

Position	Minuten
RL / DLV	Ausgangswert
RL / ELV +15	15 nach ELV
RL / ELV +30	30 nach ELV
BL / ELV +15	15 nach ELV
BL / ELV +30	30 nach ELV
RL / DLV	Abschlusswert

Tab.2: Messzeitpunkte: RL= Rückenlage; DLV= Zweilungenventilation;
ELV= Einlungenventilation; BL= Bauchlage

2.3.2. Messparameter

Zu allen Messzeitpunkten wurden folgende Parameter erhoben:

Parameter	Einheit
HF	x/min
MAD	mmHg
ZVD	mmHg
PAP _{mean}	mmHg
CI	l/min/m ²
SVRI	Dyn * sec/cm ⁵ /m ²
S _{gv} O ₂	Vol. %
pH	
BE	mmol/l
HCO ₃ ⁻	mmol/l
pCO ₂	mmHg
pO ₂	mmHg
SpO ₂	Vol. %

Tab.3: Messparameter: HF= Herzfrequenz; MAD= mittlerer arterieller Druck; ZVD= zentraler Venendruck; PAP_{mean}= Pulmonalarterieller Mitteldruck; HI= Herzindex (Herzzeitvolumen auf die Körperoberfläche gerechnet); SVRI= systemisch vaskulärer Gefäßwiderstandsindex; pH= pH-Wert; BE= Basenüberschuss; HCO₃⁻= Bicarbonat; pCO₂= Kohlendioxidpartialdruck; pO₂= Sauerstoffpartialdruck; S_aO₂= Sauerstoffsättigung; S_{gv}O₂= gemischt venöse Sättigung

Zusätzlich wurden folgende Daten erhoben:

Parameter	Einheit
Alter	Jahre
Größe	cm
Gewicht	kg
ASA-Klassifizierung	Klasse
Infusionstherapie	ml

Tab.4

2.3.3. Blutgasanalysen

Es wurden arterielle und gemischtvenöse Blutgasanalysen (Fertigspritzen: Pico50 Firma Radiometer) zu den oben genannten Messzeitpunkten abgenommen und unmittelbar nach Abnahme ausgewertet (*ABL3 Analyzer* der Firma Radiometer, Copenhagen, Denmark).

2.3.4. Durchführung der Messungen

Nachdem EKG, Blutdruckmanschette und Pulsoxymetrie angebracht wurden und alle Katheter eingeführt wurden, erfolgt die Eichung der Messgeräte.

Die erste Messung aller aufgeführten Parameter erfolgte in Rückenlage (RL) unter Doppellungenventilation (DLV). Anschließend wurde auf Einlungenventilation übergegangen. Nach einer Zeitdauer von 15 und 30 Minuten wurden wiederum alle Daten erhoben. Nach der letzten Messung unter Rückenlage in Einlungenventilation wurde der Patient unter Einlungenventilation in Bauchlage umgelagert und alle Parameter erneut nach 15 und 30 Minuten erhoben. Die letzten Messungen erfolgten nach Umlagerung des Patienten in Rückenlage, nach beidseitiger Lungenbeatmung.

2.4. Statistik

Die erhobenen Daten wurden zunächst auf Normalverteilung geprüft. Bei vorliegender Normalverteilung wurden arithmetische Mittelwerte und die Standardabweichung gebildet. Zeitreihen wurden mittels des nicht parametrischen Friedman-Tests und multiplen Conover-Iman-Vergleiche auf Signifikanz geprüft. Als statistisch signifikant wurden Ergebnisse mit einem Wert von $p < 0,05$ angesehen. Hierfür wurde das Programm Bias Version 9.1 (Copyright epsilon-Verlag GbR 1989-2009 Deutschland) verwendet. Weiterhin wurden die unterschiedlichen Parameter mittels Multiple Wilcoxon-Wilcoxon-Vergleiche im Hinblick auf den Lagerungswechsel auf signifikante Unterschiede

getestet. Die multiplen Vergleiche wurden nur bei signifikantem Friedman-Test durchgeführt.

3. Ergebnisse

Nach Zustimmung der Ethikkommission der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main und ausführlicher Information und Aufklärung sowie schriftlicher Einverständniserklärung wurden insgesamt zwölf Patienten, die sich einer endoskopischen Ösophagusresektion unterzogen, in die Studie eingeschlossen. Zwei Patienten wurden aus der Studie ausgeschlossen, bei einem konnte der pulmonalarterielle Katheter nicht eingeschwenkt werden, beim zweiten Patient konnte der Doppellumentubus nicht platziert werden. Die Daten beider Patienten gehen nicht in diese Untersuchung ein.

Unter den zehn Patienten befanden sich acht männliche und zwei weibliche Erwachsene zwischen 47 und 76 Jahren mit einem Gewicht von 52 bis 95 kg (Tab.5).

Demographische Daten

Patienten (n)	10
Alter (Jahre)	63 ± 12
Männlich (n)	8
Weiblich (n)	2
Größe (cm)	173 ± 13
Gewicht (kg)	73 ± 14
Body mass index (kg/m ²)	25 ± 5
ASA-Klassifikation	
ASA 2 (n)	4
ASA 3 (n)	6

Tab.5: Demographische Daten: n= Anzahl; ASA= American Society of Anesthesiologists

3.1. Volumentherapie

Die Menge der infundierten Infusionslösung ist in Tabelle 6 aufgeführt.

	Ringerlaktat Lösung	Haes 6%-Lösung
Volumentherapie (ml)	5500 ± 1130	1722 ± 342

Tab.6: Mittelwert der infundierten Infusionslösungen und –mengen, Haes= Hydroxyethylstärke

3.2. Auswirkung der Lagerung auf hämodynamische Parameter

Nach Lagerungswechsel von der Rücken- in die Bauchlage mit wechselnder Doppellungen- und Einlungenventilation zeigten sich die in Tabelle 7 aufgeführten Veränderungen hinsichtlich der hämodynamischen Parameter:

Tabelle 7: Hämodynamische Parameter

	Anfang DLV	RL/ELV +15min	RL/ELV +30min	BL/ELV +15min	BL/ELV +30min	Ende DLV
HF (1/min.)	62±14 (*)	65±13	66±16	71±17	72±16 (*)	73±20
MAD (mmHg)	71±14	71±16	78±13	77±19	79±18	73±12
ZVD (mmHg)	8±4	8±4	9±3 (Δ)	11±5	14±5 (Δ)	12±4
PAP_{mean} (mmHg)	20±5	23±6	24±5	23±7	27±9	25±4
HI (l/min/m ²)	2,6±0,6	2,6±0,8	2,7±0,9	2,3±0,9 (♦)	2,5±0,8 (†)	2,9±0,8 (♦, †)
SVRI (dyn*sec/cm ⁵ / m ²)	1987±537	2095±63 6	2218±69 3	2660±15 70	2376±10 31	1796±60 0

Tab.7: Mittelwerte ± Standardabweichung (Std)

p<0,05:

- HF zwischen Anfang DLV (*) vs. BL/ ELV +30 min (*)
- ZVD RL/ ELV +30 min (Δ) vs. BL/ ELV +30 min (Δ)
- Herzindex zwischen BL/ ELV +15 min (♦) und BL/ ELV +30 min (†, ♦) vs. Ende DLV (*, †)

3.2.1. Herzfrequenz

Bezüglich der Herzfrequenz ließ sich ein statistisch signifikanter Anstieg zwischen Anfang DLV und BL/ELV +30min errechnen (vgl. Tabelle7).

3.2.2. Mittlerer arterieller Blutdruck

Bezüglich des mittleren arteriellen Drucks ergaben sich keine signifikanten Unterschiede (vgl. Tabelle7).

3.2.3. Zentraler Venendruck

Der ZVD stieg im Verlauf der Untersuchung stetig an, es konnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen der RL/ELV +30min und der BL/ELV +30min erhoben werden (vgl. Tabelle7).

3.2.4. Pulmonalarterieller Mitteldruck

Der pulmonalarterielle Mitteldruck stieg unter Einlungenventilation stetig an, statistisch signifikante Werte wurden dabei nicht erreicht (vgl. Tabelle 7).

3.2.5. Herzindex

Der Herzindex fiel zu den Messzeitpunkten BL/ELV +15min gegenüber Ende DLV und BL/ELV +30min gegenüber Ende DLV signifikant im Verlauf der Untersuchung. (vgl. Tabelle 7)

3.2.6. Systemisch vaskulärer Widerstandsindex

Signifikante Veränderungen im Verlauf der Untersuchung konnten bzgl. des systemisch vaskulären Widerstandsindex nicht verzeichnet werden. (vgl. Tabelle 7)

3.3. Säure-Basen-Haushalt

Tabelle 8 zeigt die Parameter des Säure-Basen-Haushalts in Abhängigkeit des Lagerungswechsels, von der Rücken- in die Bauchlage, mit wechselnder Doppellungen- und Einlungenventilation.

	Anfang DLV	RL/ELV +15min	RL/ELV +30min	BL/ELV +15min	BL/ELV +30min	Ende DLV
<i>peripher arteriell</i>						
pH	7,356± 0,05	7,362± 0,05 (♦)	7,355± 0,05 (*)	7,359± 0,04 (\$)	7,334± 0,06 (&)	7,305± 0,05 (♦, *, \$, &)
BE (mmol/l)	-1,48± 2,5 (Δ)	-1,40± 2,1 (#, †)	-1,43± 2,4 (▣, §)	-2,06± 2,0	-2,75± 1,9 (‡, §)	-3,35± 2,3 (Δ, #, ▣)
HCO₃⁻ (mmol/l)	23,4± 2,4 (°)	23,5± 1,9 (»)	23,4± 2,2 (∅)	22,7± 1,8	22,6± 1,9	22,4± 1,7 (°, », ∅)
paCO₂ (mmHg)	43± 6	41± 7	42± 6	41± 4 (£)	44± 8 (¥)	47± 6 (£, ¥)
paO₂ (mmHg)	159± 42 (φ, κ, Ω, ∞)	82± 14 (φ, ●)	83± 15 (κ, £)	84± 24 (Ω, %)	88± 22 (∞)	146± 39 (●, £, %)
S_aO₂ (Vol	98± 1 (Φ, ^, ŷ, ‡)	94± 3 (Φ, ρ)	94± 3 (^, Θ)	93± 5 (ŷ)	94± 4 (‡)	98± 1 (ρ, Θ)
Gemischtvenös						
S_{gv}O₂ (Vol	74± 5	68± 4	67± 4	68± 6	67± 6	77± 2

Tab.8: : Mittelwerte ± Standardabweichung (Std)

p<0,05:

- arteriellen pH zwischen Ende DLV (♦, *, \$, &) vs. RL/ ELV +15 min (♦) und RL/ ELV +30 min (*) und BL/ ELV +15 min (\$) und BL/ ELV +30 min (&)
- BE zwischen Ende DLV (Δ, #, ▣) vs. Anfang DLV (Δ) und RL/ ELV +15 min (#) und RL/ ELV +30 min (▣)

- BE zwischen BL/ ELV +30 min (†, &) vs. RL/ ELV +15 (†) min und RL/ ELV +30 min (&)
- HCO_3^- zwischen Ende DLV (°, », Ø) vs. Anfang DLV (°) und RL/ ELV +15 min (») und RL/ ELV +30 min (Ø)
- pCO_2 bei Ende DLV (£, □) vs. BL/ ELV +15 min (£) und BL/ ELV +30 min (□)
- pO_2 -Abfall zwischen Anfang DLV (φ, □, Ω, ∞) vs. RL/ ELV +15 min (φ) und RL/ ELV +30 min (□) und BL/ ELV +15 min (Ω) und BL/ ELV +30 min (∞)
- pO_2 -Anstieg zwischen Ende DLV (●, □, %) vs. RL/ ELV +15 min (●) und RL/ ELV +30 min (□) und BL/ ELV +15 min (%)
- arterielle Sauerstoffsättigung zwischen Anfang DLV (Φ, ^, ÿ, †) vs. RL/ ELV +15 min (Φ) und RL/ ELV +30 min (^) und BL/ ELV +15 min (ÿ) und BL/ ELV +30 min (†)
- arterielle Sauerstoffsättigung zwischen Ende DLV (□, Θ) vs. RL/ ELV +15 min (□) und RL/ ELV +30 min (Θ)

3.3.1. Arterieller pH-Wert

Der pH-Wert fiel signifikant ab gegenüber Ende DLV und RL/ELV +15min, RL/ELV +30min, BL/ELV +15min und BL/ELV +30min (vgl. Tabelle 8).

3.3.2. Basenüberschuss

Der BE lag zu Anfang der Untersuchung bei -1,45 mmol/l. Nach Übergang in die Einlungenventilation in Rückenlage (RL/ELV +30min) fiel er signifikant gegenüber dem Ausgangswert bis zum Ende der Datenerhebung ab bis -3,35 mmol/l ab (vgl. Tabelle 8).

3.3.3. Standardbicarbonat

Das Standardbicarbonat fiel während der anfänglichen Messzeitpunkte von 23,4 mmol/l bis zum Ende auf 22,4 mmol/l signifikant ab (vgl. Tabelle 8).

3.3.4. Arterieller Kohlendioxidpartialdruck (paCO_2)

Der paCO_2 stieg zum Ende der Untersuchung (BL/ELV +15min, BL/ELV +30min gegenüber Ende DLV) von 41mmHg auf 47mmHg signifikant an (vgl. Tabelle 8).

3.3.5. Arterieller Sauerstoffpartialdruck (paO₂)

Mit Beginn der Einlungenventilation fiel der Sauerstoffpartialdruck signifikant ab Ausgangswerte wurden erst zum Ende der Untersuchung unter Doppellungenventilation in Rückenlage wieder erreicht (vgl. Tabelle 8).

3.3.6. Arterielle Sauerstoffsättigung

Die arterielle Sauerstoffsättigung fiel nach Etablierung der Einlungenventilation bereits in Rückenlage signifikant ab, der niedrigste Wert wurde zum Messzeitpunkt BL/ELV +15min erfasst, erst zum Ende unter Doppellungenventilation in Rückenlage konnte der Ausgangswert erreicht werden (vgl. Tabelle 8).

3.3.7. Gemischt-venöse Sättigung

Die S_{gv}O₂ veränderte sich im Verlauf der Untersuchung nicht signifikant (vgl. Tabelle 8).

4. Diskussion

Das Interesse an einem minimalinvasiven Zugangsweg bei Ösophagusresektionen steigt zunehmend an. Die minimalinvasive transhiatale Ösophagusresektion ist dabei gut durchführbar und mittlerweile weltweit etabliert [18, 30].

Einer der Vorteile des minimalinvasiven Zugangs ist die Vermeidung von Komplikationen, die während einer Thorakotomie entstehen können. Es sollte jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass auch beim minimalinvasiven Zugangsweg schwerwiegende Probleme auftreten können durch die videogestützte und stumpfe Vorgehensweise mit schwierigen Sichtverhältnissen, welche dann ebenfalls zu kardiopulmonalen Komplikationen führen können.

Der optimale Zugangsweg wird dabei immer noch kontrovers diskutiert. In einer 2003 in den USA durchgeführte Studie mit 222 Patienten konnte zwischen dem transthorakalen im Vergleich zum transhiatalen Zugang kein bedeutender Unterschied bei Komplikationen als auch der Überlebensrate festgestellt werden [18]. Im Vergleich hierzu ergab eine randomisierten Studie aus den Niederlanden mit 220 Patienten eine niedrigere Morbidität für das transhiatale Vorgehen im Vergleich zum transthorakalen Vorgehen. Die transthorakal behandelten Patienten zeigten einen Trend für ein besseres Langzeitüberleben, der Unterschied zwischen beiden Gruppen war allerdings nicht signifikant. [28]. Auch nach fünf Jahren zeigte sich kein signifikanter Unterschied im Langzeitüberleben zwischen beiden Gruppen [31].

In der vorliegenden Arbeit wurde erstmals der Fokus der Untersuchung auf die hämodynamischen Veränderungen und Veränderungen des Säure-Basenhaushalts in Abhängigkeit des Lagerungswechsels bei endoskopischer Ösophagusresektion gelegt.

Neben einem Lagerungswechsel können verschiedene Faktoren Einfluss auf Hämodynamik und Säure-Basenhaushalt nehmen (Medikamente, Volumenverluste, eine Beeinträchtigung der Thermoregulation etc.).

In der vorliegenden Untersuchung erfolgten die Prämedikation, das Volumenpreload und die Narkoseaufrechterhaltung nach einem festen Schema.

4.1. Lagerung

Um einen adäquaten operativen Zugang zum Ösophagus zu erhalten, muss der Patient von der Rücken- in die Seiten- oder Bauchlage manövriert werden. Dabei kommt es allein durch den Lagewechsel zu Veränderungen im Bereich der Hämodynamik und weiterer Parameter, eine konstante Beatmung sei angenommen. Meist wird der Blutdruck durch einen verminderten venösen Rückstrom abgesenkt, die Herzfrequenz nimmt kompensatorisch zu. Die Vitalkapazität und die funktionelle Residualkapazität werden verringert, beide Veränderungen nehmen bei ausgeprägter Adipositas zu. Folglich sinkt die arterielle Sauerstoffkonzentration, der arterielle CO₂-Wert kann dabei ohne Einleitung von Gegenmaßnahmen ansteigen.

4.2. Hämodynamik

Im Verlauf unserer Untersuchung kam es bei den Patienten zu einem Anstieg der Herzfrequenz unter DLV in Rückenlage.

Eine Zunahme der Herzfrequenz konnte auch in der Arbeit von Dexter et al. nachgewiesen werden, bei Patienten, bei denen ein Hochdruckkapnoperitoneum zur laparoskopischen Cholezystektomie angewandt wurde [32]. Die Herzfrequenzsteigerung ist am ehesten als Kompensationsmechanismus für einen verminderten venösen Rückstrom über die V. cava inferior zum rechten Vorhof zu sehen.

In der Literatur finden sich Arbeiten, die den Einfluß der Lagerung auf hämodynamische Parameter und die kardiale Funktion beschreiben [33-37]. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Umlagerung des Patienten vom Rücken auf den Bauch den Herzindex und die Herzfrequenz signifikant gesenkt, den Blutdruck angehoben hat [36]. In unserer Arbeit fiel der Herzindex ebenfalls nach der Umlagerung vom Rücken auf den Bauch ab. Die Herzfrequenz hingegen stieg an, signifikant zwischen der anfänglichen

Doppellungenventilation in Rückenlagen und nach 30min in Bauchlage. Der MAD stieg ebenfalls an, jedoch zu keinem Zeitpunkt signifikant. Als Ursache werden ein verminderter venöser Rückstrom zum Herzen und eine verminderte ventrikuläre Compliance aufgrund des erhöhten intrathorakalen Druckes in Bauchlage angesehen [35, 36, 38]. Anzumerken ist, dass die meisten Untersuchungen bei Patienten vorgenommen wurden, die sich einer Operationen der Wirbelsäule unterzogen.

Toyota et al. untersuchten mittels TEE die kardiale Funktionsleistung bei 15 Patienten der ASA Klassen I und II, die sich einer Operationen an der Wirbelsäule unterzogen. In Bauchlage konnte eine signifikante Reduktion der enddiastolischen und endsystolischen linksventrikulären Fläche und Volumen (LVA und LVV) aufgezeigt werden. Des Weiteren wurden signifikante Abfälle der linksventrikulären Ejektionsfraktion (LVEF), linksventrikulären fraktionalen Verkürzung (LVFS) und der „fractional area change“ (FAC) verzeichnet [37]. Wie in früheren Studien beschrieben, stieg auch in dieser Untersuchung der ZVD bei den Patienten an, während der Herzindex (HI) abfiel. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit unseren Ergebnissen. In unserer Untersuchung stieg der ZVD mit Umlagerung von der Rücken- in die Bauchlage an. Der Herzindex fiel nach Umlagerung von 2,75 auf 2,35 l/min/m² ab, stieg dann wieder auf 2,92 l/min/m² bei Rückenlage und Doppellungenventilation gegen Ende des Eingriffes an.

Yokoyama et al. konnten in einer Arbeit, bei der sie 21 Patienten untersuchten, die sich einer Wirbelsäulenoperation unterzogen, kein Abfall des Herzindex in Bauchlagerung verzeichnen [35].

Eine Studie von Poon et al beschreibt die hämodynamischen Veränderungen bei 20 Patienten, die sich einer spinalen Operation in Bauchlage unterzogen. Alle Patienten wurden mittels *BioZ.com system* -Monitor nicht-invasiv hämodynamisch überwacht. Hämodynamische Parameter wurden vor Narkoseeinleitung, nach Intubation, 10min nach Umlagerung vom Rücken auf den Bauch und eine Stunde nach Beginn der Operation aufgezeichnet. Mittlerer Blutdruck, Schlagvolumen, kardialer Index und Herzfrequenz zeigten signifikante Unterschiede zu den jeweiligen Messzeitpunkten, SVR und ZVD veränderten sich dagegen nicht signifikant. Das Absinken des HI und SV war besonders ausgeprägt nach dem Lagerungswechsels. Somit stellen bei

Operationen im Wirbelsäulenbereich der Abfall des HI und des SV die bedeutendsten Ursachen des Blutdruckabfalls dar [39].

In unserer Studie kam es zu keiner signifikanten Veränderung des mittleren arteriellen Blutdrucks, jedoch zeigte sich ebenfalls ein Abfall des HI (von 2,75 auf 2,35 l/min/m²) und des Schlagvolumens (von 75,49 auf 62,48 ml). Der nicht vorhandene Blutdruckabfall könnte durch den aufgetretenen Herzfrequenzanstieg nach Umlagerung erklärt werden, welcher in der Arbeit von Poon et al. nicht gesehen wurde.

In einer Arbeit von Makay et al. wurden hämodynamische Parameter bei der endoskopischen mit der offenen Ösophagusektomie in Rückenlage verglichen. Die hämodynamischen Parameter wie ZVD, HF und mittlerer systolischer Blutdruck unterschieden sich zwischen beiden Gruppen nicht signifikant. ZVD und HF zeigten lediglich einen leichten, aber nicht signifikanten Anstieg zum Zeitpunkt der mediastinalen Dissektion des Ösophagus. Der Unterschied des mittleren arteriellen Druckes (MAD) war signifikant zwischen beiden Gruppen während der Ösophaguspräparation [30].

In unserer Untersuchung kam es zu einem geringgradigen, nicht signifikanten Anstieg der HF während der Umlagerung von Rücken- in Bauchlage. Der ZVD stieg in unsere Studie zum Zeitpunkt der Umlagerung (ELV/ RL + 15min/ ELV /BL + 30min) signifikant an. Mögliche Ursache für den Anstieg des ZVD kann ein erhöhter intrathorakaler Druck sein, welcher durch die CO₂-Insufflation in den Thorax oder auch durch die Bauchlagerung während der Operation in unserer Studie bedingt sein könnte.

4.3. Ventilation/ Säure-Basenhaushalt

Bei der Einlungenventilation werden die beiden Lungen funktionell voneinander getrennt, so dass eine Lunge nicht beatmet wird und sich nicht bewegt, während die andere Lunge weiter beatmet wird und das gesamte Atemminutenvolumen aufnehmen muss.

Eine Einlungenventilation führt unweigerlich zur Erhöhung des intrapulmonalen Rechts-Links-Shunt, d.h. das gesamte Blut der nichtbeatmeten Lunge fließt unaufgesättigt zum linken Herzen zurück. Dadurch kommt es zu einem Abfall

des paO_2 (Hypoxie), die CO_2 -Elimination bleibt dagegen zumeist ungestört.

Auch in der vorliegenden Arbeit entwickelte ein Patient unter Einlungenventilation eine arterielle Hypoxie ($\text{paO}_2 < 60\text{mmHg}$) [40, 41].

Rechnerisch wäre bei einem nichtventilierten Lungenanteil von 50% ein paO_2 von 50mmHg und ein pulmonaler Shunt (Q_s/Q_t) von ungefähr 40-50% zu erwarten. Durch die hypoxisch pulmonale Vasokonstruktion wird jedoch der Blutfluss durch die nichtventilierten Areale um 50% und damit der Shunt auf ca. 20-30% reduziert, konsekutiv steigt der paO_2 .

Guenoun und Kollegen untersuchten die Auswirkungen einer Einlungenventilation bei Patienten, die sich einer Operation im Thorax in Rückenlage unterzogen. Hier zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Abfall des paO_2 (von $370 \pm 82 \text{ mmHg}$ auf $156 \pm 92 \text{ mmHg}$) nach Wechsel von Doppellungen- auf Einlungenventilation [42]. In anderen Studien wurden vergleichbare Ergebnisse beschrieben [41, 43].

In unserer Untersuchung wurden die hämodynamischen und respiratorischen Parameter vor und nach Lagerungswechsel zunächst unter Doppellungenventilation, dann Einlungenventilation und zum Schluss wieder unter Doppellungenventilation gemessen. Der Lagerungswechsel führte dabei nur zu minimalen Veränderungen der Parameter (Tabelle 7). Deutliche Unterschiede fielen jedoch beim Übergang von der Doppellungen- auf Einlungenventilation auf.

Prinzipiell wird bei der Laparoskopie ein Gas (meist CO_2) zur besseren Darstellung des Operationsfeldes insuffliert. Ein erhöhter CO_2 -Wert kann durch die Diffusion des Gases vom Hohlraum in den Blutkreislauf resultieren [44].

Die Gruppe um Makay untersuchte die Auswirkungen eines Pneumoperitoneums bei 25 laparoskopischen Ösophagusresektionen auf kardiopulmonale Parameter [30]. In ihrer Arbeit konnten sie einen Anstieg des etCO_2 -Wert und der Atemwegswiderstände verzeichnen. Die Lungencompliance hingegen fiel ab. In unsere Studie konnten die paCO_2 Werte konstant gehalten werden, bzw. fielen sogar nach 15min in Rückenlage unter Einlungenventilation ab. Dies könnte durch eine Anpassung des Atemminutenvolumens mit erhöhter CO_2 - Abatmung bedingt sein.

Bei den verschiedenen Messzeitpunkten in jeweils gleicher Lage des Patienten (RL/ELV +15min und RL/ELV +30min, BL/ELV +15min und BL/ELV +30min) konnten sowohl bei den hämodynamischen, als auch den ventilatorischen Parametern keine relevanten Veränderungen festgestellt werden. Die Parameter veränderten sich jeweils nur nach Veränderung der Beatmung (Zweilungen- vs. Einlungenventilation) und nach Lagerungswechsel der Patienten.

Unsere Studie hat den Einfluss der Lagerung auf Hämodynamik und Säure-Basenhaushalt bei laparoskopischer Ösophagusresektion untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass es sowohl in der Hämodynamik als auch im Säure-Basenhaushalt zu signifikanten Veränderungen kommt, die in ihrer klinischen Bedeutung zumeist als gering eingestuft werden können.

5. Zusammenfassung

Hintergrund:

In dieser prospektiven Studie wurden erstmals die Auswirkung der Lageveränderung von der Rücken- auf Bauchlagerung auf Hämodynamik und Säure-Basen-Haushalt unter Einlungenventilation bei Patienten untersucht, die sich einer elektiven endoskopischen Ösophagusresektion unterzogen.

Methodik:

Insgesamt wurden 10 Patienten (Alter 63 ± 12 Jahre) der ASA-Klassen I-III eingeschlossen. Ausgeschlossen waren Patienten der ASA-Klasse IV-V und Patienten bei denen die Einlungenventilation aus technischen Gründen nicht durchführbar war. Aufgezeichnet wurden neben hämodynamischen Parametern (HF, MAD, ZVD, PAP_{mean}, HI, SVRI) auch respiratorische Parameter (pH, BE, HCO₃⁻, paCO₂, paO₂, S_aO₂, S_{gv}O₂).

Ergebnisse:

Hämodynamik:

Die Herzfrequenz stieg unter Einlungenventilation in Bauchlage signifikant gegenüber dem Ausgangswert an. Auch der ZVD stieg 30min nach Umlagerung vom Rücken in Bauchlage unter Einlungenventilation signifikant an. Der Herzindex lag unter Einlungenventilation in Bauchlage signifikant unter dem Endwert.

Säure-Basen-Haushalt:

paCO₂ und Standard-Bicarbonat (HCO₃⁻) lagen sowohl vor als auch nach Umlagerung im Normbereich. Der pH und der base excess (BE) zeigten einen minimalen Abfall 15min. nach Lagerungsmanöver vom Rücken- in die Bauchlage. Der Sauerstoffpartialdruck (paO₂) fiel signifikant um 50% im Vergleich zum Ausgangswert unter Einlungenventilation ab. Die gemischt-venöse Sättigung (S_{gv}O₂) fiel ebenfalls unter Einlungenventilation unter den Normbereich, während der Umlagerung vom Rücken auf den Bauch konnte ein Anstieg der S_{gv}O₂ um 1,5% verzeichnet werden. Nach Umlagerung traten keine signifikanten Veränderungen der Werte auf.

Schlussfolgerung:

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass laparoskopische Ösophagusresektionen mit Veränderungen der hämodynamischen und

respiratorischen Parameter einhergehen, die klinische Relevanz war dabei in dem von uns untersuchten Kollektiv als gering anzusehen.

Summary

Background:

In this retrospective study we evaluated the impact of positioning (supine position into prone position) on parameters of hemodynamics and acid-base metabolism in patients undergoing laparoscopic esophageal resection in single lung ventilation.

Methods:

A total of ten patients (ASA I-III), who suffered from esophageal cancer, mean age 63 ± 12 years, were included between 2005 and 2007. Exclusion criteria were ASA classification IV-V and patients, in whom one lung ventilation wasn't technically feasible. Parameters of hemodynamics and acid-base metabolism were recorded.

Results:

Hemodynamic:

Heart rate increased in prone position during single lung ventilation after 30min compared to baseline values. CVP (central venous pressure) also increased 30min after changing from supine to prone position during single lung ventilation. Cardiac index under single lung ventilation in prone position was significant below values under double lung ventilation in supine position.

Acid-base metabolism:

paCO_2 and standard bicarbonate (HCO_3^-) were normal before and after changing patients' position. pH and base excess (BE) showed a minimal decrease 15 min after shifting from supine into prone position. Mean oxygen saturation decreased about 1%, oxygen partial pressure (paO_2) significantly decreased by 50% compared to baseline value during one lung ventilation. Mixed-venous saturation also decreased under normal range during one lung ventilation, after shifting it increased by 1,5%. After shifting no significant changes could be found.

Conclusion:

The results of our study show, that laparoscopic esophageal resections are associated with changes of hemodynamic and respiratory parameters. The clinical relevance of the changes is of minor interest.

6. Literaturverzeichnis

1. Kim, R., et al., *Etiology of Barrett's metaplasia and esophageal adenocarcinoma*. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 1997. **6**(5): p. 369-77.
2. Kollarova, H., et al., *Epidemiology of esophageal cancer--an overview article*. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*, 2007. **151**(1): p. 17-20.
3. Dušek L, M.J., Kubásek M, Koptíková J, Žaloudík J, Vyzula R. The Czech national web portal of cancer epidemiology [online]. Masaryk University, [2005], *Incidence and mortality C15 - malignant neoplasm of esophageal, time trend 1977-2002*. Available from: URL:<http://www.svod.cz>.
4. <http://www.iarc.fr>. 24.01.2011].
5. Smithers, B.M., et al., *Comparison of the outcomes between open and minimally invasive esophagectomy*. *Ann Surg*, 2007. **245**(2): p. 232-40.
6. Bonavina, L., *Early oesophageal cancer: results of a European multicentre survey*. *Group European pour l'Etude des Maladies de l'Oesophage*. *Br J Surg*, 1995. **82**(1): p. 98-101.
7. Heitmiller, R.F., M. Redmond, and S.R. Hamilton, *Barrett's esophagus with high-grade dysplasia. An indication for prophylactic esophagectomy*. *Ann Surg*, 1996. **224**(1): p. 66-71.
8. Holscher, A.H., et al., *Early adenocarcinoma in Barrett's oesophagus*. *Br J Surg*, 1997. **84**(10): p. 1470-3.
9. Nigro, J.J., et al., *Occult esophageal adenocarcinoma: extent of disease and implications for effective therapy*. *Ann Surg*, 1999. **230**(3): p. 433-8; discussion 438-40.
10. Rice, T.W., et al., *Surgical management of high-grade dysplasia in Barrett's esophagus*. *Am J Gastroenterol*, 1993. **88**(11): p. 1832-6.
11. Thomas, P., et al., *Esophageal cancer resection in the elderly*. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1996. **10**(11): p. 941-6.
12. DePaula, A.L., et al., *Laparoscopic transhiatal esophagectomy with esophagogastroplasty*. *Surg Laparosc Endosc*, 1995. **5**(1): p. 1-5.
13. Jagot, P., et al., *Laparoscopic mobilization of the stomach for oesophageal replacement*. *Br J Surg*, 1996. **83**(4): p. 540-2.
14. Swanstrom, L.L. and P. Hansen, *Laparoscopic total esophagectomy*. *Arch Surg*, 1997. **132**(9): p. 943-7; discussion 947-9.
15. Litle, V.R., P.O. Buenaventura, and J.D. Luketich, *Minimally invasive resection for esophageal cancer*. *Surg Clin North Am*, 2002. **82**(4): p. 711-28.
16. Luketich, J.D., et al., *Minimally invasive esophagectomy*. *Ann Thorac Surg*, 2000. **70**(3): p. 906-11; discussion 911-2.
17. Nguyen, N.T., et al., *Comparison of minimally invasive esophagectomy with transthoracic and transhiatal esophagectomy*. *Arch Surg*, 2000. **135**(8): p. 920-5.
18. Luketich, J.D., et al., *Minimally invasive esophagectomy: outcomes in 222 patients*. *Ann Surg*, 2003. **238**(4): p. 486-94; discussion 494-5.
19. McAnena, O.J., J. Rogers, and N.S. Williams, *Right thoracoscopically assisted oesophagectomy for cancer*. *Br J Surg*, 1994. **81**(2): p. 236-8.
20. Law, S., et al., *Thoracoscopic esophagectomy for esophageal cancer*. *Surgery*, 1997. **122**(1): p. 8-14.

21. Peracchia, A., et al., *Thoracoscopic esophagectomy: are there benefits?* Semin Surg Oncol, 1997. **13**(4): p. 259-62.
22. Kawahara, K., et al., *Video-assisted thoracoscopic esophagectomy for esophageal cancer.* Surg Endosc, 1999. **13**(3): p. 218-23.
23. Watson, D.I., N. Davies, and G.G. Jamieson, *Totally endoscopic Ivor Lewis esophagectomy.* Surg Endosc, 1999. **13**(3): p. 293-7.
24. Luketich, J.D., et al., *Minimally invasive approach to esophagectomy.* JSLs, 1998. **2**(3): p. 243-7.
25. Santillan, A.A., et al., *Minimally invasive surgery for esophageal cancer.* J Natl Compr Canc Netw, 2008. **6**(9): p. 879-84.
26. Decker, G., et al., *Minimally invasive esophagectomy for cancer.* Eur J Cardiothorac Surg, 2009. **35**(1): p. 13-20; discussion 20-1.
27. Hulscher, J.B., et al., *Transthoracic versus transhiatal resection for carcinoma of the esophagus: a meta-analysis.* Ann Thorac Surg, 2001. **72**(1): p. 306-13.
28. Hulscher, J.B., et al., *Extended transthoracic resection compared with limited transhiatal resection for adenocarcinoma of the esophagus.* N Engl J Med, 2002. **347**(21): p. 1662-9.
29. Bonavina, L., et al., *A laparoscopy-assisted surgical approach to esophageal carcinoma.* J Surg Res, 2004. **117**(1): p. 52-7.
30. Makay, O., et al., *Anesthesiological hazards during laparoscopic transhiatal esophageal resection: a case control study of the laparoscopic-assisted vs the conventional approach.* Surg Endosc, 2004. **18**(8): p. 1263-7.
31. Omloo, J.M., et al., *Extended transthoracic resection compared with limited transhiatal resection for adenocarcinoma of the mid/distal esophagus: five-year survival of a randomized clinical trial.* Ann Surg, 2007. **246**(6): p. 992-1000; discussion 1000-1.
32. Dexter, S.P., et al., *Hemodynamic consequences of high- and low-pressure capnoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy.* Surg Endosc, 1999. **13**(4): p. 376-81.
33. Backofen JE, S.J., *Hemodynamic changes with prone position during general anesthesia [abstract].* Anesth Analg 1985;64:194., 1985.
34. Wadsworth, R., J.M. Anderton, and A. Vohra, *The effect of four different surgical prone positions on cardiovascular parameters in healthy volunteers.* Anaesthesia, 1996. **51**(9): p. 819-22.
35. Yokoyama, M., et al., *Hemodynamic effect of the prone position during anesthesia.* Acta Anaesthesiol Scand, 1991. **35**(8): p. 741-4.
36. Hatada, T., et al., *Hemodynamics in the prone jackknife position during surgery.* Am J Surg, 1991. **162**(1): p. 55-8.
37. Toyota, S. and Y. Amaki, *Hemodynamic evaluation of the prone position by transesophageal echocardiography.* J Clin Anesth, 1998. **10**(1): p. 32-5.
38. McNulty, S.E., et al., *The effect of the prone position on venous pressure and blood loss during lumbar laminectomy.* J Clin Anesth, 1992. **4**(3): p. 220-5.
39. Poon, K.S., et al., *Hemodynamic changes during spinal surgery in the prone position.* Acta Anaesthesiol Taiwan, 2008. **46**(2): p. 57-60.
40. Slinger, P., S. Suissa, and W. Triolet, *Predicting arterial oxygenation during one-lung anaesthesia.* Can J Anaesth, 1992. **39**(10): p. 1030-5.

41. Hurford, W.E. and P.H. Alfille, *A quality improvement study of the placement and complications of double-lumen endobronchial tubes*. J Cardiothorac Vasc Anesth, 1993. **7**(5): p. 517-20.
42. Guenoun, T., et al., *Prediction of arterial oxygen tension during one-lung ventilation: analysis of preoperative and intraoperative variables*. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2002. **16**(2): p. 199-203.
43. Lewis, J.W., Jr., et al., *The utility of a double-lumen tube for one-lung ventilation in a variety of noncardiac thoracic surgical procedures*. J Cardiothorac Vasc Anesth, 1992. **6**(6): p. 705-10.
44. Wahba, R.W., M.J. Tessler, and S.J. Kleiman, *Acute ventilatory complications during laparoscopic upper abdominal surgery*. Can J Anaesth, 1996. **43**(1): p. 77-83.

7. Abbildungs-, Tabellenverzeichnis

Abb.1: Doppellumentubus zur Intubation des linken Hauptbronchus

Abb.2: Linksseitig intubierter Hauptbronchus

Abb.3: Pulmonalarterieller Katheter

Tab.1: Messwerte eines pulmonalarteriellen Katheters

Tab.2: Messzeitpunkte

Tab.3: Messparameter

Tab.4: Zusätzlich erhobene Daten

Tab.5: Demographische Daten

Tab.6: Mittelwert der infundierten Infusionslösungen und –mengen

Tab.7: Auswirkung der Lagerung auf hämodynamische Parameter

Tab.8: Daten des Säure-Basen-Haushalts

8. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Patienten bedanken, die sich zur Teilnahme an dieser Studie bereit erklärt haben.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinem Doktorvater Herrn Priv. Doz. Dr. med. Dirk Meininger für die Überlassung des Themas und die freundliche und ausgezeichnete Betreuung bei dieser Arbeit.

Neben ihm war Herr Priv. Doz. Dr. med. Jens Meier maßgeblich an der vorliegenden Studie beteiligt und hat mit zusätzlichem Engagement diese Studie begleitet.

Ebenso möchte ich mich bei Herrn Universitätsprofessor Dr. med. Bernhard Zwißler, damaliger Direktor der Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin Frankfurt am Main, heutiger Universitätsprofessor der Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München, und Herrn Universitätsprofessor Dr. med. W. Bechstein, Direktor der Klinik für Allgemeinchirurgie in Frankfurt am Main, bedanken, die es mir ermöglicht haben, die Untersuchung an den Patienten ihrer Klinik durchzuführen.

Des Weiteren möchte ich mich beim Pflegepersonal bedanken, das trotz des Mehraufwandes bei der Datenerhebung stets Geduld und Rücksicht zeigte.

Meinen Eltern möchte ich für die allzeitige Unterstützung besonders Danken.

Ein besonderes Dankeschön möchte ich auch an Herrn Stephan Staubach richten, der mir während unserer gemeinsamen Jahre immer eine Quelle der Kraft war und ist.

9. Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel:

*Auswirkungen der Lagerung (Rücken – Bauch)
unter Einlungenventilation auf Hämodynamik und Säure- Basenhaushalt bei
endoskopischer Ösophagusresektion*

in Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie unter Betreuung und Anleitung von PD Dr. Dirk Meininger mit Unterstützung durch Prof. Dr. Dr. Kai Zacharowski, FRCA ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe. Darüber hinaus versichere ich, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht*. Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

(Ort, Datum)

(Unterschrift)