

Universitätsklinikum Ulm
Zentrum für Chirurgie, Abteilung Kardioanästhesiologie

Ärztlicher Leiter: Priv. Doz. Dr. med. Helmut Reinelt

**Untersuchung zum Einfluss des Zeitpunktes der
dilatativen Tracheotomie auf die Entwöhnbarkeit
von der Beatmung bei herzchirurgischen
Patienten**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Ulm

vorgelegt von
Walter Schmidt
aus Neu-Ulm
2017

Amtierender Dekan: Prof. Dr. rer. nat. Thomas Wirth

Erster Berichterstatter: Prof. Dr. med. Karl Träger

Zweiter Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. Helmut Reinelt

Tag der Promotion: 27.04.2017

Widmung aus Gründen des Datenschutzes entfernt.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	II
1. Einleitung	1
1.1 Die Beatmung auf der Intensivstation.....	1
1.2 Tracheotomie.....	3
1.3 Risikostratifizierung für die herzchirurgische Patienten (EuroSCORE)	6
1.4 Chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD) als präoperativer Risikofaktor	7
1.5 Pneumonie	8
1.6 Fragestellung	11
2. Material und Methoden	12
2.1 Patienten.....	12
2.2 Datenerhebung	13
2.3 Biometrische Auswertung und Statistik	13
2.4 Ethikkommission	14
3. Ergebnisse	15
3.1 Demographische Daten.....	15
3.2 Ergebnisse der Zielgrößen	20
4. Diskussion	31
4.1 Bedeutung der Tracheotomie in der heutigen Intensivmedizin	31
4.2. Ergebnisse der Verteilung von demographischen, biometrischen und krankheitsbezogenen Untersuchungsparameter in Gruppen aller nachbeatmeten und aller tracheotomierten Patienten	33
5. Zusammenfassung	40
6. Literaturverzeichnis.....	42
Danksagung	47
Lebenslauf	48

Abkürzungsverzeichnis

- ACCP American College of Chest Physicians
- ACVB aortokoronarer Venenbypass
- AKE Aortenklappenersatz
- ARDS *acute respiratory distress syndrome*,
akutes Atemnotsyndrom
- ATS American Thoracic Society
- BMI Body mass index
- COPD *chronic obstructive pulmonary disease*,
chronisch obstruktive Lungenerkrankung
- CPIS-Score *clinical pulmonary infection score*,
klinischer Lungeninfektionsscore
- EuroSCORE *European System for Cardiac Operative Risk Evaluation*,
europäisches System für die Risikoeinschätzung bei
Herzoperationen
- HLM Herz-Lungen-Maschine
- KüNa künstliche Nase
- PDT perkutane dilatative Tracheotomie
- VAP *ventilator associated pneumonia*,
beatmungsassoziierte Pneumonie
- Vs versus
- Z.n. Zustand nach

1. Einleitung

Die überwiegende Anzahl von Tracheotomien auf Intensivstationen wird heutzutage als Zugang zu den Atemwegen von langzeitbeatmeten Intensivpatienten durchgeführt [27,33]. Es wurden neben den operativen Tracheotomietechniken verschiedene als dilatativ bezeichnete Techniken entwickelt. Neue intensivmedizinische Indikationen haben zu einer deutlichen Zunahme der Zahl durchgeführter Tracheotomien geführt [13,19]. Aufgrund der steigenden Zahl von langzeitbeatmeten Patienten wurde versucht, weniger invasive Methoden zu entwickeln, um das Gewebstrauma für den Patienten zu reduzieren [2,56]. Trotz verbesserter Möglichkeiten und reduzierten Folgeschäden der endotrachealen Langzeitintubation hat die Zahl der Tracheotomien zur Langzeitbeatmung auf den Intensivstationen zugenommen [19]. Während früher eine Tracheotomie bei einem Intensivpatienten mit hohem organisatorischen und personellen Aufwand verbunden war, sind die neuen perkutanen Tracheotomietechniken relativ einfach zu erlernen und bald auch von nicht chirurgisch ausgebildeten Intensivmedizinern durchführbar. Diese Umstände führten dazu, dass die konventionelle, d.h. chirurgische Tracheotomie bei langzeitbeatmeten Patienten in vielen Kliniken nach genauer Abwägung und unter sorgfältiger Beachtung der Kontraindikationen zahlenmäßig nur noch eine untergeordnete Rolle spielt. Die vorliegende Arbeit soll die Bedeutung der perkutanen dilatativen Tracheotomie in der Entwöhnung vom Respirator bei langzeitbeatmeten herzchirurgischen Patienten darstellen.

1.1 Die Beatmung auf der Intensivstation

Ein essentieller Bestand der Intensivtherapie ist die Gewährleistung eines suffizienten pulmonalen Gasaustausches und einer ausreichenden Gewebeatmung. Die Therapie eines pulmonalen Versagens ist komplex und eine der wichtigsten Therapieoptionen ist die Beatmungstherapie. Die Beatmung kann invasiv und nicht-invasiv erfolgen. Die Indikation für eine Beatmung ist eine kritische Verschlechterung des Gasaustausches. Zu einer Verschlechterung des Gasaustausches führen meistens 2 Ursachen:

- i) Störung der Ventilation der Lunge (z.B. muskuläre Erschöpfung, zentrale Regulationsstörungen) und
- ii) eine Störung der pulmonalen Funktion (erhöhter Rechts-Links-Shunt bei strukturellen Veränderungen der Lunge (z.B. akutes Lungenversagen, ARDS).

Für das Management dieser respiratorischen Störungen stehen unterschiedliche Beatmungsformen und Beatmungswege zur Verfügung.

1.1.1 Zugang zum respiratorischen System

Es existieren unterschiedliche Zugangswege, um eine Beatmung zu ermöglichen. Der häufigste und meistens einfachste Weg ist die orotracheale Intubation. Die Vorteile bestehen in einer schnellen, einfachen und sicheren Herstellung eines Atemwegszugangs für einen Patienten. Die Nachteile resultieren bei längeren Beatmungspflichtigkeit in Form von lokalen Druckstellen, eine Intoleranz durch den Patienten und eine erhöhte Inzidenz von beatmungsassoziierten Pneumonien (VAP). Ein durch einen Endotrachealtubus resultierender erhöhter Atemwegswiderstand macht einen Spontanatemversuch mit endotrachealem Tubus schwierig, da der Patient sich möglicherweise bei erhöhter Atemarbeit erschöpfen kann. Wenn eine längere Beatmung (länger als 21 Tage) beim Patient erfolgen muss, ist der Atemwegszugang über eine Tracheotomie gut etabliert. Die Vorteile der Tracheotomie sind zu einer verbesserten Mundraumpflege und Trachealtoilette, zum anderen eine Normalisierung ggf. Reduktion des Atemwegswiderstandes.

1.1.2 Entwöhnung von der Beatmung

Die Entwöhnung vom Respirator bei beatmeten Patienten ist von der individuellen Situation des Patienten abhängig. Mit der Entwöhnung wird begonnen, wenn alle Ursachen, die zur Beatmungspflichtigkeit geführt haben, überwunden sind. Dabei wird die Invasivität der Beatmung sukzessive reduziert und beim Erfüllen der weaning Kriterien kann eine Extubation erfolgen. Für das Vorgehen bei der Entwöhnung vom Respirator haben sich heute feste „weaning“ Protokolle etabliert, die die Beatmungsdauer der Patienten möglichst verkürzen sollen [17,54,57].

Sollten postoperativ weiterhin Ursachen vorliegen, die eine längerfristige Beatmung notwendig machen, oder der Patient weist weiterhin eine eingeschränkte

Oxygenierung auf, muss weiterhin zur Gewährleistung des suffizienten Gasaustausches eine Beatmung durchgeführt werden. In diesem Fall richtet sich die Strategie der weiteren Entwöhnung von der Beatmung nach der voraussichtlichen Beatmungsdauer. Unter invasiver Beatmung muss dann abgeschätzt werden, ob der Patient in absehbarer Frist erfolgreich vom Respirator entwöhnt werden kann oder eine längerfristige Beatmung durchgeführt werden soll. Im ersten Fall zielt die ganze Beatmungsstrategie auf die Minimierung der Invasivität der Beatmung mit dem Ziel einer konventionellen Extubation. Im zweiten Fall wird die Anlage einer Tracheotomie zur weiteren Beatmung erwogen. Sollte es ungewiss sein, ob in nächsten Tagen zu einer Extubation kommt oder ob der Patient voraussichtlich länger als 21 Tage beatmet sein wird, muss von Tag zu Tag erneut sorgfältig entschieden werden, welche der beiden Entwöhnungsstrategien man verfolgt.

1.1.3 Entwöhnung von der Beatmung auf einer herzchirurgischen Intensivstation

Die Entwöhnung von der Beatmung bei herzchirurgischen Patienten bedarf zusätzlicher Erwägungen. Während der Aufwachphase spielen viele Faktoren zusammen (z.B. stattgehabte Hypothermie, Aufwärmphase, sedierende Medikamente, kreislaufwirksame Medikamente). Das macht eine postoperative Nachbeatmung notwendig, so dass Patienten nicht im Aufwachraum, sondern in der Regel auf einer herzchirurgischen Intensivstation von der Beatmung entwöhnt werden. Die Entwöhnung vom Respirator beginnt bei ausreichender Oxygenierung, ausgeglichener Metabolik, Normothermie und regelrechter chirurgischen Situation. Bei Patienten mit eingeschränkter linksventrikulärer oder/und rechtsventrikulärer Pumpfunktion muss auch eine stabile hämodynamische Situation als Voraussetzung für die Beatmungsentwöhnung gewährleistet sein. Sollte einer der Faktoren nicht erfüllt werden, muss der Patient zunächst weiter beatmet werden.

1.2 Tracheotomie

Die Tracheotomie ist ein auf operativem Weg geschaffener künstlich angelegter Atemweg zur Sicherstellung der Ventilation. Die Tracheotomietechnik wird nach der operativen Methode oder nach Ort der Tracheaeröffnung unterschieden. Die Tracheotomietechnik kann in chirurgische und perkutane dilatative Methoden

eingeteilt werden. Unter chirurgischem Vorgehen versteht man eine operative Präparation bis auf die Trachea mit einer Exzision der Trachealspangen. Unter einer perkutanen dilatativen Tracheotomie versteht man eine durch Dehnung geschaffene Öffnung der Luftröhre und der davor liegenden Weichteilen des Halses, ohne tiefere Präparation bis unmittelbar vor die Trachea.

1.2.1 Indikationen zur Durchführung der perkutanen dilatativen Tracheotomie (PDT)

Die Indikation für eine Dilatationstracheotomie stellt eine Langzeitbeatmung dar, sowie die protrahierte Entwöhnung vom Respirator bei Langzeitbeatmung. Außerdem bietet eine Dilatationstracheotomie gegenüber einer nicht invasiven Beatmung die Vorteile einer verbesserten Bronchialtoilette durch die jederzeit gegebene Möglichkeit zur einfachen ggf. endoskopisch gestützten Sekretabsaugung. Auch das Gewinnen von Material für ein mikrobiologisches Monitoring gestaltet sich damit unkomplizierter. Der wesentliche Vorteil gegenüber einer Intubation ist die deutlich bessere Toleranz des künstlichen Atemwegzugangs beim Aufwachen, die Möglichkeit der enteralen Ernährung, sowie einfachere Mund-Rachenraumhygiene. Dadurch wird die Entstehung einer VAP mit nachfolgend erhöhter Mortalität reduziert. Außerdem kann dadurch das Risiko eines lokalen Larynxschadens und das Entstehen von Sinusitiden reduziert werden. Auch physiologische Vorgänge wie orale Ernährung, Sekretmobilisation, Patientenmobilisation trotz supportiver Ventilation werden vereinfacht oder erst ermöglicht. Die Totraumventilation wird durch eine kürzere und kaliberstärkere Trachealkanüle reduziert und dadurch wird es ermöglicht, eine angestrebte Weaningphase diskontinuierlich zu gestalten.

Diese Punkte erlauben es, eine längerfristige Beatmungsentwöhnung nicht nur früher einzuleiten, sondern auch effektiver und unter besseren Bedingungen durchzuführen. Ein früh eingeleiteter und erfolgreich durchgeführter Entwöhnungsversuch bedeutet eine raschere Entwöhnung vom Respirator und dadurch ein geringeres Risiko für das Auftreten einer VAP, reduzierte Mortalität oder verkürzter Krankenhausaufenthalt.

1.2.2 Vorteile der perkutan dilatativen Tracheotomie (PDT) gegenüber chirurgischen Verfahren bei Intensivpatienten

Heute gelten beide Verfahren als sicher in der Anwendung. Die Dilatations-tracheotomie wird auf einer Intensivstation durchgeführt und ist dadurch schneller ein weniger ressourcenaufwändiges Vorgehen. Die Tracheotomie wird mit einem kurzen Hautschnitt durchgeführt. Das hat zu Folge, dass es zu weniger Gewebeläsionen in der Tracheotomieumgebung sowie zur Trachealringschädigungen kommt. Durch den routinemäßigen Einsatz der Bronchoskopie werden die Komplikationen wie Trachealhinterwandperforation und das Entstehen von ösophagealen Fisteln weitgehend vermieden.

Nach Dekanülierung verschließt sich ein dilatatives Tracheostoma in einem relativ kurzen Zeitraum von selbst. Außerdem ergibt eine Dilatationstracheotomie meist ein langfristig besseres kosmetisches Resultat.

In der Herzchirurgie erfolgt die Durchführung der meisten Eingriffe mittels medianer Sternotomie. Durch die anatomische Nachbarschaft der beiden Zugangswege fürchtete man zunächst das vermehrte Auftreten von Wundheilungsstörungen und daraus resultierende Mediastinitiden. Durch die sorgfältigen eng gewählten Hautschnitte bei Dilatationstracheotomie füllt die Trachealkanüle die Tracheotomiestelle völlig aus, so dass die Gefahr für diese Komplikation reduziert werden kann.

1.2.3 Zeitpunkt der Tracheotomie

Gegenstand der Diskussion in der heutigen Literatur ist der ideale Zeitpunkt der Tracheotomie bei Intensivpatienten. Nach den Leitlinien des American College of Chest Physicians (ACCP) vom 1989 [45] wird empfohlen, die Patienten, die länger als 21 Tage beatmet werden müssen, zu tracheotomieren. Von anderen Autoren wird dagegen eine Frühtracheotomie empfohlen, da eine verkürzte Beatmungszeit mit einer geringeren VAP-Inzidenz einhergeht und eine geringere Mortalität bzw. Intensiv- und Krankenhausaufenthaltsdauer erreichen lassen. Der Begriff der Frühtracheotomie ist nicht einheitlich definiert. Aus den Leitlinien der ACCP von 1989 galt jede Tracheotomie vor 21 Tagen Beatmungsdauer als früh. Heute wird

von vielen Autoren unter einer Frühtracheotomie eine Dilatationstracheotomie innerhalb von 7 Tagen nach Beginn der Beatmung beschrieben [37].

1.3 Risikostratifizierung für die herzchirurgische Patienten (EuroSCORE)

Um das Risiko herzchirurgischer Patienten präoperativ zu objektivieren, sind verschiedene Risikoabschätzungsprofile wie der EuroSCORE etabliert.

Der EuroSCORE beruht auf der 30 Tage-Krankenhausmortalität [38]. Bei Erfüllen von spezifischen Kriterien werden die Risikopunkte, d.h. EuroSCORE-Punkte, addiert. Das Risiko steigt mit Punktzahlerhöhung. So kann man bei 0-2 Punkten von *low risk*, bei 3-5 Punkten vom *medium risk*, und bei mehr als 6 Punkten von *high risk* Patienten sprechen. Das EuroSCORE System ist das derzeit meistgebrauchte Scoresystem in der Herzchirurgie. Die Praktikabilität und Validität sind an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf positiv evaluiert worden [24]. Die Tabelle 1 zeigt die Parameter mit der entsprechenden Wertung im EuroSCORE.

Tabelle 1. Berechnung des European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE) von herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm, die von 01.01.2005 bis 29.04.07 operiert wurden.

Faktor	Eigenschaft	Punkte
Alter	>60 Jahre	1 pro 5 Jahre
Geschlecht	Weiblich	1
Chronische obstruktive pulmonale Erkrankung	unter Medikation	1
Arteriopathie, nicht kardial	Periphere arterielle Verschlusskrankheit mit Claudicatio, Carotisstenose>50%	2
Neurologische Dysfunktion		2
Re-Operation		3
Kreatinin im Serum	>200 µmol/l (2,3 mg/dl)	2
Endokarditis	Floride	3
Kritischer präoperativer Status	Ventrikuläre Tachykardie, Reanimation, Beatmung, Katecholaminbedarf, intraaortale Ballonpumpe, akutes Nierenversagen	3
Instabile Angina pectoris	unter intravenöse. Nitrat-Gabe	2
Linksventrikuläre Funktion	Ejektionsfraktion: 30-50%	1
Linksventrikuläre Funktion	<30%	3

Myokardinfarkt	präoperativ >90 Tage	2
Pulmonal arterieller Druck	>60 mmHg systolisch	2
Priorität	Notfall = Operation vor dem nächsten Werktag	2
Operationstyp	nicht isolierte Bypass-operation	2
Thorakale Aorten Chirurgie		4
Ventrikel-Septum-Defekt postinfarziell		4
Auswertung		Summe:
niedriges Risiko		von 0 bis 2
mäßiges Risiko		von 3 bis 5
hohes Risiko		ab 6

1.4 Chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD) als präoperativer Risikofaktor

Die COPD (chronic obstructive pulmonary disease) ist eine progrediente Krankheit des Lungenparenchyms und des Bronchialbaumes auf dem Boden von inflammatorischen Prozessen. Die entzündlichen Veränderungen der Bronchialschleimhaut führen zur Atemflussbehinderung, die nur zum Teil reversibel sind. Die Prävalenz bei chirurgischen Patienten variiert zwischen 8% und 40% [32]. Da heute bei chirurgischen Patienten meist Operationen in Allgemeinnarkose mit Beatmungspflichtigkeit durchgeführt werden, ist die genauere präoperative Risikoabschätzung wichtig. Es wird darüber berichtet, dass Patienten mit nichtthorakalen Operationen ein bis zu dreifache erhöhtes Risiko für perioperative pulmonale Komplikationen haben im Vergleich zu Patienten ohne COPD-Krankheit [35]. Die Pathophysiologie des erhöhten perioperativen Risikos besteht in mehreren Mechanismen. Als erstes besteht eine Abhängigkeit vom Schweregrad der Erkrankung, nämlich dem Ausmaß der Überblähung aufgrund der Atemwegsobstruktion und der Gasaustauschstörung und der muskulären Kraft der Atempumpe. Zweitens besteht bei gestörter mukoziliärer Clearance die erhöhte Gefahr einer Infektion der Atemwege bei chronischer Besiedlung mit pathogenen Keimen. Drittens stellt die pulmonale Hypertonie ein relevantes perioperatives kardiales Risiko dar. Außerdem ist die COPD mit anderen Krankheiten wie der arteriellen Hypertonie, der koronaren Herzkrankheit und der Herzinsuffizienz vergesellschaftet [9], so dass weitere Faktoren außerhalb der COPD für das perioperative Risiko mit von Bedeutung sind.

Ein weiterer bedeutender Faktor, der auf den perioperativen Verlauf Einfluss nimmt, ist die Art und Lokalisation des Operationsgeschehens. Smetana [52] zeigt eine Abhängigkeit des erhöhten Operationsrisikos bei COPD je näher und länger im Bereich des Zwerchfells operiert wird. Außerdem führen Schmerzen im OP-Gebiet zu Atelektasenbildung, die den vorbestehend kompromittierten Gasaustausch zusätzlich verschlechtern. Dieses muss dann mit vermehrter Atemarbeit kompensiert werden.

1.4.1 Chronische obstruktive Lungenerkrankung in der Herzchirurgie

In den letzten 20 Jahren stieg der Patientenanteil mit über 70 Jahre an [23]. COPD allein scheint bei herzchirurgischen Patienten ein wichtiger Risikofaktor zu sein [22]. Außerdem scheint das Ausmaß von Komplikationen vom Schweregrad der COPD abhängig zu sein. Zudem bringt eine Operation am Herzen unter dem Einfluss der Herz-Lungen-Maschine und eine mediane Sternotomie häufig pulmonale Komplikationen mit sich [22]. Patienten mit COPD neigen häufiger zu pulmonalen Infektionen, weil sie geringere pulmonale Reserven besitzen. Dies resultiert in verlängerten Aufenthalt auf Intensivstation und Normalpflegestation [6].

1.5 Pneumonie

Eine Pneumonie ist definiert als Entzündung des Lungenparenchyms und/oder des Anteils distal der Bronchioli terminales, welcher die respiratorische Bronchiolen, Alveolargänge, Alveolarsäcke und Alveolen erfasst [5].

Die Pneumonie wird nach unterschiedlichen Kriterien klassifiziert. Der klinische Verlauf erlaubt auch in akute und chronische Pneumonien zu trennen. Eine wichtige Rolle spielt die schädigende Noxe, so dass von einer bakteriellen, viralen, mykotischen, typischen und atypischen Pneumonie gesprochen wird. Außerdem spricht man nach radiologischen Kriterien von Lobär- oder Bronchopneumonien oder von interstitiellen Pneumonien. Zudem klassifiziert man nach dem Ursprung der Pneumonie in ambulant oder nosokomial erworbene Pneumonien.

Nach der American Thoracic Society (ATS) [18], [34] besteht folgende Klassifikation.

- a. Frühpneumonie (early onset pneumonia):

Pneumonie, die die Patienten entweder ambulant oder innerhalb von 5 Tagen während des Krankenhausaufenthaltes ohne antibiotische Therapie entwickelten

b. Spätpneumonie (late onset pneumonia):

Pneumonie, die ab dem Tag 6 des Krankenhausaufenthaltes mit antibiotischer Therapie auftritt.

Dabei wird unterschieden, ob Patient spontanatmet oder zu diesem Zeitpunkt beatmet ist. Sollte Patient beatmet sein, geht man von einer ventilatorassoziierten Pneumonie (VAP) aus.

1.5.1 Ventilator assoziierte Pneumonie (VAP)

VAP ist eine beatmungsassoziierte im Krankenhaus erworbene Lungenentzündung. Sie wird in *early onset* und eine *late onset pneumonia* eingeteilt [12], [30]. Der Unterschied besteht in unterschiedlichen zu erwartenden Erregern und unterschiedlicher Prognose. Dabei scheint die *early onset* Pneumonie eine günstigere Prognose zu haben. Die VAP ist eine der häufigsten Infektionen auf der Intensivstation [46]. Bei intubierten Patienten ist das Risiko, eine Lungenentzündung zu entwickeln, deutlich höher [28]. Das wiederum lässt die Mortalität [30] oder die entsprechende Intensiv- und Krankenhausaufenthaltsdauer [46] deutlich steigen. Es sind unterschiedliche Wege des Entstehens einer VAP beschrieben worden. In erster Linie ist eine Aspiration vom Mund-Rachen-Sekret durch die geöffnete Epiglottis am Tubus entlang der Stimmlippen vorbei zu nennen. Aber auch andere Maßnahmen wie Bronchoskopie, endotracheales Absaugen, Tubusmanipulationen [50] begünstigen den Keimtransport. Als nächster Schritt erfolgt durch den Ventilatorluftstrom ein Transport vom keimbesiedelten Sekret in die Lunge [16]. Eine hämatogene Streuung ist ein weiterer Weg, eine Lungenentzündung in Gang zu setzen.

Eine VAP zu identifizieren ist schwierig [36]. Eine allgemein gebräuchliche Definition liegt nicht vor [16], [36]. Eine Pneumonie wird aufgrund vieler Untersuchungsdaten angenommen. Hier spielen viele Marker eine wichtige Rolle (z.B. Temperaturen $>38^{\circ}\text{C}$ mit erhöhten Entzündungswerten wie Leukozytenzahl und CRP, ein eitriges Trachealsekret [39], radiologisch neu aufgetretene oder größer werdende Infiltratzeichen). Pugin et al. [47] fasste diese Merkmale zum

CPIS-Score zusammen. Dabei wird für klinische Anhaltspunkte 0-2 Punkte verteilt. Ab CPIS-Score-Punktzahl 6 wird eine Pneumonie angenommen.

Tabelle 2. Berechnung des Klinisch-pulmonaler Infektions-Score von herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm, die von 01.01.2005 bis 29.04.07 operiert wurden.

Klinisch-pulmonaler Infektions-Score			
Parameter	0 Punkte	1 Punkt	2 Punkte
Temperatur (°C)	<38,4 und >36,0	<38,9 und >38,5	<36 und >39
Leukozytenzahl (pro mm³)	4000 - 11000	<4000 oder >11000	< 4000 oder >11000 und ≥ 50% unreife Formen
Trachealsekret	kein Trachealsekret	nicht purulentes Trachealsekret	purulentes Trachealsekret
Oxygenationsindex	>240 oder acute respiratory distress syndrome		<240 und kein acute respiratory distress syndrome
Röntgen Thorax	kein Infiltrat	diffuse Infiltrate	lokalisierte Infiltrate

1.5.2 Nosokomiale Pneumonie bei herzchirurgischem Patienten

In der Herzchirurgie werden unterschiedliche Eingriffe durchgeführt. Bei verbesserten Operationstechniken sind sämtliche größere Eingriffe auch im fortgeschrittenen Alter möglich. Das zunehmende Patientenalter bedeutet selbst ein erhöhtes Risiko für perioperative Komplikationen. Mit zunehmendem Alter haben Patienten außerdem auch mehr chronische Begleiterkrankungen, die durch pathophysiologische Bedingungen wie operatives Trauma, Einsatz der Herz-Lungen-Maschine, längere perioperative Beatmung mit erhöhten F_iO_2 -Werten aggraviert werden können. Eine der schwerwiegendsten Komplikationen ist eine Lungenentzündung. Die Diagnose einer nosokomialen oder ventilatorassoziierten Pneumonie (VAP) ist in der Kardiochirurgie nicht trivial. Eine Interpretation von erhobenen Befunden, die in anderen Fachdisziplinen ihre Gültigkeit haben, ist bei kardiochirurgischen Patienten erheblich erschwert. So sind Temperaturen und Entzündungswerte oft als Folge des stattgehabten Eingriffes deutlich erhöht. Die neu aufgetretenen radiologischen Infiltrate können kardial bedingt sein.

In der Diskussion über den idealen Zeitpunkt der Dilatationstracheotomie spielt auch die Abwägung des Risikos, eine VAP zu erwerben, eine wichtige Rolle.

1.6 Fragestellung

In der vorgelegten Promotionsarbeit wurde der Einfluss des Zeitpunktes (Früh- versus Spättracheotomie) der perkutanen dilatativen Tracheotomie bei langzeitbeatmeten Patienten auf mögliche Mortalitätsrisikoreduktion durch Reduktion einer ventilatorassoziierten Pneumonie, sowie die Zeit der Beatmungsdauer untersucht. Dabei wurden Patienten zum entsprechenden Vergleich retrospektiv in eine Gruppe mit einer Frühtracheotomie (< 7 Tage) und mit einer Spättracheotomie (> 7 Tage) eingeteilt.

Folgende Fragen sollten in dieser Untersuchung beantwortet werden:

1. Vergleich der Mortalität in der Gruppe Frühtracheotomie und Spättracheotomie
2. Besiedelung des Trachealsekretes mit pathogenen Keimen in beiden Gruppen zum Zeitpunkt der Tracheotomie
3. Morphologisches Korrelat im Röntgen-Thorax
4. Interpretation der Beatmungsdauer als Beatmungszeit von der Tracheotomie bis zur definitiven Dekanülierung, Beatmungszeit von der Tracheotomie bis zur Spontanatmung über die „künstliche Nase“, sowie Beatmungszeit von der Intubation bis zur Spontanatmung über die „künstliche Nase“ und von der Intubation bis zur endgültigen Dekanülierung (d.h. Gesamtbeatmungsdauer)

2. Material und Methoden

2.1 Patienten

Die Untersuchung wurde auf der herzchirurgischen Intensivstation des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum von 01.01.2005 bis 29.04.2007 durchgeführt. Erfasst wurden die Patienten, bei denen es nach einem kardiochirurgischen Eingriff zu einer passageren Beatmungspflichtigkeit kam. Von diesen Patienten wurde der Anteil der Patienten untersucht, die sich einer Dilatationstracheotomie unterzogen haben. Bei allen Patienten mit passagerer Beatmungspflichtigkeit und bei allen tracheotomierten Patienten wurden die entsprechenden Risikoscores (EuroSCORE) und das Vorliegen einer COPD ausgewertet.

Insgesamt wurden in dieser Studie 106 Patienten retrospektiv untersucht. Bei 12 Patienten waren Daten wegen einer externen Verlegung nicht eruierbar, so dass 94 Patienten in die Auswertung aufgenommen werden konnten.

Bei allen untersuchten Patienten wurde eine Dilatationstracheotomie nach Ciaglia (Blue Rhino) durchgeführt.

Erfasst wurden folgende demographischen Daten und die folgenden Verlaufsparmeter der Patienten:

- (1) Alter
- (2) Gewicht
- (3) Geschlecht
- (4) BMI
- (5) EuroSCORE
- (6) Vorliegen einer COPD
- (7) Mortalität
- (8) Beatmungsdauer

Je nach Zeitpunkt der Tracheotomie erfolgte retrospektiv die Unterteilung in eine Gruppe mit Frühtracheotomie (innerhalb von 7 Tagen nach Beginn der Beatmung) und die mit einer Spättracheotomie (später als 7 Tage nach Beginn der Beatmung).

2.2 Datenerhebung

Alle Daten sind aus den entsprechenden Operationsberichten, Entlassungsbriefen, Labordaten, Radiologiebefunden, Mikrobiologieberichten, Kurvendokumentationen und den täglichen Einträge über die klinische Verläufe erhoben.

Die Befundung der mikrobiologischen Proben (Trachealsekret) und die Erhebung der Radiologiebefunde erfolgten in der Abteilung Mikrobiologie und Hygiene und Radiologie am Universitätsklinikum Ulm durch fachärztliches Personal.

2.3 Biometrische Auswertung und Statistik

Die Daten wurden in einer Datenbank erfasst und mit Hilfe von Microsoft Excel deskriptiv ausgewertet. Die vergleichende Statistik wurde mit dem Programm IBM SPSS Statistics V21.0 erfasst.

Um einen signifikanten Zusammenhang zwischen 2 nominal skalierten Variablen festzustellen, führten wir eine Kontingenzanalyse durch. Diese wurde für alle gewonnenen Daten in 3 Etappen durchgeführt. Als erster wurden die beobachteten Daten in die Kontingenztabelle eingetragen, um dann aus beobachteten die erwarteten Häufigkeiten, sowie quadratische Abweichung und Kontingenz zu bestimmen. Des Weiteren haben wir den als empirischen Testwert aus allen oben genannten Werten bestimmt. In der zweiten Etappe überprüften wir mittels Phi-Koeffizient oder Cramers-V-Wert ob ein Zusammenhang besteht. Diese Frage wurde mit „ja „ beantwortet, wenn Werte über $> 0,6$ lagen. In der dritten Etappe führten wir einen Chi-Quadrat-Test und Mann-Whitney U-Test durch, um zu bestätigen, dass ein signifikanter Zusammenhang vorliegt.

Die Signifikanzniveaus wurden in der Tabelle 3 präsentiert.

Tabelle 3. Signifikanzniveaus von herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm, die von 01.01.2005 bis 29.04.07 operiert wurden.

<i>Irrtumswahrscheinlichkeit</i>	$\geq 0,05$	$< 0,05$	$< 0,01$	$< 0,001$
<i>Signifikanzniveaus</i>	<i>nicht signifikant</i>	<i>signifikant</i>	<i>sehr signifikant</i>	<i>hoch signifikant</i>

2.4 Ethikkommission

Die Daten wurden ausschließlich retrospektiv erhoben und für die Auswertung vollständig anonymisiert. Eine Stellungnahme der lokalen Ethikkommission wurde nicht eingeholt.

3. Ergebnisse

3.1 Demographische Daten

In unsere Klinik unterzogen sich 1266 Patienten im Zeitraum von 01.01.2005 bis 29.04.2007 einer Operation mit postoperativer Beatmungspflichtigkeit. In diesem Zeitraum wurde bei 94 Patienten eine perkutane dilatative Tracheotomie durchgeführt. Tabelle 4 zeigt die Übersicht über die Gesamtzahl operierter Patienten und derer, bei denen eine Tracheotomie erfolgte.

Tabelle 4. Demographische Daten von herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm, die von 01.01.2005 bis 29.04.07 operiert wurden.

	Gesamtzahl operierter Patienten	Gesamtzahl tracheotomierter Patienten
Gesamtzahl	1266	94
Männlich/Weiblich	903/363	68/26
Mit /ohne Chronic obstructive pulmonary disease	1128/138	74/20

Die Abbildung 1 präsentiert die Verteilung von EuroSCORE-Gruppen bei allen im vorgegebenen Zeitraum am Herzen operierten Patienten und bei den Patienten, die auch zusätzlich zum Primäreingriff tracheotomiert wurden. Bei tracheotomierten Patienten sieht man deutliche Häufung von „*high risk*“-Patienten mit 6 und mehr EuroSCORE-Punktzahl. Diese Häufung ist hoch signifikant.

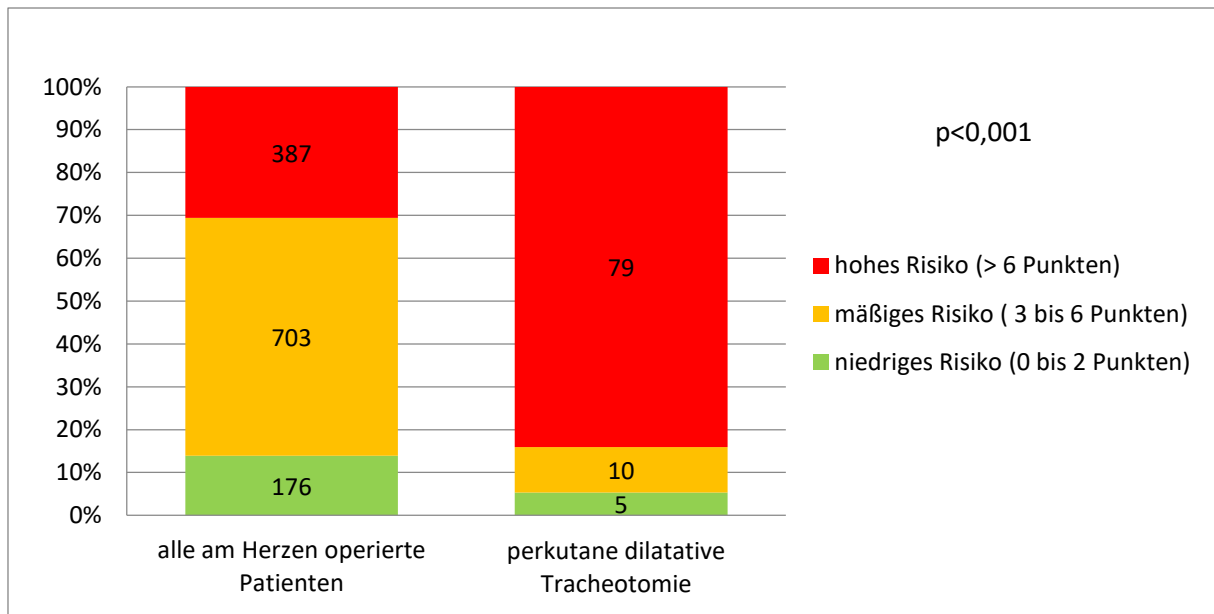


Abbildung 1 European System for cardiac Operative Risk Evaluation-Verteilung bei allen am Herzen operierten und am Herzen operierten sowie tracheotomierten Patienten bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

Abbildung 1: European System for cardiac Operative Risk Evaluation-Verteilung bei allen am Herzen operierten und am Herzen operierten sowie tracheotomierten Patienten bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

In der Abbildung 2 wird das Vorliegen einer COPD von allen operierten, sowie operierten und tracheotomierten Patienten gegenüber gestellt. Auf ersten Blick zeigte sich eine geringe Häufung von COPD-Patienten in der tracheotomierten Gruppe. Diese Häufung ist mit $p<0,01$ signifikant erhöht.

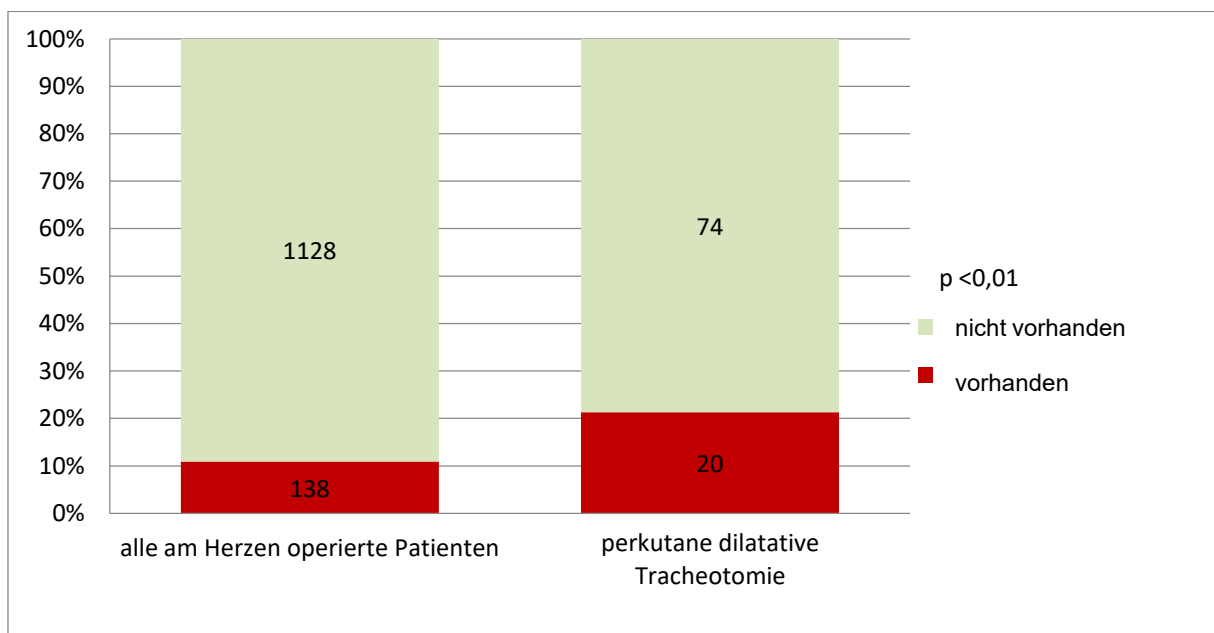


Abbildung 2: Das Vorliegen einer Chronic obstructive pulmonary disease bei allen am Herzen operierten und am Herzen operierten sowie tracheotomierten Patienten bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

3.1.2 Ergebnisse in den Gruppen Frühtracheotomie und Spättracheotomie

In der Frühtracheotomiegruppe befanden sich 26 Patienten. In der Spättracheotomiegruppe 68 Patienten. Die demographischen Daten werden in der Abbildung 5a-f präsentiert.

In den Abbildungen 3 und 4 wird eine Verteilung von Alters und BMI in der Frühtracheotomiegruppe und der Spättracheotomiegruppe mittels eines Medianwertes präsentiert.

Wie die Abbildung 3 zeigt, wurde die Indikation zur einer Dilatationstracheotomie bei Patienten mit fortgeschrittenem Alter eher am oder vor dem 7.postoperativen Tag gestellt. Der Altersunterschied in beiden Gruppen ist aber nicht signifikant.

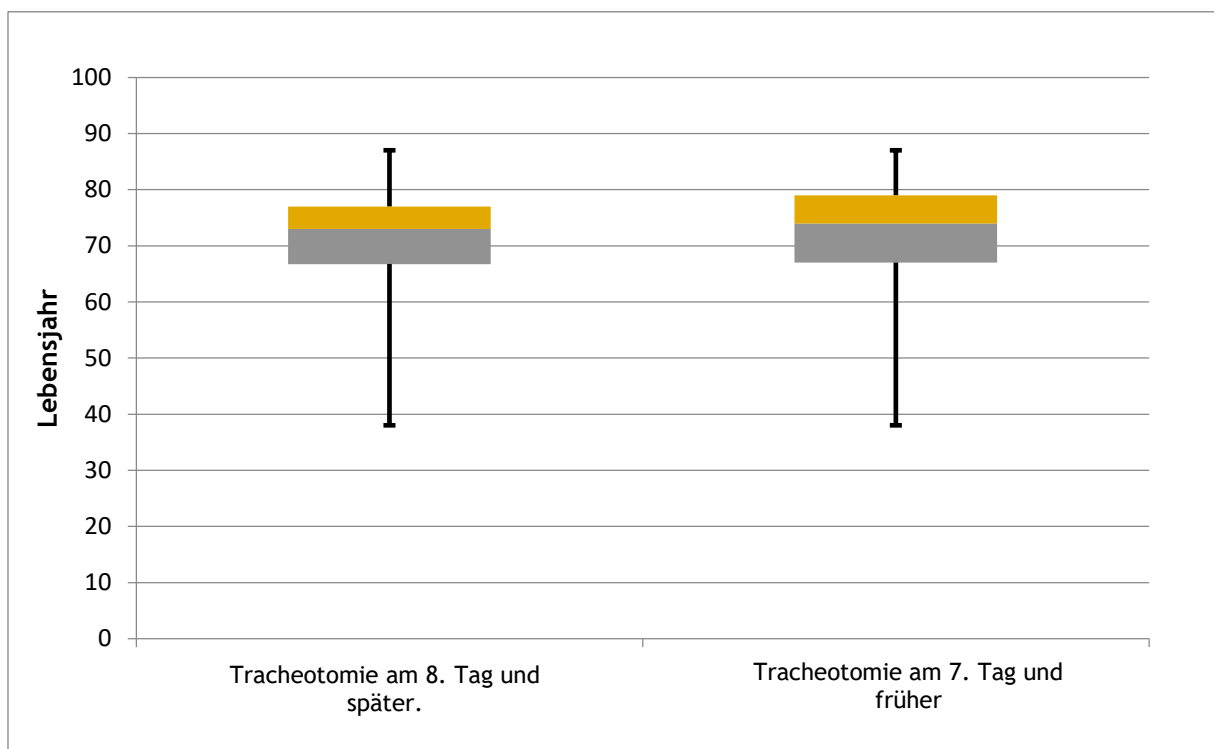


Abbildung 3: Boxplot. Altersverteilung in der Frühtracheotomie- und der Spättracheotomiegruppe bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

Aus der Abbildung 4 ist ersichtlich, dass die Tracheotomie unabhängig vom BMI durchgeführt wurde.

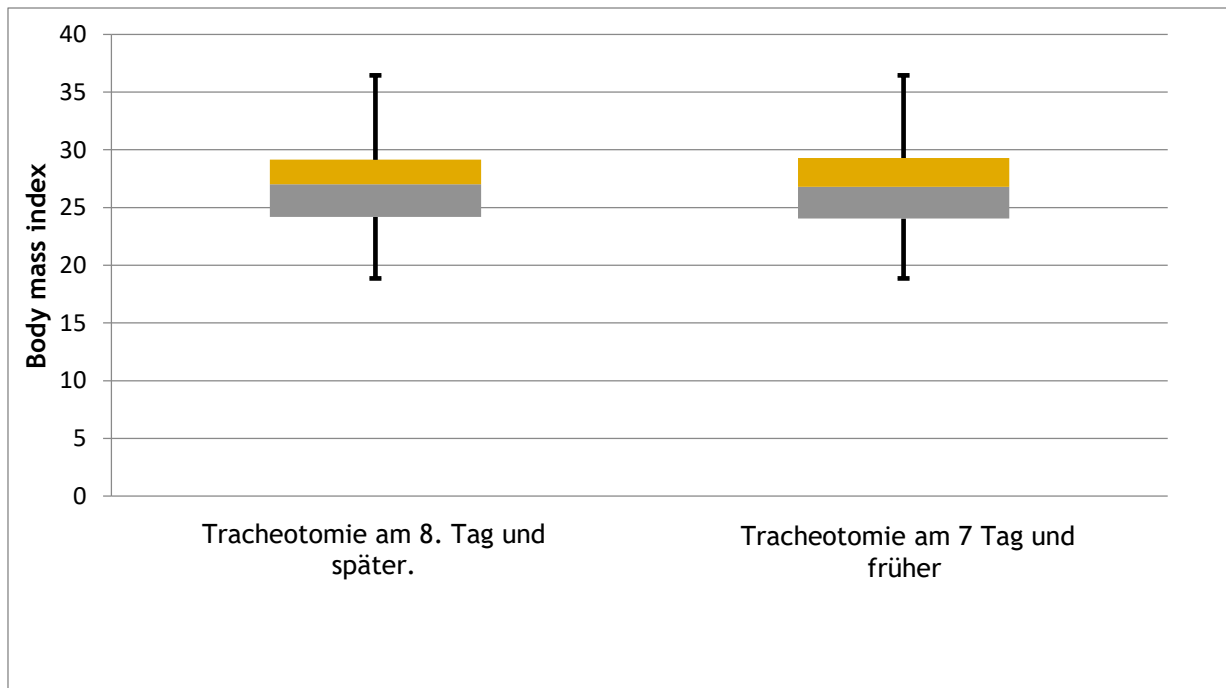


Abbildung 4: Boxplot. BMI-Verteilung in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

Die Abbildung 5 zeigt die Geschlechtsverteilung in beiden Gruppen. Die Geschlechtsverteilung fiel beinahe identisch aus.

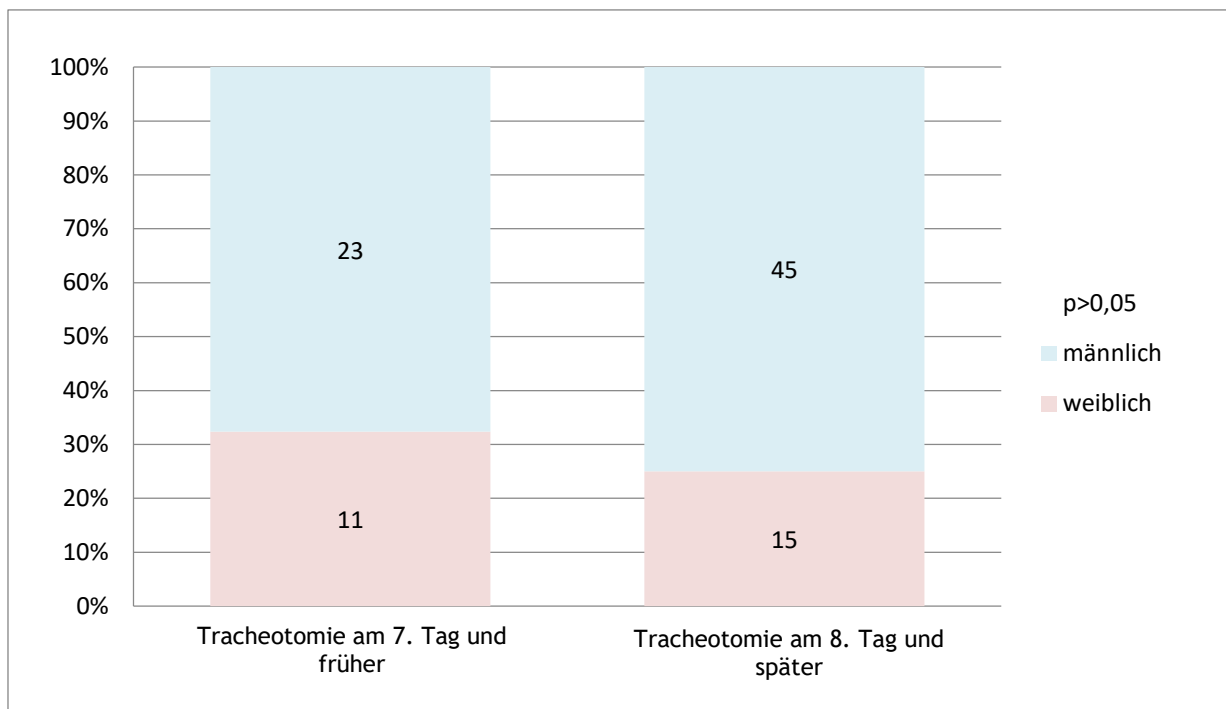


Abbildung 5: Geschlechtsverteilung in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

Die Häufigkeit einer COPD in beiden Gruppen wird in der Abbildung 6 wiedergegeben. Diese beiden Graphiken präsentieren eine COPD-Häufigkeit in beiden Gruppen. Prozentual fanden sich in der Frühtracheotomiegruppe mehr Patienten mit einer COPD-Krankheit.

Abgesehen davon, dass die COPD-Krankheit alleinig für die herzchirurgischen Patienten ein Risiko bedeutet, spielt dies natürlich auch eine Bedeutung für eine perioperative Verschlechterung der Lungenfunktion. Das wiederum beeinflusst die Entscheidung zur Indikationsstellung für die Dilatationstracheotomie.

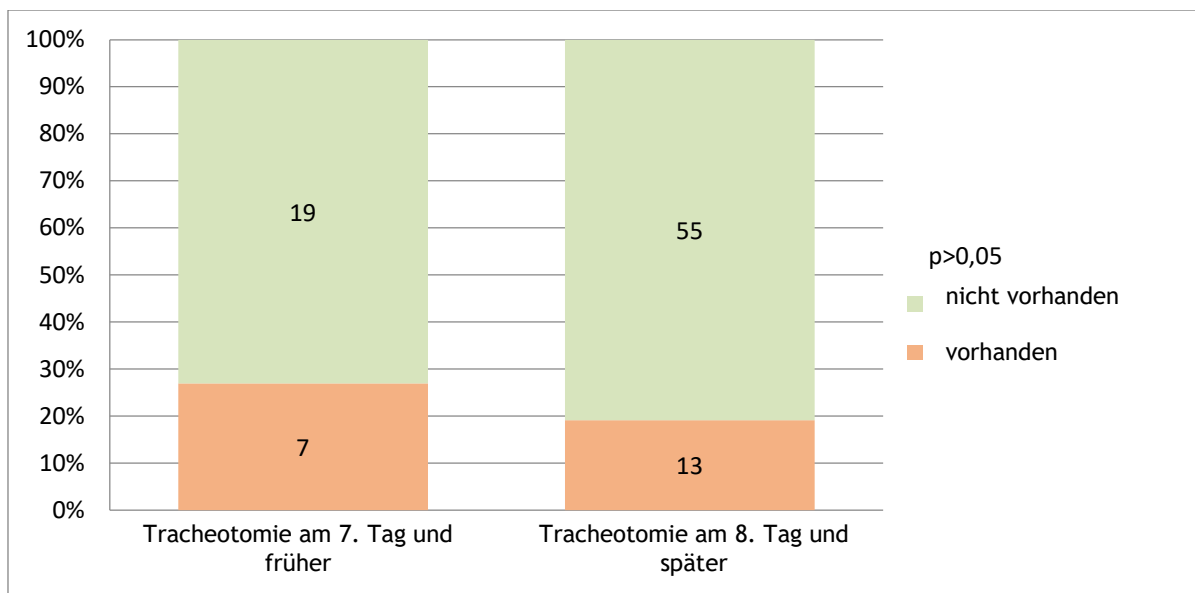


Abbildung 6: Chronic obstructive pulmonary disease bei frühen und späten Gruppe von tracheotomierten Patienten bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

Die EuroSCORE-Verteilung in beiden Gruppen zeigt Abbildung 7. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich waren beide Gruppen bezogen auf die EuroSCORE Werte vergleichbar. Der Anteil von „*high risk*“ Patienten in beiden Gruppen war deutlich erhöht. Aufgrund der EuroSCORE Werte wird gerade bei herzchirurgischen Patienten das perioperative Risiko abgeschätzt.

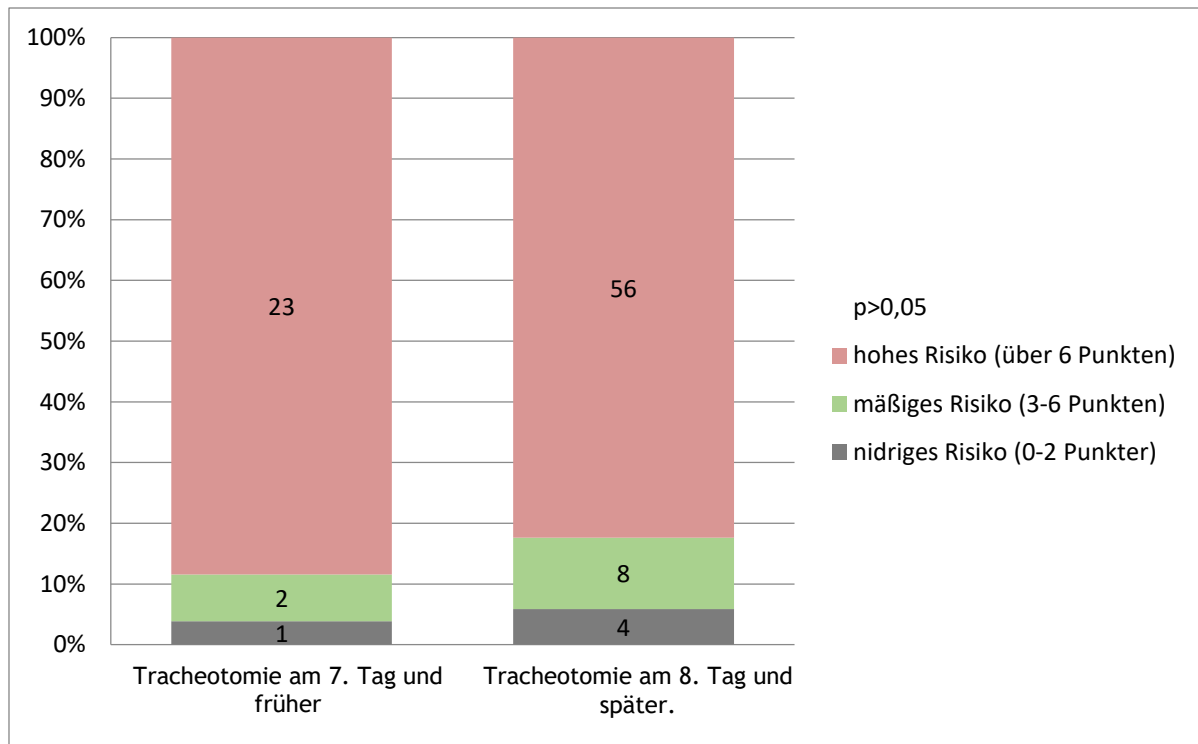


Abbildung 7: European System for cardiac Operative Risk Evaluation -Verteilung in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

3.2 Ergebnisse der Zielgrößen

3.2.1 Mortalität aller tracheotomierten Patienten

Die Abbildung 8 zeigt die Gesamtmortalität aller tracheotomierter Patienten. Die verstorbenen Patienten wurden in 2 Subgruppen unterteilt. In einer der beiden Gruppen wurden alle Patienten, die an eine Pneumonie oder als Folge einer Pneumonie verstarben, zusammengefasst. Die andere Gruppe präsentierte alle anderen tracheotomierten Patienten, die aus einer anderen Ursache (z.B. eine therapieresistente Herzinsuffizienz, Mesenterialischämie und andere Ursachen) verstarben.

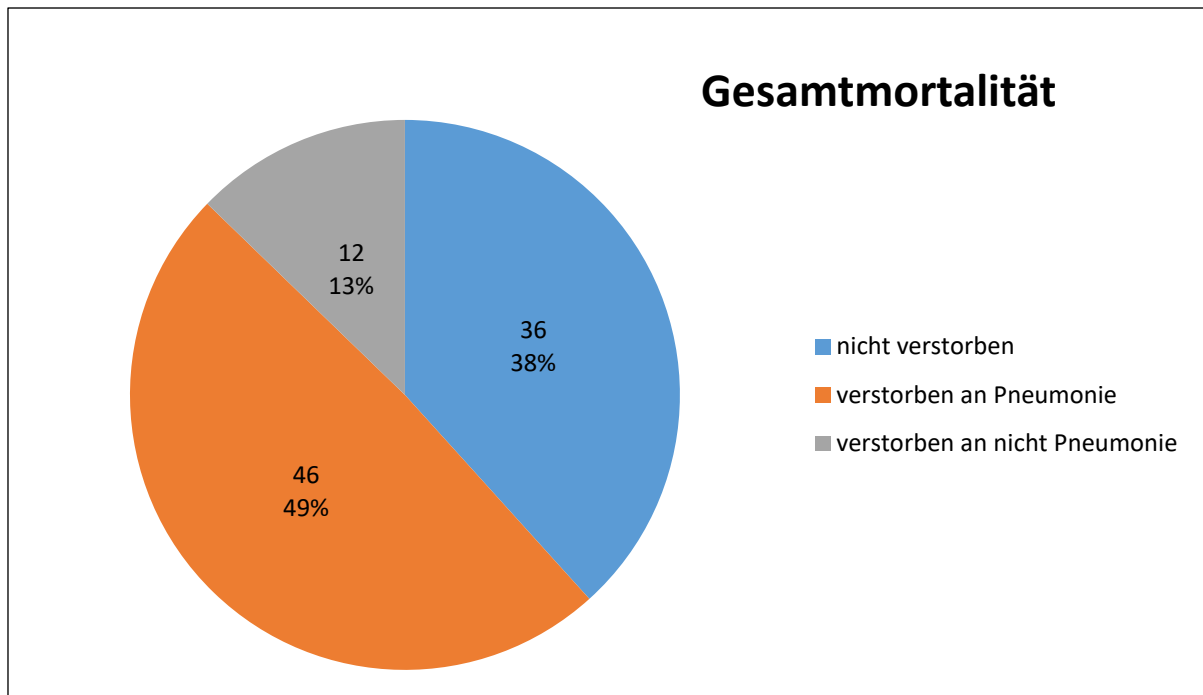


Abbildung 8: Mortalitätsursache bei allen tracheotomierten Patienten bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

3.2.2 Mortalität in 2 Gruppen

Die Abbildung 9 zeigt, die Verteilung der überlebenden Patienten auf Mortalitätsursachen in Bezug auf Früh- oder Spättracheotomie. Prozentual sind die Patienten, die nicht an einer Pneumonie verstarben, in der Früh- und Spättracheotomiegruppe gleichmäßig vertreten.

Ein deutlicher Unterschied wird in den 2 anderen Subgruppen ersichtlich. Mehr Patienten verstarben an einer Pneumonie in der Spättracheotomiegruppe, die Patienten der Frühtracheotomiegruppe hatte eine höhere Überlebensrate.

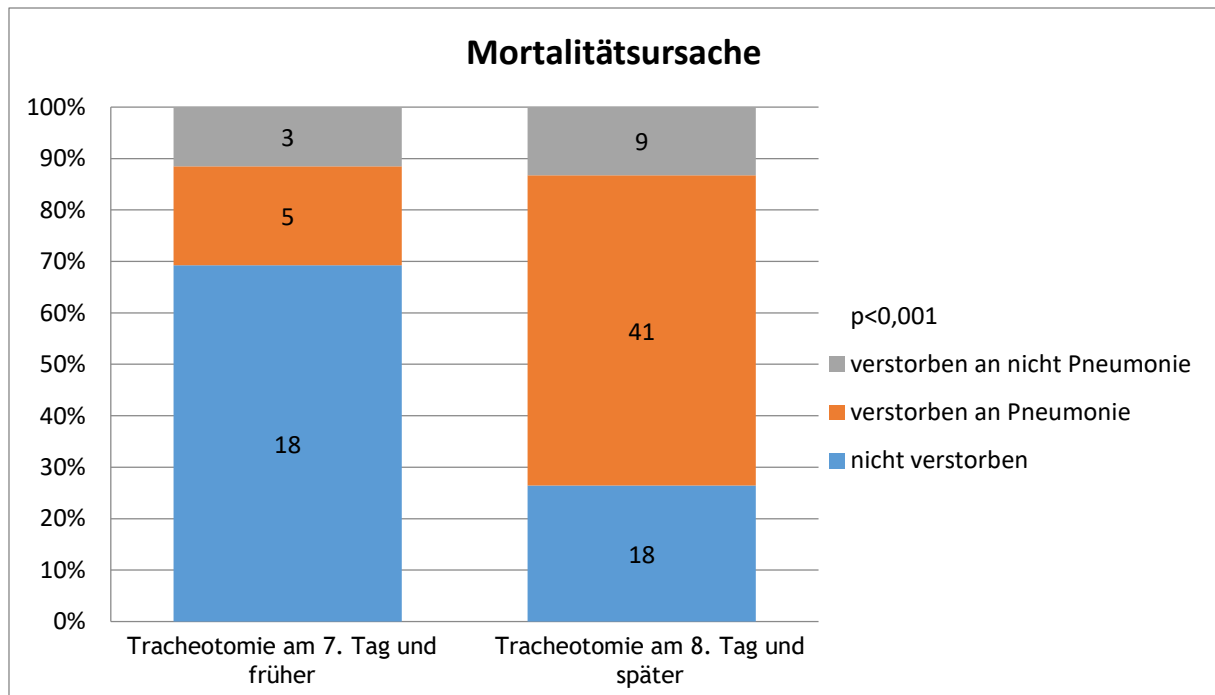


Abbildung 9: Mortalitätsursache in der Frühtracheotomie- und der Spättracheotomiegruppe bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

3.2.3 Pathogene Keimbesiedlung des Trachealsekrets bei allen tracheotomierten Patienten

Als mögliche Ursache für ein gehäuftes Auftreten von Pneumonien wird die Besiedelung mit pathogenen Keimen diskutiert. Aus der Abbildung 11 wird eine prozentuale Häufung in der Spättracheotomiegruppe erkennbar. Diese Häufung ist ohne Berücksichtigung der Mortalitätsursache nicht signifikant. Wenn man in der Auswertung die Patienten, die aus einem anderen Grund verstarben (z.B. therapierefraktäre Herzinsuffizienz) berücksichtigt wird diese Häufung signifikant (Abbildung 11).

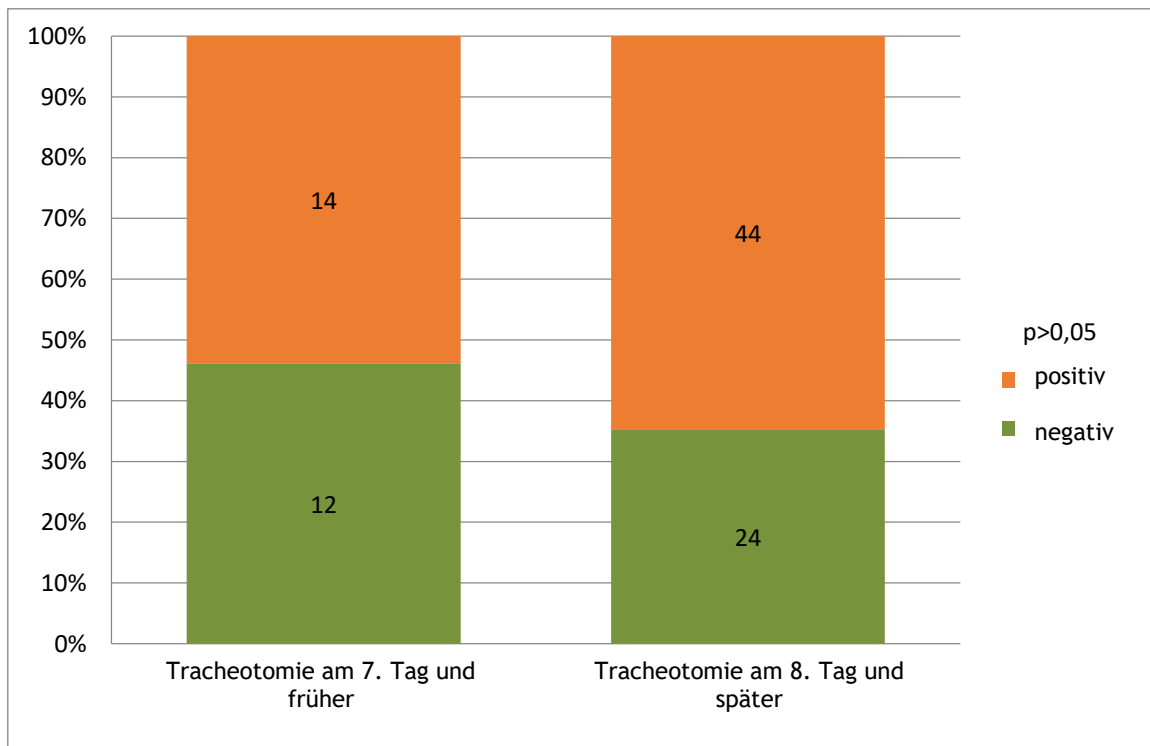


Abbildung 10: Mit pathogenen Keimen besiedeltes Trachealsekret in der Frühtracheotomie- und der Spättracheotomiegruppe ohne Berücksichtigung der Mortalitätsursache bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

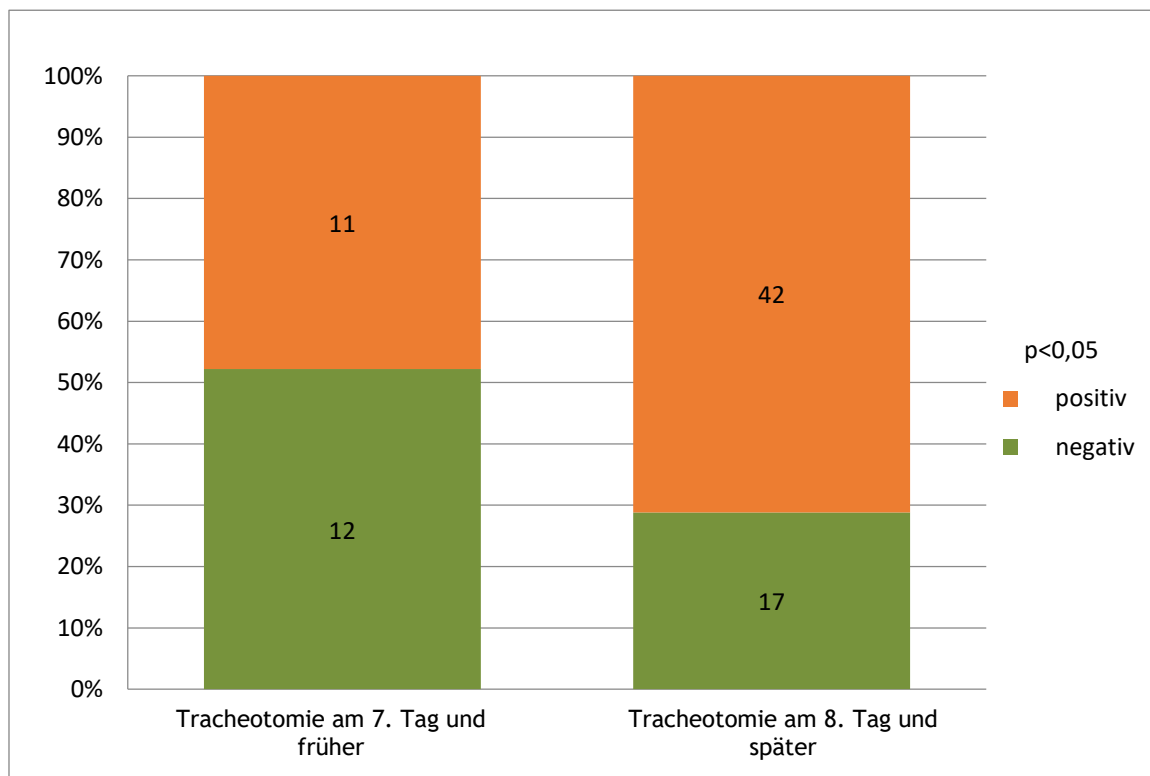


Abbildung 11: Mit pathogenen Keimen besiedeltes Trachealsekret in der Frühtracheotomie- und der Spättracheotomiegruppe mit Berücksichtigung der Mortalitätsursache bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

3.2.3 Radiologisch neu aufgetretene pneumonische Infiltrate bei allen tracheotomierten Patienten

Da in einem Röntgenthorax neu aufgetretene Infiltrate für eine Pneumonie sprechen und nicht nur für eine Besiedelung mit pathogenen Keimen, untersuchten wir auch die regelmäßig durchgeführten Röntgen-Aufnahmen auf der Intensivstation. Hier wurden alle neu aufgetretenen pneumonischen Infiltrate vom Zeitpunkt der Dilatationstracheotomie ausgewertet.

Wie es aus dem Diagramm 12 und 13 zu erkennen ist, weisen die Patienten aus der Frühtracheotomiegruppe wesentlich seltener pneumonische Infiltrate auf.

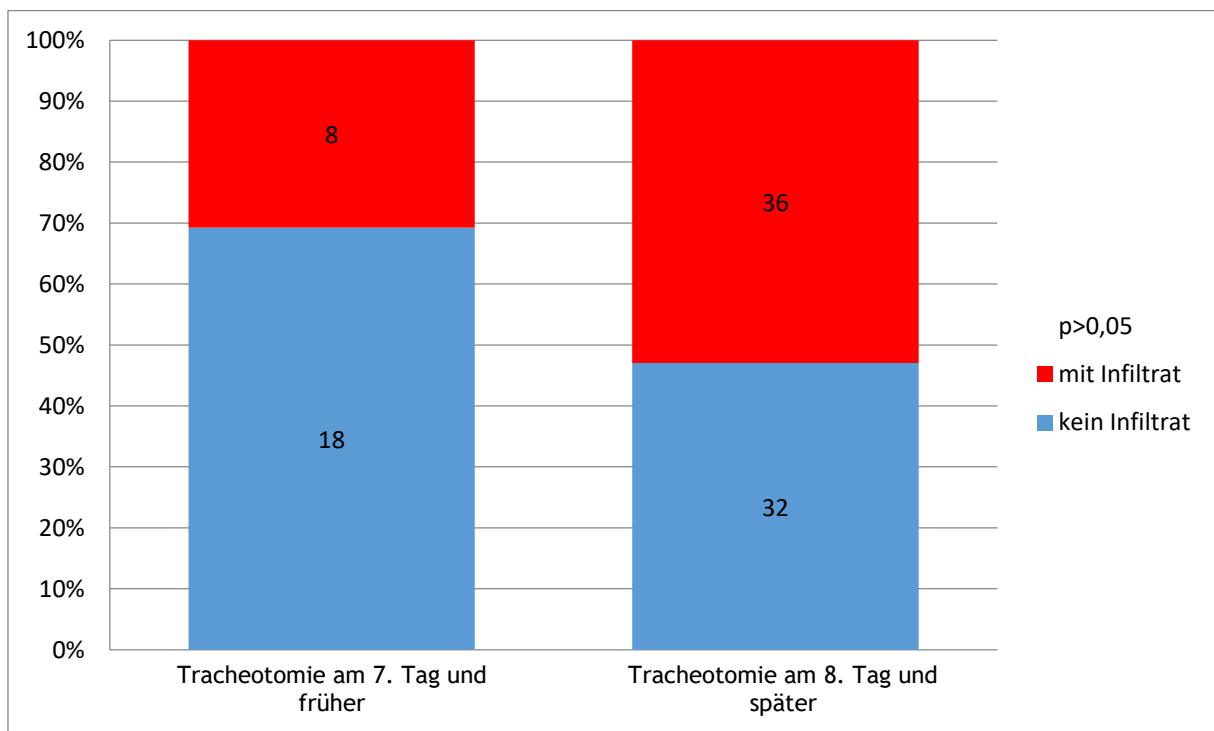


Abbildung 12: Radiologisch neu aufgetretene pneumonische Infiltrate in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe ohne Berücksichtigung der Mortalitätsursache bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

Unter Berücksichtigung der Mortalitätsursache wird auch die Verteilung in beiden Gruppen gezeigt. Die Häufung war auch hier signifikant. Abbildung 13 zeigt die entsprechende Verteilung.

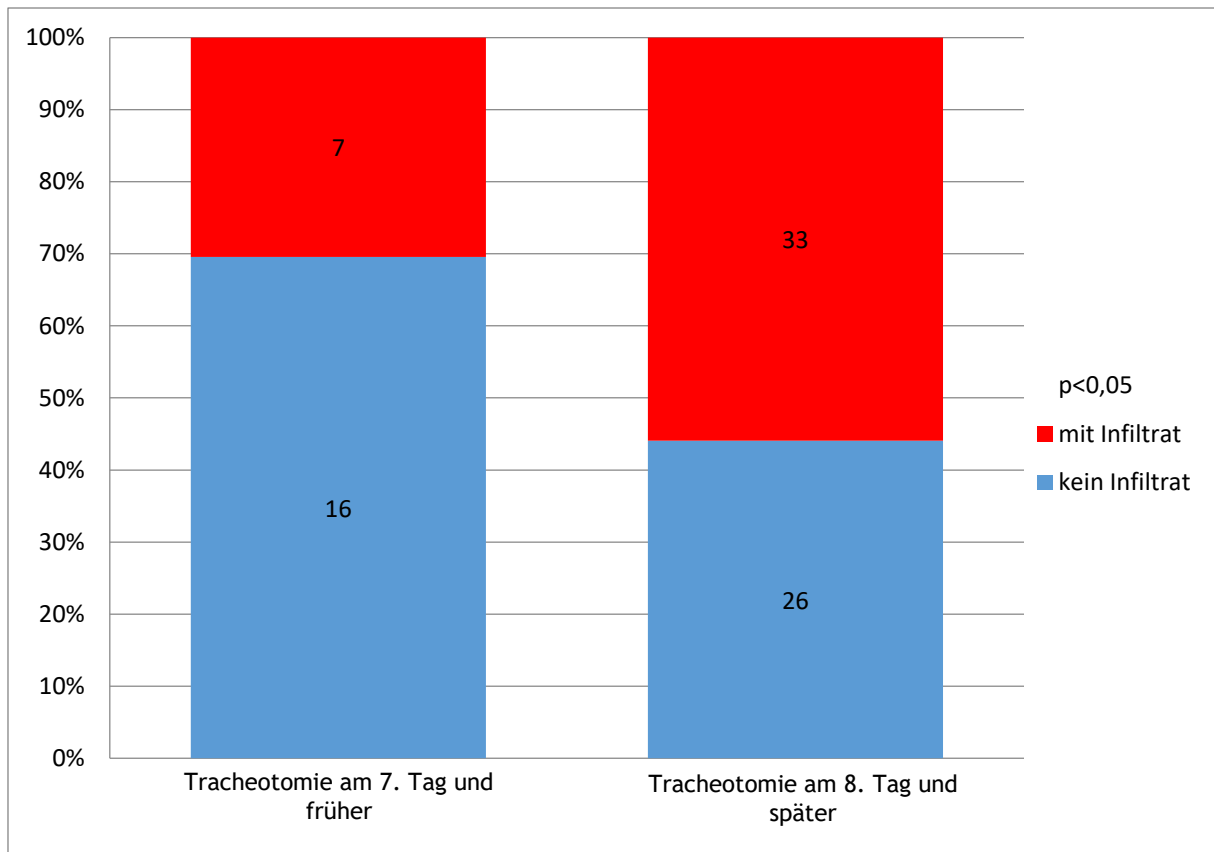


Abbildung 13. Neu aufgetretene pneumonische Infiltrate im Röntgen-Thorax in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe mit Berücksichtigung der Mortalitätsursache bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

3.2.4 Gesamtbeatmungsdauer

Als wichtiger Parameter der intensivmedizinischen Therapie ist nicht nur die Mortalität, sondern auch die Beatmungsdauer zu nennen.

Bei endgültig von der Beatmung entwöhnten Patienten wurden die Beatmungszeiten von der Intubation im Rahmen des Primäreingriffes bis zur Spontanatmung mittels „künstlicher Nase“, Beatmungszeiten von der Dilatationstracheotomie bis zur Spontanatmung mittels „künstlicher Nase“, sowie Beatmungszeiten von der Dilatationstracheotomie bis zur Dekanülierung als auch die Beatmungszeiten von der Intubation bis zur Dekanülierung (Gesamtbeatmungsdauer) untersucht. Die Abbildungen 14-16 präsentieren die Ergebnisse.

3.2.7 Beatmungszeit vom Zeitpunkt der Intubation bis zur Spontanatmung über die Trachealkanüle mit künstlicher Nase

In Abbildung 14 wird die Zeit von der Intubation im Rahmen des Primäreingriffes bis zur ersten gelungenen Spontanatmung über die Trachealkanüle mit Befeuchtungsaufsatz („künstliche Nase“) gezeigt. Diese Beatmungszeit ist in der Frühtracheotomiegruppe signifikant kürzer. In der Spättracheotomiegruppe ist die Beatmungszeit per se länger, so dass wir auch die Beatmungszeiten von der Dilatationstracheotomie bis zur Spontanatmung mittels „künstliche Nase“ bestimmt und ausgewertet haben.

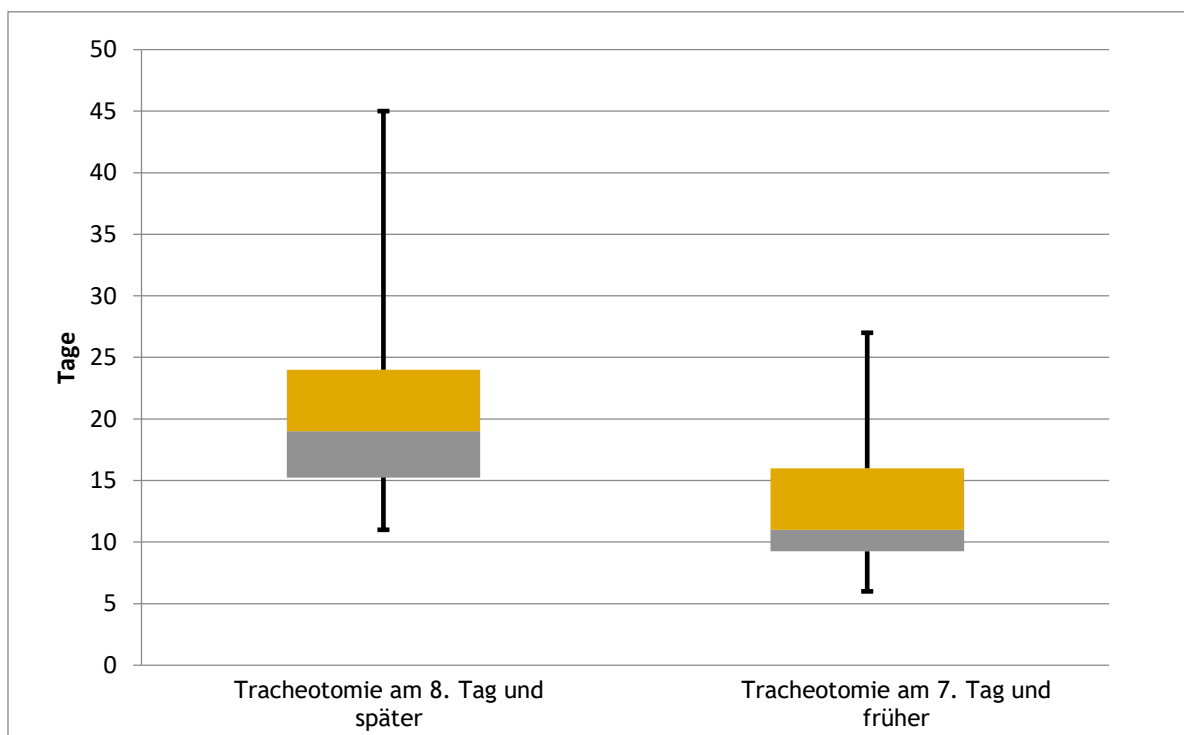


Abbildung 14: Boxplot. Beatmungszeit vom Zeitpunkt der Intubation bis zur Spontanatmung über die Trachealkanüle mit „Künstlicher Nase“ bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

3.2.8 Beatmungszeit vom Zeitpunkt der Dilatationstracheotomie bis zur Spontanatmung über die Trachealkanülen mit „künstlicher Nase“

Diese Zeit wird in der Abbildung 15 gezeigt. Aus der Graphik sieht man ebenfalls, dass die Beatmungszeit in der Frühtracheotomiegruppe nicht signifikant kürzer ist.

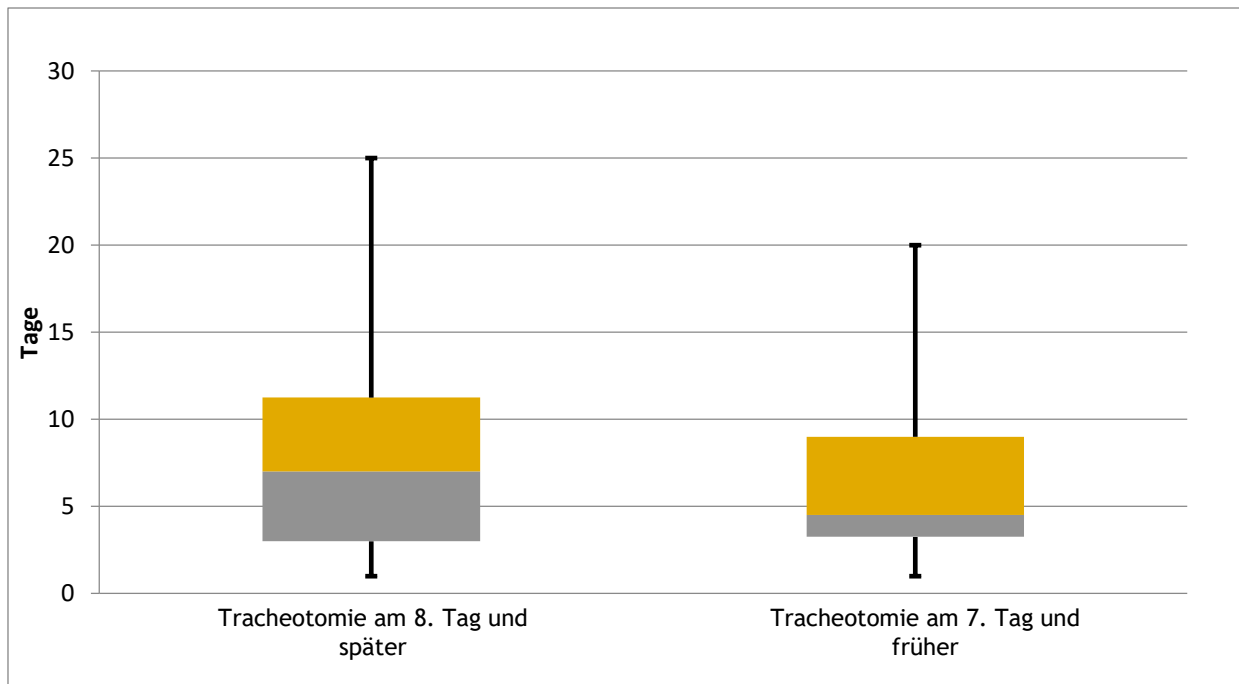


Abbildung 15: Boxplot. Beatmungszeit vom Zeitpunkt der Tracheotomie bis zur Spontanatmung über die Trachealkanüle mit „Künstlicher Nase“ bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

3.2.9 Beatmungszeit von Zeitpunkt der Dilatationstracheotomie bis zur definitiven Dekanülierung

Abbildung 16 zeigt die Beatmungszeiten von der Dilatationstracheotomie bis zur vollständigen Spontanatmung ohne maschinelle Unterstützung mittels Ventilator und endgültigen Entfernung der Trachealkanüle (Dekanülierung). Auch hier sind die Beatmungszeiten in beiden Gruppen nicht signifikant.

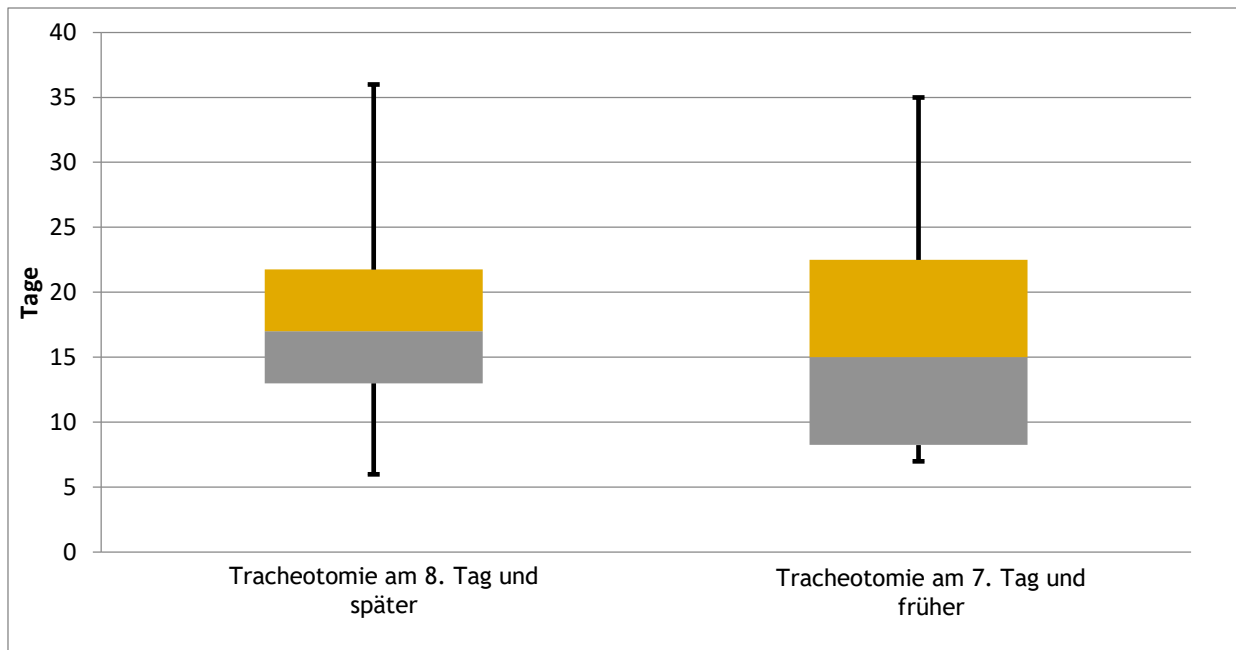


Abbildung 16: Boxplot. Die Beatmungszeit von der Tracheotomie bis zur definitiven Dekanülierung bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

3.2.10 Beatmungszeit von Zeitpunkt der Intubation bis zur definitiven Dekanülierung (Gesamtbeatmungsdauer)

Die Gesamtbeatmungsdauer wird in der Abbildung 17 dargestellt. Die Gesamtbeatmungszeiten sind deutlich und signifikant länger in der Spättracheotomiegruppe.

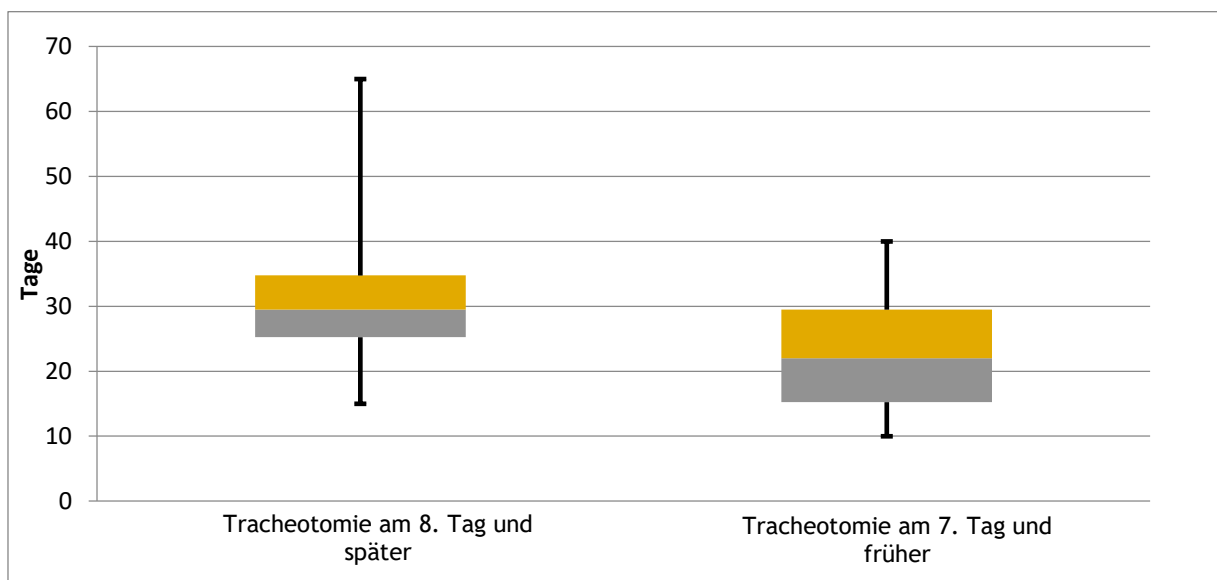


Abbildung 17: Boxplot. Gesamtbeatmungsdauer der beiden Gruppen bei herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm von 01.01.2005 bis 29.04.07

Tabelle 5. Zusammenstellung der Signifikanzen der durchgeführten statistischen Tests von herzchirurgischen Patienten der Universitätsklinik Ulm, die von 01.01.2005 bis 29.04.07 operiert wurden.

Vergleich	Test	Ergebnis	P-Wert	Interpretation
EuroSCORE- Werte bei allen am Herzen operierten und am Herzen operierten sowie tracheotomierten Patienten	Φ Cramer χ^2	0,29 0,29 5e-26	<0,001	signifikant
Vorhandensein einer COPD bei allen am Herzen operierten und am Herzen operierten sowie tracheotomierten Patienten	Φ Cramer χ^2	0,08 0,08 0,002	<0,01	signifikant
Altersverteilung in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe	Mann-Whitney-U-Test	0,102	>0,05	nicht signifikant
BMI-Verteilung in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe	Mann-Whitney-U-Test	0,615	>0,05	nicht signifikant
Geschlechtsverteilung in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe	Φ Cramer χ^2	0,079 0,079 0,44	>0,05	nicht signifikant
COPD in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe	Φ Cramer χ^2	0,09 0,09 0,41	>0,05	nicht signifikant
EuroSCORE -Werte in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe	Φ Cramer χ^2	0,07 0,07 0,47	>0,05	nicht signifikant
Mortalitätsursache in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe	Φ Cramer χ^2	0,43 0,43 9e-05	<0,001	signifikant
Mit pathogenen Keimen besiedelter Trachealsekret in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe ohne Berücksichtigung der Mortalitätsursache	Φ Cramer χ^2	0,10 0,10 0,33	>0,05	nicht signifikant
Mit pathogenen Keimen besiedelter Trachealsekret in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe mit Berücksichtigung der Mortalitätsursache	Φ Cramer χ^2	0,22 0,22 0,047	<0,05	signifikant

Vergleich	Test	Ergebnis	P-Wert	Interpretation
Radiologisch neu aufgetretene pneumonische Infiltrate in der Frühtracheotomie- und der Spätracheotomiegruppe ohne Berücksichtigung der Mortalitätsursache	Φ Cramer χ^2	0,20 0,20 0,054	>0,05	nicht signifikant
Beatmungszeit vom Zeitpunkt der Tracheotomie bis zur Spontanatmung über die Trachealkanüle mit „Künstlicher Nase“	Mann-Whitney-U-Test	0,55	>0,05	nicht signifikant
Beatmungszeit vom der Intubation beim Primäreingriff bis zur Spontanatmung über die Trachealkanüle mit „Künstlicher Nase“	Mann-Whitney-U-Test	0,001	<0,01	signifikant
Die Beatmungszeit von der Tracheotomie bis zur definitiven Dekanülierung	Mann-Whitney-U-Test	0,54	>0,05	nicht signifikant
Die Gesamtbeatmungsdauer vom Zeitpunkt der Intubation bis zur definitiven Dekanülierung	Mann-Whitney-U-Test	0,02	<0,05	signifikant

Abkürzungsverzeichnis zu Tabelle 5:

- BMI Body mass index
- COPD Chronic obstructive pulmonary disease
- EuroSCORE European System for cardiac Operative Risk Evaluation

4. Diskussion

4.1 Bedeutung der Tracheotomie in der heutigen Intensivmedizin

4.1.1 Allgemein

Die Tracheotomie war lange Zeit die einzige Möglichkeit, einen gesicherten Luftweg herzustellen. Zu Beginn mit gefährlichen Komplikationen behaftet, stellt heute die plastische und perkutan dilatative Tracheotomie ein etabliertes, sicheres Verfahren der Atemwegesicherung dar [21]. Die ursprüngliche Indikation zur Herstellung des Luftweges wird heute durch weitere Indikation, nämlich Entwöhnung von der Beatmung ergänzt [40]. Eine Entwöhnung vom Respirator mittels einer Tracheotomie bei Langzeitbeatmung bietet mehrere Vorteile wie reduzierter Atemwegswiderstand, verbesserte Bronchialtoilette, verminderte Mikroaspiration über den orotrachealen Weg und bessere Toleranz durch den Patienten und folglich weniger Sedierung bei verbessertem Patientenkomfort [1], [25], [39], [44].

Dies führt zu produktiverem Muskeltraining, Vermeidung von Nebenwirkungen von Sedativa aber auch zum früheren Wiedererlangen von Schutzreflexen.

Beim Konzept des diskontinuierlichen Weanings wird zeitweise spontan ohne Respiratorhilfe geatmet. Die Tracheotomie ermöglicht je nach Erfordernis eine sofortige maschinelle Unterstützung, ohne die Notwendigkeit einer Sedierung oder Intubation. Die Möglichkeit mit einem speziellem Sprechaufsatz dem Patienten die Kommunikation zu ermöglichen, erleichtert zudem den Umgang mit dem Patienten.

4.1.2 Bedeutung der Dilatationstracheotomie in der Herzchirurgie

Die meisten herzchirurgische Operationen werden mithilfe einer medianen Sternotomie durchgeführt. Bei diesem Zugangsweg ist sorgfältig abzuwägen, ob eine frühzeitige Tracheotomie die frische postoperative Wunde mit allen daraus folgenden Komplikationen von Wundheilungsstörungen bis zur Mediastinitis gefährdet. Ein Austritt von besiedeltem Trachealsekret an der Trachealkanüle vorbei ermöglicht eine Infektion der Sternotomiewunde mit pathogenen Keimen,

so dass plastische Tracheotomien gewöhnlich erst ab dem 14. postoperativen Tag angelegt wurden. In der heutigen Intensivmedizin stehen zwar beide Tracheotomieverfahren zur Verfügung, es wird aber ein dilatatives Verfahren favorisiert. Die Möglichkeit, dieses Verfahren bettseitig durchführen zu können, macht dieses Verfahren attraktiv. Bei der Dilatationstracheotomie wird der Hautschnitt sehr eng gewählt, die anderen Schichten werden dilatiert, so dass die Trachealkanüle den Trachealkanal völlig ausfüllt. Dadurch kommt es kaum zum Trachealsekretübertritt, auch kaum zu nennenswerten Blutungen [21]. Mehrere Arbeiten sowie klinische Erfahrung bestätigen diese These [10], [20], [41], [42], [43], [48].

Ein weiterer Vorteil einer Dilatationstracheotomie bei herzchirurgischen Patienten ist das diskontinuierliche Weaning-Konzept. Die Pathophysiologie des Kreislaufs bei beatmeten und spontanatmenden Patienten mit einer Herzinsuffizienz ist verschieden. Nach einer Extubation kommt es zu einer schlagartigen Umkehr der Druckverhältnissen im Thorax, so dass durch Abnahme des Nachlast vom rechten Ventrikel es zum Vorlastanstieg des LV führen kann. Durch das diskontinuierliche Weaning werden solche raschen intrathorakalen Druckveränderungen vermieden. Bei Patienten mit einer deutlich eingeschränkten linksventrikulären, rechtsventrikulären oder biventrikulären Pumpfunktion kann dies von Bedeutung sein [14].

4.1.3 Wahl des Tracheotomiezeitpunktes

Der ideale Zeitpunkt für eine Tracheotomie ist noch nicht klar definiert [15]. Dafür gibt es eine Reihe von Gründen.

In erster Linie muss es entschieden werden, ob überhaupt eine Tracheotomie durchgeführt werden soll [3]. Die meisten der nachbeatmeten Patienten werden konventionell vom Respirator entwöhnt. Bei einer kleinen Patientengruppe muss eine Entscheidung getroffen werden, ob dieser Patient auf konventionellen Wege einem Entwöhnungsprotokoll entsprechend von der Beatmung entwöhnt werden kann oder ob ein längerer Zeitraum zu erwarten ist. Das wäre dann eine mögliche Indikationsstellung zur Tracheotomie. Bei allen anderen Patienten muss die Indikation zur Tracheotomie entsprechend nach täglicher Einschätzung geprüft werden. Obwohl scheinbar bei der ersten und dritten Gruppe die Indikationsstellung klar definiert ist, ist es schwer, Patienten klar in diese beide

Gruppen zuzuordnen. Trotz sorgfältiger Indikationsstellung wird es nur schwer, mit ausreichender Sicherheit retrospektiv zu entscheiden, ob jeder Patient richtig in die entsprechende Gruppe eingeteilt wurde. Zu einem gibt es sicherlich Patienten, die eventuell zu spät tracheotomiert wurden, zu anderem auch Patienten die auch ohne eine Dilatationstracheotomie trotzdem erfolgreich entwöhnt werden konnten. Auch bei Patienten, die zum richtigen Zeitpunkt tracheotomiert wurden, konnten nicht bei allen eine VAP verhindert werden. Möglicherweise sprechen unsere Ergebnisse dafür, früher zu tracheotomieren, weil spät tracheotomierte Patienten häufiger eine pathogene Besiedlung vom Trachealsekret und eine VAP mit erhöhten Mortalität aufweisen [53]. Auf der anderen Seite der Waage stehen die „umsonst tracheotomierten“ Patienten, die auch trotz verlängerten Beatmungszeit auch auf konventionellem Wege entwöhnt werden konnten. Da die Komplikationsrate bei Dilatationstracheotomie in geübten Händen niedrig, aber dennoch vorhanden ist [4], ist es umso wichtiger, genauere Grenzen und Parameter für eine Dilatationstracheotomie noch genauer und quantifizierbarer zu überprüfen und zu nennen.

4.2. Ergebnisse der Verteilung von demographischen, biometrischen und krankheitsbezogenen Untersuchungsparameter in Gruppen aller nachbeatmeten und aller tracheotomierten Patienten

Die in dieser Arbeit untersuchten Patienten unterzogen sich alle einem herzchirurgischem Eingriff. Die Geschlecht- und Altersunterschiede waren im Vergleich zwischen allen Patienten, die nach dem Primäreingriff nachbeatmet wurden, und allen tracheotomierten Patienten nicht signifikant.

Dagegen überwiegt die COPD-Häufigkeit bei Patienten, die aufgrund eines protrahierten Respiratorweanings tracheotomiert wurden.

Eine auffällig gute Korrelation wird bei Verteilung von EuroSCORE-Punkten gezeigt. Aus der Abb. 1 wird ersichtlich, dass die auf konventionellem Weg entwöhnten Patienten deutlich niedrigere EuroSCORE-Punkte und damit ein deutlich geringeres Risiko aufwiesen als die tracheotomierte Gruppe. Es wiesen aber nicht alle Patienten mit deutlich erhöhtem EuroSCORE Wert eine erschwerte Entwöhnung mit Notwendigkeit einer Langzeitbeatmung und Dilatations-

tracheotomie auf. Umgekehrt waren nicht alle Patienten mit niedrigem EuroSCORE Wert auf konventionellem Weg zu entwöhnen. Demnach liegt der Schluss nahe, dass bei Patienten mit erhöhtem EuroSCORE Wert und postoperativ problematischer Entwöhnung von Beatmungsgerät eine Indikation zur Dilatationstracheotomie großzügiger und früher gestellt werden sollte.

4.2.1 Ergebnisse der Verteilung von demographischen, biometrischen und präoperativen krankheitsbezogenen Untersuchungsparametern in der Frühtracheotomie- und Spättracheotomiegruppe

In der Gruppe mit tracheotomierten Patienten legten wir die Grenze zwischen Frühtracheotomie- und Spättracheotomiegruppe am 7. postoperativen Tag nach dem Primäreingriff fest, um unsere Ergebnisse mit der aktuellen Literatur vergleichen zu können [11], [37], [49], [55]. In den so entstandenen 2 Gruppen gab es kein signifikanter Unterschied von Häufungen an Geschlecht oder Alter (siehe Abb. 3 und 4). Lediglich im BMI zeigte sich leichte Häufung in der Frühtracheotomiegruppe, die allerdings nicht signifikant war. Auch die Verteilung von COPD-Patienten war in beiden Gruppen annähernd gleich. Wie oben erwähnt waren die EuroSCORE-Punkte im gesamten Patientenkollektiv von tracheotomierten Patienten deutlich höher, als in der Gruppe von allen nachbeatmeten Patienten. Die verteilten sich in beiden Tracheotomiegruppen ohne signifikanten Häufung (Abb. 7).

Aus dem oben gesagten kann man davon ausgehen, dass beide Tracheotomiegruppen zwar nicht die gleiche Patientenzahl hatten, das Patientenkollektiv aber bezogen auf die demographische, biometrische und präoperative krankheitsbezogene Parameter durchaus miteinander vergleichbar waren. So kann der Zeitpunkt der Tracheotomie als gewisse Einflussgröße auf den weiteren Verlauf angesehen werden.

4.2.2 Mortalität bei tracheotomierten Patienten. Die Gesamtmortalität und Mortalität in Gruppen

Von besonderem Interesse war die Frage, ob der Zeitpunkt der Tracheotomie auf so einen wichtigen Parameter wie Mortalität Einfluss nimmt. Von 94 tracheotomierten Patienten, also von Patienten, die postoperativ durch unterschiedliche

Komplikationen langzeitbeatmet waren, verstarben 66 Patienten. Allerdings bestand die Gesamtmortalität nicht nur aus Mortalität aufgrund einer VAP. Es schien uns wichtig, die Mortalitätsursache zu unterscheiden, da eine Dilatations-tracheotomie kaum einen präventiven Effekt auf eine terminale Herzinsuffizienz als Ursache für Mortalität haben sollte. Aufgrund dessen unterschieden wir in dieser Arbeit in 2 Mortalitätsursachen. In der ersten Gruppe wurden Patienten zusammengefasst, die nicht an einer VAP verstorben waren. Die zweite Gruppe beinhaltet die Daten der Patienten, die aufgrund einer Pneumonie (VAP) verstarben. Die Definition einer VAP bzw. Pneumonie bei herzchirurgischen Patienten ist schwierig [8], so dass alleinig aufgrund der Operation die CPIS-Scores unter Umständen für eine Pneumonie sprechen würde. So würden erhöhte Entzündungswerte (Temperaturen $>39^{\circ}\text{C}$, Leukozytenzahl $>11\text{Giga/L}$, nicht eitriges Trachealsekret und pathologischer Horovitz Index (<240) für eine Pneumonie unter Beatmung sprechen. Wie die Praxis aber zeigt, haben mehrere Patienten ohne Pneumonie bei Z.n. HLM-Einsatz und längerer Beatmung mit $\text{F}_i\text{O}_2 > 0,8$ in Kombination mit Ventilationsreduktion während der HLM bereits 6 Punkte im CPIS-Score-System, ohne tatsächlich eine Pneumonie zu haben und werden dann mit Nachbeatmung regulär von HLM, dann konventionell von der Beatmung entwöhnt.

Um eine Mortalitätsursache aufgrund einer Pneumonie und aus anderen Ursachen zu unterscheiden, legten wir fest, dass mikrobiell positives Trachealsekret und/oder neu aufgetretene bzw. größer werdende radiologische Infiltrate der Lunge zusammen mit steigenden Entzündungsparameter und zunehmenden Beatmungssupport beim Versterben für eine Pneumonie assoziierte Mortalität spräche.

4.2.3 Mortalität in Gruppen

Die Aufteilung in eine frühe und späte Tracheotomiegruppe ist nicht eindeutig definiert. Viele Autoren definieren den 7. Beatmungstag und früher und 8. Beatmungstag und später als Frühtracheotomie- bzw. Spätracheotomiegruppe [11], [37], [49], [55]. Diese Schwelle haben wir auch als Diskriminierungsmerkmal unserer beiden Gruppen gewählt.

Nach dieser Aufteilung in die Frühtracheotomie- und Spätracheotomiegruppe zeigten sich demographische Daten, die Häufigkeit der COPD und Verteilung von

EuroSCORE-Punkten ohne signifikanten Unterschied. Damit wird gezeigt, dass die +2 Patientengruppen demographisch, als auch auf Vorerkrankungen bezogen, durchaus vergleichbar sind.

Unsere Arbeit zeigt, dass in der Frühtracheotomiegruppe gegenüber der Spättracheotomiegruppe ein unwesentlicher Unterschied in der Gesamtmortalität (Abb. 8), als auch ein deutlicher Unterschied in der Mortalität als Folge einer VAP besteht.

Hierdurch kann gezeigt werden, dass eine frühe Dilatationstracheotomie das Risiko einer VAP reduziert, dennoch nicht ausschließt. Allerdings zeigt diese Untersuchung nicht definitiv, ob der 7. postoperativer Beatmungstag den optimalen Zeitpunkt zur Tracheotomie darstellt.

4.2.4 Besiedlung vom Trachealsekret mit pathogenen Keimen

Bei allen Patienten, die sich einer Dilatationstracheotomie unterzogen haben, wurde während der Dilatationstracheotomie eine TS-Probe auf pathogene Keime untersucht. Diese Untersuchung zeigt, dass eine deutliche Häufigkeit vom mit pathogenen Keimen kontaminierten Trachealsekret bei der Spättracheotomiegruppe mit erhöhter Mortalität aufgrund einer VAP vorliegt. Dieses könnte man sich durch das längeres Verweilen des Endotrachealtubus als ein begünstigender Faktor für eine Keimdeszension erklären [7], [8], [26], [28]. Daraus wird auch ersichtlich, dass nicht alle Patienten nach dem 7. Beatmungstag ein mit pathogenen Keimen besiedeltes Trachealsekret und nicht alle vor dem 7. Beatmungstag unkontaminiertes Trachealsekret aufweisen. Dies zeigt, dass es bei jedem Patienten individuell schwierig bis unmöglich ist, einen idealen Zeitpunkt für eine Dilatationstracheotomie festzulegen. Einerseits sollte man vermuten, dass mit einer frühen Tracheotomie die Keimbesiedlung verringert werden kann. Andererseits wird es schwerer, die Patienten, die eine Langzeitbeatmung brauchen, von Patienten, die auf konventionellem Weg von Respirator entwöhnbar sind, auseinander zu halten. Das Risiko eine unnötige Dilatationstracheotomie durchzuführen wird damit größer.

Eine Dilatationstracheotomie allein schließt eine erneute Kolonisation mit pathogenen Keimen nicht aus, so dass eine „rechtzeitig“ durchgeführte Tracheotomie dafür keinen Schutz bietet, sondern es reduziert das Risiko, eine VAP zu entwickeln.

Das mit pathogenen Keimen besiedelte Trachealsekret allein spricht nicht immer für eine Pneumonie. Es könnte auch eine Tracheitis oder Bronchitis vorliegen. In unserer Arbeit korreliert dieser Parameter mit Mortalität als Folge einer VAP, so dass eine Trachealsekretbesiedlung als Verlaufsparemeter untersucht werden kann.

4.2.5 Interpretation von radiologischen Untersuchungen

Alle Patienten in beiden Gruppen wurden jeweils einmal vor dem Primäreingriff, sowie dann täglich postoperativ einer radiologischen Untersuchung des Thorax unterzogen. Diese Aufnahmen wurden durch Fachärzte unserer Abteilung sowie der Abteilung der Radiologie befundet. Bei der retrospektiven Auswertung wurden als pneumonische Infiltrate nur die Befunde angesehen, die durch fachärztliches Personal der Abteilung Radiologie als solche beschrieben worden waren. Als positiv wurden die Röntgenaufnahmen gezählt, die ein neu aufgetretenes und/oder größer werdendes pneumonisches Infiltrat bei Patienten an allen Aufnahmen vor Dilatationstracheotomie einschließlich des Tracheotomietages. Sollten während dieses Zeitraums positive Befunde beschrieben worden sein, galt es als Nachweis eines positiven pneumonischen Infiltrates vor bzw. während der Tracheotomie.

Diese Untersuchungen zeigten auch eine signifikante Häufung von pneumonischen Infiltraten bei der Spätracheotomiegruppe. In der Frühtracheotomiegruppe war die Häufigkeit, ein pneumonisches Infiltrat zu entwickeln signifikant geringer. Das unterstützt ebenfalls unsere These, dass frühe Tracheotomie die VAP-Inzidenz und die damit assoziierte Mortalität mindert.

4.2.6 Interpretation von der Besiedelung des Trachealsekretes mit pathogenen Keimen und von radiologischen Untersuchungen

Sollte man die Besiedelung des Trachealsekretes mit pathogenen Keimen unabhängig von der Mortalitätsursache untersuchen, präsentieren sich die Ergebnisse in beiden Gruppen als nicht signifikant. Unter der Berücksichtigung der Mortalitätsursache ist die Häufung von pathogenen Keimen im

Trachealsekret in der Spättracheotomiegruppe signifikant. Ähnliche Ergebnisse sind auch bei der Auswertung der radiologischen Untersuchungen zu sehen.

4.2.7 Interpretation der Gesamtbeatmungsdauer und der Abschnitte der Beatmungszeiten bis zur Entwöhnung von der Beatmung

Im untersuchten Patientengut war es auch von Bedeutung, nicht allein die Mortalität zu untersuchen, sondern auch bei Patienten mit Langzeitbeatmung, die erfolgreich entwöhnt werden konnten, zu bestimmen, wie schnell die Entwöhnung vom Respirator bei Patienten aus der Frühtracheotomie- und Spättracheotomiegruppe stattfindet. In vielen anderen Arbeiten wurde die Gesamtbeatmungsdauer überprüft [12], [30], [39]. In unserem Patientenkollektiv war die Gesamtbeatmungsdauer in der Frühtracheotomiegruppe deutlich geringer als in der Spättracheotomiegruppe. Auch andere Autoren [31] berichten über ähnliche Ergebnisse bei unterschiedlichen Patientengruppen. Einerseits zeigt sich als Ergebnis, dass eine zügigere Entwöhnung möglich ist. Einerseits zeigt sich, dass die über eine Dilatationstracheotomie entwöhnten Patienten 7 Tage zügiger vom Respirator entwöhnt waren. Andererseits gilt es zu bedenken, dass eine endgültige Entwöhnung erst ab dem Tag der Tracheotomie effektiv stattfindet, so dass Patienten, die später tracheotomiert waren per se eine längere Beatmungszeit haben können. Deswegen untersuchten wir auch noch die Dauer von der Tracheotomie bis zur ersten Spontanatmung („Künstliche Nase“). Als weiterer Untersuchungsparameter wurde die endgültige Dekanülierung als Zeichen einer endgültigen Entwöhnung vom Respirator bestimmt.

Zum Zeitpunkt der Indikationsstellung zu einer Dilatationstracheotomie waren bereits mehrere Versuche, einen Patienten auf konventionellem Wege zu entwöhnen, gescheitert. Es war uns wichtig, retrospektiv zu untersuchen, wie schnell sich Patienten nach stattgehabter Beatmung mit Sedierung in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Tracheotomie erholen. Nach der Durchführung einer Dilatationstracheotomie steigt die Beatmungstoleranz bei Patienten [1], [25], so dass deutlich weniger und manchmal vollständiger Verzicht auf Sedativa [51] zu verzeichnen ist. Aus den gewonnenen Daten ist ersichtlich, dass die Patienten aus der Frühtracheotomiegruppe eine kürzere Dauer von der Dilatationstracheotomie bis zur Spontanatmung und endgültigem Dekanülieren brauchten, als die Patienten aus der Gruppe mit einer Spättracheotomie. Der

Unterschied war aber nicht signifikant. In der Untersuchung von den Beatmungszeiten von der Intubation bis zur Spontanatmung an der „künstliche Nase“ bzw. Gesamtbeatmungsdauer von Intubation bis zur Dekanülierung wird gezeigt, dass die Frühtracheotomiegruppe signifikant kürzere Zeiten aufweist als die Spätracheotomiegruppe. Die Ursachen dafür können unterschiedlich sein. Zu einem sind es unterschiedliche Patienten und die Patientenzahl in dieser Arbeit ist limitiert. Auf der anderen Seite ist es anzunehmen, dass die Patienten der Frühtracheotomiegruppe insgesamt deutlich weniger Sedierung brauchten und die Spontanatmung sowie das dadurch bedingte Training der Atemhilfsmuskulatur früher beginnt, so dass auch früher ein ausreichendes Verhältnis von Sauerstoffangebot und Sauerstoffbedarf ohne Respirator zustande kommt. Dadurch kann man auch den früheren Dekanülierungszeitpunkt erklären. Auch andere Autoren in unterschiedlichen Fachdisziplinen [29], [44] berichten über ähnliche Ergebnisse.

In allen 4 untersuchten Beatmungszeiten weist die Frühtracheotomiegruppe geringere Werte auf. Die Beatmungszeiten von Intubation bis zur „künstliche Nase“ und Dekanülierung, die signifikante Unterschiede zeigen, kann man als Vorteil der früh durchgeführten Tracheotomie deuten. Die Zeiten von der Dilatationstracheotomie bis zur Spontanatmung und Dekanülierung, die nicht signifikant ausfielen, widersprechen nicht der aufgestellten Hypothese, sondern zeigen eher, dass erstens eine effektive Entwöhnung tatsächlich erst mit dem Zeitpunkt der Dilatationstracheotomie beginnt und dass zweitens die Patienten der Frühtracheotomiegruppe nicht „zu früh“ (d.h. evtl. auch konventionell auf die Extubation hin entwöhnbare Patienten) tracheotomiert wurden.

Mit anderen Worten: die Gesamtbeatmungsdauer wird durch eine frühe Tracheotomie signifikant verkürzt. Die Zeit von der Dilatationstracheotomie bis zur Dekanülierung wird an sich durch frühe Tracheotomie nicht signifikant beeinflusst.

5. Zusammenfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit einer retrospektiven Auswertung über den Einfluss des Zeitpunktes der Dilatationstracheotomie bei herzchirurgischen Patienten auf die Entwöhnung vom Respirator.

Es wurde eine retrospektive Untersuchung auf der Intensivstation der Herzchirurgie am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum vom 01.01.2005 bis 29.04.2007 bei herzchirurgisch versorgten Patienten durchgeführt. Die Gesamtzahl aller operierten Patienten in diesem Zeitraum war 1266. Davon wurden 94 Patienten tracheotomiert. Es wurden 2 Gruppen untersucht, die einer Gruppe mit Frühtracheotomie (7. postoperativer Tag und früher) und einer Gruppe mit Spättracheotomie (8. postoperativer Tag und später) zugeordnet wurden.

Es wurde festgestellt, dass Patienten mit EuroSCORE(European System for cardiac Operative Risk Evaluation)-Punktzahl 6 und mehr in der operierten und tracheotomierten Gruppe signifikant ($p < 0,001$) auftraten. Ebenfalls wurden auch herzchirurgische Patienten mit COPD(Chronic obstructive pulmonary disease) signifikant häufiger ($p < 0,01$) über eine Dilatationstracheotomie vom Respirator entwöhnt.

Die biometrische Unterschiede in beiden tracheotomierten Gruppen, d.h. Frühtracheotomie vs. Spättracheotomie wie Alter, BMI(Body mass index), Geschlecht, sowie EuroSCORE und COPD-Verteilung waren allesamt nicht signifikant ($p > 0,05$) und konnten miteinander verglichen werden.

Des Weiteren wurde Einfluss des Zeitpunktes der Tracheotomie auf die Mortalität untersucht. Die Mortalität aufgrund einer Pneumonie bei der frühtracheotomierten Gruppe war signifikant niedriger ($p < 0,001$).

Die bakterielle Besiedelung des Trachealsekrets zum Zeitpunkt der Tracheotomie war ohne Berücksichtigung der Mortalitätsursache in beiden Gruppen ($p > 0,05$) nicht signifikant. Unter Berücksichtigung der Mortalitätsursache fielen die Ergebnisse allerdings signifikant ($p < 0,05$) aus.

Hinsichtlich des Auftretens von pneumonischen Infiltraten zeigte sich, dass bei Berücksichtigung der Mortalitätsursache die frühtracheotomierte Gruppe signifikant ($p < 0,05$) niedrigere Zahlen von pneumonischen Infiltraten aufwies.

Die Beatmungszeit vom Zeitpunkt der Tracheotomie bis zur ersten Spontanatmungsphase und definitiven Dekanülierung war nicht signifikant ($p > 0,05$).

Allerdings war die Beatmungszeit von der Intubation beim Primäreingriff bis zur Spontanatmung über die Trachealkanüle und bis zur definitiven Dekanülierung signifikant niedriger.

In dem von uns retrospektiv untersuchten Kollektiv profitierten Patienten mit Langzeitbeatmung von einer frühen Tracheotomie. Es ist anzunehmen, dass die Besiedelung vom Trachealsekret mit pathogenen Keimen zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt stattfindet. Es scheint auch wichtig zu sein, eine Tracheotomie vor diesem Zeitpunkt durchzuführen, um eine VAP(ventilator associated pneumonia) zu reduzieren oder sogar zu vermeiden. Da es schwierig ist, diesen Zeitpunkt zu ermitteln, sollte bei gewissen Patienten mit erhöhtem EuroSCORE früher eine Tracheotomie erwogen werden. Diese Überlegung legt nahe, im individuellen Fall auch schon vor Ablauf der 7 Tage zu tracheotomieren. Es ist aber nicht immer zuverlässig abzuschätzen, ob ein Patient eine Langzeitbeatmung brauchen wird. Das würde bedeuten, dass konventionell entwöhnbare Patienten einer zwar gut etablierten und risikoarmen, aber dennoch invasiven Intervention unterzogen werden könnten.

Dennoch zeigen unsere Ergebnisse, dass bei herzchirurgischen Patienten mit einer durch die Vorerkrankungen bestimmten erhöhten EuroSCORE-Punktzahl eine Indikation zur postoperativen Dilatationstracheotomie eher großzügiger gestellt werden soll, möglicherweise auch schon zu einem früheren Zeitpunkt. Den genauen Zeitpunkt zu einer Dilatationstracheotomie wird man allerdings in einer sorgfältigen Risiko-Nutzungs-Abwägung bestimmen müssen.

6. Literaturverzeichnis

1. Astrachan DI, Kirchner JC, Goodwin WJ, Jr. Prolonged intubation vs. tracheotomy: complications, practical and psychological considerations. *Laryngoscope* 98: 1165-9, 1988.
2. Bause H, Prause A, Schulte am EJ. [Indications and technique of percutaneous dilatation tracheotomy for intensive care patients]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 30: 492-6, 1995.
3. Bittner EA, Schmidt UH. The ventilator liberation process: update on technique, timing, and termination of tracheostomy. *Respir Care* 57: 1626-34, 2012.
4. Braune S, Kluge S. [Update on tracheotomy]. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 107: 543-7, 2012.
5. Brown SM, Dean NC. Defining severe pneumonia. *Clin Chest Med* 32: 469-79, 2011.
6. Canver CC, Nichols RD, Kroncke GM. Influence of age-specific lung function on survival after coronary bypass. *Ann Thorac Surg* 66: 144-7, 1998.
7. Celis R, Torres A, Gatell JM, Almela M, Rodriguez-Roisin R, Agusti-Vidal A. Nosocomial pneumonia. A multivariate analysis of risk and prognosis. *Chest* 93: 318-24, 1988.
8. Chastre J, Fagon JY. Ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 165: 867-903, 2002.
9. Crisafulli E, Costi S, Luppi F, Cirelli G, Cilione C, Coletti O, Fabbri LM, Clini EM. Role of comorbidities in a cohort of patients with COPD undergoing pulmonary rehabilitation. *Thorax* 63: 487-92, 2008.
10. Curtis JJ, Clark NC, McKenney CA, Walls JT, Schmaltz RA, Demmy TL, Jones JW, Wilson WR, Jr., Wagner-Mann CC. Tracheostomy: a risk factor for mediastinitis after cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 72: 731-4, 2001.
11. D'Amelio LF, Hammond JS, Spain DA, Sutyak JP. Tracheostomy and percutaneous endoscopic gastrostomy in the management of the head-injured trauma patient. *Am Surg* 60: 180-5, 1994.

12. Dembinski R, Rossaint R. [Ventilator-associated pneumonia]. *Anaesthesist* 57: 825-42, 2008.
13. Dempsey GA, Grant CA, Jones TM. Percutaneous tracheostomy: a 6 yr prospective evaluation of the single tapered dilator technique. *Br J Anaesth* 105: 782-8, 2010.
14. Duke GJ. Cardiovascular effects of mechanical ventilation. *Crit Care Resusc* 1: 388-99, 1999.
15. Durbin CG, Jr. Tracheostomy: why, when, and how? *Respir Care* 55: 1056-68, 2010.
16. Estes RJ, Meduri GU. The pathogenesis of ventilator-associated pneumonia: I. Mechanisms of bacterial transcolonization and airway inoculation. *Intensive Care Med* 21: 365-83, 1995.
17. Fan L, Su Y, Elmadhoun OA, Zhang Y, Zhang Y, Gao D, Ye H, Chen W. Protocol-directed weaning from mechanical ventilation in neurological patients: a randomised controlled trial and subgroup analyses based on consciousness. *Neurol Res* 37: 1006-14, 2015.
18. Ferrer M, Liapikou A, Valencia M, Esperatti M, Theessen A, Antonio MJ, Mensa J, Torres A. Validation of the American Thoracic Society-Infectious Diseases Society of America guidelines for hospital-acquired pneumonia in the intensive care unit. *Clin Infect Dis* 50: 945-52, 2010.
19. Flaatten H, Gjerde S, Heimdal JH, Aardal S. The effect of tracheostomy on outcome in intensive care unit patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 50: 92-8, 2006.
20. Gaudino M, Losasso G, Anselmi A, Zamparelli R, Schiavello R, Possati G. Is early tracheostomy a risk factor for mediastinitis after median sternotomy? *J Card Surg* 24: 632-6, 2009.
21. Grundling M, Quintel M. [Percutaneous dilational tracheostomy. Indications--techniques--complications]. *Anaesthesist* 54: 929-41, quiz, 2005.
22. Guler M, Kirali K, Toker ME, Bozbuga N, Omeroglu SN, Akinci E, Yakut C. Different CABG methods in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Thorac Surg* 71: 152-7, 2001.
23. Gummert JF, Funkat A, Beckmann A, Hekmat K, Ernst M, Krian A. Cardiac surgery in Germany during 2005: a report on behalf of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 54: 362-71, 2006.
24. Gurler S, Gebhard A, Godehardt E, Boeken U, Feindt P, Gams E. EuroSCORE as a predictor for complications and outcome. *Thorac Cardiovasc Surg* 51: 73-7, 2003.

25. Heffner JE. Tracheotomy application and timing. *Clin Chest Med* 24: 389-98, 2003.
26. Heyland DK, Cook DJ, Griffith L, Keenan SP, Brun-Buisson C. The attributable morbidity and mortality of ventilator-associated pneumonia in the critically ill patient. The Canadian Critical Trials Group. *Am J Respir Crit Care Med* 159: 1249-56, 1999.
27. Hsia DW, Ghori UK, Musani AI. Percutaneous dilational tracheostomy. *Clin Chest Med* 34: 515-26, 2013.
28. Hunter JD. Ventilator associated pneumonia. *Postgrad Med J* 82: 172-8, 2006.
29. Jaeger JM, Littlewood KA, Durbin CG, Jr. The role of tracheostomy in weaning from mechanical ventilation. *Respir Care* 47: 469-80, 2002.
30. Kollef MH. What is ventilator-associated pneumonia and why is it important? *Respir Care* 50: 714-21, 2005.
31. Lesnik I, Rappaport W, Fulginiti J, Witzke D. The role of early tracheostomy in blunt, multiple organ trauma. *Am Surg* 58: 346-9, 1992.
32. Licker M, Schweizer A, Ellenberger C, Tschopp JM, Diaper J, Clergue F. Perioperative medical management of patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2: 493-515, 2007.
33. Lin WC, Chen CW, Wang JD, Tsai LM. Is tracheostomy a better choice than translaryngeal intubation for critically ill patients requiring mechanical ventilation for more than 14 days? A comparison of short-term outcomes. *BMC Anesthesiol* 15: 181, 2015.
34. Mandell LA, Wunderink RG, Anzueto A, Bartlett JG, Campbell GD, Dean NC, Dowell SF, File TM, Jr., Musher DM, Niederman MS, Torres A, Whitney CG. Infectious Diseases Society of America/American Thoracic Society consensus guidelines on the management of community-acquired pneumonia in adults. *Clin Infect Dis* 44 Suppl 2: S27-S72, 2007.
35. McAlister FA, Bertsch K, Man J, Bradley J, Jacka M. Incidence of and risk factors for pulmonary complications after nonthoracic surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 171: 514-7, 2005.
36. Minei JP, Nathens AB, West M, Harbrecht BG, Moore EE, Shapiro MB, Bankey PE, Johnson JL, Freeman B, McKinley BA, Moore FA, Maier RV. Inflammation and the Host Response to Injury, a Large-Scale Collaborative Project: patient-oriented research core--standard operating procedures for clinical care. II. Guidelines for prevention, diagnosis and treatment of ventilator-associated pneumonia (VAP) in the trauma patient. *J Trauma* 60: 1106-13, 2006.

37. Moller MG, Slaikou JD, Bonelli P, Davis AT, Hoogeboom JE, Bonnell BW. Early tracheostomy versus late tracheostomy in the surgical intensive care unit. *Am J Surg* 189: 293-6, 2005.
38. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg* 16: 9-13, 1999.
39. Niederman MS. The clinical diagnosis of ventilator-associated pneumonia. *Respir Care* 50: 788-96, 2005.
40. Pandit RA, Jacques TC. Audit of over 500 percutaneous dilational tracheostomies. *Crit Care Resusc* 8: 146-50, 2006.
41. Park H, Kent J, Joshi M, Zhu S, Bochicchio GV, Henry S, Scalea T. Percutaneous versus open tracheostomy: comparison of procedures and surgical site infections. *Surg Infect (Larchmt)* 14: 21-3, 2013.
42. Patel NC, Deane J, Scawn N. Reduction in tracheostomy-associated risk of mediastinitis by routine use of percutaneous tracheostomy. *Ann Thorac Surg* 73: 2033, 2002.
43. Pauliny M, Christova E, Mackova J, Liska M. Percutaneous dilation tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients. *Bratisl Lek Listy* 113: 409-11, 2012.
44. Pierson DJ. Tracheostomy and weaning. *Respir Care* 50: 526-33, 2005.
45. Plummer AL, Gracey DR. Consensus conference on artificial airways in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 96: 178-80, 1989.
46. Porzecanski I, Bowton DL. Diagnosis and treatment of ventilator-associated pneumonia. *Chest* 130: 597-604, 2006.
47. Pugin J. Clinical signs and scores for the diagnosis of ventilator-associated pneumonia. *Minerva Anesthesiol* 68: 261-5, 2002.
48. Putensen C, Theuerkauf N, Guenther U, Vargas M, Pelosi P. Percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill adult patients: a meta-analysis. *Crit Care* 18: 544, 2014.
49. Rana S, Pendem S, Pogodzinski MS, Hubmayr RD, Gajic O. Tracheostomy in critically ill patients. *Mayo Clin Proc* 80: 1632-8, 2005.
50. Rumbak MJ. Pneumonia in patients who require prolonged mechanical ventilation. *Microbes Infect* 7: 275-8, 2005.
51. Rumbak MJ, Newton M, Truncale T, Schwartz SW, Adams JW, Hazard PB. A prospective, randomized, study comparing early percutaneous dilational tracheotomy to prolonged translaryngeal intubation (delayed tracheotomy) in critically ill medical patients. *Crit Care Med* 32: 1689-94, 2004.

52. Smetana GW, Lawrence VA, Cornell JE. Preoperative pulmonary risk stratification for noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 144: 581-95, 2006.
53. Song X, Chen Y, Li X. Differences in incidence and outcome of ventilator-associated pneumonia in surgical and medical ICUs in a tertiary hospital in China. *Clin Respir J* 8: 262-8, 2014.
54. Suresh S, Huxol HG, Morton RL. Decreasing mechanical ventilator support in medically fragile children with bronchopulmonary dysplasia: A step-by-step weaning protocol at a pediatric long term extended care facility. *J Pediatr Rehabil Med* 8: 147-56, 2015.
55. Teoh WH, Goh KY, Chan C. The role of early tracheostomy in critically ill neurosurgical patients. *Ann Acad Med Singapore* 30: 234-8, 2001.
56. Walz MK. [Tracheostomy. Indications, methods, risks]. *Anaesthesist* 51: 123-33, 2002.
57. Zhu B, Li Z, Jiang L, Du B, Jiang Q, Wang M, Lou R, Xi X. Effect of a quality improvement program on weaning from mechanical ventilation: a cluster randomized trial. *Intensive Care Med* 41: 1781-90, 2015.

Danksagung aus Gründen des Datenschutzes entfernt.

Lebenslauf aus Gründen des Datenschutzes entfernt