



Anton Blitzstein, Gedankenströme

# Postoperative pulmonale Komplikationen nach chirurgischen Eingriffen

Die Inzidenz postoperativer pulmonaler Komplikationen variiert je nach Art des chirurgischen Eingriffes und dem Patient\*innenkollektiv. Unabhängig davon stellen pulmonale Komplikationen einen wesentlichen Faktor für die postoperative Mortalität dar. Während der chirurgische Eingriff sowie die Komorbiditäten der Patient\*innen nicht veränderbar sind, gibt es einige perioperative Faktoren, die einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung pulmonaler Komplikationen haben. Die Kenntnis dieser Faktoren sowie das Bewusstsein über Häufigkeit, Diagnose und Therapie ermöglichen eine bessere Betreuung der uns Anästhesist\*innen anvertrauten Patient\*innen.

**P**ostoperative pulmonale Komplikationen (postoperative pulmonary complication, PPC) treten häufig auf, erhöhen die Morbidität und Mortalität der Patient\*innen und sind damit auch ein Kostenfaktor für das Gesundheitssystem. Die Ursachen sind mannigfaltig, doch ein Hauptaspekt ist der Eingriff in die Atemphysiologie durch eine Allgemeinanästhesie. Allein die Narkoseeinleitung führt zu einem schlagartigen Verlust des Atemantriebes sowie des Muskeltonus und damit zu einer Veränderung der Lungenvolumina. Die Anwendung von Muskelrelaxanzien aggraviert diesen Zustand und innerhalb kürzester Zeit treten Atelektasen bei einem



Von  
**Dr. Patrick Spraider**  
Universitätsklinik  
für Anästhesie  
und Intensivmedizin,  
MedUni Innsbruck

und



**Dr. Julia Abram**  
Universitätsklinik  
für Anästhesie  
und Intensivmedizin,  
MedUni Innsbruck

Großteil der Patient\*innen auf. Die künstliche Überdruckbeatmung vermag die funktionelle Residualkapazität wiederherzustellen, doch führt sie global betrachtet auch zu einer erhöhten Energieeinwirkung auf die Lunge, die, sofern sie die lungenmechanischen Grenzen überschreitet, zu einer Ventilator-induzierten Lungenschädigung führt (ventilator induced lung injury, VILI). Moderne Beatmungskonzepte sind daher bestrebt, diese Schädigungen zu reduzieren. Dennoch sind selbst bei Patient\*innen, bei denen regionalanästhesiologische Verfahren unter Erhalt der Spontanatmung durchgeführt werden, PPC zu beobachten. Daher kann die künstliche Beatmung

nicht alleine für das Auftreten von PPC verantwortlich gemacht werden. Vielmehr gibt es zahlreiche weitere Einflussfaktoren wie etwa Immobilisation, nosokomiale Infektionen, erhöhter abdomineller Druck usw., die das Auftreten von PPC begünstigen.

### INZIDENZ

Die Inzidenz von PPC variiert zum Teil sehr deutlich, was an dem untersuchten Kollektiv der Patient\*innen und deren Komorbiditäten, dem Eingriff und auch maßgeblich an der Definition der PPC liegt.<sup>1</sup> Letzteres ist allerdings ein veränderbarer Umstand, dem verschiedene Fachgesellschaften Einhalt gebieten möchten, indem sie versuchen, eine Standarddefinition anzubieten, um eine bessere Vergleichbarkeit der einzelnen Studien zu ermöglichen.<sup>2,3</sup> Zum Beispiel schwankt gerade bei risikobehafteten Eingriffen wie Herzoperationen die Inzidenz von PPC zwischen 10 und 50 Prozent, je nachdem, ob die Definition der Komplikation prolongierte Beatmung über 24 Stunden, Reintubationen, Pneumonien und ein schweres ARDS mit einer PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>-Ratio unter 100 beinhaltet<sup>4</sup> oder aber auch bereits die Notwendigkeit postoperativer NIV-Beatmung, die Anwendung von Bronchodilatoren oder ein respiratorisches Versagen, definiert als Sauerstoffsättigung unter 90 Prozent bzw. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>-Ratio unter 300 (siehe Tabelle).<sup>5</sup>

Aus den oben genannten Gründen schwankt die Inzidenz in der Literatur erheblich und wird mit zwischen 2 und 40 Prozent angegeben.<sup>1</sup> Große thorakale Eingriffe wie Herz- oder Lungenoperationen haben die höchste Inzidenz mit etwa 40 Prozent, gefolgt von großen abdominellen Eingriffen wie Leber- oder Pankreaschirurgie mit 20 bis 40 Prozent.<sup>6,7</sup> Eingriffe ohne Eröffnung von Körperhöhlen wie etwa an den Extremitäten weisen die geringsten Inzidenzraten auf, die sich im einstelligen Prozentbereich bewegen. Rezente Untersuchungen ergaben eine globale PPC-Inzidenz von 2 bis 5 Prozent für elektive Operationen.<sup>8,9</sup> Eine Datenanalyse von 1,2 Millionen chirurgischen Patient\*innen bestätigt außerdem, dass von allen Komplikationen die pulmonalen die größte Reduktion an Lebensjahren verursachen, weshalb

**Tabelle: Definition der postoperativen pulmonalen Komplikationen nach ESA/ESICM<sup>2</sup>**

Komplikation	Definition
Respiratorische Infektion	Patient*in erhielt eine antibiotische Therapie aufgrund einer suszipierten Infektion und erfüllt eines der folgenden Kriterien: neues oder verändertes Sputum, neue oder veränderte Trübung im Thorax-Röntgen, Fieber, Leukozytenzahl über $12 \times 10^9/l^{-1}$
Respiratorisches Versagen	Postoperativer PaO <sub>2</sub> < 8 kPa (60 mmHg) unter Raumluft, PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> -Ratio < 40 kPa (300 mmHg) oder SpO <sub>2</sub> < 90 % und Notwendigkeit einer Sauerstoffgabe
Pleuraerguss	Im Thorax-Röntgen sichtbar
Atelektasen	Eintrübung von Lungenabschnitten im Thorax-Röntgen
Pneumothorax	Im Thorax-Röntgen sichtbar
Bronchospasmus	Neu aufgetretenes expiratorisches Giemen unter Therapie mit Bronchodilatoren
Aspirationspneumonitis	Akute respiratorische Insuffizienz nach Aspiration von Mageninhalt

*Die angeführte tabellarische Auflistung der postoperativen pulmonalen Komplikationen, definiert durch die Europäische Gesellschaft für Anästhesie (ESA) sowie die Europäische Gesellschaft für Intensivmedizin (ESICM), ermöglicht eine einheitlichere Aussage bezüglich postoperativer pulmonaler Komplikationen zur besseren Vergleichbarkeit der Studien.*

die Autor\*innen dieser Studie der Entwicklung von Strategien zur Senkung der PPC-Inzidenz große Bedeutung zur Verminderung der Gesamtmortalität attestieren.<sup>9</sup>

Anhand der geschilderten Daten ist ersichtlich, dass pulmonale Komplikationen ein häufig zu beobachtendes Ereignis darstellen und mit erheblichen Auswirkungen auf das Outcome der Patient\*innen einhergehen.

### ASSOZIIERTE MORTALITÄT

Die Inzidenz der PPC ist trotz einer hohen Schwankungsbreite unverkennbar bedeutsam, vor allem vor dem Hintergrund, dass das Auftreten von selbst milden pulmonalen Komplikationen mit einem Anstieg der Krankenhausaufenthaltsdauer und der postoperativen Mortalität assoziiert ist.<sup>10-12</sup> In großen Multicenter-Studien konnte zum Beispiel bei Patient\*innen mit auftretender PPC eine Krankenhausesmortalität von 8 bis 10 Prozent und eine 30-Tages-Mortalität von 20 Prozent beobachtet werden.<sup>11,13,14</sup> Zum Vergleich: Ein

postoperativer Myokardschaden wies in einer Multicenter-Studie mit über 20.000 Patient\*innen eine assoziierte 30-Tages-Mortalität von 4 Prozent auf.<sup>15</sup> Pulmonale Komplikationen besitzen also nicht nur eine hohe Inzidenz, sondern stellen auch einen Hauptfaktor der perioperativen Mortalität dar.

Die Berücksichtigung der erhöhten PPC-Inzidenz ist von großer Relevanz, da präventive Konzepte wie etwa die Prähabilitation oder peri- und postoperative Therapien die Inzidenz nachweislich senken können und damit auch die Mortalität positiv beeinflusst wird. Es scheint daher sinnvoll, Konzepte zur Reduktion der perioperativen Mortalität bei risikobehafteten Operationen zu etablieren, wie sie in etwa in den ERAS-Richtlinien für Herzchirurgie<sup>16</sup>, Lungenchirurgie<sup>17</sup> oder bei Ösophagusresektionen<sup>18</sup> zu finden sind. Derartige Konzepte senken die Inzidenz der pulmonalen Komplikationen, wobei die Einbindung der chirurgischen Partner\*innen einen wesentlichen Punkt darstellt.<sup>19</sup>

## PRÄOPERATIVE OPTIMIERUNG

In der anästhesiologischen Prämedikationsvisite wird eine Nikotinkarenz für vier Wochen empfohlen, wobei die ideale Karenzzeit unbekannt ist, der größte Effekt jedoch nach vier Wochen beobachtet wurde.<sup>20</sup> Einerseits ist die Raucher\*innenanamnese allein als Risikofaktor identifiziert worden<sup>21</sup>, andererseits konnte auch gezeigt werden, dass in ihrer Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigte Raucher\*innen kein erhöhtes Risiko für PPC aufweisen.<sup>13</sup> Eventuelle Mangelernährungen sollten präoperativ ausgeglichen, eine vorbestehende Anämie sollte diagnostiziert und therapiert werden. Relevante pulmonale Vorerkrankungen betreffen das obstruktive Schlafapnoesyndrom (OSAS), die chronisch obstruktive Lungenerkrankung (chronic obstructive pulmonary disease, COPD), Asthma bronchiale sowie interstitielle Lungenerkrankungen. Während eine interstitielle Lungenerkrankung kaum veränderbar ist, wird bei vorbestehendem, symptomatischem Asthma bronchiale die Optimierung der medikamentösen Therapie empfohlen, da bei gut eingestellten Patient\*innen kein erhöhtes Risiko zu beobachten ist.<sup>22</sup> Ebenso ist das Stadium einer COPD kaum veränderbar, allerdings haben auch hier Studien gezeigt, dass die Diagnose allein keinen Risikofaktor darstellt, sondern vielmehr Narkosen zum Zeitpunkt einer Exazerbation vermieden werden sollten.<sup>13</sup> Das betrifft auch pulmonale Infekte sowie Atemwegsinfekte, die aufgrund der Hyperreagibilität der Atemwege bzw. eingeschränkten Lungenfunktion die Inzidenz der PPC erhöhen.<sup>13</sup> Wann eine elektive Operation nach durchgemachter SARS-CoV-2-Infektion sicher ist, konnte bisher nicht eindeutig geklärt werden. Studien zeigten ein 2,8-fach erhöhtes Risiko für PPC bzw. ein 3,5-fach erhöhtes Mortalitätsrisiko bei einer Infektion innerhalb der letzten vier Wochen vor einem Eingriff, wobei bei asymptomatisch COVID-19-Erkrankten kein erhöhtes Risiko gefunden wurde.<sup>23</sup> Dennoch wird eine siebenwöchige Verschiebung des Eingriffes nach Diagnose empfohlen<sup>24</sup>, ebenso eine SARS-CoV-2-Impfung vor geplanten Eingriffen, da die Rate an nosokomialen Infektionen hoch ist<sup>25</sup> und eine perioperative COVID-19-Erkrankung die Mortalität von 0,1 auf über 7 Prozent erhöht.<sup>26</sup>

Das OSAS stellt einen weiteren Risikofaktor für die Entwicklung von PPC dar<sup>27</sup>, hier gibt es aber präventive Möglichkeiten wie etwa die Anwendung kurzwirksamer Hypnotika, die Reduktion von Opiaten und eine postoperative prophylaktische NIV/CPAP-Therapie. Da ein OSAS häufig unterdiagnostiziert ist, spielt die Erkennung dieses Risikofaktors eine wesentliche Rolle, damit präventive Konzepte zur Anwendung kommen können. Dabei liegt der Fokus vor allem bei adipösen Patient\*innen und bariatrischen Operationen, wo ein Screening auf das Vorliegen eines OSAS aufgrund der hohen Inzidenz sinnvoll erscheint.<sup>28</sup>

Körperliches Training im Sinne einer Prähabilitation als Vorbereitung für eine Operation ist eine multidisziplinäre Strategie, um das Outcome der Patient\*innen zu verbessern. Bisher wurde Prähabilitation vor allem bei Tumoroperationen untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass eine Steigerung der präoperativen Leistungsfähigkeit zu einem besseren Outcome führt.<sup>29</sup> Die Auswirkung auf die Rate an postoperativen pulmonalen Komplikationen ist heterogen, wobei sich ein Trend in Richtung positiver Effekte abzeichnet.<sup>29,30</sup> Weitere randomisierte Studien sind notwendig, um einen klaren Effekt zu zeigen. Dabei ist anzumerken, dass vermutlich Patient\*innen mit einem hohen Risikoprofil am meisten von Prähabilitationsprogrammen profitieren.

Weitere nicht beeinflussbare Risikofaktoren für das Auftreten von PPC sind das Alter, chirurgische Komplikationen oder die Notwendigkeit einer Massivtransfusion. Für die Anästhesie deutlich relevanter sind allerdings beeinflussbare operative Risikofaktoren, auf die behandelnde Ärzt\*innen einen direkten Einfluss haben und die im folgenden Abschnitt erläutert werden.

## VENTILATION

Ziel moderner Beatmungsstrategien ist es, das Auftreten von Ventilator-induzierten Lungenschäden zu verhindern. Besonders in einer Risikopopulation ist eine Lungen-protective Beatmung ein wichtiger Faktor zur Verminderung der PPC-Inzidenz.<sup>31</sup> Während die Anwendung einer sogenannten „low tidal volume ventilation“ mit einem Tidalvo-

lumen ( $V_T$ ) von 6 bis 8 ml/kg idealem Körpergewicht und die Verwendung eines positiven endexpiratorischen Druckes (positive end-expiratory pressure, PEEP) weitgehend anerkannt sind<sup>32-35</sup>, werden die Wahl des idealen PEEP sowie die Verwendung von Rekrutierungsmanövern (RM) kontrovers diskutiert. Zwar konnten Studien, in denen eine individuelle PEEP-Titration durchgeführt wurde, eine Reduktion der benötigten Druckamplitude ( $\Delta P$ ) zeigen; die Inzidenz der PPC wurde dadurch allerdings nicht signifikant verändert.<sup>36</sup> Eine große internationale Studie vergleicht derzeit die Verwendung eines hohen PEEP von 10 cmH<sub>2</sub>O und die Anwendung von RM mit einem niedrigen PEEP von 5 cmH<sub>2</sub>O ohne RM.<sup>37</sup> Momentan gibt es jedoch keinen Anhaltspunkt für einen signifikanten Einfluss von PEEP oder RM auf die Inzidenz von PPC.<sup>38-40</sup> Höhere PEEP-Werte und RM führen zwar zu einer verbesserten Lungen-Compliance und folglich zu einem reduzierten  $\Delta P$ ; erhöhen jedoch zeitgleich auch Marker für epitheliale Lungenschädigung.<sup>41</sup> Passend dazu konnte gezeigt werden, dass eine Erhöhung des PEEP, die zu einem Anstieg des  $\Delta P$  führt, die Inzidenz von postoperativen Komplikationen ansteigen lässt<sup>42</sup> bzw. ein hoher PEEP von 12 cmH<sub>2</sub>O auch negative hämodynamische Effekte wie vermehrte intraoperative Hypotension und einen höheren Vasopressorbedarf zur Folge hat, ohne die Rate an PPC zu reduzieren.<sup>39</sup> Aus diesen Ergebnissen ist abzuleiten, dass der sicherste PEEP womöglich dem niedrigsten PEEP einer Compliance-gesteuerten PEEP-Titration entsprechen könnte. Dieser kann bei einer Beatmung mit Volumenkonstanz wie etwa der volumenkontrollierten Beatmung (volume-controlled ventilation, VCV) dem PEEP-Wert gleichgesetzt werden, bei dem das geringste  $\Delta P$  erforderlich ist. Bei einer Beatmung mit Druckkonstanz wie der druckkontrollierten Beatmung (pressure-controlled ventilation, PCV) entspricht dies dem PEEP-Wert, bei dem das größte Tidalvolumen bei identem  $\Delta P$  beobachtet werden kann. Eine solche Strategie berücksichtigt auch individuelle und operative Gegebenheiten und deren Auswirkungen auf die Lungenmechanik wie etwa Adipositas, COPD oder eine Laparoskopie mit Pneumoperitoneum, bei denen allesamt ein höherer PEEP vorteilhaft erscheint.

Die Wahl des Beatmungsmodus ist ein weiterer Freiheitsgrad, der die Inzidenz der PPC beeinflusst. Studien konnten zeigen, dass die Verwendung einer VCV-Beatmung der PCV-Beatmung gegebenenfalls überlegen sein könnte<sup>42, 43</sup>, da sie eine höhere Varianz der  $V_T$  und  $\Delta P$  verhindert. Außerdem führt der hohe initiale Fluss bei PCV zu einer raschen Volumen- und Druckänderung in der Lunge, die den mechanischen Stress erhöht und zusätzlich eine präferenzielle Gasverteilung begünstigt.<sup>44</sup> Ein neuer, viel diskutierter Aspekt ist die eingangs erwähnte mechanische Energie, die durch die Beatmung auf das Lungengewebe einwirkt.<sup>45, 46</sup> Das dezelerierende Flussprofil der druckkontrollierten Beatmung mit hohen Flussspitzen erhöht rein physikalisch die mechanische Energie, die auf das Lungengewebe wirkt. Notwendigerweise wird die einwirkende Energie auch mit der Verminderung des  $\Delta P$  reduziert, was für eine Compliance-gesteuerte Beatmungseinstellung spricht. Mit der Berechnung der mechanischen Energie fließen aber erstmals auch die Atemfrequenz und damit der Faktor Zeit mit ein, der bei der alleinigen Betrachtung des  $V_T$  und  $\Delta P$  keine Rolle gespielt hatte. Eine erste Studie, die  $V_T$ ,  $\Delta P$  und mechanische Energie als mögliche Prädiktoren für Mortalität analysiert hat, konnte jedoch keinen Unterschied zwischen diesen drei Parametern finden.<sup>47</sup>

Ein neuer physikalischer Ansatz ist der Versuch einer Reduktion der Verlustleistung während der Beatmung.<sup>48, 49</sup> Dabei beschreibt die Verlustleistung die Energie, die während des Beatmungszyklus „verloren“ geht, entsprechend dem Energieerhaltungssatz von der Lunge absorbiert werden muss und potenziell zu Schäden führt. Zur Erreichung der geringsten Verlustleistung muss der Gasfluss während der Beatmung konstant und so gering wie möglich gewählt werden<sup>48</sup>, wozu ein neuer Beatmungsmodus, die flusskontrollierte Beatmung, entwickelt wurde. Diese ermöglicht nicht nur während der Inspiration einen konstanten Fluss (wie etwa auch bei der volumenkontrollierten Beatmung), sondern auch während der Expiration, die erstmals aktiv kontrolliert wird. Studien konnten eine deutliche Steigerung der Beatmungs-

effizienz hinsichtlich der Reduktion des Atemminutenvolumens und Steigerung der Oxygenierung zeigen<sup>50</sup> sowie eine Verbesserung der Lungenbelüftung bei adipösen Patient\*innen.<sup>51</sup> Der Einfluss dieser neuen Beatmungsform auf PPC wird derzeit in klinischen Studien bei herz- und thoraxchirurgischen Eingriffen untersucht (*ClinicalTrials.gov Identifier: NCT04306757, NCT04534933*).

Um die schädigende Wirkung der mechanischen Ventilation zu minimieren, ist eine ehestmögliche Beendigung der künstlichen Beatmung anzustreben. So konnte gezeigt werden, dass selbst nach erfolgter Lebertransplantation eine sofortige Extubation möglich ist und diese die Inzidenz von PPC reduziert.<sup>52</sup> Auch nach Herzoperationen ist die frühzeitige Extubation anzustreben<sup>53-55</sup>, wobei hier meist eine Extubation < 6 Stunden postoperativ als frühzeitig bezeichnet wird, wenngleich selbst eine Extubation nach nur 1 bis 2 Stunden<sup>56, 57</sup> oder gar unmittelbar postoperativ möglich ist<sup>58</sup> und bei entsprechender Spezialisierung sicher zu sein scheint.

### MUSKELRELAXANZIEN

Die Anwendung von Muskelrelaxanzien ist einerseits eine notwendige Voraussetzung für die endotracheale Intubation, andererseits oft auch von chirurgischer Seite zur Verbesserung der Operationsbedingungen erwünscht. Außerdem erleichtert die Herabsetzung des Muskeltonus die künstliche Beatmung im Sinne einer Verbesserung der Lungen-Compliance. Es konnte allerdings gezeigt werden, dass die Anwendung von Muskelrelaxanzien die Bildung von Atelektasen begünstigt. In retrospektiven Studien<sup>59, 60</sup> konnte ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Auftreten von PPC und der Verabreichung von Muskelrelaxanzien nachgewiesen werden, der in der europaweiten prospektiven Observationsstudie POPULAR bestätigt wurde.<sup>61</sup> In keiner dieser Studien konnte ein signifikanter Einfluss einer Quantifizierung der Relaxierungstiefe mittels „Train-of-Four“ (TOF) oder einer Reversierung mittels Neostigmin oder Sugammadex auf die Inzidenzrate von PPC gezeigt werden. In einer Post-hoc-Analyse der POPULAR-Studie<sup>62</sup> konnte jedoch eine Reduktion der PPC-Inzidenz bei einem

TOF von > 95 Prozent vor Extubation festgestellt werden. Im Vordergrund steht dabei nicht die Behinderung der Atemmuskulatur, die unter einem TOF von 70 Prozent beobachtet wurde<sup>63</sup>, sondern die Aufrechterhaltung eines Muskeltonus im Pharynx zur Verhinderung der Atemwegsverlegung und der stillen Aspiration unmittelbar postoperativ.<sup>64</sup> Diese Überlegung führte zu einer Kohorten-Untersuchung in der STRONGER-Studie, in der die Reversierung der Muskelrelaxation mittels Neostigmin versus Sugammadex untersucht wurde.<sup>65</sup> Letzteres ermöglichte eine schnellere und wirksamere Reversierung im Vergleich zu Neostigmin und führte zu einer signifikanten Reduktion der PPC-Inzidenz. Dies konnte auch in einer Folgestudie (STIL-STRONGER) beobachtet werden. Allerdings konnte der Vorteil von Sugammadex in einer weiteren prospektiven, randomisierten Studie nicht bestätigt werden<sup>66</sup> bzw. ergab auch eine weitere Observationsstudie widersprüchliche Ergebnisse.<sup>67</sup> Dies könnte jedoch auch an der geringen Power der Studie liegen, da ein Trend zugunsten von Sugammadex sehr wohl zu beobachten war.

Zusammenfassend führt die Verabreichung von Muskelrelaxanzien zu einem Anstieg der PPC-Inzidenz, weshalb deren Anwendung kritisch hinterfragt werden sollte. Der Einfluss der Reversierung auf die Inzidenzrate und der möglicherweise positive Effekt von Sugammadex sind derzeit noch nicht hinreichend geklärt. Generell wird allerdings das Monitoring der Relaxierungstiefe mittels TOF stark empfohlen, wobei die derzeitige Evidenzlage auf einen Vorteil von > 95 Prozent Erholung gegenüber > 90 Prozent hindeutet.<sup>62</sup>

### PROPHYLAKTISCHE POSTOPERATIVE CPAP/NIV/NHF-THERAPIE

Bei Patient\*innen, die ein hohes Risiko für die Entwicklung postoperativer pulmonaler Komplikationen aufweisen – sei es aufgrund der Art des chirurgischen Eingriffes per se oder aufgrund ihrer Komorbiditäten –, kann eine prophylaktische postoperative Atemunterstützung mit kontinuierlichem Überdruck (CPAP) oder nichtinvasiver Beatmung (NIV) durchgeführt werden. Dabei hat sich in retrospektiven Studien ein Vorteil nach Herzoperationen gezeigt, in denen



Anton Blitzstein, *Der Farbenrausch*

die Inzidenzraten der PPC durch die Anwendung von NIV reduziert werden konnten.<sup>68</sup> Eine weitere Metaanalyse konnte zwar keine signifikante Reduktion der PPC-Inzidenz zeigen, beschrieb jedoch eine Reduktion des Intensiv- und Krankenhausaufenthaltes bei einer Verminderung der Atelektasen.<sup>69</sup> Generell ist daher davon auszugehen, dass die prophylaktische Atemunterstützung postoperativ bei Hochrisikopatient\*innen positive Effekte hat bzw. spätestens beim Auftreten von bereits mildem ARDS sinnvoll ist. Eine nasale High-Flow(nHF)-Sauerstofftherapie als Alternative zur reinen Sauerstoffgabe konnte die PPC-Inzidenz nicht senken<sup>70</sup>, wobei bei einer entsprechenden Risikopopulation die Reduktion der Reintubationsraten mittels nHF mit einer NIV-Therapie vergleichbar ist.<sup>71</sup> Daher wird die prophylaktische nHF nur für Risikopatient\*innen als Alternative zur CPAP/NIV-Therapie empfohlen.<sup>71</sup> Es ist anzumerken, dass die konventionelle prophylaktische Sauerstoffgabe postoperativ risikobehaftet ist, da sie im Gegensatz zur CPAP-Therapie das Auftreten oder die Rückbildung von Atelektasen negativ beeinflusst und eine mögliche Hypoventilation aufgrund eines Sedativa-, Opiat- oder Muskelrelaxanzien-Überhangs bei häufig fehlender Überwachung des endtidalen oder arteriellen CO<sub>2</sub>-Gehaltes maskiert.

#### Referenzen:

- 1 Ball L et al. *Curr Opin Crit Care* 2016; 22(4):379-385
- 2 Jammer I et al. *Eur J Anaesthesiol* 2015; 32(2):88-105
- 3 Abbott TEF et al. *Br J Anaesth* 2018; 120(5):1066-1079
- 4 Mathis MR et al. *Anesthesiology* 2019; 131(5):1046-1062
- 5 Liu Q et al. *J Surg Res* 2020; 246:384-394
- 6 Tsunoda S et al. *Ann Surg Oncol* 2021; 28(2):639-647
- 7 Karalapillai D et al. *JAMA* 2020; 324(9):848-858
- 8 COVIDSurg Collaborative; GlobalSurg Collaborative. *Anaesthesia* 2021; Epub ahead of print. doi: 10.1111/anae.15560.
- 9 Freundlich RE et al. *Anesth Analg.* 2018; 127(1):55-62
- 10 Fernandez-Bustamante A et al. *JAMA Surg* 2017; 152(2):157-166
- 11 Canet J et al. *Anesthesiology* 2010; 113(6):1338-50
- 12 Ibañez J et al. *J Intensive Care Med* 2016; 31(1):34-40
- 13 Mazo V et al. *Anesthesiology* 2014; 121(2):219-31
- 14 Canet J et al. *Eur J Anaesthesiol* 2015; 32(7):458-470
- 15 Writing Committee for the VISION Study Investigators, Devereaux PJ et al. *JAMA*; 317(16):1642-1651
- 16 Engelman DT et al. *JAMA Surg* 2019; 154(8):755-766
- 17 Batchelor TJP et al. *Eur J Cardiothorac Surg* 2019; 55(1):91-115
- 18 Low DE et al. *World J Surg* 2019; 43(2):299-330
- 19 Nicholson A et al. *Br J Surg* 2014; 101(3):172-88
- 20 Mills E et al. *Am J Med* 2011; 124(2):144-154.e8
- 21 Miskovic A et al. *Br J Anaesth* 2017; 118(3):317-334
- 22 Erdoğan T et al. *Turk Thorac J* 2020; 21(3):140-144
- 23 Kiyatkin ME et al. *J Clin Anesth* 2021; 74:110409
- 24 El-Boghdadly K et al. *Anaesthesia* 2021; 76(7):940-946
- 25 Read JM et al. *Lancet* 2021; S0140-6736(21)01786-4
- 26 Abbott TEF et al. *Br J Anaesth* 2021; 127(2):205-214
- 27 Kaw R et al. *Br J Anaesth* 2012; 109(6):897-906
- 28 Members of the Working Party, Nightingale CE et al. *Anaesthesia* 2015; 70(7):859-876
- 29 Waterland JL et al. *Front Surg* 2021; 8:628848
- 30 Thomas G et al. *Eur J Anaesthesiol* 2019; 36(12):933-945
- 31 LAS VEGAS investigators. *Eur J Anaesthesiol* 2017; 34(8):492-507
- 32 Güldner A et al. *Anesthesiology* 2015; 123(3):692-713
- 33 Serpa Neto A et al. *Lancet Respir Med* 2014; 2(12):1007-1015
- 34 Serpa Neto A et al. *Anesthesiology* 2015; 123(1):66-78
- 35 Ladha K et al. *BMJ* 2015; 351:h3646
- 36 Ferrando C et al. *Lancet Respir Med* 2018; 6(3):193-203
- 37 Kiss T et al. *Trials* 2019; 20(1):213
- 38 Writing Committee for the PROBESE Collaborative Group of the PROtective VEntilation Network (PROVENet) for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology, Bluth T, et al. *JAMA* 2019; 321(23):2292-2305
- 39 PROVE Network Investigators for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology, Hemmes SN et al. *Lancet* 2014; 384(9942):495-503
- 40 Lagier D et al. *Intensive Care Med* 2019; 45(10):1401-1412
- 41 D'Antini D et al. *Anesth Analg* 2018; 126(1):143-149
- 42 Neto AS et al. *Lancet Respir Med* 2016; 4(4):272-280
- 43 Bagchi A et al. *Anaesthesia* 2017; 72(11):1334-1343
- 44 Santini A et al. *Crit Care* 2019; 23(1):369
- 45 Gattinoni L et al. *Intensive Care Med* 2016; 42(10):1567-1575
- 46 Silva PL et al. *Intensive Care Med Exp* 2019; 7(Suppl 1):38
- 47 Dianti J et al. *Respir Care* 2021; 66(2):221-227
- 48 Barnes T et al. *Med Hypotheses* 2018; 121:167-176
- 49 Marini JJ et al. *Intensive Care Med* 2021; 47(5):609-611
- 50 Spraidner P et al. *Crit Care* 2020; 24(1):662
- 51 Weber J et al. *BMC Anesthesiol* 2020; 20(1):24
- 52 Acho C et al. *Transplantation* 2021; 105(9):2018-2028
- 53 Garcia-Delgado M et al. *Curr Opin Anaesthesiol* 2014; 27(2):146-152
- 54 Camp SL et al. *J Card Surg* 2009; 24(4):414-423
- 55 Camp SL et al. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth* 2009; 1(2):39-47
- 56 Probst S et al. *Crit Care* 2014; 18(4):468
- 57 Nicholson DJ et al. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002; 16(1):27-31
- 58 Nagre AS et al. *Ann Card Anaesth* 2018; 21(2):129-133
- 59 Bulka CM et al. *Anesthesiology* 2016; 125(4):647-655
- 60 Grosse-Sundrup M et al. *BMJ* 2012; 345:e6329
- 61 Kirmeier E et al. *Lancet Respir Med* 2019; 7(2):129-140
- 62 Blobner M et al. *Br J Anaesth* 2020; 124(1):63-72
- 63 Ali HH et al. *Br J Anaesth* 1975; 47(5):570-574
- 64 Sundman E et al. *Anesthesiology* 2000; 92(4):977-984
- 65 Khetarpal S et al. *Anesthesiology* 2020; 132(6):1371-1381
- 66 Togioka BM et al. *Br J Anaesth* 2020; 124(5):553-561
- 67 Li G et al. *Anesthesiology* 2021; 134(6):862-873
- 68 Liu Q et al. *J Surg Res* 2020; 246:384-394
- 69 Wu Q et al. *J Thorac Dis* 2020; 12(4):1507-1519
- 70 Futier E et al. *Intensive Care Med* 2016; 42(12):1888-1898
- 71 Chaudhuri D et al. *Chest* 2020; 158(5):1934-1946

#### LECTURE BOARD:

**Prof. Dr. Thomas Fuchs-Buder**

Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Universität Lorraine, Nancy

**Dr. Thomas Hamp**

Universitätsklinik für Anästhesie, Allgemeine Intensivmedizin und Schmerztherapie, Medizinische Universität Wien/AKH Wien

**SPONSOR: MSD**

**FORTBILDUNGSANBIETER:**

Österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin



## DFP-LITERATURSTUDIUM IN DEN ANÄSTHESIE NACHRICHTEN

## Postoperative pulmonale Komplikationen nach chirurgischen Eingriffen

2 DFP-PUNKTE

**So machen Sie mit:**

Entsprechend den Richtlinien der ÖÄK finden Sie im Anschluss an den Fortbildungsartikel Multiple-Choice-Fragen. Eine Frage gilt dann als richtig beantwortet, wenn Sie von den vorgegebenen Antworten alle richtigen angekreuzt haben. Für eine positive Beantwortung ist erforderlich, dass Sie **vier der sechs** Fragen richtig beantworten. Bei korrekter Beantwortung werden **zwei DFP-Punkte** angerechnet.

**E-Mail, Post & Fax:**

Schicken Sie diese Seite bitte per E-Mail an monica.friedmann@springer.at, per Post an Springer Medizin Wien (z. Hd. Monica Friedmann), Prinz-Eugen-Straße 8-10, 1040 Wien, oder per Fax an 01/330 24 26.

Diesen Artikel sowie eine Reihe weiterer Fortbildungsangebote finden Sie auch auf [www.pains.at](http://www.pains.at) und der Plattform „Akademie Lernwelt“ der Österreichischen Akademie der Ärzte unter [www.meindfp.at](http://www.meindfp.at), wo Sie die Fragen auch online beantworten können.

**Ihre Teilnahmebestätigung**

ist unter [www.meindfp.at](http://www.meindfp.at) downloadbar, wenn Sie ein Fortbildungskonto haben.

**Gültig bis:** 10/2023

**1. Welche Risikofaktoren sind für die Entwicklung postoperativer pulmonaler Komplikationen bekannt?** (drei richtige Antworten)

- a) Alter
- b) Massivtransfusion
- c) Depressio
- d) Pulmonale Vorerkrankungen

**2. Eine Lungen-protective Beatmung entspricht ...** (drei richtige Antworten)

- a) ... einem Tidalvolumen von 6 bis 8 ml/kg idealem Körpergewicht.
- b) ... der Vermeidung von hoher mechanischer Energie.
- c) ... der Anwendung eines PEEP.
- d) ... einem PEEP von mindestens 10 cmH<sub>2</sub>O.

**3. Die Verabreichung von Muskelrelaxanzien ...** (drei richtige Antworten)

- a) ... erhöht die pulmonale Komplikationsrate.
- b) ... sollte mittels „Train-of-Four“ überwacht werden.
- c) ... reduziert das Lungenvolumen nach Narkoseeinleitung.
- d) ... sollte bevorzugt mit Neostigmin anstatt Sugammadex reversiert werden.

**4. Eine postoperative CPAP/NIV-Therapie ...** (drei richtige Antworten)

- a) ... vermag die Intensivaufenthaltsdauer in einer Risikopopulation zu reduzieren.
- b) ... sollte immer angewendet werden.
- c) ... sollte bei auftretendem ARDS angewendet werden.
- d) ... reduziert das Auftreten von Atelektasen.

**5. Eine Prähabilitation ...** (drei richtige Antworten)

- a) ... ist vor allem bei Tumoroperationen untersucht.
- b) ... verbessert die präoperative Leistungsfähigkeit.
- c) ... reduziert deutlich die postoperative Mortalität.
- d) ... erscheint bei erhöhtem Risiko für pulmonale Komplikationen sinnvoll.

**6. Welche Faktoren haben einen NEGATIVEN Einfluss auf die Entwicklung postoperativer pulmonaler Komplikationen?** (drei richtige Antworten)

- a) Künstliche Überdruckbeatmung
- b) Anwendung einer Regionalanästhesie
- c) Verabreichung von Muskelrelaxanzien
- d) Obstruktives Schlafapnoesyndrom

Name: \_\_\_\_\_

Anschrift: \_\_\_\_\_

PLZ/Ort: \_\_\_\_\_

Ärztin\*Arzt für \_\_\_\_\_

ÖÄK-Arztnummer:

Bitte informieren Sie mich über neue DFP-Angebote unter folgender E-Mail-Adresse: \_\_\_\_\_