

Verbesserung der Hochfrequenzbeatmung durch tief endotracheale „Hochfrequenzalternation“

Lunkenheimer, P. P. (Münster), Lunkenheimer, A., Stroh, N., Niederer, P., Bush, E.

Experimentelle Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, Chirurgische und Poliklinik, Universität Münster
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik, Stuttgart
Institut für Biomedizinische Technik der Universität und ETH Zürich

Ein Charakteristikum der Hochfrequenzatmung, wie sie bisher im Modell, im Tierversuch und in der Klinik angewandt wird, ist die Inkonstanz ihres Wirkungsgrades. Die CO_2 -Auswaschung aus dem Lungenparenchym gelingt selbst bei breitester Ausnutzung der Spielbreite aller Variablen (Frequenz, Impulsform, Atemhub) bei gesunden Probanden, wie bei schwer kranken Patienten nicht regelmässig. Die zu nächst wirksame Anwendung kann nach einer begrenzten Dauer in eine nicht korrigierbare Wirkungslosigkeit umschlagen. Diese Unwägbarkeiten beobachten wir tierexperimentell unter der Oszillationsbeatmung häufiger als unter Jetbeatmung.

Bei Druck- und Flussmessungen an der feinporig eröffneten Oberfläche getrockneter Tierlungen fanden wir unter Hochfrequenz-Jetventilation, -Oszillation und -Alternation eine ausgeprägte inhomogene Verteilung der Ventilation in verschiedenen Lungenlappen, in einzelnen Segmenten innerhalb einzelner Lappen und innerhalb kleiner Messareale von 5 mm Durchmesser im Abstand von etwa 5 mm von einander. Die Druckwechselamplituden unterschieden sich von Ort zu Ort in Abhängigkeit von der Anregungsfrequenz (zwischen 12 und 60 Hz) ebenso wie die Mitteldrucke. Es kam zu Ueberhöhungen und Mitteldrucksenkungen unter atmosphärisches Niveau. Bei Anregungsfrequenzen < 12 Hz entstanden Inhomogenitäten in der Druckverteilung durch eine exzentrische Lage des Beatmungstubus in der Trachea, so dass ein Stammbronchus stärker angeblasen wurde, als der Kontralaterale.

Die getrocknete und somit formstabile Lunge gestattet das Studium des CO_2 -Auswascheffektes einer Hochfrequenzbeatmung: Bei druckindifferentem CO_2 -Angebot an die eröffnete Lungenoberfläche (Ueber-spülung in offener Kammer) kommt es unter Oszillationsbeatmung und Hochfrequenzalternation zu einem CO_2 -Rückstrom von der Lungenoberfläche in die Luftföhre gegen den kontinuierlichen Gasstrom in die Trachea. Zwei Gasströme sind gegeneinander gerichtet und durchlaufen die gesamte Länge des Bronchialbaumes.

Zu diesem Gegenstrom trägt das Lungenparenchym wenig bei, denn er lässt sich mit gleicher Methodik auch am isolierten Bronchialbaum nach sorgfältiger Abtragung des Alveolargewebes erzeugen, allerdings wieder nur mit einer Anregungsform, die eine Sogphase anbietet.

Der von uns entwickelte Katheter mit endständigem rotierendem Ventil arbeitet in 4 Öffnungsphasen, die alternierend einen Jet in die Lungenperipherie, den folgenden in oraler Richtung (zurück) freigeben. Letzterer wirkt über einen Venturi-Effekt an der Lungenperipherie saugend. Somit wird eine tief endotracheale oszillatorische Anregung möglich, die ausserdem noch alternierend den linken und rechten Stammbronchus anbläst (Hochfrequenzalternation). Dieser Presstrahl ist allerdings stark streuend geformt, um eine Präferenzströmung in nur einen oder bestimmte Aeste des Stammbronchus zu verhindern.

Das an der Lungenoberfläche gemessene Druckwech-signal ist unter Hochfrequenzalternation im Vergleich zur externen Oszillation und Jetventilation wenig konstant geformt, gleicht weder dem Sinus der Oszillation, noch dem Dreieck- oder Rechteckimpuls der Jetventilation, eher dem Frequenzgemisch im Signal eines Zufallgenerators, das möglicherweise die Mobilisation des alveolo-oralen CO_2 -Stromes am stärksten fördert.

Die Kontrolle im Tierversuch muss zeigen, ob durch die Reduktion frequenzabhängiger oder Jet-strahlungsabhängiger Inhomogenitäten die Sicherheit und der Wirkungsgrad der Hochfrequenzbeatmung gesteigert werden können.

