

Carsten Christof Bödeker
Dr. med.

Einfluß potentieller Laparoskopiegase (Kohlendioxid, Lachgas, Helium, Xenon und Luft) auf den subkutanen-, den intraabdominellen- und den Blut-pH-Wert

Geboren am 06.03.1973 in Rottweil
Reifeprüfung am 19.05.1992 in Tuttlingen
Studiengang der Fachrichtung Medizin vom SS 1994 bis SS 2000
Physikum am 20.03.1996 an der Universität Heidelberg
Klinisches Studium in Heidelberg
Praktisches Jahr in Heidelberg
Staatsexamen am 29.05.2000 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Chirurgie
Doktorvater: Herr Priv.-Doz. Dr. med. F. Glaser

Die vorliegende Studie untersucht in einem Rattenmodell die Auswirkungen, die ein Pneumoperitoneum mit verschiedenen Gasen und steigendem intraabdominellen Druck auf die pH-Werte im Blut, intraabdominell und im Subkutangewebe hat.

Des weiteren war von Interesse, ob etwaige Veränderungen des pH-Wertes in den eben genannten Kompartimenten hauptsächlich von der Dauer des Pneumoperitoneums oder vom intraabdominell herrschenden Druck abhängig sind.

Um dies zu überprüfen, wurden 30 männliche Wistar-Ratten nach Randomisierung folgenden sechs Gruppen zugeteilt:

Gruppe 1: Pneumoperitoneum mit CO₂, Druck : 0-3-6-9 mm Hg (n=5)

Gruppe 2: Pneumoperitoneum mit CO₂, Druck : 0-3-3-3 mm Hg (n=5)

Gruppe 3: Pneumoperitoneum mit Lachgas, Druck : 0-3-6-9 mm Hg (n=5)

Gruppe 4: Pneumoperitoneum mit Helium, Druck : 0-3-6-9 mm Hg (n=5)

Gruppe 5: Pneumoperitoneum mit Xenon, Druck : 0-3-6-9 mm Hg (n=5)

Gruppe 6: Pneumoperitoneum mit Luft, Druck : 0-3-6-9 mm Hg (n=5)

Nach einer Äquilibrationszeit von 30 Minuten wurde in allen Gruppen der pH-Wert subkutan, intraabdominell und im Blut ermittelt. Dies geschah mittels Tonometrie, pH-Metrie und mit Hilfe eines FA Radometers.

Danach wurde in allen Gruppen ein Pneumoperitoneum mit einem intraabdominellen Druck von 3 mm Hg angelegt.

Nach 30 Minuten erfolgte die zweite Messung der pH-Werte. Während der intraabdominelle Druck daraufhin in den Gruppen 1, 3, 4, 5 und 6 auf 6 mm Hg und 30 Minuten später schließlich auf 9 mm Hg erhöht wurde, blieb er in Gruppe 2 für weitere 60 Minuten bei 3 mm Hg konstant.

Die Bestimmung der pH-Werte erfolgte unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit alle 30 Minuten.

In unserem Versuch kam es bei einem Pneumoperitoneum mit CO₂ sowohl subkutan als auch intraabdominell und im Blut zu einem signifikanten Abfall des pH-Wertes. Dieser Abfall war stärker vom intraabdominellen Druck als von der Dauer des Pneumoperitoneums abhängig.

Bei Verwendung von Xenon und Lachgas kam es subkutan und intraabdominell zu einem nicht signifikanten Abfall des pH-Wertes, während ein Pneumoperitoneum mit Luft zu einem signifikanten Absinken des s.c. pH-Wertes führte (bei 9 mm Hg). Ein Helium-Pneumoperitoneum führte zu einem nicht signifikanten Abfall des s.c. pH-Wertes, während der intraabdominelle Wert in signifikantem Maße zunahm.

Im Gegensatz zu CO₂ kam es bei Verwendung von Lachgas, Luft, Helium und Xenon erst bei einem i.a. Druck von 9 mm Hg zu einer signifikanten Azidose des arteriellen Blutes.

Bei laparoskopischen Operationen maligner Prozesse kommt es relativ häufig zu Tumorrezidiven im Bereich der Trokarkanäle, den sogenannten port-site-metastases. In der Literatur wird für dieses Phänomen unter anderem eine Begünstigung durch CO₂ diskutiert, da man eine CO₂ bedingte subkutane Azidose mit konsekutiver Schwächung der lokalen Immunabwehr postuliert.

Die Quantifizierung des subkutanen pH-Wert Abfalls konnte durch diese Studie eindrucksvoll dargestellt werden. Man könnte zwar einwenden, daß diese Studie an spontan atmenden Tieren nicht auf den Menschen übertragbar sei, weil das Atemminutenvolumen bei laparoskopischen Eingriffen am Menschen um 15-20% gesteigert wird.

Wie im Diskussionspunkt 4.2 dargelegt reicht diese 15 bis 20%-ige Steigerung zwar aus, den Blut-pH-Wert im physiologischen Bereich zu halten. Um allerdings den Aufbau von CO₂ - Speichern im Gewebe zu verhindern und um dort physiologische pH-Werte zu gewährleisten, müßte das Atemminutenvolumen um insgesamt 75% gesteigert werden.

Deswegen liegt der Verdacht nahe, daß es auch beim Menschen während eines CO₂ - Pneumoperitoneums zur Azidose in bestimmten Kompartimenten, u. a. des subkutanen Fettgewebes kommt. Diese Azidose nimmt mit der Dauer des Pneumoperitoneums zu und hält auch noch einige Zeit postoperativ an.

Sollte sich der Verdacht bezüglich der Begünstigung von Trokarkanalmetastasen durch CO₂ erhärten, so sollte man bei laparoskopisch-onkologischen Operationen die gaslose Laparoskopie bzw. andere Gase als CO₂ verwenden.

Mit Lachgas, Xenon und Helium haben wir in dieser Studie drei mögliche Alternativen getestet: Alle drei zeigten lediglich einen nicht signifikanten Abfall des subkutanen pH-Wertes.

Bei Helium müßte allerdings ein eventueller Nutzen bezüglich der günstigeren hämodynamischen Wirkungen und einer verminderten Inzidenz von port-site-metastases gegen ein vermutlich erhöhtes Risiko von Heliumembolien abgewogen werden.

Xenon ist zwar besser wasserlöslich als Helium, es liegen aber noch keinerlei Erfahrungen über kardiopulmonale Effekte, die Gefahr von Xenonembolien und eine mögliche Beeinflussung des Tumorzellwachstums durch Xenon vor.

Lachgas ist vor allem durch die Gefahr von möglichen intraabdominellen Explosionen in Anwesenheit von Methan und/oder Wasserstoff in Verruf geraten. Diese Gefahr läßt sich aber durch präoperative Vorbereitung des Darmes auf nahezu null absenken.

Sollte sich in zukünftigen Studien erweisen, daß Lachgas die Entstehung von port-site-metastases nicht fördert, bzw. diese sogar unterdrückt, so könnte auch Lachgas eine brauchbare Alternative zu CO₂ darstellen.