

# Elektroimpedanztomografische Bestimmung der regionalen Verteilung expiratorischer Spitzenflüssen in Abhängigkeit von Körperposition und Ventilationsbedingungen

Andreas D. Waldmann, Stephan H. Böhm, Martina Mosing, Gerardo Tusman, 15. Kongress der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI), Leipzig, Deutschland, 2.-4. Dezember 2015

# Elektroimpedanztomografische Bestimmung der regionalen Verteilung expiratorischer Spitzenflüssen in Abhängigkeit von Körperposition und Ventilationsbedingungen

Andreas D. Waldmann<sup>1</sup>, Stephan H. Böhm<sup>1</sup>, Martina Mosing<sup>2</sup>, Gerardo Tusman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Swisstom AG, Landquart, Schweiz, <sup>2</sup>Universität Zürich, Vetsuisse Faculty, Equine Department, Zürich, Schweiz,

<sup>3</sup>Department of Anesthesiology, Hospital Privado de Comunidad, Mar del Plata, Argentinien

## Einleitung

Die Elektrische Impedanztomografie (EIT) ist ein neuartiges nichtinvasives bildgebendes Verfahren, mit welchem regionale Lungenfunktionsparameter sowie Herzaktivität in Echtzeit dargestellt werden können. Dabei werden über jeweils ein Elektrodenpaar Wechselströme durch den Thorax geleitet und Änderungen der Impedanz während des Atemzyklus als elektrische Spannungen an den übrigen Elektroden abgegriffen.

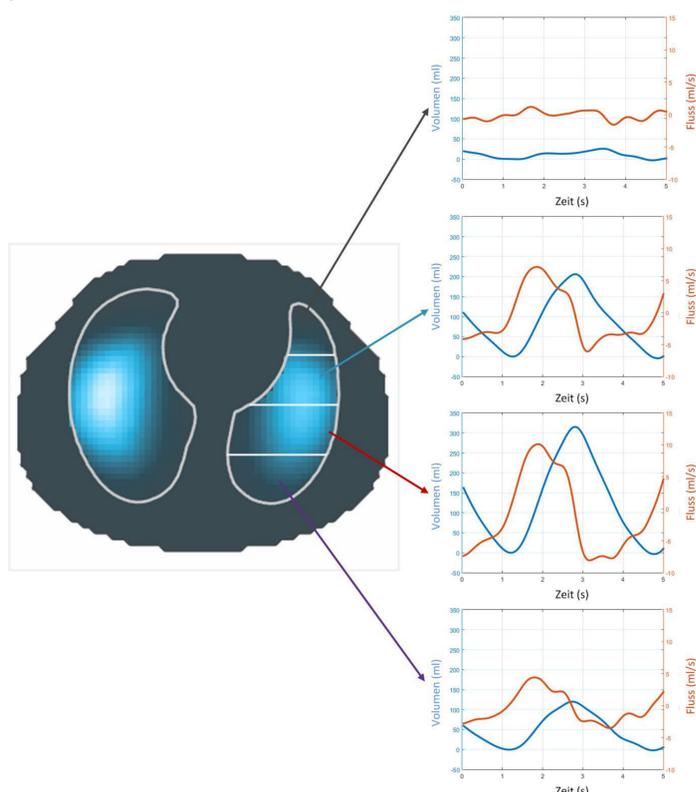
Bis heute wurde EIT vorwiegend dazu verwendet, die regionale Ventilation bei spontanatmenden und mechanisch beatmeten Patienten zu bestimmen. Bodenstein et al. [1] publizierten kürzlich eine EIT-basierte Methode zur Bestimmung regionaler und globaler Gasflüsse, die sie im Tierversuch validierten. Ziel der vorliegenden Studie war es, bei gesunden Probanden diese regionalen Gasflüsse unter normaler und druckunterstützter Spontanatmung in fünf verschiedenen Körperpositionen zu messen.

## Methode

Die Studie wurde von der lokalen Ethikkommission (Hospital Privado de Comunidad, Mar del Plata, Argentinien) genehmigt und die schriftliche Zustimmung von allen neun Probanden eingeholt. Die 32 Elektroden des Swisstom BB<sup>2</sup> (Swisstom, Landquart, Schweiz) sind in einem textilen Gürtel eingearbeitet, der entlang des sechsten Interkostalraumes schräg über den Brustkorb des Patienten verläuft. Es wurden 50 EIT Bilder pro Sekunde erzeugt und für eine spätere Auswertung aufgezeichnet.

EIT Daten wurden im Sitzen, in Rücken-, in Bauch- in rechter und linken Seitenlage erhoben. In jeder Position wurden zwei unterschiedliche Arten der Spontanatmung – mit und ohne Druckunterstützung – in randomisierter Weise untersucht.

Die EIT-Flusskurven wurden als mathematische 1. Ableitung des regionalen EIT-Volumens erzeugt. Die maximalen Flüsse wurden dann separat für die schwerkraftabhängigen und -unabhängigen Bereiche der Lunge berechnet. Der expiratorische Spitzenfluss wurde anschliessend als Verhältnis zwischen abhängigen und unabhängigen Lungenarealen wie in Abbildung 2 dargestellt, bestimmt.



**Abbildung 1:** Links: typisches EIT Bild, das die regionale Ventilation zeigt.

Rechts: EIT Volumensignal eines Atemzuges (blaue Kurve) der 4 im linken Bild definierten Regionen. Flusskurve (rot) als erste Ableitung des Volumens.

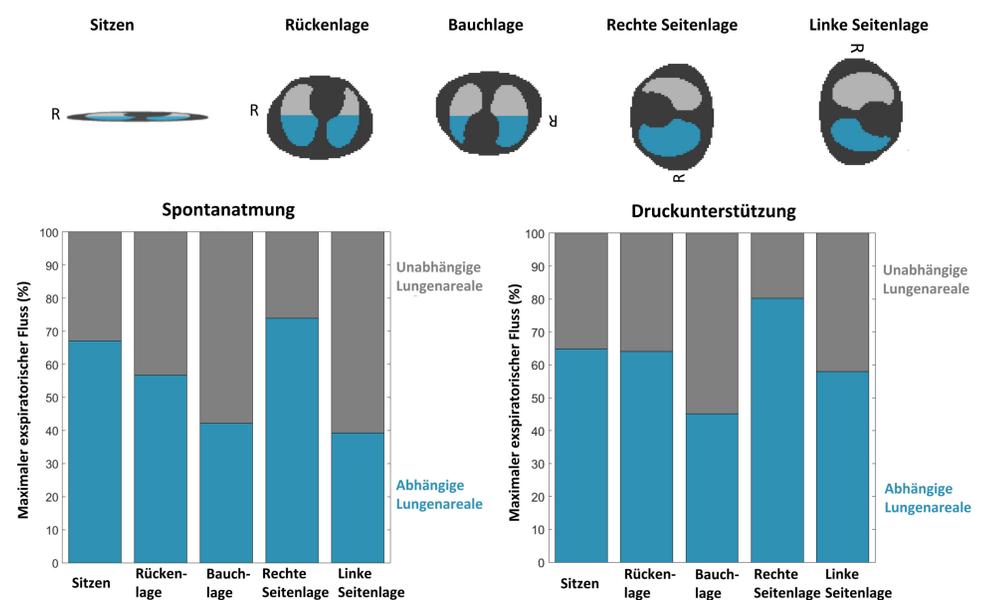
Je nach Körperlage wurden entweder die beiden ventralen und dorsalen Areale beider Lungen oder aber die Signale einer ganzen Lungenhälfte zusammengefasst (Abb. 2).

## Ergebnisse

Das Durchschnittsalter der Probanden betrug  $30 \pm 4$  Jahre.

Unter normaler Atmung betrug die maximale expiratorische Flussamplitude in der dorsalen Lunge in sitzender Position 67%. In Rückenlage sank dieser Anteil unter Einfluss der Schwerkraft auf 57%. Die grössten Unterschiede der Maximalflüsse in den abhängigen Lungenbezirken zeigten sich zwischen rechter (84%) und linker Seitenlage (39%).

Druckunterstützung der Spontanatmung führte in allen Körperlagen zu einer leichten Erhöhung der maximalen Flusswerte in den abhängigen Lungenregionen.



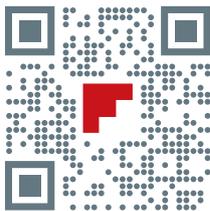
**Abbildung 2** Median-Werte der 9 Probanden. Die oben dargestellten Bilder zeigen die Position der Probanden, abhängige Lungenareale sind blau dargestellt, unabhängige grau. Das Verhältnis der expiratorischen Flüsse zwischen den beiden schwerkraftabhängigen Regionen unter normaler und druckunterstützter Spontanatmung und Beatmung sind im Balkendiagramm abgebildet.

## Schlussfolgerungen

EIT kann eingesetzt werden, um regionale Flüsse in verschiedenen Körperpositionen und unter verschiedenen Ventilationsbedingungen zu messen. Höchste maximale Expirationsflüsse waren vorwiegend in den anhängigen Lungenarealen zu finden. Bei normaler Spontanatmung hatte die Körperlage geringere Effekte auf die Verteilung der expiratorischen Spitzenflüsse als unter druckunterstützter Atmung.

## Literatur

[1] Bodenstein, M., Boehme, S., Bierschock, S., Vogt, A., David, M., & Markstaller, K. (2014). Determination of respiratory gas flow by electrical impedance tomography in an animal model of mechanical ventilation. BMC Pulmonary Medicine, 14(1), 73. doi:10.1186/1471-2466-14-73



### Contact us!

call: + 41 (0) 81 330 09 72  
mail: [info@swisstom.com](mailto:info@swisstom.com)  
visit: [www.swisstom.com](http://www.swisstom.com)

Swisstom AG  
Schulstrasse 1, CH-7302  
Landquart, Switzerland

### Swisstom AG

Swisstom AG, located in Landquart, Switzerland, develops and manufactures innovative medical devices. Our new lung function monitor enables life-saving treatments for patients in intensive care and during general anesthesia.

Unlike traditional tomography, Swisstom's bedside imaging is based on non-radiating principles: Electrical Impedance Tomography (EIT). To date, no comparable devices can show such regional organ function continuously and in real-time at the patient's bedside.

Swisstom creates its competitive edge by passionate leadership in non-invasive tomography with the goal to improve individual lives and therapies.