

Überprüfung der Reliabilität einer Bioimpedanzmesssignals für die Regelung einer Schluckneuroprothese

S. Wolter¹, H. Nahrstaedt², T. Schauer², C. Schultheiss¹, R.O. Seidl¹

¹Klinik für Hals-, Nasen und Ohrenheilkunde, Unfallkrankenhaus Berlin

²Fachgebiet für Regelungssysteme, TU Berlin

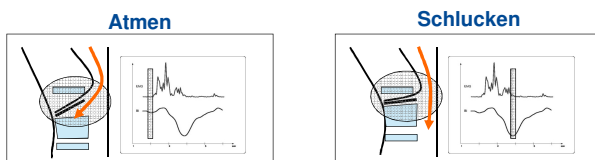
Einleitung:

Im Rahmen eines BMBF-geförderten Forschungsprojektes wurde ein kombiniertes EMG- Bioimpedanzmesssystem entwickelt, dass zum einen in der Lage sein soll einen Schluck sicher zu erkennen und zum anderen eine Aussage über die Qualität des Schlucks ermöglichen soll. Erste Untersuchungen konnten zeigen, dass mit dem Messsystem ein reproduzierbares Messsignal generiert werden kann. Das kombinierte Messsignal ermöglicht zudem eine automatisierte Erkennung eines Schluckvorgangs.

Bioimpedanz lässt sich als der Widerstand beschreiben, der beim Durchtritt von Strom durch Gewebe gemessen werden kann. Die Messelektroden befinden sich dabei zwischen Zungenbein und Schildknorpel. Kommt es zu einem Schluckvorgang wird dieser Raum durch den stempelartigen Druck des Zungengrundes verkleinert, gleichzeitig verkleinert sich der Pharynxraum bis zu einem vollständigen Verschluss (Abbildung 1).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die in einer Videofluoroskopie sichtbaren anatomischen und funktionellen Änderungen bei einem Schluckvorgang mit dem Bioimpedanzsignal zu korrelieren.

Abbildung 1: Schemazeichnung Bioimpedanz und Schlucken

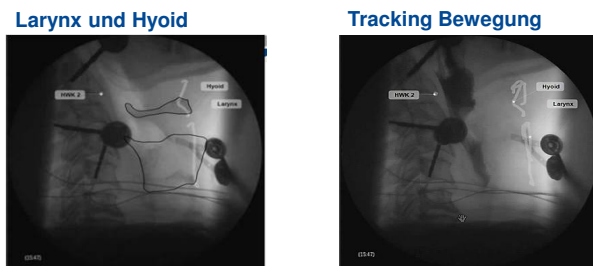


Methoden:

Im Rahmen von routinemäßigen Videofluoroskopien (Pulsera, Fa. Philips, 15 Bilder/s) wurde bei 19 Patienten das kombinierte EMG-Bioimpedanzmesssignal synchron zur radiologischen Untersuchung aufgezeichnet (EA 1/160/09). Es wurden drei Schlucke mit je 10ml Gastrografin® durchgeführt. Die Patienten erhielten einen Becher mit der Flüssigkeit, wurden aufgefordert die Flüssigkeit in den Mund zu nehmen und auf Kommando die Flüssigkeit zu schlucken. Die synchrone Erfassung der Messdaten und des Videosignals erfolgte mit einer selbstentwickelten Software.

Die Auswertung durch zwei unabhängige Untersucher erfolgte an seitlichen Aufnahmen (Abbildung 2). Für die Messung der Bewegung von Hyoid und Larynx wurden die dem Pharynx zugewandte Spitze der Bodenplatte des 2. HWK, die sichtbare Spitze des Zungenbeins sowie das vordere untere Ende des Schildknorpels markiert. Die Markierung der Bewegung von Hyoid und Larynx erfolgt in Einzelbildern durch automatisches Tracking (Kinovea, www.kinovea.org) das händisch korrigiert wurde. Erfasst und ausgegeben wurde die Bewegung in Pixeln.

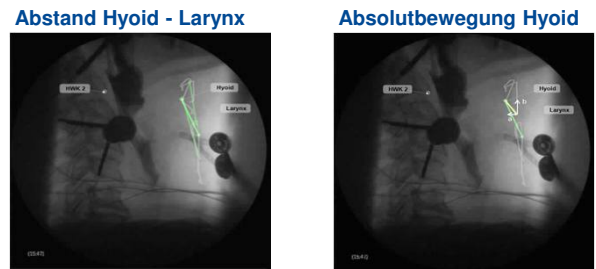
Abbildung 2: Erfassung Hyoid- Larynxbewegung



Als Korrelat für die Schluckbewegung wurden die Abstand zwischen Schildknorpel und Hyoid, die Aufwärtsbewegung des Hyoids sowie die absolute Bewegung des Hyoids, die aus der Aufwärtsbewegung (a^2) und der Annäherung des Hyoids an den HWK 2 (b^2) berechnet wurde, gewählt ($c = \sqrt{a^2 + b^2}$) (Abbildung 3).

Aus den ermittelten Daten der beiden Untersuchern wurde für jedes Merkmal eine Mittelwertkurve erstellt, mit der im Anschluss die Korrelation berechnet wurde. Es wurde sowohl die einfache Korrelation nach Pearson und die multiple Korrelation durch eine Regressionsanalyse berechnet (SPSS, 20.0).

Abbildung 3: Berechnung Distanzen



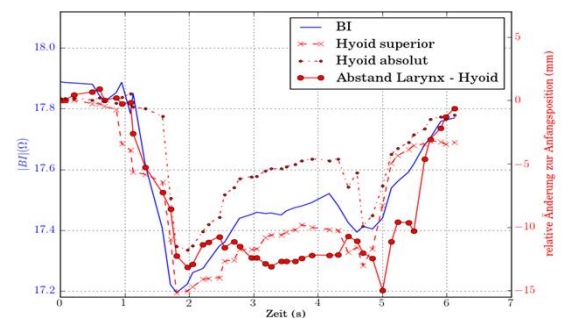
Ergebnisse:

Berechnet wurden die einzelnen Korrelationen sowie die multiplen Korrelation. Es konnten sehr gute Korrelationen zwischen der Bewegung von Hyoid und Larynx und dem gemessenen Bioimpedanzsignal gefunden werden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Ergebnisse

	Einfache Korrelation (Pearson's r)			Multiple Korrelation	
	Bewegung Hyoid nach superior	Bewegung Hyoid absolut	Änderung Abstand Hyoid - Larynx	Hyoid superior, Abstand Hyoid-Larynx	Hyoid absolut, Abstand Hyoid-Larynx
Mittlere Korrelation	-0,727	-0,710	0,671	0,839	0,845

Abbildung 4: Kurvenverlauf BI und Messwerte



Schlussfolgerungen:

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es zu prüfen, ob es anatomische und funktionelle Änderungen beim Schluckvorgang gibt, die mit dem gemessenen Bioimpedanzmesssignal korrelieren. Es konnte gezeigt werden, dass mit dem Bioimpedanzsignal sowohl die Dynamik als auch das Ausmaß der Bewegung von Hyoid und Larynx erfasst werden können. Damit ist mit diesem Messsystem eine Aussage über die Vollständigkeit der Schluckbewegung möglich. Verschiedene Untersucher haben zeigen können, dass die messbare Hyoid- und Larynxbewegung mit dem Ergebnis des Schluckvorgangs und dem Erfolg von Therapiebemühungen korreliert^{1,2}. Das entwickelte Messsystem ermöglicht diese Diagnostik zu vereinfachen, unabhängig von einem Röntgengerät zu machen und bedeutet damit einen erheblichen Fortschritt in der Diagnostik und Therapie von Schluckstörungen.

[1] Mollerter, S.M. and Steele, C.M. (2011). Physiological variability in the deglutition literature: hyoid and laryngeal kinematics. *Dysphagia* 26, 57-74.

[2] Sia, L., Carvajal, P., Carnaby-Mann, G.D. and Cray, M.A. (2011). Measurement of Hyoid and Laryngeal Displacement in Video Fluoroscopic Swallowing Studies: Variability, Reliability, and Measurement Error. *Dysphagia*.