Erfassung der pharyngealen Schluckphase durch Bioimpedanz

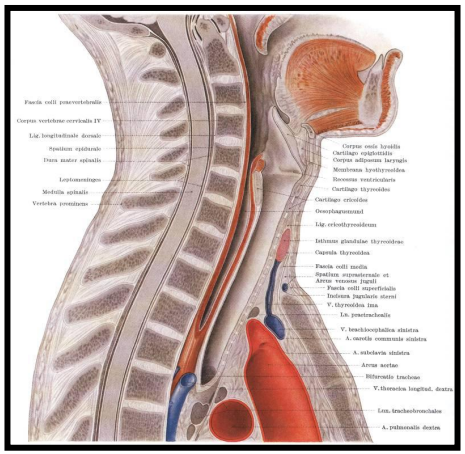
T. Schauer[1], R.O Seidl[2], H. Nahrstaedt[1]

[1]Fachgebiet Regelungssysteme
Technische Universität Berlin

[2]Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Krankheiten
Unfallkrankenhaus Berlin

Schlucken

- Lebensnotwendig!
- Komplexer Ablauf
  - Willkürlich – Unwillkürlich
  - Zentrale Areale (keine Dominanz)
  - Umschaltung im Hirnstamm
  - Hirnnerven (ca. 7 beidseitig)
  - Muskulatur (ca. 30 Paare)



Schlucken

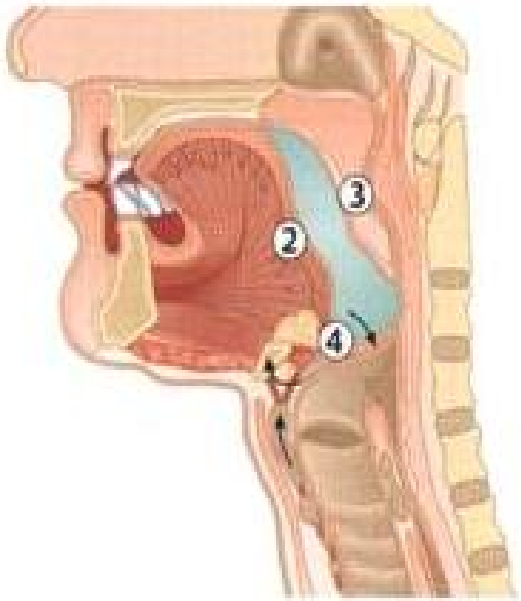
- Schlucken ist kein „Reflex“ sondern
  - Reaktion, ein motorisches Muster (Bobath)
  - „pattern response“ (Logemann)
  - motorische Reaktion mit reflektorischen Anteil, eine motorische Antwort (Nusser-Müller-Busch)

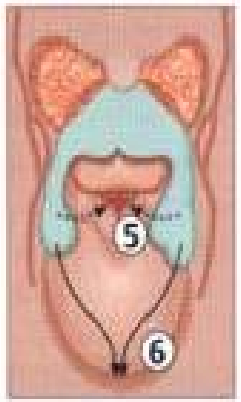
	Schlucksequenz (Coombes)
präorale Phase	Vorbereitungen zur Nahrungsaufnahme Sehen, Erkennen und Riechen Speichelproduktion, Schluckstimulation Zuführen der Nahrung zum Mund
orale Phase	**1. Bolusformation** Schmecken, Spüren, Abbeißen, Kauen Bolusbildung und - zentrierung **2. Bolustransport** durch die Mundhöhle in den Rachen
pharyngeale Phase	Transport durch den Rachen
ösophageale Phase	Transport durch die Speiseröhre

Schlucken

Pharyngeale Phase

- Retraktion Zungenbasis (2)
- Velum Elevation (3)
- Hyoid-Larynxelevation (4)
- Laryngeale Adduktion (5)
  - Glottisschluss
  - Taschenfaltenschluss
  - Epiglottisschluss





Dysphagie

- Ursachen
  - Neurogen (Schlaganfall, SHT...)
    - Schlaganfall häufigste Ursache (ca. 30000/Jahr)
    - 50% Dysphagie in Akutphase
    - 25% Dysphagie in chronischer Phase
  - Tumorerkrankungen
  - Bestrahlung
- Komplexität des Schluckens bedingt die Komplexität der möglichen Schädigungsmuster und Folgen

Dysphagie

- Folgen einer Dysphagie
  - Medizinische Probleme
    - Aspiration
    - Mangelernährung, Dehydratation
  - Soziale Probleme
    - Reduzierung der Lebensqualität
    - Heimunterbringung
  - Finanzielle Folgen
    - Kosten durch längere Verweildauer
    - Erhöhter medizinischer Aufwand
    - Heimunterbringung…

Dysphagie - Therapie

- Soforttherapie
  - Tracheotomie
  - Sondenernährung (PEG, PEJ)

- Restituierende Verfahren
  - Wiederherstellung der gestörten motorischen und sensorischen Funktionen
- Kompensatorische Verfahren
  - Strategien zu Schlucken
- Adaptierende Verfahren
  - Hilfsmittel, Diätmodifikationen

Bartolome 1999

- Voraussetzungen
  - Wachheit
  - Compliance
  - Rumpf- und Kopfkontrolle

- Neurophysiologische Verfahren
  - F.O.T.T.

Shaker Kopfhebeübung
Verbesserung der Kehlkopfhebung

- Ziel: Verbesserung der Kehlkopfhebung → oÖS-Öffnung
- beim Schlucken durch Kräftigung der suprahyoidalen Muskulatur

- 1. Teil – **3mal wiederholen**
- Patient liegt flach auf dem Rücken
- Patient hebt Kopf so, dass er seine Zehen anschauen kann
- *Schultern müssen unten bleiben* !
- diese Position *1 Minute halten*, dann Kopf wieder ablegen
- 2. Teil -**30 mal wiederholen**
- Patient liegt flach auf dem Rücken
- Kopf heben (Zehen anschauen) und *direkt wieder senken*
- *Schultern müssen am Boden bleiben*
- Den gesamten Ablauf (1.Teil und 2. Teil) 3x / Tag üben. (Mindestens 6 Wochen)

Shaker et al. 1997

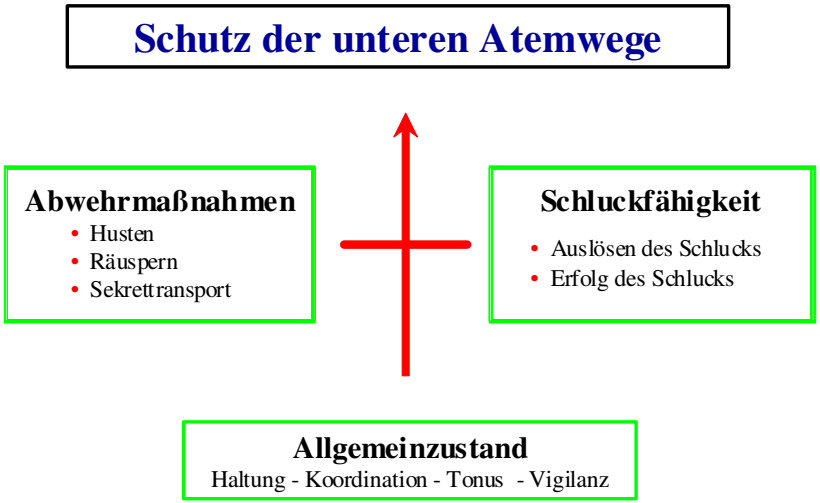
Elektrostimulation

- Elektrische Stimulation zur Reorganisation
  - Cutane Stimulation (Feed) - fragwürdig
  - Pharynxstimulation (Hamdy) - (vielversprechend)
- Neuroprothese
  - Aspirationsschutz
    - Kehlkopfhebung
    - Verschluss Stimmbandebene
  - Stand der Technik
    - Stimulation führt in Pilotstudien zu positiven Ergebnissen
    - Fehlende Methoden zur Regelung der Stimulation

Messsystem

Anforderungen

- Schlucken
  - Fähigkeit zu Schlucken
  - Abwehmaßnahmen
- Unschädlich
- Reproduzierbarkeit
- Mobil / Implantierbar
- 24 Stunden / 7 Tage



Bioimpedanz

Hypothese

Mit Bioimpedanz (BI) ist eine Aussage über den Ablauf und das Ergebnis eines pharyngealen Schluckvorgangs möglich.

Studien

1. Prüfung des Schluckablaufs
2. Prüfung auf Aspiration

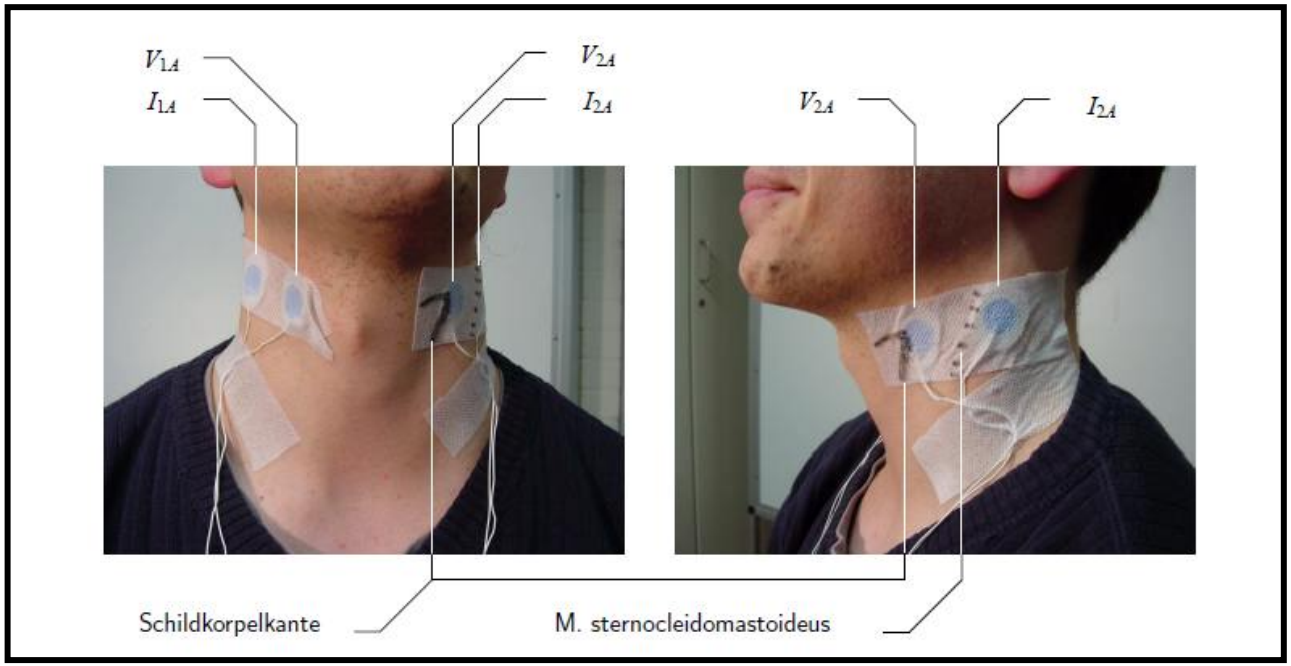
BI und Schluckablauf

Pilotstudie

- 2 Probanden
- BI
  - Spannungselektroden beidseits in Höhe Schildknorpelhinterhorn
  - Einspeisung Strom über Elektroden auf M. sternocleidomastoideus
- Videofluoroskopie
  - Kontrolluntersuchung
  - Indikation Sicherung eines Karzinoms außerhalb Untersuchungsregion
- Korrelation
  - Distanz Zungenbein – Schildknorpel
  - Änderung Bioimpedanz

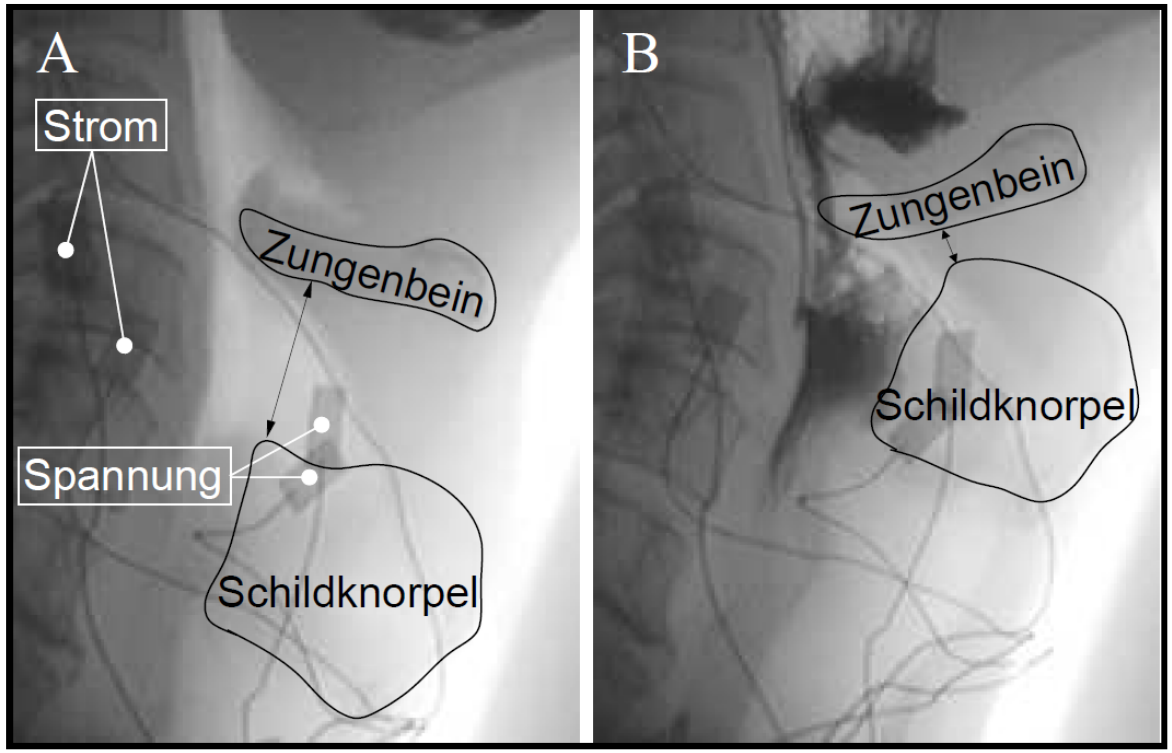
BI und Schluckablauf

- BI Messung
  - 4 Elektroden Messmethode
  - Erfassung des Betrags der Bioimpedanz bei 50 Hz
  - Weiterentwicklung eines Messsystems



BI und Schluckablauf

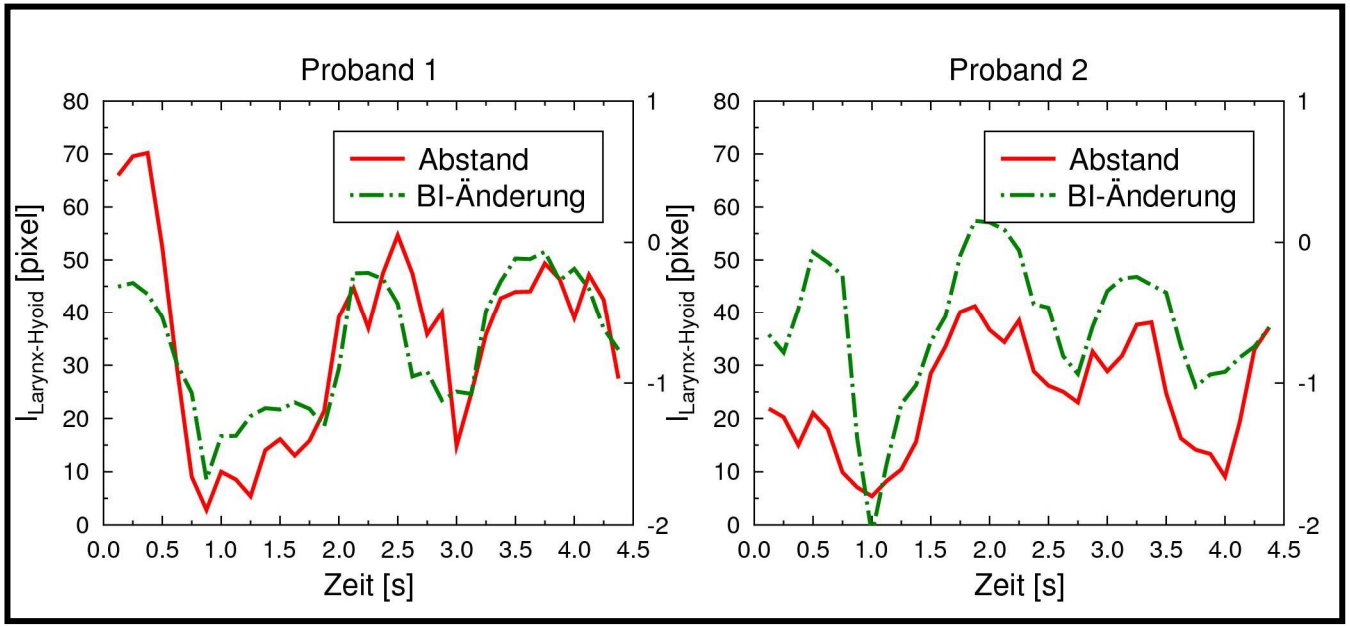
Auswertung



Atmung Schlucken

BI und Schluckablauf

Vergleich der Änderung der Bioimpedanz und der Distanz zwischen Larynx und Zungenbein über der Zeit



Korrelationskoeffizient $R_{Proband1}$= 0,65 $R_{Proband2}$= 0,51

BI und Schluckablauf

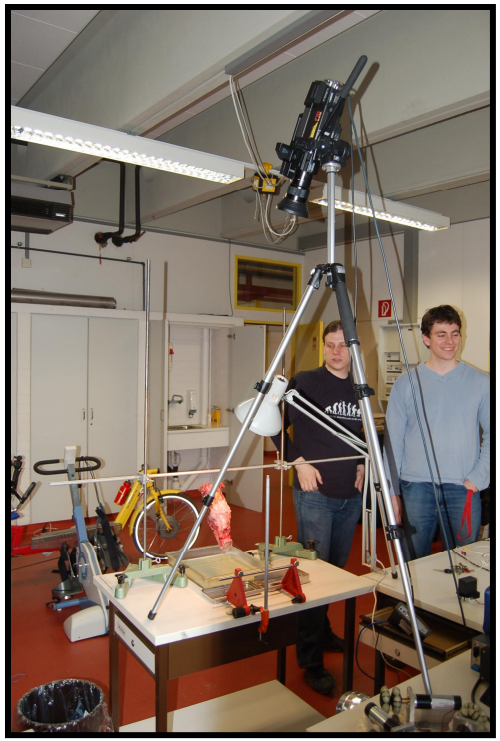
Ergebnisse

- BI ermöglicht Aussage über Schluckablauf
- Amplitude der BI korreliert mit der Annäherung von Hyoid und Schildknorpel
- Messsystem für geregelte Stimulation der muskulären Kehlkopfhebung möglich
- Weiterführende Studien prüfen die Randbedingungen des Messverfahrens

BI und Aspiration

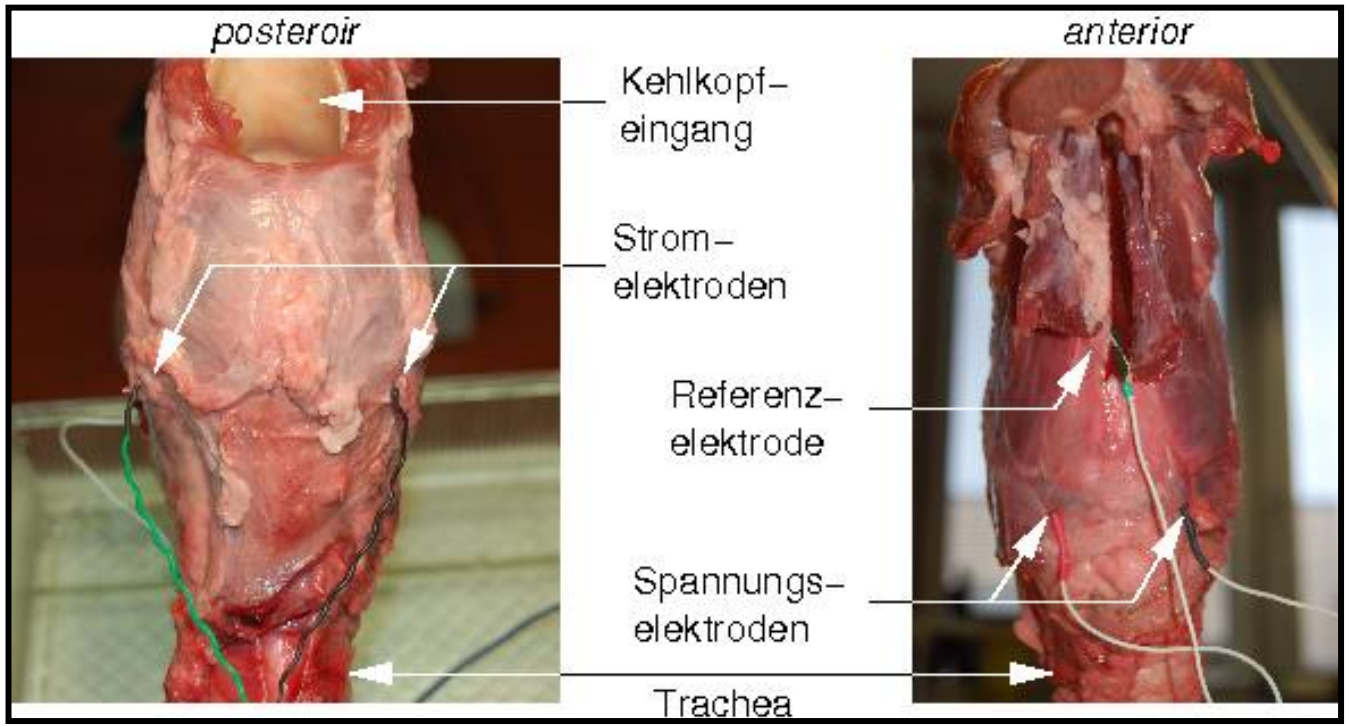
Studiendesign

- Rinderkehlkopf
- Applikation in den Kehlkopf von
  - Wasser
  - Buttermilch
  - Joghurt
- Simultane Aufzeichnung von Bild und Bioimpedanz

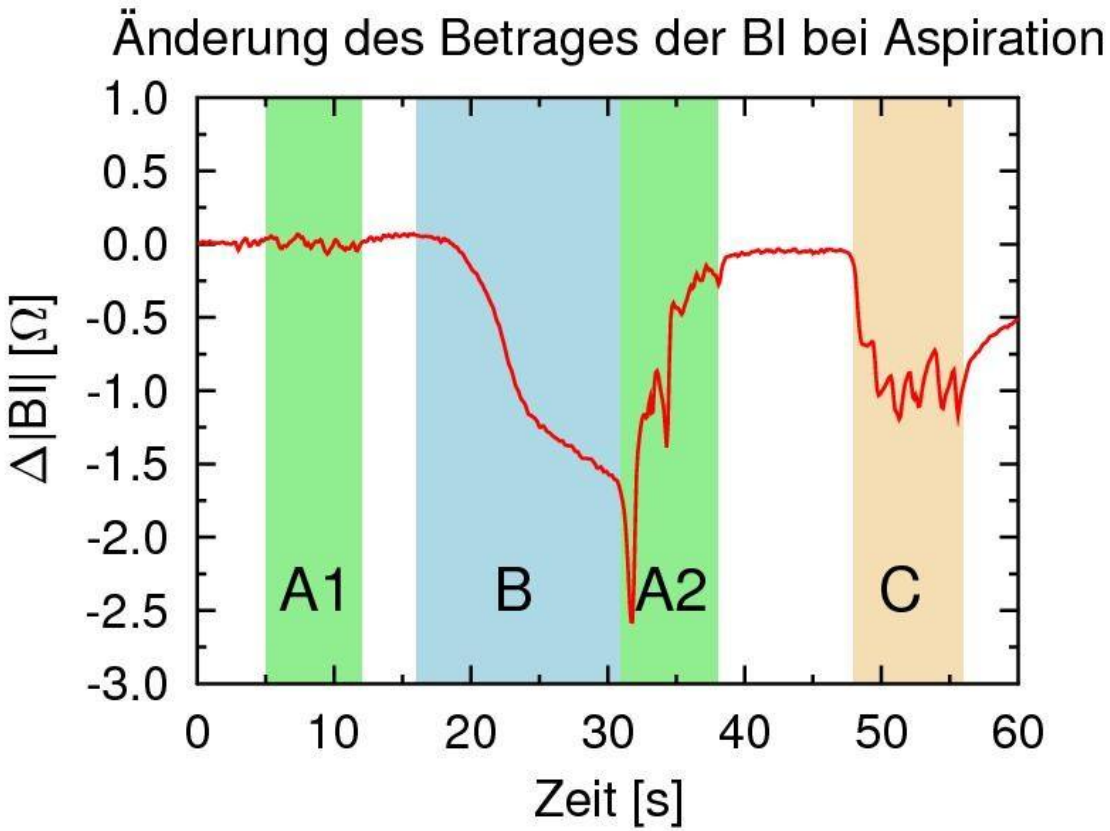


BI und Aspiration

- Bioimpedanz Messung
  - 4 Elektroden Messmethode
  - Erfassung des Betrags der Bioimpedanz bei 50 Hz



BI und Aspiration



A1 Wasser

B Joghurt

A2 Wasser

C Buttermilch

BI und Aspiration

Ergebnisse

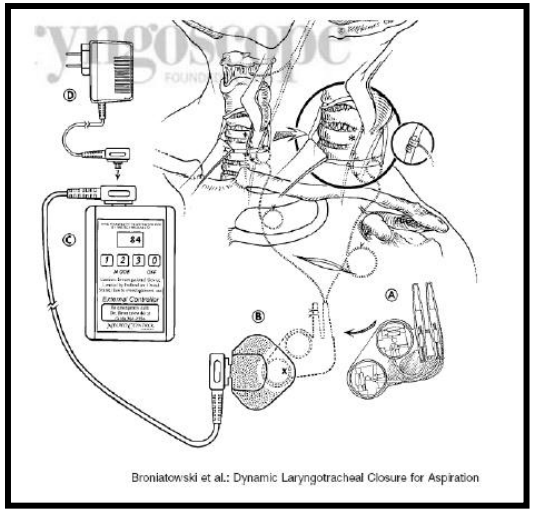
- Änderung der BI unter Flüssigkeit
- Maximum der BI in Höhe der Elektrode
- BI abhängig von Leitfähigkeit der Flüssigkeit
- Messsystem für den Schluckerfolg/misserfolg
- Weiterführende Studie prüfen Randbedingungen der Messungen

Ausblick

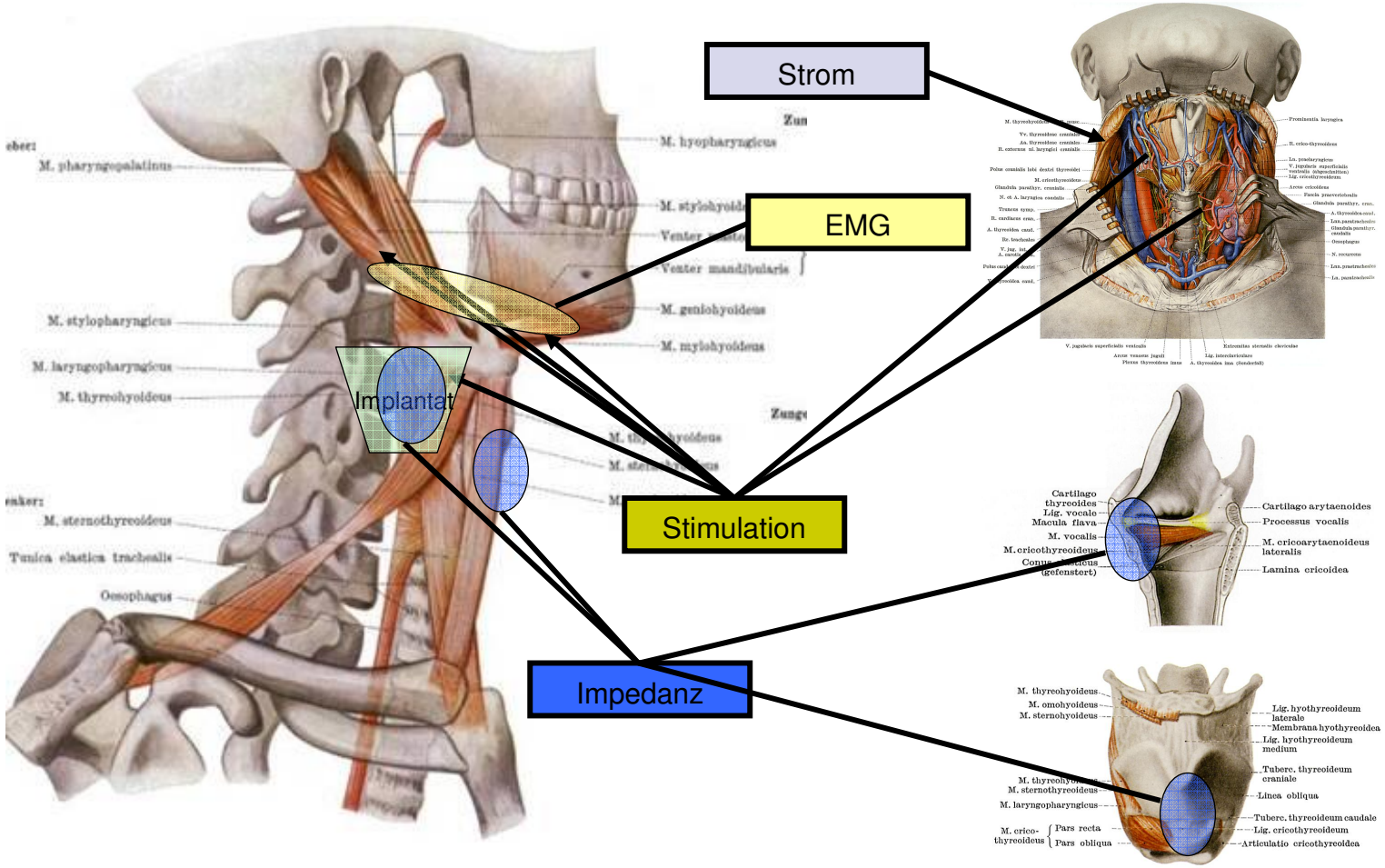
- Transkutane BI Messung
  - Diagnostik (Screening)
  - 24 Stunden Messung
  - Therapiekontrolle
  - Biofeedback System
  - Stimulation (Akustisch, Elektrisch, etc.)

Ausblick

- Neuroprothese – Stand der Technik
  - Strategie zum Aspirationsschutz
    - Stimulation der äußeren Kehlkopfmuskeln
    - Stimulation der inneren Kehlkopfmuskeln
  - Regelung der Stimulation
    - Manuelle Triggerung, EMG-Triggerung
    - Keine gezielte Anpassung der Stimulationsintensität



Ausblick

- Neuroprothese Ausblick
  - Implantation der Messsysteme (BI, EMG?)
  - Geregelte Stimulation
    (Mechanisch, Elektrisch, Chemisch)
  - Regelung der Stimulation
    - Infrahyoidale Muskulatur (Schluckablauf)
    - Abwehmaßnahmen (Husten, Räuspern)
      - N. laryngeus sup., N. vagus, Hirnstamm

Ausblick Neuroprothese