

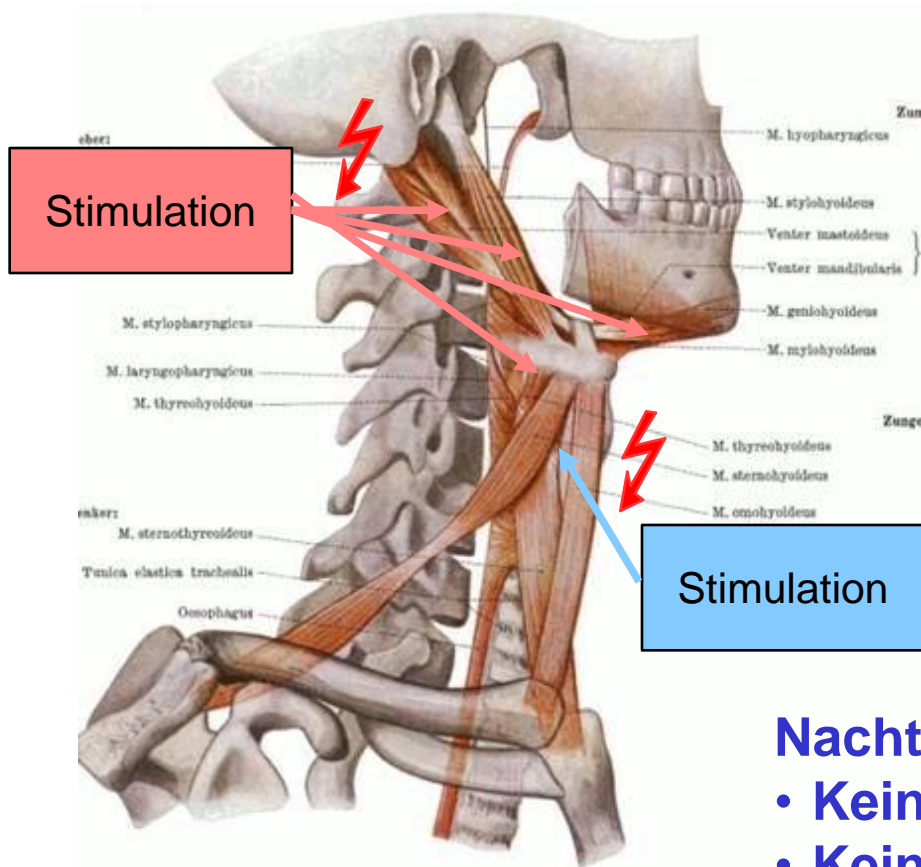
Automatisierte Schluckererkennung durch EMG und Bioimpedanz

Seidl RO¹, Nahrstaedt H², Schauer Th², Schultheiss C¹

¹Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Krankheiten, ukb

²Fachgebiet Regelungssysteme, TU Berlin

Schlucken und Elektrostimulation



- Dauerhafte Unterstützung des geschwächten Schluckvorgangs durch eine **Neuroprothese**
- Stimulierte Schluckmuskulatur
 - Äußere Kehlkopfmuskeln zur Kehlkopf Hebung

Nachteile bisheriger Systeme

- Keine Erfolgskontrolle der Stimulation
- Kein geschlossener Regelkreis

Bioimpedanzgeregelt**e** Dysphagie Prothese BigDysPro

- Entwicklung einer Neuroprothese für die Behandlung von Schluckstörungen
- Voraussetzung ist ein Messsystem, das eine sichere Erkennung und Klassifizierung von Schluckvorgängen ermöglicht
- Entwicklungsstand automatisierte Schluckererkennung (Offline)
 - Aufbau Messsystem
 - Reliabilität und Reproduzierbarkeit des Messverfahrens
 - Entwicklung einer automatisierten Schluckererkennung
 - Überprüfung der automatischen Erkennung

Anforderungen Messsystem

- Unschädlich
- 24 Stunden / 7 Tage
- Mobil / implantierbar
- Reproduzierbare Ergebnisse
- Bewertung des Schluckvorgangs
- Echtzeiterkennung eines Schlucks bzw. einer Schluckintention



Standardverfahren wie Endoskopie und Videofluoroskopie erfüllen diese Anforderungen nicht!

Bioimpedanz und Kehlkopfbewegung

- Signifikante Korrelation des Bioimpedanzmesssignals und der Kehlkopfbewegung
(0.7 Spearman-Rangkorrelationskoeffizient >0.5)
- Bioimpedanz ermöglicht Aussage über Geschwindigkeit und Ausmaß der Kehlkopfbewegung beim Schlucken
- Videofluoroskopie Studien zeigen signifikanten Unterschied der Kehlkopfbewegung bei verschiedenen Krankheitsbildern

Bioimpedanz und EMG

- Bioimpedanz und EMG ermöglichen eine Aussage über den Schluckverlauf
- Messmerkmale können physiologischen Ereignissen beim Schluckverlauf zugeordnet werden
- Messmerkmale ermöglichen die Bewertung der Qualität eines Schlucks

Reproduzierbarkeit Messverfahren

- Bei einem Patienten durch wiederholte Messungen
 - 20 gesunde Probanden, ein Untersucher
 - Signifikante Übereinstimmung zwischen den Messungen
0.9 Spearman–Rangkorrelationskoeffizient (>0.5)
- Verschiedene Untersucher bei einem Probanden
 - 4 Untersucher, 10 gesunde Probanden
 - Signifikante Übereinstimmung zwischen den Untersuchern
0.85 Spearman–Rangkorrelationskoeffizient (>0.5)
- Vergleich Elektrodentyp
 - Kein signifikanter Unterschied zwischen transkutan und subkutan

Entwicklung automatische Schluckererkennung

- EMG und BI Änderungen haben physiologische Ursachen
 - EMG-Tätigkeit zur Hebung des Kehlkopfs
 - BI-Änderung durch Rachenverschluß
- Um einen Schluck zu erkennen Identifizierung
 - Kurvenverläufe EMG und BI
 - Charakteristischer Muster in BI und EMG
 - Unterscheidung Start und Ende EMG-Aktivität
 - Erfassen Kurvenabfall und Minima der BI

Erkennen von Schluckaktivitäten

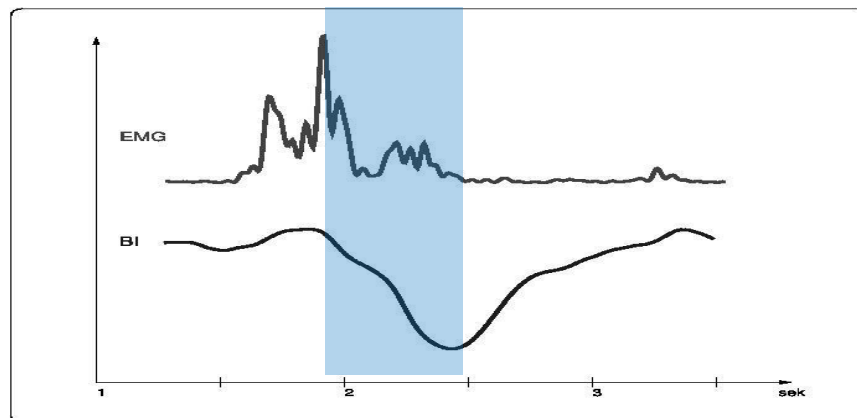
2-stufiges Verfahren

1. Physiologisches Kriterium: **Kein Schluck ohne Muskelarbeit!**

- EMG-Aktivität leitet immer BI-Veränderung beim Schluck ein
- EMG-Aktivität zwischen Start und Minimum der BI-Aktivität

2. Anwendung eines Klassifikators

- Support Vector Machine (SVM)¹



[1] Chih-Chung Chang and Chih-Jen Lin, LIBSVM : A library for support vector machines. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, 2:27:1--27:27, 2011. Software available at <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm>

Validierung automatische Schluckererkennung

Methode

- Gesunde Probanden
- Ethikvoten EA1/160/09 und EA1/161/09, Charité Berlin
- Vergleich händische und automatische Schluckererkennung
 - Erkennung an Hand physiologischer Kriterien
 - Erkennung von Schlucken gegen allgemeine Bewegungen (Kopfwendung, Sprechen etc.)
 - Erkennung der Nahrungskonsistenz

Ergebnisse physiologische Kriterien

- 1625 Schlucke gesunder Probanden
- Markierte Schlucke galten als Schlucke, nicht markierte Bereiche zählten als Nicht-Schlucke
- Unterscheidung anhand physiologischer Kriterien (EMG-Aktivität vor Tal in der Bioimpedanzkurve)

1609 (99%) richtig erkannte Schlucke

5542 falsch positive Ergebnisse

Klassifikator zusätzlich erforderlich!

Ergebnisse Klassifikation Schlucken

- Trainingsdatensatz für Klassifikator
 - 682 Schlucke, 3039 Nicht-Schlucke
- Testdatensatz
 - 927 Schlucke, 2503 Nicht-Schlucke

	Schluck	Kein Schluck
positiv	848	130
negativ	79	2373

Richtig erkannte Schlucke (Sensitivität) = 91,5%

Richtig erkannte Nicht-Schlucke (Spezifität) = 94,8%

Ergebnisse Klassifikation Nahrungskonsistenz

- Trainingsdatensatz für Klassifikator
 - 682 Speichelschlucke, 389 Nahrungsschlucke
- Testdatensatz
 - 321 Speichelschlucke, 503 Nahrungsschlucke

	Speichel	Nahrung
positiv	263	42
negativ	58	462

Richtig erkannt Speichel (Sensitivität) = 81,9%

Richtig erkannt Nahrung (Spezifität) = 91,7%

Ergebnisse Klassifikation Nahrungskonsistenz

Zur Zeit kein anderes technisches Verfahren bekannt das einen Schluck und/oder seine Konsistenz erkennt!

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, das eine automatisierte Differenzierung der Qualität eines Schlucks (z.B. Aspiration) mit dem Meßverfahren möglich ist.

Richtig erkannt Speichel (Sensitivität) = 81,9%

Richtig erkannt Nahrung (Spezifität) = 91,7%

Stand der Forschung

- BI & EMG Messsystem gibt reliabel und reproduzierbar Auskunft über anatomische und funktionelle Änderungen beim Schlucken
- Automatisierte offline Erkennung ermöglicht Identifizierung
 - Schlucken
 - Konsistenz des Geschluckten
 - Qualität des Schlucks
- Praktische Umsetzung in einem Messgerät für
 - Diagnostik (Aspiration etc.)
 - Therapie (Biofeedback, Ergebniskontrolle)
 - Forschung (24-Stunden Messungen, Überwachung)

Ausblick

- Entwicklung einer Echtzeiterkennung
- Erweiterung des Datenpools für eine differenziertere Diagnostik von Schluckstörungen und Aspiration
- Triggerung von Stimulationen für Schlüsselexperiment

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- Unterstützt durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Projektes BigDysPro
- Betreut durch das DLR
- Weitere Informationen unter www.bigdyspro.de

bigdyspro
www.bigdyspro.de



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung