

# **Schluckstörungen bei HNO-Tumorpatienten: Eine Einzelfallstudie zur Dysphagietherapie mithilfe des sEMG-Biofeedback-Verfahrens**

*Linda Weiland, Jonka Netzebandt & Ulrike Frank*

Swallowing Research Lab, Universität Potsdam

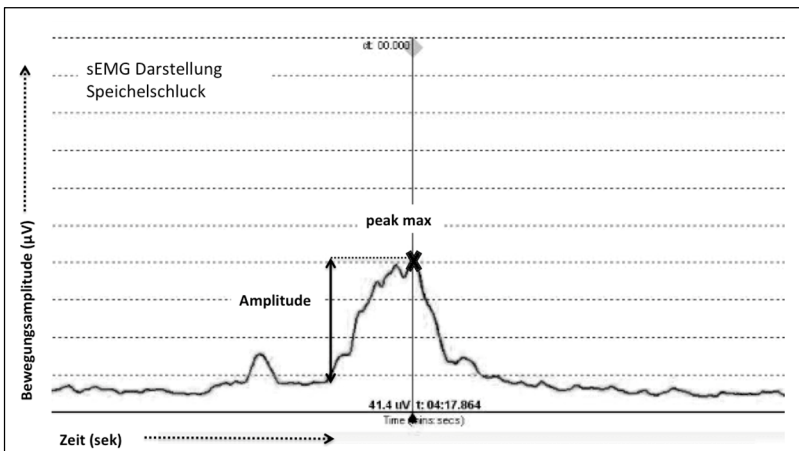
## **1 Einleitung**

Patienten mit Tumoren im Hals-Nasen-Ohren Bereich leiden häufig unter Störungen der Nahrungsaufnahme, die durch ausgedehnte post-operative Strukturdefekte aber auch durch Chemo- und/oder Strahlentherapie bedingt sein können. Nicht selten kommt es zu einer Bandbreite an Folgen, die einen völlig veränderten Schluckablauf bedingen können. Diese Patienten sind in der Regel auf eine therapeutische Behandlung angewiesen, um eine größtmögliche Lebensqualität zu erhalten oder wieder herzustellen.

## **2 Theoretischer Hintergrund**

In den letzten Jahren wurde die Anwendung von Biofeedback-Verfahren untersucht, mit deren Hilfe Patienten z. B. kompensatorische Schlucktechniken erlernen können. Eine Möglichkeit einer solchen Biofeedback-gestützten Therapie ist der Einsatz der Oberflächen-Elektromyographie (surface electromyography, sEMG). Mithilfe von Klebeelektroden, die auf die Haut über den zu aktivierenden Muskelgruppen aufgeklebt werden, wird die Muskelaktivität erfasst und mit Hilfe einer speziellen Software als kurvenförmiger Verlauf (so genannte „Plotline“) auf einem Bildschirm sichtbar gemacht. Der Patient kann nun selbst kleinste Veränderungen, die er durch Muskelaktivität hervorruft, zeitlich simultan erkennen und entsprechend der therapeutischen Zielsetzung verändern (z. B. die Technik „kräftiges Schlucken“ üben). Um von dieser visuellen Feedbackmethode zu profitieren, muss der Patient neben visuellen Fähigkeiten über ein aus-

reichendes Instruktionsverständnis und eine ausreichende Aufmerksamkeits- und Konzentrationsfähigkeit verfügen. Mit den so gewonnenen Daten kann z. B. erfasst werden, mit welchem *Kraftaufwand* der Patient schlucken kann (*peak max*) bzw. wie groß der Unterschied zwischen der Muskelaktivierung in der Entspannungsphase im Vergleich zur Anspannungsphase (*Amplitudenanstieg*) ist, und auch der zeitliche Verlauf der gezielten Muskelaktivitäten ist messbar (Abb. 1). Daher eignet sich dieses Verfahren gut zur objektiven Überprüfung von Therapieeffekten.



*Abbildung 1.* Darstellung der Aktivität der suprahyoidalen Muskulatur bei einem Speichelschluck mit dem sEMG-Verfahren. Messparameter: „peak max“ (maximale Muskelkraft in  $\mu\text{V}$ ), Amplitude (Kraftentwicklung aus dem Ruhebereich in  $\mu\text{V}$ ), Zeit der Muskelaktivitäten (in Sekunden).

Positive Effekte des sEMG-Biofeedback-Verfahrens beim Erlernen schluckrelevanter (kompensatorischer) orofazialer Bewegungen sind durch einige Studien mit Gesunden (z. B. Huckabee, 1996; Huckabee, Low & McAuliffe, 2012) und Dysphagiepatienten (z. B. Crary, 1995; Crary, Carnaby, Groher & Helseth, 2004) bereits gut belegt. Aufgrund zahlreicher Erfahrungen im Einsatz der sEMG-

Biofeedback Methode entwickelten Steele et al. (2012) einen Vorschlag für ein sEMG-Biofeedback gestütztes Therapieprotokoll (Steele et al., 2012) das in leicht modifizierter Form für die Durchführung in dieser Studie genutzt wurde. Trotz der zitierten vielversprechenden Studien zu sEMG-Biofeedbackverfahren, gibt es jedoch noch immer eine große Lücke in der Literatur, was den Einsatz dieser Methode speziell bei Tumorpatienten betrifft. Diese Arbeit möchte diese Lücke durch eine Einzelfallstudie etwas verkleinern.

### 3 Fragestellung und Hypothesen

Diese Studie hatte das Ziel, therapiespezifische Effekte bei Anwendung eines sEMG-Biofeedback-gestützten Schlucktrainings zu untersuchen. Hierzu wurde mit einer HNO-Tumorpatientin das kompensatorische Verfahren des „effortful swallowing“ (kräftiges Schlucken) geübt. Als primäre Messparameter wurden die *maximale Schluckkraft* (*peak max*) und die *Schluckamplitude* (Differenz zwischen *peak max* und der Ruheaktivität) definiert. Untersucht wurde die Fragestellung, ob durch eine sEMG-Biofeedback-gestützte Therapie bei der Patientin eine Erhöhung der maximalen Schluckkraft und des maximalen Amplitudenanstiegs beim normalen und beim kräftigen Schlucken erreicht werden kann. Hierzu wurden folgende Hypothesen formuliert:

*Hypothese 1:* Durch eine sEMG-Biofeedback-gestützte Therapie kommt es zu einer Erhöhung der maximalen Schluckkraft beim normalen Schlucken von Nahrung.

*Hypothese 2:* Durch eine sEMG-Biofeedback-gestützte Therapie kommt es zu einer Vergrößerung des Amplitudenanstiegs beim normalen Schlucken von Nahrung.

*Hypothese 3:* Durch eine sEMG-Biofeedback-gestützte Therapie kommt es zu einer Erhöhung der maximalen Schluckkraft beim kräftigen Schlucken von Nahrung.

*Hypothese 4:* Durch eine sEMG-Biofeedback-gestützte Therapie kommt es zu einer Vergrößerung des Amplitudenanstiegs beim kräftigen Schlucken von Nahrung.

Neben der Überprüfung der vier genannten Hypothesen, wurden auch Übungseffekte (Verbesserungen für die geübte Konsistenz „Smoothie“) bzw. Generalisierungseffekte (Verbesserungen auf ungeübte Konsistenzen) überprüft. Des Weiteren wurde eine Generalisierung auf ungeübte Fähigkeiten getestet.

## 4 Methoden

### 4.1 Probandin

Die Probandin war zum Zeitpunkt der Therapie 63 Jahre alt. In den sieben Jahren vor der Therapiestudie kam es bei ihr infolge eines Plattenepithelkarzinoms im Unterkieferbereich zu einer ausgedehnten Resektionsoperation mit beidseitiger Neck Dissection. Das im Mundraum entstandene Narbengewebe verursachte ihr Schmerzen während der Nahrungsaufnahme und führte v. a. zu funktionellen Einschränkungen der Zungenretraktionskraft in der oralen Transportphase, einer erheblich eingeschränkten Kieferbeweglichkeit und zu gelegentlichen Penetrations- und Aspirationsereignissen, die bei der Patientin eine große Verunsicherung bei der Nahrungsaufnahme auslösten. Auffällig war zudem ein zumindest zum Teil kompensatorischer Hypertonus der orofazialen Muskulatur, der sowohl klinisch als auch in einer ersten sEMG Messung sichtbar wurde. Aufgrund dieser Befunde wurden zwei Therapieschwerpunkte definiert:

1. Verbesserung des pharyngealen Bolustransports durch Erhöhung der Zungenschubkraft. In der Therapie sollte dies durch eine Erhöhung der maximal möglichen Schluckkraft (peak max), in zwei Untersuchungsbedingungen (1. normales Schlucken, 2. kräftiges Schlucken) erreicht werden.

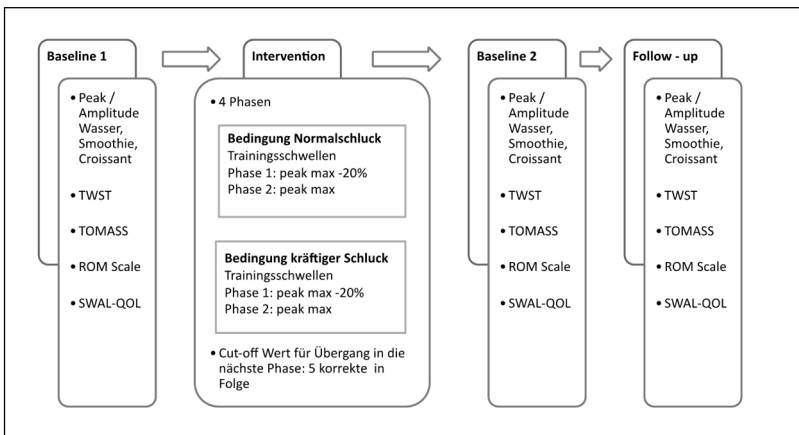
2. Verbesserung der selektiven Zungenschubkraft durch Abbau des kompensatorischen Hypertonus in Ruhe. In der Therapie sollte dies durch eine Vergrößerung der Schluckamplitude in beiden Untersuchungsbedingungen erreicht werden.

#### 4.2 Studiendesign

Die Therapiestudie wurde anhand eines ABA Untersuchungsplans mit einer Follow-up Messung eine Woche nach Therapieende durchgeführt (Abb. 2). In den Baselinemessungen wurden folgende Messverfahren durchgeführt.

1. sEMG Messung von *drei normalen* und *drei kräftigen* Schlucken mit *drei verschiedenen Konsistenzen* (Wasser, Smoothie, Croissant) Messparameter: peak max und Schluckamplitudenanstieg
2. *Timed Water Swallow Test* (TWST, (Hughes & Wiles, 1996): ein Messverfahren, bei dem Geschwindigkeit (Gesamt und Einzelschluck), Schluckfrequenz, Schluckvolumen und Aspirationszeichen beim Trinken von 150 ml Wasser erhoben werden
3. *Test of Mastication and Swallowing of Solids* (TOMASS, Huckabee, McIntosh & Apperley, 2014): ein Messverfahren, bei dem Geschwindigkeit (Gesamt und pro Biss), Schluckzahl und Kauzyklen (pro Biss) beim Essen eines Crackers gemessen werden. In dieser Studie wurde statt eines Crackers ein Stück Croissant verwendet
4. *Range of Motion Scale* (ROM-Scale): eine Messskala der Firma Thera Bite® zur Messung des Kieferöffnungswinkels
5. *Swallowing Quality of Life and Quality of Care Outcomes Tool* (SWAL-QoL, McHorney et al., 2000): ein Fragebogen, mit dem Lebensqualität, Partizipation und Teilhabe aus der Patientenperspektive erfasst werden

Durch die Erfassung der Muskelaktivität bei verschiedenen Konsistenzen sollten Übungseffekte (auf die geübte Konsistenz Smoothie) und Generalisierungseffekte (auf die ungeübten Konsistenzen Wasser und Croissant) ermittelt werden. Die Messinstrumente TWST und TOMASS sollten Generalisierungseffekte auf weitere Fähigkeiten (Trinken und Essen) überprüfen. Die Messung des Kieferöffnungswinkels diente als Kontrollaufgabe, da hier keine therapiespezifischen Verbesserungen zu erwarten sind. Im SWAL-QoL wurden therapie-  
relatierte Veränderungen im Bereich Partizipation und Teilhabe überprüft.



**Abbildung 2.** Studiendesign der Therapiestudie. TWST: Timed Water Swallow Test (Hughes & Wiles, 1996), TOMASS: Test of Mastication and Swallowing of Solids (Huckabee, McIntosh & Apperley, 2014), ROM-Scale: Range of Motion Scale (Fa. Thera Bite®), SWAL-QoL: Swallowing Quality of Life and Quality of Care outcomes tool (McHorney et al., 2000)

### 4.3 Durchführung der Interventionsphase

Insgesamt wurden über einen Zeitraum von drei Wochen 12 Therapieeinheiten (4 Mal pro Woche) à 30–45 min durchgeführt. Für die sEMG-Messungen wurde das Gerät NeuroTrac Simplex® (Firma Verity Inc.) verwendet, das über ein Glasfaserkabel mit einem Laptop

verbunden war, auf dem das sEMG-Signal mit der NeuroTrac Software sichtbar gemacht wurde. Für die Ableitung der Muskelaktivitätspotentiale wurden VitaTronic® Punktelektroden verwendet, die äußerlich im Bereich der suprahyoidalen Muskulatur befestigt wurden. Die Therapie wurde in Anlehnung an Steele et al. (2012) in vier Phasen geplant, in denen eine zuvor definierte Trainingsschwelle erreicht werden sollte. Diese lag zunächst im Bereich der mittleren Normalschluckamplitude abzüglich 20%. Steigerungen ergaben sich dann durch die Erhöhung der Trainingsschwellen und durch Einführung einer weiteren Schluckbedingung (kräftiges Schlucken). In jeder Therapiesitzung wurde zunächst die Tagestrainingsschwelle durch fünf Baselineschlucke ermittelt, dann erfolgten mehrere Trainingsschlucke, deren maximale Schluckkraft (peak max), die Trainingsschwelle erreichen sollten. Der Grenzwert für den Übergang in die jeweils nächste Phase lag bei fünf Zielschlucken in Folge (Abb. 3).

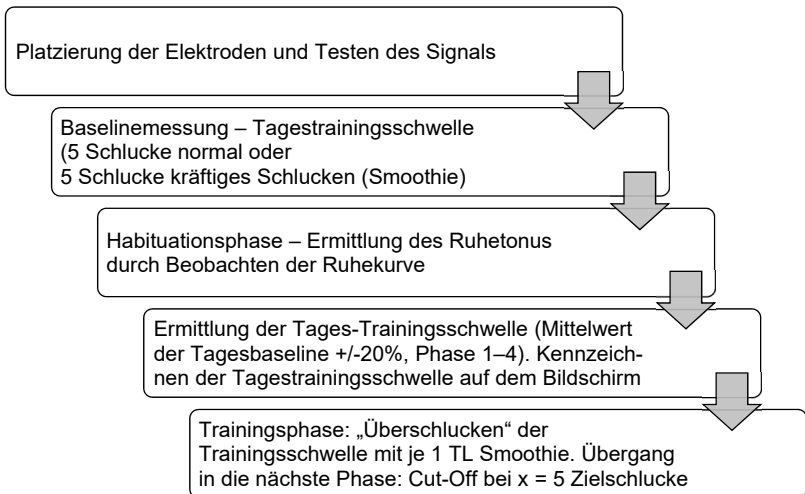


Abbildung 3. Ablauf der Therapiesitzungen in Anlehnung an Steele et al. (2012)

Die von Steele et al. (2012) vorgeschlagenen Steigerungen für die einzelnen Phasen um 20% erwiesen sich allerdings im Verlauf der Therapiephase als zu groß, so dass zum Teil in kleineren Schritten

(10 %) gesteigert wurde bzw. Grenzen wieder vermindert werden mussten.

#### 4.4 Datenanalyse

Zur statistischen Auswertung der Daten wurde mit der Statistik-Software SPSS® (Version 20) gearbeitet. Obwohl die Daten eine Normalverteilung aufweisen (Shapiro-Wilk-Test), wurde aufgrund der relativ geringen Menge an Daten in den Baselinemessungen der nicht-parametrische Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test verwendet, der eine statistisch reliablere Auswertung relativ weniger Daten ermöglicht.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Hypothese 1: Erhöhung der maximalen Schluckkraft bei normalem Schlucken

In der Bedingung *Normales Schlucken* zeigte sich insgesamt über alle Konsistenzen hinweg keine signifikante Verbesserung der maximalen Schluckkraft (BL1:  $M=27,0 \mu\text{V}$ , 14,8–35,6; BL 2:  $M=28,4 \mu\text{V}$ , 18,5–39,5;  $p = .594$ ; Wilcoxon, einseitig) (Abb. 4). In der Analyse der Einzelkonsistenzen zeigte sich auch kein Übungseffekt für Smoothie-Schlucke, jedoch eine leichte Verbesserung der maximalen Schluckkraft für Wasser und Croissant, die jedoch zur Follow-Up Messung nicht gehalten wurde oder sogar unter dem Ausgangsniveau lag. Hypothese 1 wurde somit nicht bestätigt.



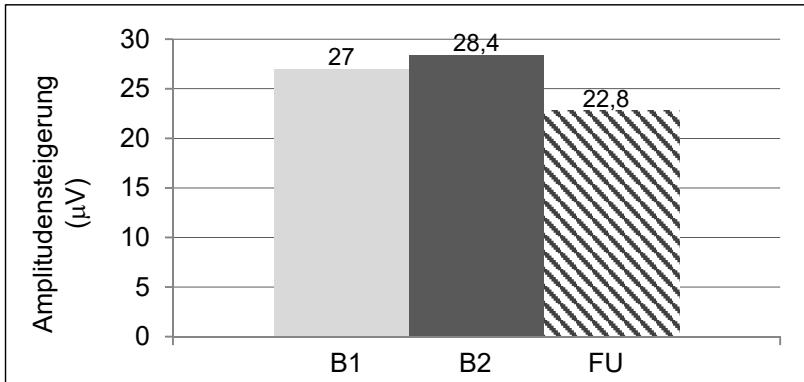


Abbildung 4. Mittelwerte der Amplitudensteigerung ( $\mu\text{V}$ ) für die maximale Schluckkraft bei normalem Schlucken

## 5.2 Hypothese 2: Vergrößerung des Amplitudenanstiegs bei normalem Schlucken

Die Schluckamplitude bei normalen Schlucken aller Konsistenzen verbesserte sich im Therapieverlauf signifikant (BL1:  $M=15,1\mu\text{V}$ , 8,7–22,8; BL 2:  $M=21,4\mu\text{V}$ , 15–29,9;  $p= .038$ ; Wilcoxon, einseitig), dieser Befund war zur Follow-up Messung stabil ( $M=18,1\mu\text{V}$ , 9,9–23,5;  $p= .173$ ; Wilcoxon, einseitig) (Abb. 5).

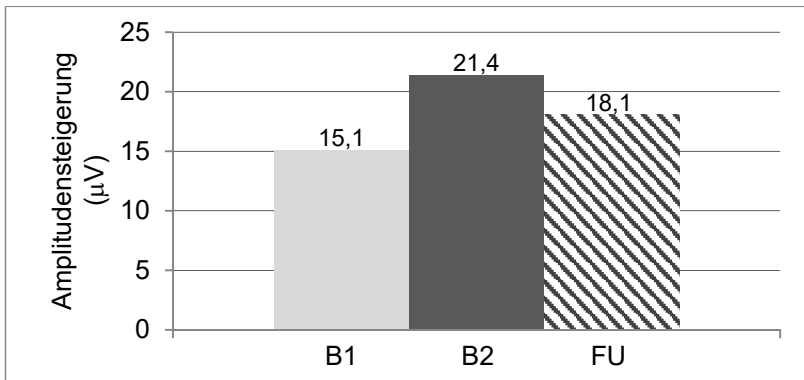


Abbildung 5. Mittelwerte der Amplitudensteigerung ( $\mu\text{V}$ ) bei normalem Schlucken über alle Konsistenzen hinweg

Hypothese 2 kann somit bestätigt werden. In den einzelnen Konsistenzen kam es bei der geübten Konsistenz Smoothie zu einer leichten Verbesserung des Amplitudenanstiegs (Übungseffekt), ebenso bei den ungeübten Konsistenzen (Generalisierungseffekt), die jedoch in der Follow-Up Untersuchung nicht stabil war.

### 5.3 Hypothese 3: Erhöhung der maximalen Schluckkraft bei kräftigem Schlucken

In der Bedingung *Kräftiges Schlucken* konnte die Patientin ihre maximale Schluckkraft unabhängig von der Konsistenz signifikant verbessern (BL1:  $M=28,5\ \mu\text{V}$ , 22,6–37,6; BL 2:  $M=38,9\ \mu\text{V}$ , 31,2–45,8;  $p= .015$ ; Wilcoxon, einseitig) (Abb. 6). Diese Verbesserung war jedoch zur Follow-up Messung nicht stabil ( $M=30,9\ \mu\text{V}$ , 26,4–36,1;  $p= .008$ ; Wilcoxon, einseitig). Die formulierte Hypothese kann daher nur eingeschränkt bestätigt werden.

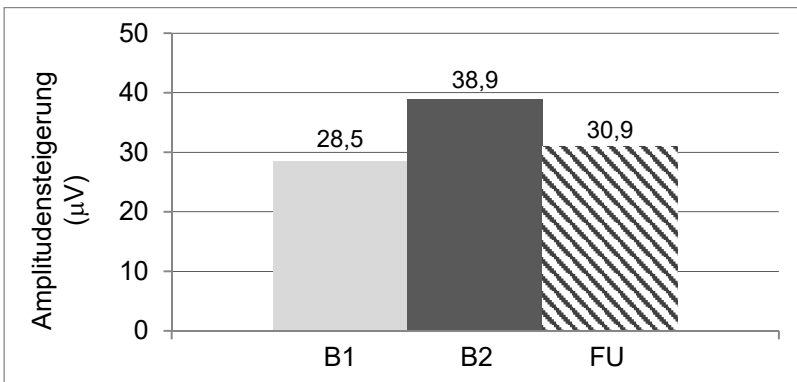


Abbildung 6. Mittelwerte der Amplitudensteigerung ( $\mu\text{V}$ ) für die maximale Schluckkraft bei kräftigem Schlucken

Speziell für die geübte Konsistenz Smoothie waren deutliche Steigerungen in der Schluckkraft zu sehen (Übungseffekt). Ähnliche, jedoch nicht so ausgeprägte Verbesserungen zeigte sich für die ungeübten Konsistenzen Wasser und Croissant (Generalisierungseffekte).

#### 5.4 Hypothese 4: Vergrößerung des Amplitudenanstiegs bei kräftigem Schlucken

Auch hinsichtlich der Schluckamplitude kam es zu einer signifikanten Verbesserung (BL1:  $M=16,1\ \mu\text{V}$ , 9,3–25,9; BL 2:  $M=32,3\ \mu\text{V}$ , 20,2–38,6;  $p= .015$ ; Wilcoxon, einseitig) für alle Konsistenzen zusammen, die ebenfalls zur Follow-up-Messung nicht stabil war, da sie sich signifikant verschlechterte ( $M=26,5\ \mu\text{V}$ , 18,1–32,6  $\mu\text{V}$ ;  $p= .011$ ). Die Leistungen blieben jedoch dennoch deutlich über dem Ausgangsniveau vor der Therapie (Abb. 7). Hypothese 4 wird daher ebenfalls eingeschränkt bestätigt.

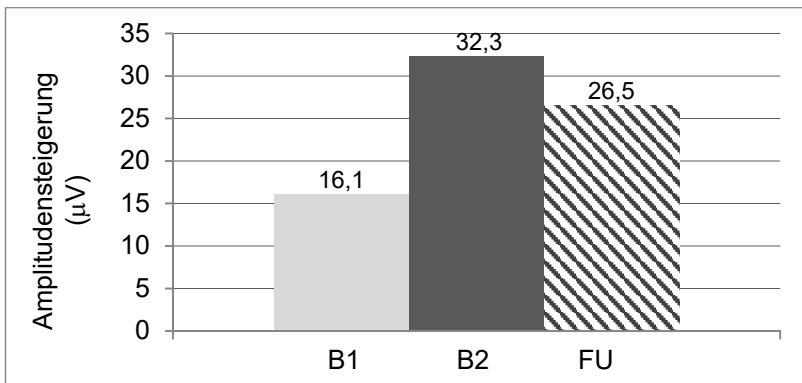


Abbildung 7. Mittelwerte der Amplitudensteigerung ( $\mu\text{V}$ ) bei kräftigem Schlucken über alle Konsistenzen hinweg

Für die einzelnen Konsistenzen war ein Amplitudenanstieg nach der Therapie zu erkennen, der für Smoothie (geübt) und Wasser (ungeübt) auch in der Follow-Up-Messung Bestand hatte. Somit ergibt sich sowohl ein Übungseffekt als auch eine Generalisierung der Leistung auf die Konsistenz Wasser; beide Effekte waren nachhaltig.

## 5.5 Weitere Ergebnisse

### 5.5.1 Kontrollaufgabe

Die Kieferöffnungsweite der Patientin lag sowohl zu Beginn der Therapie (22 mm) als auch nach der Therapiephase (23 mm) im beeinträchtigten Bereich (Gallagher, Gallagher, Whelton & Cronin, 2004). Ein positiver Effekt der durchgeführten Therapie auf diese unrelatierte Kontrollfähigkeit ist nicht gegeben, so dass die gezeigten Effekte als therapiespezifisch interpretiert werden können.

### 5.5.2 Generalisierung auf funktionelle Fähigkeiten

Hinsichtlich der Generalisierung auf andere Fähigkeiten (Trinken von 150 ml Wasser: TWST, sowie Essen eines Stücks Croissant: TOMASS, s. Tab. 1) waren Verbesserungen bzgl. des Einzelschluckvolumens für Wasser zu erkennen, die sich auch auf das Schluckvermögen (Volumen x Zeit) auswirkten.

Tabelle 1

*Ergebnisse der Messinstrumente TWST und TOMASS in den Baseline- und Follow-up Messungen. Deutliche Veränderungen sind kursiv dargestellt.*

Mess-instrument	Kategorie	Baseline 1	Baseline 2	Follow-up
TWST	Volumen (ml) pro Schluck	6,35	12,5	16,7
	Zeit (s) pro Schluck	3,1	3,6	3,1
	Schluckvermögen (ml/s)	2	3,5	5,6
TOMASS	Kauzyklen pro Biss	23	22,5	25,2
	Schlucke pro Biss	2,3	1,2	1
	Zeit (s) pro Biss	37,5	37,2	45
	Zeit (s) pro Schluck	16,1	32,5	30,1

Positiv ist zudem die Reduktion der notwendigen Schlucke pro Biss im TOMASS, die jedoch mit einer Erhöhung der benötigten Zeit für das Vorbereiten und Abschlucken eines Bissens Croissant einher

ging. Deutliche Verbesserungen waren in der Auswertung des Fragebogens zur Lebensqualität (SWAL-QoL) zu verzeichnen. So zeigte sich u. a. eine Verbesserung bei der Bewertung der Freude beim Essen. Die Patientin gab an, es falle ihr nun leichter, herauszufinden, was sie essen kann und mag und es komme auch seltener zu Aspirationszeichen wie Husten und Würgen oder zu Atemnot beim Essen.

## 6 Diskussion

Im Rahmen dieser Studie konnten therapiespezifische Effekte einer sEMG-gestützten Dysphagietherapie auf die maximale Schluckkraft beim kräftigen Schlucken und auf die Bewegungsamplitude beim normalen und kräftigen Schlucken gezeigt werden. Die Verbesserungen waren jedoch eine Woche nach der Therapie nicht stabil, so dass von einem kurzfristigen, jedoch nicht nachhaltigen Therapieeffekt auszugehen ist.

Übungseffekte für die geübte Konsistenz Smoothie stellten sich außer für die maximale Schluckkraft beim normalen Schlucken in allen anderen Bedingungen ein. Bei der Generalisierung auf andere Konsistenzen war auffällig, dass die Ergebnisse beim Schlucken des Croissants konsequent schlechter waren als die von Wasser. Dieses Ergebnis scheint aber nicht überraschend: Croissant und vergleichbare Nahrungsmittel können nur durch ausreichende Speichelvermischung gut geschluckt werden. Durch die verringerte Speichelproduktion fällt es Tumorpatienten daher oft schwer, derartige Konsistenzen ohne Kompensationsstrategie zu essen. Eine Generalisierung der erhöhten Schluckkraft auf funktionelle Fähigkeiten zeigten sich in einer Erhöhung des Einzelschluckvolumens und des Schluckvermögens (Volumen x Zeit) beim Trinken von 150 ml Wasser im TWST, außerdem beim Essen eines Stück Croissant (TOMASS), wobei eine Reduktion der notwendigen Schlucke pro Biss zusammen mit einer Erhöhung der benötigten Zeit für das Vorbereiten und Abschlucken eines Bissens Croissant zu beobachten war. Dies kann jedoch als eine Verbesserung der oralen Vorbereitungsphase interpretiert werden,

die, obwohl nun länger andauernd, zu einer effektiveren Bolusvorbereitung genutzt wird, so dass der Bolus mit insgesamt weniger Einzelschlucken abgeschluckt werden kann. Als funktionell relevanteste Generalisierung zeigten sich die Verbesserungen in der Bewertung der eigenen Lebensqualität im SWAL-QoL Fragebogen. Die Patientin gab im Abschlussgespräch außerdem an, dass sie in schwierigen Esssituationen aktiv die sEMG Kurven und Ziellinien visualisiere, um einen kräftigen Schluck ausführen zu können. Dies gebe ihr eine größere Sicherheit bei der Nahrungsaufnahme.

Eine mögliche Schwäche dieser Studie liegt in der kurzen Zeitspanne von nur einer Woche zwischen Ende der Therapiephase (BL2) und Follow-up Untersuchung. Die Ergebnisse zur Nachhaltigkeit sind demzufolge kritisch zu betrachten und in folgenden Studien sollte eine längere Follow-up Periode eingeplant werden (Athukorala, Jones, Sella & Huckabee, 2014). Im vorliegenden Fall musste die Follow-up Untersuchung jedoch aufgrund einer weiteren kurzfristig anstehenden Kieferoperation bereits eine Woche nach Therapieende erfolgen.

Von Bedeutung ist weiterhin die Platzierung der Elektroden, die in dieser Einzelfallstudie bilateral 1 cm von der Mittellinie entfernt im Bereich der suprahyoidalen Muskulatur verklebt wurden. Eine bilaterale Messung kann zu einer Messung des Aktivierungsunterschiedes zwischen den beiden Muskeln führen und misst keine unilaterale spezifische Aktivierung. Um genauere und spezifischere Ergebnisse zu haben, sollten die Elektroden in weiteren Studien unilateral befestigt werden (Stepp, 2012).

Alles in allem belegt diese Einzelfallstudie dennoch, dass sich das sEMG-Biofeedback-Verfahren auch für Patienten mit Schluckstörung eignet, die aus Tumoren im Hals-Nasen-Ohren Bereich resultieren.

## 7 Literatur

- Athukorala, R. P., Jones, R. D., Sella, O. & Huckabee, M.-L. (2014). Skill training for swallowing rehabilitation in patients with Parkinson's Disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 95*, 1374–82.
- Crary, M. (1995). A direct intervention program for chronic neurogenic dysphagia secondary to brainstem stroke. *Dysphagia, 10*, 6–18.
- Crary, M.A., Carnaby, G.D., Groher, M.E. & Helseth, E. (2004). Functional benefits of dysphagia therapy using adjunctive sEMG biofeedback. *Dysphagia, 19*, 160–164.
- Gallagher, C., Gallagher, V., Whelton, H. & Cronin, M. (2004). The normal range of mouth opening in an Irish population. *Journal of Oral Rehabilitation, 31*, 110–116.
- Huckabee, M.-L. (1996). sEMG Biofeedback: An adjunct to swallowing therapy. *Biofeedback, 24*, 20–24.
- Huckabee, M.-L., Low, I. & McAuliffe, M.J. (2012). Variability in clinical surface electromyography recording of submental muscle activity in swallowing of healthy participants. *Asia Pacific Journal of Speech, Language, and Hearing, 15*(3), 175–186.
- Huckabee, M.-L., McIntosh, T. & Apperley, O. (2014). Quantitative assessment of oral phase efficiency: TOMASS norms and preliminary validation. *Proceedings from the Dysphagia Research Society Annual Scientific Meeting*, Nashville TN, USA.
- Hughes, T.A.T. & Wiles, C.M. (1996). Clinical measurement of swallowing in health and in neurogenic dysphagia. *QJM: An International Journal of Medicine, 89*, 109–116

- McHorney, C.A., Bricker, D.E., Kramer, A.E., Rosenbek, J.C., Robbins, J., Chignell, K.A., Logemann, J.A. & Clarke, C. (2000). The SWAL-QOL outcomes tool for oropharyngeal dysphagia in adults: I. Conceptual foundation and item development. *Dysphagia*, *15*, 115–121.
- Steele, C.M., Bennett, J., Chapman-Jay, S., Cliffe Polacco, R., Molfenter, S. & Oshalla, M. (2012). Electromyography as a biofeedback tool for rehabilitating swallowing muscle function. In C.M. Steele (Hrsg.), *Applications of EMG in Clinical and Sports Medicine* (311–328). InTech.
- Stepp, C.E. (2012). Surface electromyography for speech and swallowing systems: measurement, analysis, and interpretation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *55*, 1232–1246.

## **Kontakt**

Linda Weiland

*lemistral@t-online.de*