

Funktionelle Ultraschalldiagnostik

Heinrich Iro, V. Uttenweiler, Johannes Zenk

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Iro, Heinrich, V. Uttenweiler, and Johannes Zenk. 2000. "Funktionelle Ultraschalldiagnostik." In Kopf-Hals-Sonographie: eine Anleitung zur praxisbezogenen Ultraschalluntersuchung, 97-110. Berlin: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-57012-4_5.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under the following conditions:

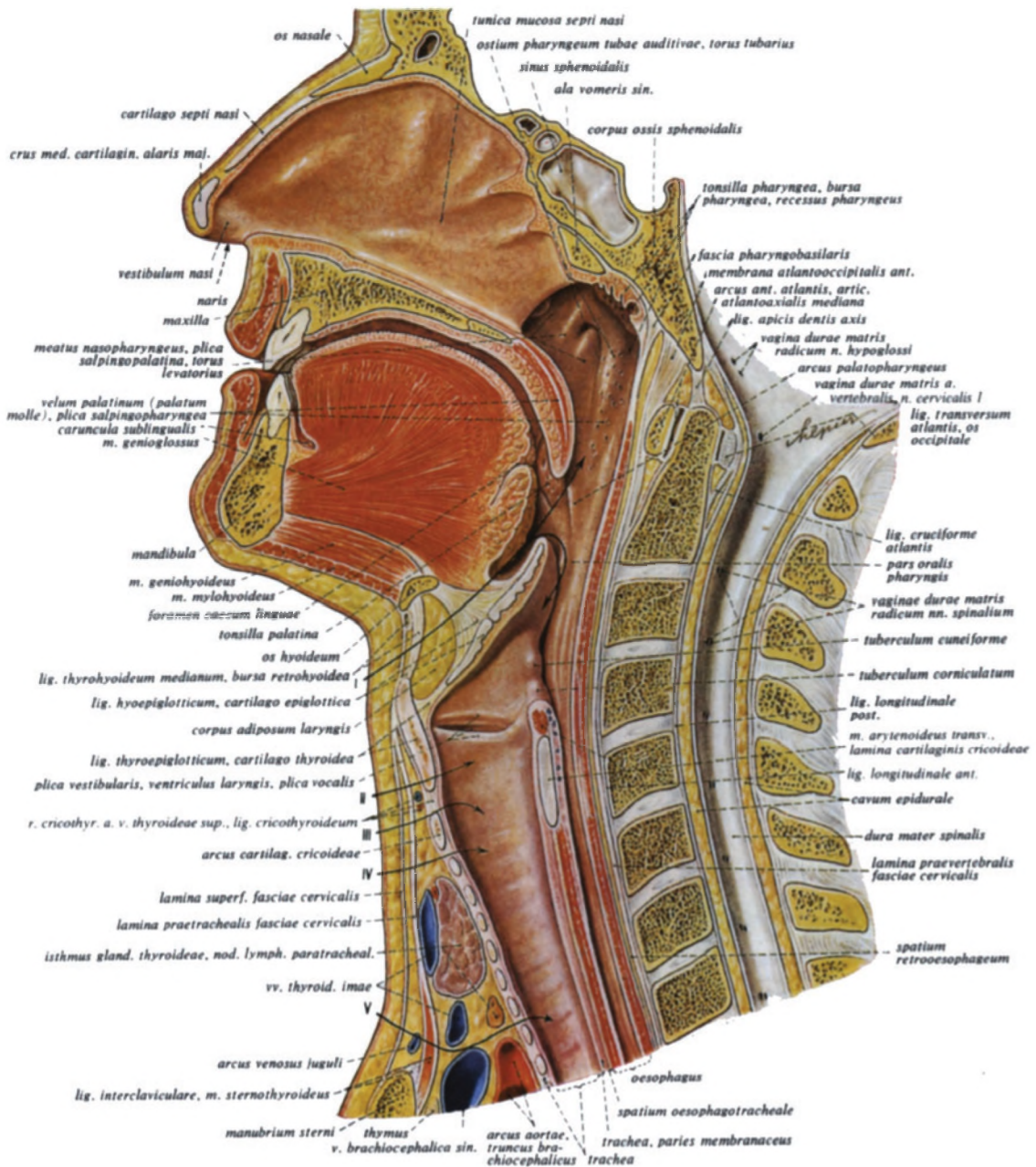
Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publizieren/>



Funktionelle Ultraschalldiagnostik



Anatomische Darstellung: Paramedianschnitt durch den Gesichtsteil des Kopfes und den Hals (aus: Sobotta, Atlas der Anatomie des Menschen. Urban & Schwarzenberg 1982)

Die diagnostischen Möglichkeiten in der Sonographie haben sich in den letzten Jahren durch technische Entwicklungen derart geändert, dass heute damit funktionelle Fragestellungen teilweise beantwortet werden können. Im Kopf-Hals-Bereich sind dies überwiegend Funktionsstörungen des Sprechens, der Sprache, der Stimme und des Schluckens. Die Diagnostik fällt damit in den Aufgabebereich des Hals-Nasen-Ohren-Arztes und des Phoniaters. Für die präoperative Planung, die postoperative Diagnostik und Therapie sowie für die Untersuchung und therapiebegleitenden Kontrollen physiologischer und pathophysiologischer Funktionszustände bietet die Ultraschalluntersuchung ein zusätzliches nichtinvasives, aber zeitlich aufwendiges Diagnostikum.

Die funktionelle Ultraschalldiagnostik ist ein neues Gebiet, das von der noch stetigen Entwicklung der Untersuchungsverfahren profitieren wird. Die Erfahrungen mit den diagnostischen Möglichkeiten und Grenzen sind auf spezialisierte Untersucher begrenzt. Im Folgenden sollen Beispiele der Untersuchungsergebnisse bei Dysphasien, Dysglossien, Dyspraxien, Dysphonien und Dysphagien aufgezeigt werden.

Die technische Entwicklung auf dem Gebiet der Ultraschalldiagnostik bietet in rascher Folge neue Möglichkeiten. Die Entwicklung der Medizintechnik, die Verbesserung bekannter Diagnostikgeräte und die Entwicklung neuer Technologien (z. B. „Cine“: Speichern einer funktionellen Bildfolge und deren Reproduzierbarkeit) erlaubt es, den Ultraschall in neue Bereiche diagnostischer Fragestellungen einzubinden. In der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde und insbesondere in der Phoniatrie und Pädaudiologie haben in den letzten Jahren folgende Störungen, mit überwiegend funktionellen Anteilen, an Häufigkeit und damit an Bedeutung zugenommen:

- Sprech- und Sprachstörungen (Dysarthrie, Dysglossie, Rhinophonie),
- Dyspraxien (myofunktionelle Dyspraxie),
- Stimmstörungen (Dysphonie),
- Schluckstörungen (Dysphagie).

Ursächlich dafür sind vermehrt auftretende Erkrankungen im Bereich des zentralen Nervensystems ebenso wie periphere Störungen im Schluck- und Artikulationsbereich nach Unfällen oder Operationen (myogene Defekte, Kompensationen, Zustand nach Langzeitintubationen u. a.). Außerdem werden zunehmend Probleme im myofunktionellen Bereich beobachtet, die bei Ernährungsgewohnheiten (Flasche)

oder persistierenden Lutschhabits (Daumenlutschen) vermehrt auftreten können. Bei diesen Patienten ist die Aussagekraft einer endoskopischen Untersuchung nicht selten durch eine gestörte Sensibilität eingeschränkt oder nicht möglich. Das Einbringen einer Sonde (Endoskop) über Nase oder Mund verhindert physiologische motorische Abläufe oder verändert pathophysiologische Vorgänge. **Die Untersuchung der Zungenfunktion kann mit dem Mundspatel nicht, mit dem Wangenhalter nur eingeschränkt gelingen.** Die auftretenden kinästhetischen Irritationen werden mit unphysiologischen Bewegungsabläufen beantwortet. Dies gilt sowohl für den Sprech- als auch für den Schluckvorgang. Eine Beurteilung dieser Funktionen gelingt nur dann, wenn afferente und efferente Nervenleitungen nicht zusätzlich beeinflusst werden. Eine Lokalanästhesie verhindert nicht selten beim Schluckvorgang, bei der Artikulation und bei der Stimmgebung eine korrekte Beurteilung des Funktionsablaufs.

Vor nahezu 30 Jahren berichteten die ersten Autoren über Ergebnisse bei der Untersuchung der Stimmbänder und der Epiglottis mittels Ultraschall.

Uttenweiler empfahl 1986, den Ultraschall als Diagnostikum bei funktionellen Störungen im Zungen- und Kehlkopfbereich (B- und M-Mode) einzusetzen. Erfahrungen in der Stimmbanddiagnostik und bei pathologischen Bewegungsabläufen bei Phonation werden beschrieben. In den folgenden Jahren findet man in der Literatur Veröffentlichungen über den Einsatz von Ultraschall in der Kehlkopfdiagnostik nach Laryngektomie, in der Zungen- und Mundbodendiagnostik sowie in der Diagnostik im Epiglottisbereich.

Die Dopplersonographie im Kehlkopfbereich findet 1968 Eingang in die Diagnostik. Schindler verwendete 1990 einen Sektor-B-Scan und zusätzlich die Dopplertechnik, um aus phoniatischer Sicht die Schwingungsgeschwindigkeit der Stimmlippen zu beurteilen. Die Einführung der Duplexsonographie durch Barber et al. eröffnete neue Möglichkeiten der funktionellen Ultraschalldiagnostik. Böhme stellte 1991 und 1992 eine Bewegungsanalyse intralaryngealer Strukturen mittels Duplexsonographie vor. Er schätzte den Wert dieser – mit hohen Anschaffungskosten verbundenen – Untersuchungsmethode in einer Erhöhung der Sensitivität der B-Bild-Sonographie des Larynx.

Der teilweise sehr große Untersuchungsaufwand, die kostspielige Untersuchungstechnik und die insgesamt eingeschränkte Aussagekraft verhinderten bisher den breiten Einsatz der zuletzt genannten Untersuchungsverfahren in der funktionellen Diagnostik. Eingang fand dagegen die Ultraschalldiagnostik mittels B- und M-Mode-Verfahren in folgenden Bereichen:

- Beurteilung der Motilität und Koordination der oralen, perioralen, pharyngealen und peripharyngealen Muskulatur bei Sprech- und Sprachstörungen, insbesondere bei Erkrankungen des zentralen Nervensystems.
- Diagnostik phonematischer Störungen bei sprachentwicklungsverzögerten und -gestörten Kindern, insbesondere beim Vorliegen einer myofunktionellen Dyspraxie als Symptom oder Ursache der Erkrankung.
- Beurteilung der Motilität und Koordination der laryngealen und perilaryngealen Muskulatur bei funktionellen Stimmstörungen, nach operativen Eingriffen und vor einer Stimmrehabilitation.
- Beurteilung der oralen und pharyngealen Phase des Schluckaktes bei zentralen Störungen, nach operativen Eingriffen und nach Verletzungen.

5.1 Sprech- und Sprachstörungen

Experimentellen Untersuchungen von Luchsinger und Arnold folgend kann angenommen werden, dass der Resonanzraum des Mundes besonders durch die Umwandlung des im Kehlkopf gebildeten, weitergeleiteten Grundtones (primärer Kehlkopftön) der Bildung der Sprachlaute dient. Die Zunge ist dabei – als beweglichstes Muskelsystem unseres Körpers – in ihrer Form stets wechselnd, in ihrem Volumen jedoch gleichbleibend. Eine enorme Kraft und Beweglichkeit und eine fein abgestufte Koordination sind die motorischen Voraussetzungen für 2 Grundmerkmale der menschlichen Laute:

- endlose Vielfalt und Variabilität in Bezug auf die uneingeschränkten Möglichkeiten der Lautabstufung in verschiedenen Sprachen (Landessprachen, Dialekte);
- genaue Wiederholbarkeit innerhalb enger physiologischer Spielräume zur Wahrung ihrer bedeutungsunterschiedlichen Eigenheiten (z.B. Fragesätze, Aussagesätze).

Es bestehen enge Beziehungen zwischen den physiologischen Leistungen der Zunge und der Qualität des Sprechens. Die Zungenspitze spielt dabei in der Lautbildung eine hervorragende Rolle. Um diese Leistungen zu erreichen, verfügt das Zungensystem über einige organisatorische Besonderheiten. Die Zunge ist ein dreidimensionales Muskelsystem, das im Gegensatz zur anderen quergestreiften Muskulatur zwar einen Ursprung, nicht aber einen Ansatz besitzt. Der Muskel wirkt nicht über ein Gelenk und hat als Masse praktisch nur sich selbst. Außerdem besitzt die Zunge die Oberflächensensibilität mit dem größten Auflösungsvermögen. Durch

den Kontakt mit dem Gaumen wird eine zusätzliche Information über die Lage der Zunge rückgemeldet. Dieser Eigenkontakt spielt z.B. bei der Motorik im Extremitätenbereich keine Rolle, sie ist an Außenobjekten orientiert. Die Rezeptorversorgung der Zunge zeigt weitere Besonderheiten: Golgi-Rezeptoren sind nicht nachweisbar und Muskelspindeln finden sich in der Zunge der Primaten nur in geringer Zahl.

Die Rolle der Oberflächensensibilität für die orolinguale Sensomotorik wird bei der Beobachtung der Motorik von Patienten mit beidseitigem Ausfall des N. trigeminus (z.B. nach therapeutischer Durchtrennung wegen Neuralgie) deutlich. Sie sind nicht in der Lage, Zungen- und Lippenstellung sowie die Mundöffnung zu kontrollieren. Sie müssen beim Essen und Trinken einen Spiegel zur Hand nehmen. Sie wissen nicht, ob sie den Mund geöffnet oder geschlossen haben. Beim Ausfall der Funktion der Muskelspindeln nach Ausschalten deren Afferenzen (z.B. nach Durchtrennung der Zervikalwurzeln I–III zur Behandlung eines Schiefhalses) zeigen sich dagegen keine Störungen der artikulatorischen und nichtartikulatorischen Zungenmotorik. Diese Tatsache verdeutlicht die Notwendigkeit der ganzheitlichen Untersuchung der Artikulationsmuskulatur, gerade auch unter dem Gesichtspunkt der Sensibilität und der oralen Stereognosefähigkeit (s. Kap. 5.3.2).

5.1.1 Zunge

Eine besondere Stellung in der Beurteilung funktioneller Vorgänge beim Sprechen und Schlucken nimmt die Zunge ein. Ihre ungestörte Beweglichkeit und ihre Koordination in der Bewegung sind Voraussetzung sowohl für einen störungsfreien Artikulations- und Schluckvorgang als auch für eine ungestörte Modulation bei der Artikulation. Diese zentrale Stellung und Bedeutung machen eine differenzierte Sicht und Beurteilung der Zunge notwendig. Sie steht damit im zentralen Interesse der Beobachtung.

Aufgrund der anatomischen Besonderheiten der Zunge (s. o.) und ihrer Bewegungsvielfalt unterscheidet sich das Echogramm wesentlich von dem anderer Muskelstrukturen. Im Ultraschallbild stellt sich der Muskelkörper der Zunge echoreich bis echodicht dar. Die Beurteilung des Sonogramms der Zunge setzt eine große Erfahrung voraus.

Wein et al. versuchten 1988 eine weitergehende Auswertung der Bewegungsfolgen der Zunge durch die graphische Darstellung von Zungenformen in zeitlicher Folge mit Hilfe eines Bildverarbeitungscomputers. Die Bilder werden zu einer „pseudodreidimensionalen“ Abbildung zusammengesetzt. Drei Einsatzmöglichkeiten wurden für diese Untersuchungsmethode beschrieben:

- Dokumentation von Bewegungsabläufen der Zunge beim Sprechen und Schlucken,
- Erfassung der Zungenformen bei normaler und gestörter Artikulation,
- visuelle Bio-Feedback-Therapie.

Die Zungenbewegungen beim Sprechen von Silben und beim Schlucken liegen in einem Frequenzbereich, der mit dem B-Mode- und M-Mode-Verfahren erfasst werden kann. Schnellere Bewegungsabläufe wie passive Schwingungen der Zungenspitze (z.B. r-Bildung) können sonographisch dagegen nur mit dem M-Mode-Verfahren erfasst werden. Zur komplexen sonographischen Beurteilung der Zungenbeweglichkeit bieten sich somit 2 Methoden an:

- pseudodreidimensionale Darstellung der Formveränderungen im B-Mode-Verfahren,
- Frequenzbestimmung im M-Mode-Verfahren.

Der Aufwand für die obengenannten Untersuchungsverfahren ist groß, die Bedeutung der interindividuellen Variabilität im Bewegungsablauf der Zunge wird unterschiedlich angegeben und eingeschätzt. Ein routinemäßiger Einsatz ist beim derzeitigen Entwicklungsstand dieser Untersuchungstechniken noch nicht gegeben.

Keller untersuchte 1987 die Bewegungen des Zungenrückens bei der Artikulation mit dem M-Mode-Verfahren. Er entwickelte dazu ein Instrumentarium, mit dem er die vertikalen Bewegungen des Zungenrückens systematisch dokumentierte. Als Messvariable wurden die Länge und Regelmäßigkeit der Bewegung, ihre Dauer und die interartikulatorische Koordination erfasst. Sie dienen der Beurteilung von Störungen der Sprechmotorik bei hirngeschädigten Patienten (Morbus Parkinson, Senildemenz) und bei Stotternen. Der Einsatz des M-Modus ermöglicht zwar die Bestimmung der Frequenz in einer hohen zeitlichen Auflösung, sichert aber nur die Aufzeichnung der Bewegungscharakteristik einzelner Punkte des Zungenkörpers und der Zungenoberfläche in der Ausbreitungsrichtung des Echolotes. Bei der Bewegungsvielfalt der Zunge (s.o.) ist der Informationsgehalt bei dieser Untersuchung deshalb eingeschränkt.

Die extraorale, transkutane Ultraschalldiagnostik der Zunge im B-Mode-Verfahren wird in den letzten Jahren zunehmend praktiziert und auch empfohlen. Die Indikationen reichen von der Diagnostik bei Zungentumoren – einschließlich Rezidivdiagnostik – bis hin zur Funktionsdiagnostik bei neurologischen Erkrankungen und funktionellen Störungen im Fachgebiet Phoniatrie-Pädaudiologie. In der Diagnostik organischer Veränderungen (s. Kap. 3) wird zusätzlich auch die enorale Ultraschalldiagnostik eingesetzt. Die Ultraschalluntersuchung bietet gegenüber anderen bildgebenden Verfahren bei diesen Fragestellungen Vorteile:

- Die Zunge ist in ihrem Schallbild homogen und echoreich. Erkrankungen führen früh zu Impedanzsprüngen und sind bald nachweisbar. Die Organangrenzungen zur Mundhöhle sind durch einen hohen Schallhärtesprung (Muskulatur/Sekret/Luft) gut nachweis- und darstellbar.
- Artefakte (Zahnfüllungen) treten bei richtiger Anwendung (Schallkopf) und Durchführung (Position) nicht auf.
- Die Ultraschalldiagnostik ist beliebig oft wiederholbar und in der möglichen Untersuchungsdauer nicht eingeschränkt, da nicht belastend.

5.1.2

Untersuchungstechnik

Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass parallele Ultraschallschnitte nur in vitro zu bekommen sind, so dass eine, der Kernspintomographie und Computertomographie entsprechende, technische Rekonstruktion zu einem dreidimensionalen Bild in vivo nicht möglich ist. Sohn et al. (1989) konstruierten einen Schallkopf, der um einen fixen Drehpunkt bewegt wird und dadurch konstante Abbildungen von Schallschnitten ermöglicht. Sie unterscheiden sich durch definierte Winkelabstände zwischen den einzelnen Ultraschallschnitten und erlauben so eine dreidimensionale Rekonstruktion in vivo. Dies mag bei statischen Gebilden gelingen, die Variabilität der zu untersuchenden Strukturen bei funktionellen Untersuchungen überfordert allerdings diese Darstellungsform.

Zum Einsatz kamen in der Vergangenheit hauptsächlich Sektorschallköpfe und „Small-part-Linear-schallköpfe“ mit 5–7,5 MHz. In neuerer Zeit werden zunehmend Konvexschallköpfe verwendet mit dem Vorteil der „unverzerrten Darstellung“ bei guter Ankopplungsmöglichkeit. Die Übersichtsdarstellung sollte grundsätzlich mit sagittaler und transversaler Schallkopfposition erfolgen. Die transversale Untersuchung (Abb. 119) erlaubt die Beurteilung der Aktivitäten des Zungenmuskels in Bezug auf eine seitendifferente oder gleichseitige Bewegung [Hypoglossusparesie, Lateralisation (Dyslalie, Dysglossie), lateraler Druck (myofunktionelle Dyspraxie)]. Die sagittale Untersuchung (Abb. 120) zeigt das Zungenrelief und damit die möglichen Kontakte und Hemmstellen zwischen Zunge und Gaumen. Diese Informationen sind sowohl für den Schluckakt als auch für die Artikulation von Bedeutung. Ein Problem bei dieser Untersuchung liegt darin, dass jeweils nur eine Schnittebene pro Aktion (Schlucken, Artikulieren) dargestellt werden kann. Zungenbereiche, die lateral der Untersuchungsebene liegen, werden nicht erfasst. Die Darstellung des Untersuchungsablaufs wird dadurch verlängert und schwierig.

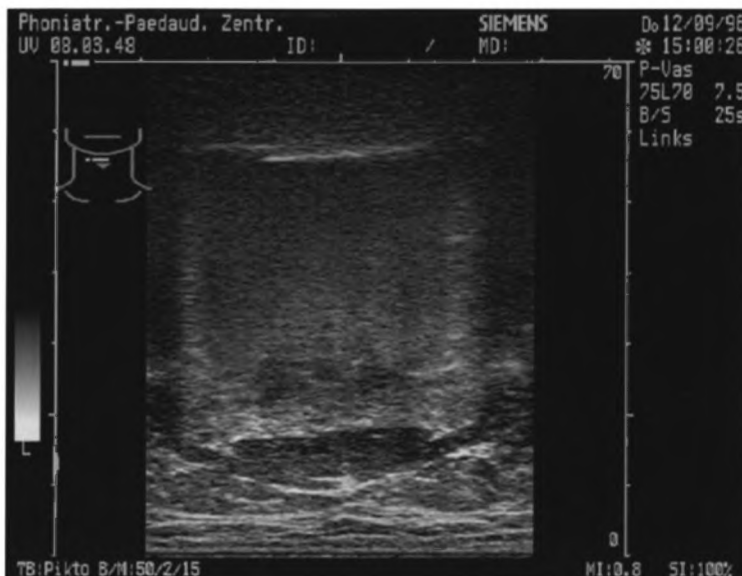


Abb. 119. Ultraschalluntersuchung (B-Mode-Verfahren) der Zunge mit transversaler Schallkopfposition



Abb. 120. Ultraschalluntersuchung (B-Mode-Verfahren) der Zunge mit sagittaler Schallkopfposition

5.1.3 Sonomorphologie

Die sonographisch relevanten Grenzen stellen bei der Untersuchung ventral der Unterkiefer und dorsal das Hyoid dar. Sie verhindern durch ihren hohen Schallhärtesprung und den dadurch dorsal auftretenden Schallschatten die Untersuchung tiefer liegender Strukturen. Der Zungenrücken, die Dorsalaponeurose, zeigt ebenfalls einen hohen Schallhärtesprung infolge des großen Impedanzsprungs zwischen Muskulatur einerseits und Luft oder Speichel andererseits. Wenn die Zunge in Ruhelage ist, oder bei der Artikulation von Vokalen, hat sie keinen Kontakt zum Gaumen. Beim Schluckvorgang überbrückt der Bolus diesen Raum, und es lässt sich so die Bewegung im bolus-

nahen Bereich in der oralen Vorbereitungsphase und der oralen Phase des Schluckens gut darstellen.

Im Bereich des Zungengrundes lassen sich echoarme Strukturen abgrenzen. Es handelt sich dabei um das peripher liegende Platysma und die äußeren Zungenmuskeln: den anterioren Bauch des M. digastricus, den M. mylohyoideus und den M. geniohyoideus. Der M. genioglossus ist der größte darstellbare äußere Zungenmuskel, er entspringt der Innenseite des Unterkiefers und strahlt fächerförmig in den Zungenkörper ein (Abb. 119).

Die innere Zungenmuskulatur stellt sich in Ruhe eher echoreich dar und ist homogen strukturiert. Neben den Mm. longitudinales superiores et inferiores, die seitlich von der Spitze zum Grund des Zungenkörpers angeordnet sind, bildet der M. transversus

linguae ein kompaktes System querverlaufender Muskelfasern (Abb. 120).

5.1.4

Untersuchungsergebnisse bei Sprech- und Sprachstörungen

Das vorrangige Zielobjekt bei der Untersuchung artikulatorischer Störungen ist die Zunge (s. Kap. 5.1.1). Sie ist an der Bildung der meisten Laute maßgebend beteiligt. An der Dokumentation der Bewegungsabläufe ist neben der Medizin (HNO-Heilkunde, Phoniatrie und Pädaudiologie, Neurologie, Neurochirurgie, Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Pädiatrie, Neuropädiatrie u. a.) auch die Linguistik und Hörgeschädigtenpädagogik interessiert. Die Erfassung der Zungenformen bei normaler und gestörter Artikulation ist maßgebend für die Diagnostik organischer und funktioneller Zustände, nicht selten auch postoperativ. Sie ist Voraussetzung für die Auswahl gezielter logopädischer Therapieformen und kann dabei eine visuelle Feed-back-Hilfe für den Patienten sein und damit möglicherweise auch seiner Motivation dienen.

Die *gestörte Lautbildung* (Dyslalie) ist eines der häufigen Symptome einer Spracherwerbsstörung. Bei der Dysglossie und der Dysarthrie findet man regelmäßig phonematische Störungen, d. h. die Artikulation ist beeinträchtigt. Die Ursachen dieser Erkrankungen sind vielfältig, ihre Auswirkungen ebenso.

Wein et al. werteten bei sprachunauffälligen Probanden die sonographisch erfassten Zungenkonturen bei der Bildung der langen Vokale im Deutschen statistisch aus. Sie fanden bei der 7maligen Wiederholung aller Vokale eine hohe Korrelation ($r > 0,98$) der Einzelkonturen und bewiesen damit eine geringe intraindividuelle Variabilität. Diese ist Voraussetzung für eine mögliche Reproduzierbarkeit der sonographischen Ergebnisse und damit die Basis für die Validität in der Befundung.

Bei der Untersuchung werden sagittale und transversale Schnittbilder angefertigt. Der Längsschnitt informiert vorrangig über die Bewegungen und Stellungen des Zungenrückens, seine Position zu angrenzenden anatomischen Strukturen und über seine Vorwärts- bzw. Rückwärtsbewegung bei der Phonation. Die Schallbilder, die man bei der Untersuchung erhält, zeigen weitgehend die aus der Phonetik bekannten Konturen der Zunge und können danach beurteilt werden. Während sich die Zungenrückenkontur gut darstellen lässt, können Probleme bei der Bildung der vorderen Vokale durch die mangelnde Abbildung der Zungenspitze (Schallschatten hinter dem Unterkiefer) auftreten. Hier kann der Einsatz eines Sektorscanners meistens Abhilfe schaffen.

Im Querschnitt kann bei der Artikulation ein „phonemspezifisches Muster“ gesehen werden. Bei

der Bildung des Zischlautes „s“ erkennt man eine Rinne durch Absenken der Zungenmitte und Anheben der lateralen Zungenanteile. Bei der gestörten Phonembildung, z. B. beim lateralen Sigmatismus, flacht sich der Zungenrücken ab, die lateralen Muskelanteile sind dominant und liegen eng der Zahnreihe an.

Mit der interaktiven Erfassung der Zungenbewegung im B-Mode-Verfahren durch ein Bildverarbeitungssystem und der pseudodreidimensionalen Darstellung wurde versucht, die kombinierte Bewegung der Zunge komplexer darzustellen, als dies bei der Beobachtung einzelner Schnittebenen und -punkte möglich ist. Mit dem M-Mode-Verfahren wurden schnelle Bewegungen wie die passive Vibration der Zungenspitze bei der r-Bildung untersucht. Beide Methoden wurden zur komplexen sonographischen Beurteilung der Zungenbeweglichkeit empfohlen. Der mit der Untersuchung, der Auswertung und der Dokumentation verbundene Aufwand ist allerdings erheblich, so dass diese Untersuchungsmethoden derzeit speziellen Institutionen mit entsprechenden Fragestellungen vorbehalten bleiben.

Für Artikulationsstörungen ist die Hinzunahme von Ultraschall im B-Mode-Verfahren eine sinnvolle Ergänzung. Sie erfordert allerdings eine große Erfahrung mit der Untersuchungstechnik und Übung im Erkennen von Bewegungsabläufen im zweidimensionalen Ultraschallbild im zeitlichen Ablauf. Sind diese Voraussetzungen gegeben, erlaubt die funktionelle Ultraschalldiagnostik folgende pathologische Bewegungsmuster zu erkennen und zu beurteilen:

- Seitendifferenz,
- Lateralisation,
- Protrusion,
- Retroflexion,
- Dyskoordination,
- Verlangsamung.

Damit kann man zusätzliche Parameter für die Indikation zur Therapie finden und hilfreiche Informationen bei der Suche nach einer optimalen Therapieform erhalten.

Patienten mit *zentralmotorischen Störungen* haben gegenüber Normalsprechenden stark verlangsamte Artikulationsbewegungen. So können Silbenfolgen seltener und undeutlicher reproduziert werden. Dies drückt sich im Ultraschallbild nicht nur in einer Reduktion der Bewegungsfrequenz aus, sondern auch in einer ungleichförmigen, dyskoordinierten Einzelbewegung. Als Folge einer Kompensation findet man im Ultraschall beim Sprechen eine verstärkte Ersatzfunktion der Mundbodenmuskulatur (Volumen, Aktivität).

Bei *peripheren Störungen*, z. B. postoperativ nach Eingriffen im Zungen- und Mundbereich oder bei peripheren Lähmungen, kommt es zu seitendifferenzen

Bewegungsmustern. Sie sind mit der transversalen Schallkopfposition am besten darstellbar. Man findet eine Seitendifferenz im Muskelvolumen und eine eingeschränkte oder aufgehobene Beweglichkeit der betroffenen Seite. Die Motilität und Koordination der oralen, perioralen, pharyngealen und peripharyngealen Muskulatur bei Sprech- und Sprachstörungen kann so dargestellt und – beispielsweise postoperativ – kontrolliert werden.

Da die ortsspezifischen Bewegungen sich im Ultraschall eindrucksvoll verfolgen lassen, die Untersuchung selbst – auch bei längerer Dauer – nicht invasiv und biologisch inert ist, eignet sich dieses Verfahren auch als therapiemotivierendes und visuell unterstützendes Medium. Die Anbildung von Lauten und die Therapie von Dysarthriepatienten kann so unterstützt werden.

5.2 Sprechstörungen bei myofunktionaler Dyspraxie

Eine besondere Form der Sprechstörung findet man bei der myofunktionellen Dyspraxie. Es handelt sich dabei um eine funktionelle Beeinträchtigung der Artikulation und der Schluckfunktion, die mit einer Störung der oralen Stereognosefähigkeit einhergeht. Als mögliche Ursache gelten ein „antrainiertes“ unphysiologisches Schluckmuster (Flasche, notwendiger Zungenvorstoß beim Saugen) oder Lutschhabits (Daumenlutschen). Diese Kinder weisen als Ursache der Artikulationsstörung (häufig Sigmatismus interdentalis) einen Zungenvorstoß und eine gestörte orale Stereognosefähigkeit auf. Bei der Untersuchung der Kinder hat sich neben der Überprüfung der oralen Wahr-

nehmung (Gegenstände mit der Zunge fühlen, „Tastkörper“), der muskulären Situation im Gesichts- (trianguläre Muskelkraft, Lippenkraft) und Artikulationsraum (Wangenhalter: Zungenvorstoß) auch die Ultraschalluntersuchung bewährt. Sie erlaubt es, bei geschlossenem Mund den Schluckakt und die Artikulation zu überprüfen. Damit werden pathophysiologische Bewegungsmuster ohne Irritation des untersuchten Raumes erkannt. Auch hier gilt, dass therapeutische Maßnahmen durch eine simultane sonographische Darstellung unterstützt werden können.

Mit der sagittalen Schallkopfposition findet man beim Schlucken einen sich stark nach vorne orientierenden Zungenkörper, die Zungenspitze „erlischt“ im Ultraschallschatten des Unterkiefers. Bei der transversalen Schallkopfposition fällt ein abgeflachter Zungenrücken auf. Die lateralen Anteile des Zungenkörpers haben Kontakt zur Zahnreihe. Insgesamt ist der Zungenkörper in Aktion weniger homogen in der Schalldichte und die Bewegung ist seitendifferent, ungleichmäßig, entsprechend dem uneinheitlichen Bewegungsbild der Zunge bei diesem Störungsbild (Abb. 121). Häufig findet man bei Kindern mit einer myofunktionellen Dyspraxie ein Wangenödem, das durch Lymphdrainage mitbehandelt werden kann. Der therapeutische Erfolg kann mit der Ultraschalluntersuchung verfolgt werden (B-Mode, Schallkopfposition zwischen Tragus und Mundwinkel), dabei wird die Wangendicke gemessen. Eine Verbesserung des myofunktionellen Befundes drückt sich durch eine „freiere“ Beweglichkeit der Artikulationsmuskulatur im Ultraschallbild aus.



Abb. 121. Ultraschalluntersuchung (B-Mode-Verfahren) der Zunge mit transversaler Schallkopfposition bei einem Kind mit myofunktionaler Dyspraxie

5.3 Stimmstörungen

Stimmstörungen sind nicht selten begleitet von Sensibilitätsstörungen im Mund- und Rachenbereich, die oft in einer erhöhten Sensibilität und damit durch einen verstärkten Würgereiz zum Ausdruck kommen. Endoskopische Untersuchungen stellen dann Situationen dar, bei denen die Patienten, durch taktile Reize irritiert, eine hohe Spannung aufbauen, die ihrerseits die physiologischen Abläufe stört. Es zeigt sich bei der Untersuchung dann nicht der Befund, der normalerweise zu erwarten wäre. Bei der Ultraschalluntersuchung sind die Irritationen durch Auflage des Schallkopfes am Hals wesentlich geringer. Die Interpretation der Befunde ist jedoch nur bei guter Kenntnis der Sonomorphologie und Übung mit dem Untersuchungsverfahren möglich. In der Ultraschalldiagnostik gelingt es nur, jeweils eine Schnittebene anzusehen. Das räumliche Erfassen ist zeitaufwendig und erfordert ein gutes visuelles Gedächtnis und dreidimensionales Vorstellungsvermögen. Die Auflösung der 7,5-MHz-Schallköpfe ist so gut, dass auch kleine anatomische Bereiche oder geringe Bewegungen aufgelöst und registriert werden können. Für die Diagnose wichtige Merkmale bei Stimmstörungen – wie die Randkantenverschiebung an den Stimmbändern – können allerdings mit dem Ultraschall nicht dargestellt werden. Die Ultraschalluntersuchung ist eine Ergänzung in der Stimm diagnostik. Ihr Einsatz und die zu erwartenden Ergebnisse werden in den folgenden Kapiteln dargestellt.

5.3.1 Ultraschall diagnostik des Larynx und der Epiglottis

Eine Indikation für den Einsatz des Ultraschalls in der Larynxdiagnostik ist gegeben, wenn zusätzliche Informationen mit dieser Untersuchungsmethode zu erwarten sind. Dies ist bei Patienten der Fall, bei denen die Erhebung funktioneller Befunde mit dem Endoskop durch eine hohe Sensibilität im Meso- und Hypopharynxbereich erschwert ist. Außerdem präoperativ bei Larynx tumoren für die Beurteilung (s. Kap. 3) oder postoperativ für die Planung therapeutischer Möglichkeiten zur Erlangung einer Ersatzstimme.

Bei der Ultraschalluntersuchung des Larynx hat die transversale Schnittebene gegenüber der sagittalen den Vorteil, dass sie die Beurteilung der Glottisebene erleichtert. Die Position der Stimmbänder und ihre synchrone Bewegung aufeinander zu wird mit der transversalen Untersuchung dargestellt. Bei jüngeren Patienten gelingt die Darstellung der Stimmbänder in der Regel gut. Als sonomorphologische Leitstruktur zeigt sich nach der prä laryngealen Muskulatur der

Schildknorpel im Querschnitt V-förmig, scharf begrenzt, und mit mittlerer bis höherer Echogenität, je nach Aufbau und Ossifikationsgrad. Nach dorsal gelingt die Darstellung der *Mm. vocales*, *Rima glottidis*, *Cartilago arytaenoidea*. Wird der Schallkopf wenig nach kranial bewegt, stellen sich die Taschenfalten, die aryepiglottische Falte und schließlich auch die *Recessus piriformes* dar. Probleme können beim ossifizierten Schildknorpel des älteren Patienten auftreten. Durch den hohen Schallhärtesprung können die dorsalen Strukturen schwerer erkannt werden. In diesem Fall muss der Schallkopf am oberen Rand des Schildknorpels positioniert und die Schallrichtung nach dorsal und geringfügig nach kaudal gewählt werden. Ein weiteres Problem kann bei einem sehr „schlanken“ Hals mit ausgeprägter *Prominentia laryngea* durch eine erschwerte Ankopplung des Schallkopfes entstehen. Hier muss mit genügend Kontaktgel oder einer gut verformbaren Vorlaufstrecke gearbeitet werden. Es muss dabei bedacht werden, dass der Ort hoher Auflösung schallkopfnäher kommt. In entsprechenden Fällen müssen die Fokussierung geändert oder eine andere Senderfrequenz am Schallkopf gewählt werden.

Die Ultraschall diagnostik der Epiglottis wird bisher hauptsächlich zur Untersuchung zystischer, tumoröser und entzündlicher Veränderungen eingesetzt. Beim Vorliegen einer Schluckstörung ist es wichtig, die Beweglichkeit und die Bewegung der Epiglottis zu erkennen. Mit dem B- und M-Mode-Verfahren kann die Bewegung während des Schluckens ohne zusätzliche Irritation – wie sie bei der endoskopischen Untersuchung auftritt – dargestellt werden. Gerade bei Schluckstörungen (s. Kap. 5.4) kann diese Untersuchung wichtige Hinweise für den Umfang der Störung geben.

5.3.2 Funktionelle Ultraschall diagnostik bei Dysphonien

Die Diagnostik von Stimmbandlähmungen gelingt in der Regel mit der Endoskopie mühelos. Während nervale Störungen im Larynxbereich häufig mit einer eingeschränkten Sensibilität im Untersuchungsgebiet einhergehen (*N. laryngeus superior*), findet man bei funktionellen Stimmstörungen häufiger eine erhöhte Sensibilität im Meso- und Hypopharynxbereich. Bei diesen Patienten ist die Untersuchung des Kehlkopfbereiches erschwert und die Interpretation der Befunde möglicherweise verfälscht (s. Kap. 5.3). Mit der Ultraschalluntersuchung vermeidet man taktile Reize im Pharynxbereich, und es gelingt oft in der „normalen“ Kommunikationssituation zu sehen, ob Taschenfaltenaktivitäten vorhanden sind und wie die Anspannung im Bereich der äußeren Kehlkopfmuskulatur ist. Die Motilität und insbesondere die Koordination der la-

ryngealen und perilyngealen Muskulatur werden beurteilt.

Besondere Bedeutung kommt dieser Untersuchung bei Patienten zu, bei denen ein operativer Eingriff im Larynxbereich ansteht. Die präoperative Planung für den Einsatz einer funktionellen Therapie postoperativ wird durch die Ultraschalldiagnostik um ein Qualitätsmerkmal erweitert. Aus funktioneller Sicht interessiert für die Planung therapeutischer Möglichkeiten zur Erlangung der Ersatzstimme der präoperative Status der Muskelfunktion. Der postoperative Status ist wichtig für die konkrete Therapieplanung bzgl. ihrer Schwerpunkte und Orte. Die Vernarbung um den Artikulationsraum bestimmt seine Verformbarkeit und damit die Qualität der Ersatzstimme.

Böhme untersuchte das „pharyngoösophageale Segment“ und die Pseudoglottis bei 10 Laryngektomierten und hielt die Ultraschalluntersuchung zur phoniatischen Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Ösophagusstimme für geeignet. Er fand eine gute Darstellbarkeit der Funktion des Segments und der Pseudoglottis im B- und M-Mode-Verfahren und erkannte damit rasche Bewegungsfolgen bei Phonation. Böckler et al. setzten dieselbe Untersuchungsmethode ein und analysierten die Bewegungsabläufe der Pseudoglottis bei Laryngektomierten. Sie fanden eine hohe Übereinstimmung der sonographisch ermittelten Schwingungsrate mit den Ergebnissen der akustischen Grundfrequenzanalyse des gleichzeitig registrierten Sprachschalls. Sie schließen daraus, dass die Sonographie zur Diagnostik und Therapieunterstützung bzw. -kontrolle bei der Bildung der Ösophagusstimme eingesetzt werden kann.

Bei Dysphonien besteht bisher nur wenig Erfahrung mit der funktionellen Ultraschalldiagnostik an einem kleinen Patientengut. Die Verbesserung der Technik und Erfahrungen in der Ultraschalldiagnostik der Glottis (Abb. 122) an einem größeren Patientengut können künftig diese Methode zu einer wichtigen, folgediagnostischen Untersuchungstechnik werden lassen.

Bei Missbildungen oder Traumen mit konsekutiven funktionellen Störungen ist der Einsatz von Ultraschall in der Diagnostik der Glottisebene eine wertvolle Hilfe. Die Untersuchungssituation ist wenig belastend für den Patienten. Die räumliche Darstellbarkeit ist auch dann gegeben, wenn die Einsehbarkeit mit dem Endoskop über den Pharynx eingeschränkt ist.

Der simultane Einsatz des B- und M-Mode-Verfahrens (color flow) erleichtert die Beurteilung der Stimmbandbeweglichkeit (Abb. 123). Die Bewegung selbst und die Regelmäßigkeit der Bewegung können sichtbar gemacht werden.

Im Therapieverlauf bei Stimmbandparesen kann die Ultraschalluntersuchung als visuelle Hilfe unterstützend und motivierend für den Patienten eingesetzt werden. Die Taschenfaltenaktivität als kompensatorischer Aufwand bei Rekurrensparesen kann sichtbar gemacht werden. Dies unterstützt gleichzeitig mit der Förderung der Wahrnehmung in der Therapie, die Folgen der Lähmung (hyperfunktionelle Kompensation mit Verschlechterung der Stimme und Verstärkung der Missempfindungen) zu verringern oder zu vermeiden.

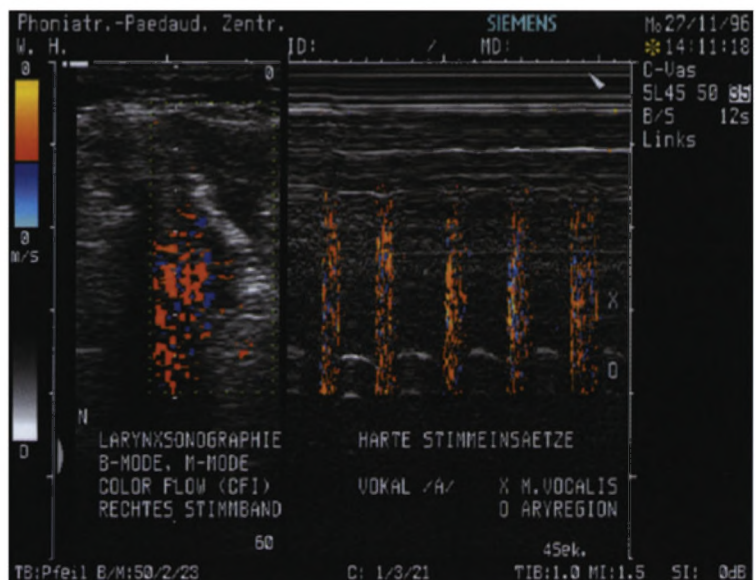


Abb. 122. Ultraschalluntersuchung (B- und M-Mode-Verfahren) der Glottis bei Phonation des Vokals „a“ mit hartem Stimmeinsatz

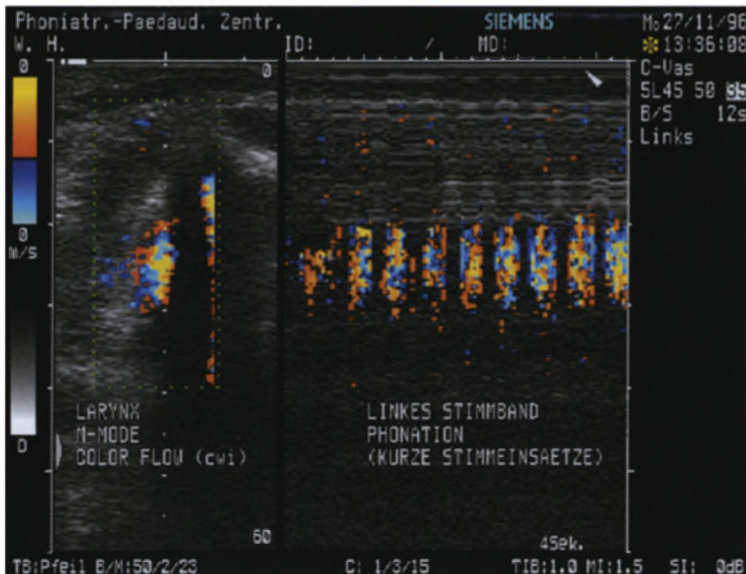


Abb. 123. Ultraschalluntersuchung (M-Mode-Verfahren) der Glottis bei Phonation mit kurzen Stimmeinsätzen

5.3.3 Doppler- und Duplexsonographie des Larynx

Die Wertigkeit der Doppler- und Duplexsonographie im Kehlkopfbereich wird heute unterschiedlich eingeschätzt. Böhme bezeichnet die farbkodierte Duplexsonographie des Kehlkopfes als aussagefähiges dynamisches Untersuchungsverfahren und erwartet, dass diese Methode insbesondere bei der bildlichen Darstellung von Funktionsabläufen im Kehlkopf klinische Bedeutung erlangen wird. Er differenziert mit diesem Verfahren normale und pathologische endolaryngeale Strukturen und stellt Funktionsabläufe bei Phonation mit Hilfe des gepulsten Dopplers dar. Bei Crescendo- und Dekrescendophonation mit Tonhöhenunterschied erkennt er die Harmonischen (Formanten).

Nach eigenen Erfahrungen erhält man mit diesem aufwendigen und kostspieligen Untersuchungsverfahren heute noch keine weiteren und wichtigeren Informationen über die mit anderen Untersuchungsverfahren (Stimmanalyse, Stroboskopie, Endoskopie) erhobenen hinaus. Dies mag auch daran liegen, dass die Glottisbewegungen bei Phonation so komplex sind, dass die Kurvenkonfigurationen im Dopplerspektrum nicht aussagekräftig sind. Eine Aperiodizität im Dopplerspektrum lässt eine diagnostische Aussage nicht zu.

5.4 Schluckstörungen

Schluckstörungen haben in den letzten Jahren signifikant an Häufigkeit zugenommen. Betroffen sind alle Altersgruppen, vom Neugeborenen bis zum Älteren. Sie haben in der Regel eine komplexe Pathogenese. Ursächlich liegt meist eine neurogene oder myogene

Funktionsstörung vor. Gefürchtete Folge ist die Aspiration von Speichel, Flüssigkeiten und Speisen mit folgender Pneumonie.

Schluckstörungen werden im klinischen Alltag und in der Rehabilitation nicht selten zu spät erkannt. Etwa 40% der Dysphagiepatienten aspirieren ohne auffällige äußere Zeichen. Gerade in den Gebieten Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde und Phoniatrie ist die Schluckstörung ein frühes Symptom einer organischen Veränderung oder einer funktionellen Störung und muss deshalb sorgfältig erkannt und genau untersucht werden.

Tumoren im Pharynx- und Larynxbereich müssen ausgeschlossen werden. Dazu kann die Ultraschall-diagnostik einen wertvollen Beitrag leisten (s. Kap. 3). Anteilmäßig häufiger treten Schluckstörungen bei motorischen Problemen im Kau- und Schlucktrakt auf. Die Ursachen sind vielfältig. Kausal sind überwiegend zentrale und periphere neurogene Störungen und myogene Schäden. Sie treten altersbezogen bei folgenden Erkrankungen oder Zuständen auf:

- Erwachsene
 - Zustand nach Apoplex,
 - neurologische und systemische Erkrankungen,
 - Kopf- und Halstumoren,
 - Zeichen des Alterns;
- jüngere Patienten
 - Kopf-, Hals- und Gesichtstraumen;
- Kinder
 - neuromotorische Störungen,
 - Entwicklungsstörungen,
 - posttraumatische Störungen,
 - Atemerkankungen,
 - angeborene anatomische, neurale oder funktionelle Störungen.

Am Kau- und Schluckakt sind 50 Muskelpaare beteiligt. Sie werden jeweils ipsilateral von Kerngebieten im Hirnstamm über die Hirnnerven innerviert.

Supranukleär werden sie willkürlich, von kortikalen Efferenzen und auch vom Hirnstamm aus von Basalganglien gesteuert, sie unterliegen nicht der willkürlichen Kontrolle.

Die vorwiegend willkürlich gesteuerte orale Phase wird kortikal ausgelöst und vom Hirnstamm reguliert.

Die ösophageale Phase unterliegt zum Teil auch der Kontrolle durch den Hirnstamm, zum Teil aber läuft sie so autonom wie die Magen- und Darmperistaltik ab. Im Pharynx überwiegen vom Hirnstamm regulierte, über den N. vagus und glossopharyngeus verlaufende motorische Aktivitäten. Allerdings sind hier noch kortikale Einflüsse möglich.

Eine Schluckstörung kann also durch Erkrankungen folgender Organgebiete verursacht sein:

- Kortex,
- Hirnstamm,
- kaudale Hirnnerven,
- neuromuskuläre Synapsen,
- Muskulatur.

Neben der Motorik ist die Sensibilität für den Schluckvorgang von wesentlicher Bedeutung. Für die Sensibilität verantwortlich sind im engeren Sinne die Hirnnerven Trigeminus (N. V: vordere 2/3 der Zunge) und Vagus (N. X: Pharynx, Larynx, Ösophagus). Im weiteren Sinn ist die Funktionsfähigkeit der Hirnnerven Facialis (N. VII) und Glossopharyngeus (N. IX) für die Geschmackskontrolle wichtig. Um die Organisation eines ungestörten Schluckvorgangs zu verstehen, ist es notwendig, neben Anatomie und Funktion der motorischen Bahnen das somatosensible System und die Beziehung zwischen auditiver und kinästhetischer Rückmeldung zu kennen. Die zentrale Bereitstellung und Verarbeitung von Bewegungsmustern für die Artikulation (s. Kap. 5.1), das Kauen und das Schlucken hängen von der Nutzung peripherer Rückkopplungsschleifen ab. Die Benutzung dieser Regelkreise erlaubt eine Entlastung zentraler Speicherkapazitäten und eine optimierte Anpassung an Änderungen in der Umgebung. Diese Zusammenhänge sind in eine erfolgreiche Therapieplanung einzubeziehen.

Die Untersuchung des Schluckvorgangs ist in der Regel eine interdisziplinäre Aufgabe. Der Neurologe, der Kinderarzt, der Radiologe, der Hals-Nasen-Ohren-Arzt und nicht zuletzt der Phoniater-Pädaudiologe tragen mit ihrer Diagnostik und Kenntnis zur Therapieplanung bei und überwachen die therapeutischen Schritte.

5.4.1

Ultraschalldiagnostik des Schluckaktes

Der Schluckvorgang ist eine komplexe neuromuskuläre Aktivität, die in 3 Abschnitten verläuft:

- orale Phase,
- pharyngeale Phase,
- ösophageale Phase.

Die *orale Phase* beginnt mit der Nahrungsaufnahme und der Bolusverarbeitung (orale Vorbereitungsphase). Sie beinhaltet die Aufnahme flüssiger oder fester Nahrungsbestandteile, das Kauen, die Bolusansammlung, das Halten und die Kontrolle des Bolus (Abb. 124). In dieser Phase wird die feste Nahrung zerkleinert und mit Speichel vermischt, um eine schluckgerechte Konsistenz zu erreichen. Durch die so gegebene Ankopplung der Speisen an die anatomischen Strukturen lässt sich die Passage im Ultraschall gut erkennen.

Für die Untersuchung ist wichtig, die physiologischen Abläufe zu kennen, um Abweichungen zu erkennen. Feste Speisen werden durch Kaubewegungen zerkleinert, mit Speichel vermischt und auf der Zunge zentriert. Flüssigkeiten und breiige Kost werden direkt auf der Zungenmitte gesammelt. Zugleich muss der Bolus (5–15 cm³) vor dem Abgleiten in tiefere Pharynxregionen gehindert werden. Diese Boluskontrolle (Abb. 125) erfordert ein differenziertes Zusammenspiel von Lippen-, Kiefer-, Zungen-, Wangen- und Gaumenmuskulatur. Außerdem sind eine gute taktile Kontrolle und Rückkopplungsmeldung Voraussetzung für eine ungestörte Funktion.

Die orale Phase und die orale Vorbereitungsphase können mit Ultraschall gut verfolgt werden. Die Position des Schallkopfes (Linear- oder Sektorscanner, 5 oder 7,5 MHz) ist zunächst am Mundboden, in Höhe der Zungenmitte, in vertikaler Richtung. Die Bearbeitung des Bolus und der Bolustransport können so verfolgt werden.

In der *pharyngealen Phase* des Schluckaktes mit Anhebung des Gaumensegels und des Kehlkopfes selbst, Glottis- und Epiglottisschluss, tritt der Bolus in den Hypopharynx ein. Auch diese Phase lässt sich ultrasonographisch verfolgen (Abb. 126). Beurteilt wird dabei:

- Muskulatur
 - Sonomorphologie der beteiligten Organe,
 - Beweglichkeit und Bewegungsrichtung während des Schluckaktes,
 - pathologische Bewegungsabläufe,
 - kompensatorische Hypertonie nicht direkt beteiligter Muskulatur;

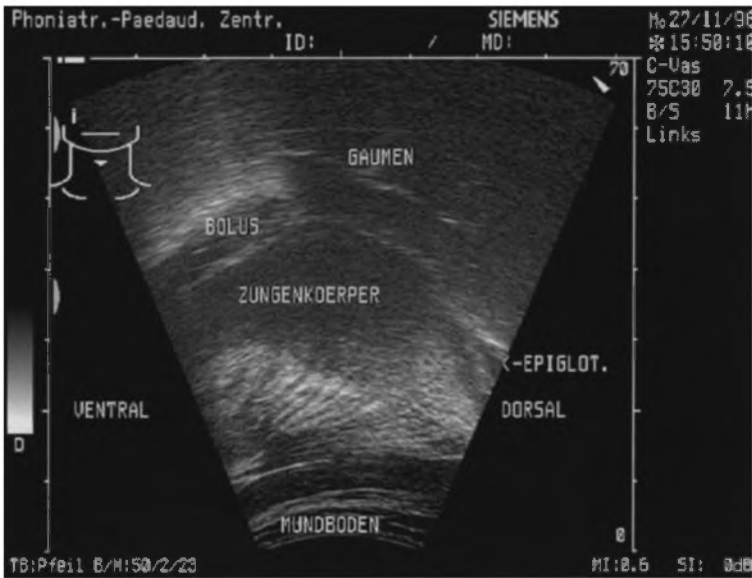


Abb. 124. Ultraschalluntersuchung (B-Mode-Verfahren) des Schluckvorganges mit sagittaler Schallkopfposition. Bolusaufnahme und -ansammlung im vorderen Drittel der Zunge (orale Vorbereitungsphase)

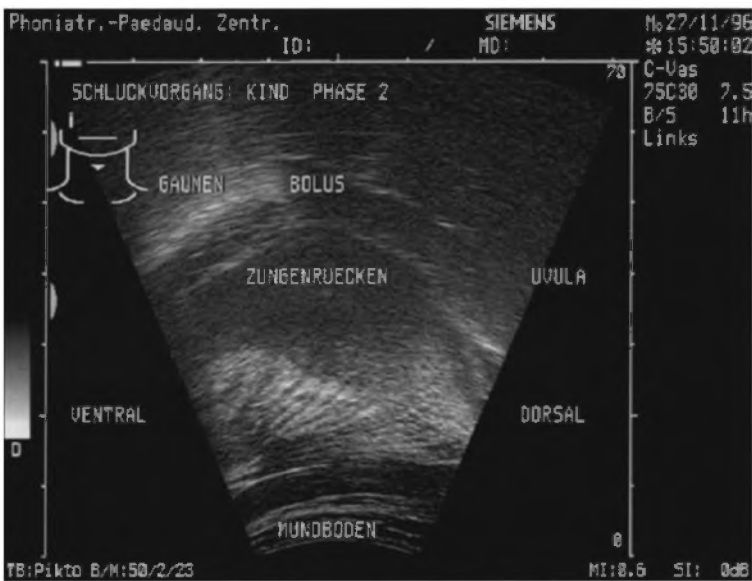


Abb. 125. Ultraschalluntersuchung (B-Mode-Verfahren) des Schluckvorganges mit sagittaler Schallkopfposition. Boluskontrolle auf der Zungenmitte (orale Phase)

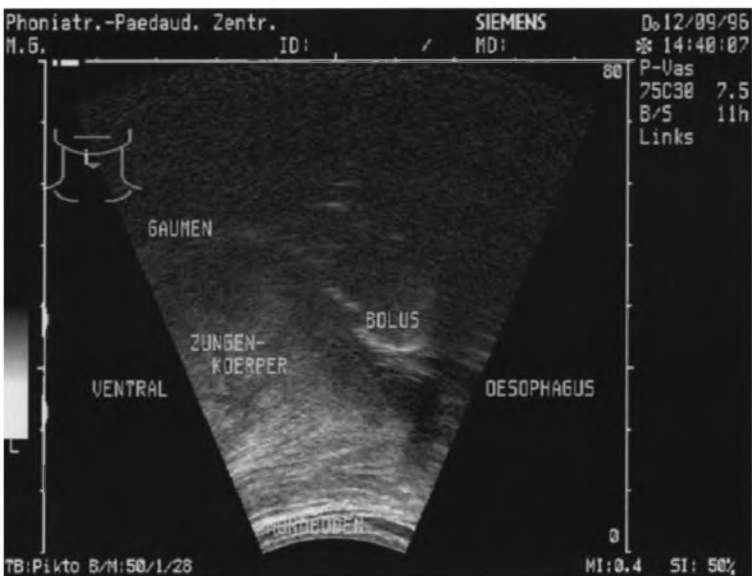


Abb. 126. Ultraschalluntersuchung (B-Mode-Verfahren) des Schluckvorganges mit sagittaler Schallkopfposition. Bolustransport über den Zungengrund in den Hypopharynx (pharyngeale Phase)

- Bolus
 - Verformung und Transport (Richtung),
 - Geschwindigkeit der Bewegung,
 - Verzögerung, Stillstand,
 - verbleibende Reste,
 - Reflux.

5.4.2

Funktionelle Ultraschalldiagnostik bei Dysphagien

Die Beurteilung der oralen und pharyngealen Phase des Schluckaktes mit Ultraschall erlaubt eine Differenzierung der Schluckstörung nach der Aspirationsart. Die Einteilung bezieht sich auf die Triggerung des Schluckreflexes. Der Beginn der Reflextriggerung lässt sich radiologisch und sonographisch durch das Eintreten der pharyngealen Peristaltik festlegen. Bartolome unterscheidet 3 Arten der Aspiration und ordnet ihnen die wichtigsten Ursachen zu:

- prädeglutitive Aspiration
 - gestörte orale Boluskontrolle,
 - gestörter oraler Bolustransport,
 - verzögerte/fehlende Reflexauslösung;
- intradeglutitive Aspiration
 - eingeschränkter laryngealer Verschluss,
 - eingeschränkte Kehlkopfhebung;
- postdeglutitive Aspiration
 - eingeschränkte pharyngeale Peristaltik,
 - eingeschränkte Kehlkopfhebung,
 - unvollständige Öffnung des oroösophagealen Spinkters,
 - gastroösophagealer Reflux.

Die prädeglutitive Aspiration tritt auf, wenn vor der Reflextriggerung Nahrungspartikel in den Kehlkopfbereich eintreten. Ist der Glottisschluss erschwert oder die Beweglichkeit der Epiglottis eingeschränkt, kommt es zur intradeglutitiven Aspiration. Bei Aufstau von Speiseresten oder Flüssigkeiten kommt es zur postdeglutitiven Aspiration, nachdem sich der Kehlkopfzugang durch Heben der Epiglottis wieder geöffnet hat und die Glottis (Stimmbänder in Aspirationsstellung) den Weg zur Trachea freigegeben hat.

Die Störungen, die möglicherweise zu einer Aspiration führen, werden den 3 Phasen des Schluckvorganges zugeordnet (s. Kap. 5.4.1).

Die Nahrungsaufnahme in der *oralen Vorbereitungsphase* (Kieferöffnung, Lippenschluss) kann in der Regel gut ohne Hilfsmittel beobachtet werden. Die Bolusverarbeitung mit der Zunge kann durch die Ultraschalluntersuchung verfolgt werden. Die Zunge schiebt durch rotierende, laterale Bewegungen Nahrung zwischen die Molaren, zugleich wird der Zungengrund angehoben. Es bildet sich so eine Rinne, die den Bolus leitet. Bei der Ultraschalluntersuchung

wird eine ähnliche Zungenstellung (Hufeisenform) gefunden wie bei der Bildung des Frikativs „sch“.

Bei Schluckstörungen findet man Bolusreste auf der Zunge und insbesondere zwischen Zunge und Zahnreihe. Bei Störungen der Bewegung im Bereich der Zungenspitze und des Zungenrandes findet man Nahrungsreste in den Sulci oder im gesamten Mundraum verteilt.

Die Velumfunktion ist mit der Ultraschalluntersuchung schwer festzustellen. Es gelingt nur, wenn die Zunge oder der Bolus selbst Kontakt zum Gaumensegel haben, und dies ist räumlich eingeschränkt und nur kurz der Fall.

Bei Sensibilitätsstörungen findet man restliche Nahrung im betroffenen Bereich verblieben, der Patient nimmt sie nicht wahr.

Auch die Lippen- und Kieferbewegungen in der *oralen Phase* werden von außen beobachtet. Schlucken ist auch mit geöffnetem Mund möglich, allerdings erschwert. Kompensatorische Anspannungen im triangulären Muskelbereich (M. mentalis, M. orbicularis oris, M. buccinator) sind dann zu sehen. Die Kontraktion der Wangenmuskulatur auf beiden Seiten während des Bolustransportes lässt sich darstellen. Störungen der Motilität zeigen sich durch Speisereste in den Wangentaschen.

Störungen der Zungenbewegungen wie mangelhafte Hebung und beeinträchtigte Bewegung nach dorsal können bei der Untersuchung mit Ultraschall gut dargestellt werden. Nahrungsreste verbleiben auf der Zunge oder im Mundbodenbereich. Die Zungenspitze hebt sich nur ungenügend an. Eine gestörte dorsale Bewegung verlängert die Dauer des Bolustransportes.

Bei neurologischen Erkrankungen findet man pathologische Bewegungsmuster der Zunge wie Zungenstoß und Pumpbewegungen (z.B. bei Morbus Parkinson) genauso wie Ausfälle mit Seitendifferenz und nur langsam in Gang kommende Schluckbewegungen.

Die *pharyngeale Phase* des Schluckaktes beginnt mit der Kontraktur des M. mylohyoideus. Nach dem Anheben des Gaumensegels und dem Lippenschluss nähern sich die Aryknorpel einander an (M. arytaenoideus), und Supraglottis und Glottis schließen. Die Reflextriggerung (s.o.) dauert normalerweise weniger als eine Sekunde. Bei Verzögerung ist die Gefahr für ein Überschlucken groß. Nahrungsteile gleiten dabei über den Zungengrund in die Valleculae und sind dort nachzuweisen. Man erkennt bei diesen Patienten im Ultraschall übermäßige kompensatorische Zungenbewegungen.

Der Kehlkopfverschluss kann meist einfach und genau mit der Laryngoskopie und Stroboskopie festgestellt werden. Bei Würgereiz ist diese Untersuchung nur eingeschränkt möglich. Hier kann die Ultraschalluntersuchung eine wertvolle Ergänzung in der Diagnostik sein. Die Adduktion der Stimmlippen und

der Taschenfalten sowie die Bewegung der Epiglottis werden dargestellt (s. Kap. 5.3.1 und 5.3.2). Bei Störungen des Larynxverschlusses ist eine Aspiration die Regel.

Die Untersuchung der Öffnung des pharyngoösophagealen Segments und die *Ösophagusphase* selbst sind in der Ultraschalldiagnostik schwerer zu erfassen. Das Hypopharynxsegment enthält oft größere lufthaltige Bereiche. Die Darstellung der Strukturen ist dadurch erschwert oder gar nicht möglich. Die Aufzeichnung der Ösophaguspassage über den lufthaltigen Thoraxraum ist nur sehr eingeschränkt möglich.

Die Diagnostik von Schluckstörungen ist eine interdisziplinäre Aufgabe. Eine genaue Anamneseerhebung kann in etwa 80% der Fälle entscheidende Hinweise auf das Vorliegen einer Dysphagie geben. Nach der Anamnese bietet die radiologische Untersuchung die wichtigsten Befunde und damit Hinweise auf das Vorliegen einer Schluckstörung. Die Ultraschalluntersuchung ist eine neue Methode mit Zukunft. Sie kann ohne Belastung für den Patienten beliebig oft in der Folgediagnostik eingesetzt werden. Insbesondere bei vorbekannten Befunden ist sie ein sensitives Diagnostikum, auch therapiebegleitend.