

Evaluation des 50 ml-Wassertests kombiniert mit der Pulsoxymetrie als Schluckscreening für die Geriatrie

Eingereicht von:

Laura Zanders (1122401)

laurazan@web.de

Betreuer:

Dipl. Logopädin Alexa Neubert-Debuschewitz

Dipl. Sprachheilpädagogin Jochen Keller

Datum der Abgabe:

17. Dezember 2012

The logo for Hogeschool Zuyd, consisting of the letters 'ZU' stacked above 'YD' in a bold, red, sans-serif font, enclosed in a white square with a red border.

Hogeschool Zuyd
Faculteit Gezondheid &
Techniek
Opleiding Logopedie

© Alle Rechte vorbehalten. Nichts aus dieser Ausgabe darf ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Hogeschool Zuyd vervielfältigt, in einem automatischen Bestand gespeichert oder veröffentlicht werden, sei es elektronisch, mechanisch, durch Fotokopien, Aufnahmen oder auf andere Art und Weise.

Danksagung

Mein Dank gilt allen Patienten, die durch ihre freiwillige Teilnahme die vorliegende Studie ermöglicht haben.

Im Besonderen möchte ich meinen Betreuern Dipl. Logopädin Alexa Neubert-Debuschewitz und Dipl. Sprachheilpädagogin Jochen Keller für die ausgiebige Unterstützung danken. Das stetige Hinterfragen, die konstruktive Kritik und auch die moralische Unterstützung und Motivation waren sehr hilfreich. Vielen Dank für die Geduld und Mühe.

Mein weiterer Dank gilt Herrn Priv. Doz. Dr. med. Durwen, Chefarzt der Geriatrie des St. Martinus Krankenhauses Düsseldorf sowie den Oberärzten Herr Bajog, Herr Dr. Schmitz-Rode und Frau Dr. med. Dutz für die Vermittlung der Patienten und das immer freundliche und unterstützende Arbeitsklima.

Auch möchte ich mich bei Phillip Bischofs, Luke Forbes, Carmen Krebber und Silke Harder bedanken, die viel Zeit in die Korrektur meiner Arbeit investiert haben.

Ein besonderer Dank gilt auch meinem Freund Björn Blaschies, meiner Freundin Sara Marcantonio und ihrem Freund Lukas Kamphaus sowie meinen Eltern für die ständige seelische Unterstützung.

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels werden auch Schluckstörungen immer häufiger. Diese treten im Rahmen altersassoziierter Erkrankungen wie zum Beispiel dem Schlaganfall, Morbus Parkinson oder Demenzen auf. Aufgrund ihrer meist schwerwiegenden Folgen wie Malnutrition, Exsikkose, Pneumonien sowie einer deutlich erhöhten Mortalität, ist eine ausführliche und effiziente Diagnostik von großer Bedeutung. Daher wurden in den letzten Jahren verschiedene Dysphagie-Screeningtests, die eine frühe Einschätzung des Aspirationsrisikos und das Ableiten erster Behandlungsstrategien erlauben, in die klinische Praxis eingeführt. Ihre wesentlichen Vorteile sind, dass sie nur geringe Kosten verursachen und in relativ kurzer Zeit grundsätzlich auch von geschultem Pflegepersonal direkt am Krankenbett durchgeführt werden können.

Die hier vorliegende Studie untersucht den von der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) 2008 empfohlenen *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* hinsichtlich seiner Verlässlichkeit für die Geriatrie. Hierfür wurde diese Screeningmethode mit der als Goldstandard etablierten bildgebenden fiberendoskopischen Schluckdiagnostik (FEES) verglichen. Es nahmen 22 geriatrische Patienten an der Studie teil, die sich in Behandlung im Krankenhaus befanden. Alle Testverfahren wurden zeitgleich durchgeführt.

Es zeigt sich, dass der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* unbefriedigende Werte bei der Sensitivität, Spezifität, positiv und negativ prädikativen Werten und weiteren Parametern aufweist. Somit stellt er keine geeignete Methode dar, um aspirationsgefährdete geriatrische Patienten hinreichend sicher zu identifizieren und kann daher für die klinische Praxis nicht empfohlen werden.

Schlüsselwörter

geriatrische Patienten

50 ml-Wassertest

Pulsoxymetrie

FEES

Schluckscreening

Abstract

In the context of demographic change, disorders such as dysphagia occur more frequently in combination with age-related diseases including strokes, Parkinson's disease and dementia. A detailed and efficient diagnostic is essential given the serious side-effects including malnutrition, exsiccosis, aspiration pneumonia and increased mortality. Recently, several bedside dysphagia screenings have been introduced which allow an early assessment of aspiration risks and deduction of treatment strategies. Significant advantages of screenings are relatively low costs and the practicality, in that nursing staff can treat those afflicted at bedside in a short period of time.

The aim of the present study was to investigate the diagnostic performance of the *50 ml-watertest in combination with pulse-oximetry*, recommended by the Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN), at detecting aspiration risk in elderly patients. A comparison was made between this screening method and the *Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing* (FEES), the latter being currently considered gold-standard. Twenty-two elderly patients participated in the study, who were also being treated in the hospital at the time. All tests were undertaken in one sitting.

It has been demonstrated that the *50 ml-water test in combination with pulse-oximetry* is an inappropriate method in accurately assessing patients' aspiration risk, due to unsatisfactory results (sensitivity, specificity, positive and negative predictive value and further parameters) and therefore cannot be recommended for clinical use.

Keywords

geriatric patients

50 ml-watertest

pulse-oximetry

FEES

screening-tool

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	01
Theoretischer Hintergrund	02
1. Problemstellung	02
1.1. Folgen des demographischen Wandels	03
1.2. Epidemiologie und Prävalenz von Dysphagien	04
1.3. Relevanz eines zeitnahen und effektiven Dysphagiescreenings	06
2. Die Physiologie des Schluckaktes	08
2.1. Bedeutung und Grundlagen des Schluckens	08
2.2. Die Phasen des Schluckaktes	08
2.3. Veränderungen der Schluckphysiologie im Alter (Presbyphagie)	09
3. Pathologie des Schluckaktes	11
3.1. Pathophysiologie und spezifische Dysphagiesymptome	11
3.2. Moderne Klassifikationssysteme als Ausdruck der Komplexität von Dysphagien am Beispiel des ICF Modells	12
4. Diagnostik von Dysphagien	13
4.1. Logopädisch-klinische Untersuchung	13
4.2. Apparative Schluckdiagnostik	14
4.2.1. VFSS	14
4.2.2. FEES	14
4.3. Screeningverfahren	18
4.3.1. Pulsoxymetrie	20
4.3.2. Aktueller Stand der Forschung	20
Methodisches Vorgehen	24
5. Stichprobenbeschreibung	24
6. Messinstrumente	27
7. Ablauf der Studie	28
8. Studiendesign	30
8.1. Statistische Analyse	30

Ergebnisse	31
9. Deskriptive Statistik	31
10. Vierfeldertafel	37
10.1. Sensitivität und Spezifität	38
10.2. Positive predictive Value und negative predictive Value	39
10.3. Likelihood Ratio	40
10.4. Odds Ration, Yules Y und d*	41
Diskussion	43
11. Betrachtung vorangegangener Studien	43
11.1. Versuch einer Definition des Wortes <i>Aspirationsgefahr</i>	44
11.2. Physiologie der Atmung und Erläuterung der Sauerstoffbindungskurve	45
11.3. Ziele einer Screeningmethode	47
12. Erläuterung zur Dichotomisierung der Endpunkte	48
13. Analyse der Sensitivitäts- und Spezifitätswerte	49
14. Analyse der positive und negative predictive Value	52
15. Analyse der Likelihood Ratio	54
16. Analyse von Odds Ratio, Yules Y und d*	56
17. Methodische Einschränkungen	58
Fazit	59
Literaturverzeichnis	VIII
Abbildungsverzeichnis	XIII
Tabellenverzeichnis	XV
Anhang	XVI

Einleitung

Schlucken als komplexer neuromuskulärer Vorgang bezeichnet den Transport von Flüssigkeiten und Nahrung von der Mundhöhle bis in den Magen und stellt einen essentiellen Teil des Lebens dar. Ist diese vielschichtige Abfolge gestört, spricht man von einer Dysphagie.

Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels werden auch Schluckstörungen immer häufiger, die besonders im Rahmen altersassoziierter Erkrankungen wie zum Beispiel dem Schlaganfall, Morbus Parkinson oder Demenzen auftreten.

Dysphagien können schwerwiegende Komplikationen mit sich bringen. Daher ist eine frühe und effiziente Diagnostik von großer Bedeutung.

Die hier vorliegende Studie zielt darauf ab, den derzeitigen Forschungsstand zu erweitern und einen relevanten Beitrag für die Dysphagiologie zu liefern. Hierfür wurde der von der Deutschen Gesellschaft für Neurologie 2008 vorgeschlagene *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* auf seine Verlässlichkeit als Dysphagiescreening für die Geriatrie untersucht. Zu diesem Zweck wurden zweiundzwanzig Patienten, die sich in Behandlung im Krankenhaus befanden, in die Studie inkludiert.

In den nachfolgenden Kapiteln wird zunächst auf die Physiologie und Pathologie des Schluckens, sowie auf die Diagnostik von Dysphagien eingegangen. Im Anschluss daran erfolgt eine Beschreibung der angewandten Methodik und eine Zusammenfassung der gewonnenen Ergebnisse, die im Diskussionsteil kritisch analysiert werden.

Theoretischer Hintergrund

1. Problemstellung

Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels werden auch Schluckstörungen, die im Rahmen altersassoziierter Erkrankungen wie zum Beispiel dem Schlaganfall, Morbus Parkinson oder Demenzen auftreten, immer häufiger. Dies zeigt auch die Zunahme von Publikationen zum Thema „Dysphagie“ in den letzten Jahren (Perlman & Schulze-Delrieu, 2003).

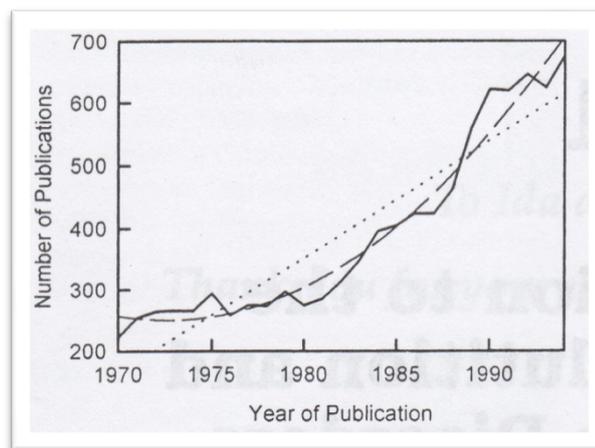


Abb. 1.1: Time Trend for publication on deglutition and deglutition disorders (Perlman & Schulze- Delrieu, 2003).

Aufgrund der meist schwerwiegenden Folgen wie Malnutrition, Pneumonien oder Tod ist eine effiziente und frühe Diagnostik von großer Bedeutung. Dabei gelten die sogenannten instrumentellen oder bildgebenden Verfahren wie Fiberendoskopie oder Videofluoroskopie des Schluckens als Goldstandard der Dysphagiediagnostik; sie sind in ihrer Durchführung jedoch sehr zeit- und kostenintensiv und nur von erfahrener Personal durchführbar. Des Weiteren stehen sie nicht jeder Klinik zur Verfügung. Wünschenswert wäre eine schnelle und effiziente Diagnostik, die (direkt) am Bett des Patienten auch vom Pflegepersonal durchgeführt werden kann und kostengünstig ist (DGNKN, 2003). Diese Arbeit beschäftigt sich mit einer solchen Screening-Methode und prüft sie im Hinblick auf ihre Verlässlichkeit.

1.1. Folgen des demographischen Wandels

In Folge des demographischen Wandels vollzieht sich in der Bevölkerung westlicher Industrienationen ein deutlicher Umbau der Altersstruktur. Dies ist zurückzuführen auf anhaltend niedrige Geburtenraten und die steigende Lebenserwartung. So ist in den nächsten Jahrzehnten noch mit einem weiteren überproportionalen Zuwachs an Hochbetagten mit entsprechender altersbedingter Multimorbidität zu rechnen. Dabei steigt mit zunehmendem Lebensalter auch die Auftretenswahrscheinlichkeit von mit Dysphagien assoziierten Erkrankungen (Statistisches Bundesamt, 2011).

In Deutschland leben derzeit 81,8 Millionen Menschen. Davon sind 16,8 Millionen Menschen älter als 65 Jahre. Das beträgt 20,6 % der Gesamtbevölkerung. Es wird erwartet, dass 2060 34,0 % der Bevölkerung 65 Jahre oder älter sein werden. Das bedeutet einen Zuwachs von 41,9 % (Statistisches Bundesamt, 2011).

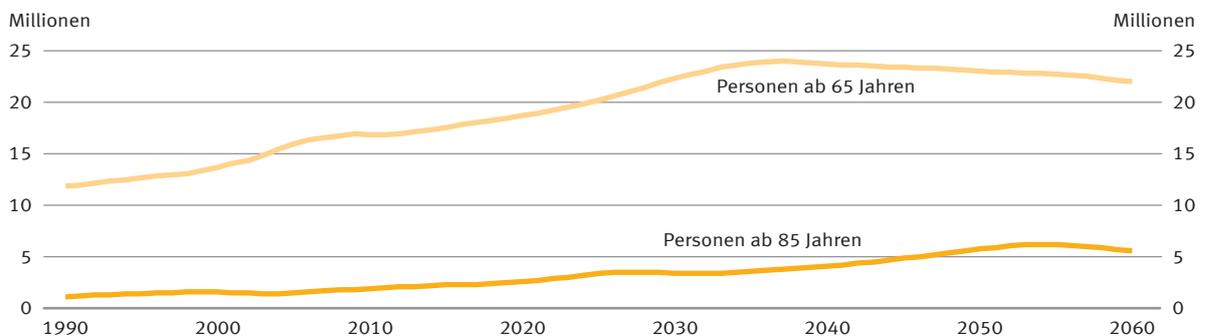


Abb. 1.2.: Entwicklung der älteren Bevölkerung von 1990 bis 2060 in Deutschland (Statistisches Bundesamt, 2011).

Vor diesem Hintergrund gewinnen geriatrische Fragestellungen und die Notwendigkeit der Schaffung entsprechender Versorgungsstrukturen immer mehr an Bedeutung.

Infolgedessen wurde erkannt, dass ältere beziehungsweise hochbetagte Patienten einer speziellen Diagnostik und Behandlung bedürfen, die ihren Ausdruck in der Gründung spezialisierter Abteilungen in einzelnen Kliniken und Behandlungszentren haben.

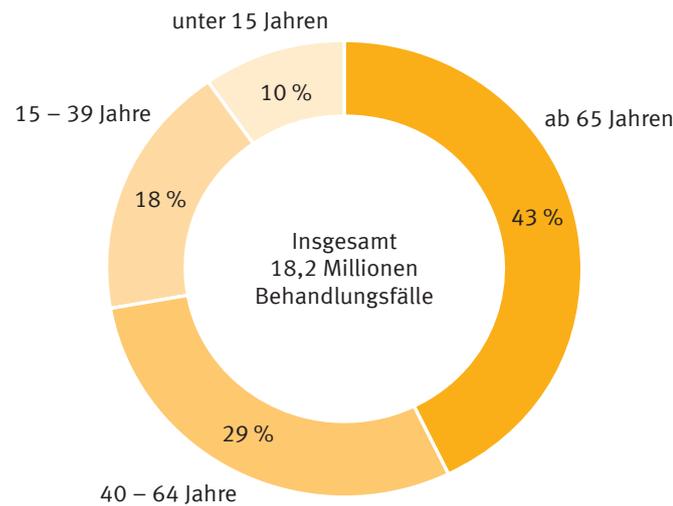


Abb. 1.3.: Krankenhausfälle nach Altersgruppen–Anteile der Altersgruppen an den Behandlungsfällen 2009 (Statistisches Bundesamt, 2011).

1.2. Epidemiologie und Prävalenz von Dysphagien

Die Häufigkeit von Dysphagien in der Allgemeinbevölkerung wird bei den über 55-jährigen zwischen 16-22 % geschätzt (Kuhlemeier, 1994). Die Dysphagieprävalenz bei verschiedenen neurologischen Erkrankungen stellt sich wie folgt dar:

- Schlaganfall: Akutphase ca. 50 %, chronische Phase ca. 25 %
- Morbus Parkinson: ca. 50 %
- Multiple Sklerose (MS): ca. 30-40 % (positive Korrelation mit Behinderungsgrad)
- Progressive supranukleäre Blickparese (PSP; Steele-Richardson-Olszewski-Syndrom): im Verlauf sehr häufig
- Multisystematrophien (MSA): im Verlauf sehr häufig
- Schweres Schädelhirntrauma: 50-60 % in der Akutphase
- Amyotrophe Lateralsklerose (ALS): im Verlauf fast immer, in ca. 25 % bulbärer Beginn, dann regelhaft
- X-chromosomal rezessive spinobulbäre Muskelatrophie (SBMA) Typ Kennedy: im Verlauf sehr häufig

- Akute inflammatorische demyelinisierende Polyneuropathie (AIDP): häufig, besonders bei den Sonderformen „Polyneuritis cranialis“ und „Miller-Fisher-Syndrom (MFS)“
- Critical-Illness-Polyneuropathie (CIP), Critical-Illness-Myopathie (CIM) bzw. Langzeitbeatmung/intensivstationäre (medikamentöse) Maßnahmen: bezüglich CIP und CIM keine Angaben in der Literatur, nach eigenen Erfahrungen nicht selten
- Nach Langzeitbeatmung ca. 80 %
- Myasthenia gravis: im Verlauf sehr häufig
- Dystrophia myotonica (Curschmann-Steinert-Batten): ca. 70 %; okulopharyngeale Muskeldystrophie (OPMD): regelhaft
- Polymyositis (PM), Dermatomyositis (DM), Einschlusskörpermyositis (inclusion bodymyositis [IBM]): stark abweichende Zahlen, insgesamt häufig; bes. bei IBM nicht selten initiales Symptom; Mitochondriale Erkrankungen: abhängig von Erkrankung, z.B. beim seltenen Kearns-Sayre-Syndrom häufig
- Zentrale pontine Myelinolyse: sehr häufig
- Paraneoplastische Syndrome: eher selten (bei paraneoplastischer Myositis [s.o.] häufig)

(DGNKN, 2003; Perlman & Schulze-Delrieu, 2003)

Darüber hinaus können Komponenten wie zum Beispiel Bewusstseinsstörungen und ein schlechter Zahnstatus die orale Nahrungsaufnahme beeinflussen und eine Dysphagie verstärken (Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurotraumatologie und Klinische Neuropsychologie, 2003). Auch Tumore im Kopf-Halsbereich, (Teil-)Resektionen von am Schluckvorgang beteiligten Strukturen sowie die Folgen von Bestrahlung („therapeutische Radiatio“) können zu schweren Dysphagien führen (Gaziano, 2000). Weiterhin können vor allem sedierende Medikamente wie Benzodiazepine, Neuroleptika (zum Beispiel Haloperidol), Anticholinergica (Hemmstoffe des Transmitters Acetylcholin, unter anderem bei Parkinsonsyndrom) und Medikamente mit anticholinergischer Nebenwirkung (Antidepressiva) den Schluckakt beeinträchtigen (Prosiegel, 2010; Perlman & Schulze-Delrieu, 2003).

1.3. Relevanz eines zeitnahen und effektiven Dysphagiescreenings

Um die Relevanz eines zeitnahen und effektiven Screenings zur Minimierung des Gesundheitsrisikos zu verdeutlichen, sollen an dieser Stelle einige Zahlen und Fakten genannt werden.

Martino (2005) konnte in ihrem Review eine Dysphagieinzidenz von 64-78 % bei akuten Schlaganfallpatienten belegen und beschreibt in diesem Zusammenhang ein um das dreifach erhöhte Pneumonierisiko. Bei dysphagischen Patienten mit Aspiration besteht nach dieser Studie sogar ein elffach erhöhtes Pneumonierisiko. Holas et. al (1994) belegen, dass das relative Risiko der Entwicklung einer Pneumonie bei akuten Schlaganfallpatienten mit Aspiration sechsmal höher ist als bei solchen ohne Aspiration. Wilson (2012) bestätigt in einer großen nationalen Studie in den USA ebenfalls, dass das Mortalitätsrisiko mit Entwicklung einer Pneumonie deutlich steigt. Somit stellt die Dysphagie einen unabhängigen Prädiktor für ein schlechtes Outcome dar.

Die stationäre Verweildauer von Schlaganfallpatienten mit Dysphagie beträgt durchschnittlich 44,8 Tage, wohingegen die stationäre Verweildauer bei Schlaganfallpatienten ohne Dysphagie nur durchschnittlich 24,5 Tage beträgt (Smithard, 1996).

Es wurde gezeigt, dass ein standardisiertes Dysphagiescreening das Pneumonierisiko um ca. 80% senken kann und die Mortalität um ca. 70 %. Außerdem wurden die Behandlungskosten durch ein Screening um ca. 14 % gesenkt. Die stationäre Verweildauer für Patienten verringerte sich durch Screenings um 2,5 bis 3 Tage (Martino et al., 2000). Die oben aufgeführten Daten zeigen, wie wichtig die schnelle und effiziente Identifizierung von Hochrisikopatienten ist. So wird die Bedeutung eines frühen Screenings auch in den Leitlinien der Heart and Stroke Foundation of Ontario als Vision (2002) betont:

„All stroke survivors will have access to rapid and timely swallowing screening to minimize the development of complications. Stroke survivors who have a positive result from screening will have access to a rapid and timely comprehensive dysphagia assessment by a dysphagia expert. Those stroke survivors found to have dysphagia will receive appropriate individualized and nutritional management that meets the best practice guidelines for managing dysphagia.“

In den nachfolgenden Kapiteln wird nun näher auf die Physiologie und Pathologie des Schluckaktes eingegangen. Weiterhin wird die Diagnostik von Dysphagien und das Pulsoxymeter als Screeningmethode beschrieben.

2. Physiologie des Schluckaktes

2.1. Bedeutung und Grundlagen des Schluckens

Schlucken als wesentlicher Teil des Lebens ist ein komplexer neuromuskulärer Vorgang und bezeichnet den Transport von Flüssigkeiten und Nahrung von der Mundhöhle bis in den Magen (Logemann, 1998).

Sowohl im Wach- als auch im Schlafzustand wird geschluckt. Pro Tag schluckt der Mensch bis zu 2400 mal. Die Schluckfrequenz variiert dabei sehr stark. Während des Essens ist sie sehr groß, wohingegen sie beim Schlafen oder bei interessanten Parallelaktivitäten eher gering ist (Miller, 1982).

Schlucken ist ein lebensnotwendiges Grundbedürfnis des Menschen. Es beginnt im Mutterleib und endet mit dem Tod. Allerdings dient Schlucken nicht nur der Aufnahme von Nährstoffen und Flüssigkeit, sondern ist vielmehr auch ein wesentlicher Teil der Lebensqualität. So vollzieht es sich meist in sozialen Kontexten und ist eng mit gesellschaftlichen Aktivitäten verknüpft.

2.2. Phasen des Schluckaktes

Eine erste systematische Beschreibung des physiologischen Schluckaktes erfolgte durch Logemann (1998), die diesen in vier Phasen einteilte, welche im Folgenden kurz dargestellt werden sollen:

1. Die orale Vorbereitungsphase

Zur Vorbereitung des Schluckens umfasst sie das Kauen und Einspeicheln der Nahrung, die anschließende Bolusformung und –positionierung

2. Die orale Transportphase

Diese Phase beinhaltet den Transport des Bolus mit der Zunge in den hinteren Bereich des Mundes, bis der Schluckreflex an den spezifischen Triggerzonen ausgelöst wird.

3. Die pharyngeale Phase

Mit Auslösung des Schluckreflexes wird der Bolus in den Pharynx transportiert. Diese Phase ist durch die sehr fein aufeinander abgestimmte Koordination komplexer Schluckgesten, wie im Folgenden beschrieben, gekennzeichnet:

Zunächst kommt es zu einer Velumelevation („Velopharyngealer Abschluss“), um ein Eindringen der Nahrung in den Nasenraum zu verhindern. Des Weiteren findet eine ventro-kraniale Verlagerung des hyolaryngealen Komplexes statt, in dessen Rahmen es auch zum Verschluss des Larynx auf Stimmlippen-, Taschenfalten- und Epiglottisniveau kommt. Dies dient dem Schutz der Luftwege („Atemwegsprotektion“), um ein Eindringen von Bolusmaterial in die Luftwege („Aspiration“) zu verhindern. Außerdem setzt eine Vorwölbung der Pharynxwand ein und die Öffnung des oberen Ösophagusphinkter findet statt.

4. Die ösophageale Phase

In dieser Phase wird der Bolus mittels peristaltischer Wellen durch den Ösophagus in den Magen befördert.

Diese physiologische Einteilung der Schluckphasen ist besonders wichtig, um physiologische sowie pathologische Veränderungen erkennen und beschreiben zu können.

2.3. Veränderungen der Schluckphysiologie im Alter (Presbyphagie)

Im Rahmen des physiologischen Alterungsprozesses kommt es beim Menschen ebenfalls zu physiologischen Veränderungen.

So setzt mit zunehmendem Alter eine Abnahme der Muskelmasse ein, von der vor allem die am Schluckakt wesentlich beteiligten Typ II Muskelfasern betroffen sind (Deschenes, 2004). Dies führt dazu, dass ältere Menschen signifikant langsamer und später schlucken und der Zungenanpressdruck verringert ist (Robbins, 1992, Tracy, 1989). Hinzu kommt der Verlust von Geruchs- und Geschmackssinn (Coward, 1989). Außerdem zeigt sich eine vermehrte Neigung zu laryngealer Penetration (Prosiegel, 2010). Nach Tracy (1989) nimmt im Alter die Öffnungsdauer des oberen Ösophagusphinkter ab, zum anderen kommt es zu einer zeitlichen Verzögerung der Schluckreflextriggerung. Diese altersbedingten physiologischen

Veränderungen werden als „Presbyphagie“ bezeichnet (Humbert & Robbins, 2008). Mit fortschreitendem Lebensalter und hinzukommenden Erkrankungen wie zum Beispiel Schlaganfall können diese physiologischen Veränderungen jedoch zu einer pathologischen Schluckstörung führen (Martino, 2005). In den folgenden Kapiteln sollen daher, im Gegensatz zu den oben dargestellten physiologischen Funktionen des Schluckens und seinen Veränderungen, nun auch pathologische Schluckabläufe beschrieben werden.

3. Pathologie

3.1. Pathophysiologie und spezifische Dysphagiesymptome

Schluckstörungen, auch „Dysphagien“ genannt (aus dem altgriechischen Wort „phagein = essen“ und der Vorsilbe „dys = gestört“), bezeichnen Störungen des Transportes von Nahrung vom Mund in den Magen (Logemann, 1998) und können beispielsweise im Rahmen einer peripheren Facialisparesie nur eine der oben beschriebenen Schluckphasen selektiv betreffen, oder sich auf alle Phasen gleichzeitig auswirken. Die am häufigsten auftretende Form ist jedoch die sogenannte „oropharyngeale Dysphagie“, die sowohl die orale als auch die pharyngeale Phase des Schluckens betrifft.

Grundsätzlich können Dysphagien in jedem Lebensalter auftreten und sich als Folge eines akuten Ereignisses, wie z.B. einem Schlaganfall oder Schädel-Hirn-Trauma, einer fortschreitenden neurologischen Erkrankung wie dem Morbus Parkinson oder einer ALS sowie auch nicht-neurogener Ursachen wie Tumorerkrankungen, Operationen im Kopf- und Halsbereich oder COPD (Perlman & Schulze-Delrieu, 2003; Bartolome & Schröter-Moratsch, 2006) einstellen.

Die Leitsymptome von Dysphagien sind vor allem das sogenannte „Leaking“, pharyngeale Residuen, „Penetration“ und „Aspiration“.

Als Leaking wird das unkontrollierte Entweichen von Nahrung oder Flüssigkeit vor Auslösung des Schluckreflexes in den Rachenraum bezeichnet. Beim Leaking besteht die Gefahr einer prädeglutitiven Penetration oder Aspiration. Residuen sind postdeglutitive Bolusreste, die ein- oder beidseitig im Bereich der Valleculae, den Sinus piriformes, der hinteren Kommissur oder der Pharynxwand auftreten können und meist vor dem Hintergrund eines insuffizienten pharyngealen Bolustransportes entstehen.

Als Penetration wird das Eindringen von Bolusteilen in den Kehlkopfeingang („Aditus laryngis“) bis oberhalb oder auch auf Stimmlippenniveau bezeichnet. Je nach zeitlicher Relation zur Schluckreflextriggerung kann sie prä-, intra- oder postdeglutitiv erfolgen. Die Aspiration hingegen wird definiert als Eindringen von Bolusmaterial bis unterhalb des Stimmlippenniveaus („tracheale Bolusinvasion“). Sie kann ähnlich wie die Penetration prä-,

intra- oder postdeglutitiv auftreten und sich sowohl offensichtlich, also mit reflektorischem Husten oder auch ohne (visuelle oder) hörbare Zeichen (sogenannte „silent aspiration“ oder „stille Aspiration“) vollziehen (Logemann, 1998, Rosenbek et al., 1996). Die offensichtliche Aspiration lässt sich, wie ihr Name schon sagt, einfach anhand der typischen Merkmale wie Husten, Erstickungsanfälle und eine veränderte Stimmqualität direkt nach dem Schlucken erkennen. Da die stille Aspiration ohne die oben genannten Merkmale einhergeht, wird sie im klinischen Alltag häufig übersehen, lässt sich nur mittels spezieller instrumenteller Verfahren, die im Folgenden noch beschrieben werden, direkt identifizieren und stellt im Hinblick auf die Entwicklung einer Aspirationspneumonie eine erhebliche Gefährdung für den Patienten dar. Vor dem Hintergrund der teilweise recht hohen Prävalenz stiller Aspirationen bei im Alter häufigen Grunderkrankungen wie dem Schlaganfall ist eine frühe Identifikation dieser Patienten aufgrund der oben beschriebenen schwerwiegenden Folgen unabdingbar. So zeigt eine Studie von Daniels et. al. (1998), dass etwa 67 % der akuten Schlaganfallpatienten still aspirieren. Anhand dieser Prävalenz lässt sich erkennen, dass auf ein schnelles und vor allem valides Screening nicht verzichtet werden kann.

3.2. Moderne Klassifikationssysteme als Ausdruck der Komplexität von Dysphagien am Beispiel des ICF Modells

Entgegen der eindimensionalen Fokussierung auf die rein funktionelle Beschreibung von Dysphagien wird mithilfe der ICF – „Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit“ erstmalig auch die Komplexität von Dysphagien berücksichtigt. Es werden nämlich die verschiedenen Ebenen wie Körperfunktion, Körperstruktur und Aktivitäten und Partizipation (Teilhabe) in die Beschreibung der Beeinträchtigung mit einbezogen, um aus ihnen die verschiedenen Interventionsmöglichkeiten abzuleiten. Der Bereich Partizipation, also „auf kulturell akzeptierte Weise zu verzehren, zu schlemmen oder zu speisen“, sowie „ein Getränk in kulturell akzeptierter Weise zu trinken, oder fließendes Wasser wie zum Beispiel vom Wasserhahn zu trinken“, stellt somit eine Erweiterung der Definition einer Dysphagie dar (Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit, 2005).

4. Diagnostik von Dysphagien

Die American Speech-Language-Hearing-Association (ASHA) empfiehlt, bei einem Verdacht auf Vorliegen einer Dysphagie neben einem Screening mit Anamnese auch eine instrumentelle Diagnostik mittels der FEES (Fiberoptic Endoscopic Evaluation of Swallowing) und/ oder VFSS (Videofluoroscopic Study of Swallowing) durchzuführen (ASHA, 2000; Heart and Stroke Foundation of Ontario, 2002). Auch in Deutschland wurden Leitlinien verfasst, die diese Vorgehensweise empfehlen (DGNKN, 2003; DGN, 2006).

Screeningverfahren sind Methoden, die dazu dienen, Patienten mit einem hohen Aspirationsrisiko möglichst früh zu identifizieren, um sie gegebenenfalls einer zeitnahen und ausführlicheren instrumentellen Untersuchung zu unterziehen. Im Rahmen des oben benannten klinischen Dysphagiemanagements ist es so möglich, eine adäquate Behandlung einzuleiten, um Dysphagiesymptomen vorzubeugen und somit das gesundheitliche Risiko zu minimieren (Bours, 2008; Heart and Stroke Foundation of Ontario, 2002). Allerdings können mit einem Screening keinerlei Aussagen bezüglich des Schweregrades einer Dysphagie getroffen werden (Heart and Stroke Foundation of Ontario, 2002; Martino, 2000). Patienten mit einem positiven Screening sollten möglichst innerhalb der nächsten vierundzwanzig Stunden eine klinisch apparative Untersuchung erhalten (Heart and Stroke Foundation of Ontario, 2002).

4.1. Logopädisch- klinische Untersuchung

Die logopädisch-klinische Diagnostik umfasst eine Anamnese, motorische und sensible Funktionsprüfung sowie Schluckversuche. Dadurch sollen wichtige Fragen beantwortet werden. Diese sind folgende:

- „Besteht Dysphagieverdacht?
 - Wie gefährdet ist der Patient?
 - Sind weitere Untersuchungen notwendig (Endoskopie, Videofluoroskopie etc.)?
 - Wie erfolgt die Ernährung des Patienten?“
- (Voigt, 2009, S. 39).

4.2. Apparative Schluckdiagnostik

Im Gegensatz zum Screening ist die instrumentelle Untersuchung dazu da, die physiologischen und anatomischen Einzelheiten der Störung zu evaluieren und die bestmögliche Behandlung daraus abzuleiten (Heart and Stroke Foundation of Ontario, 2002).

Im Gegensatz zu Screeningverfahren können mit der klinischen Untersuchung erste Aussagen zu Pathomechanismen, zum möglichen Schweregrad einer Dysphagie sowie auf eine geeignete Kostform getroffen werden (Prosiegel, 2010).

4.2.1. VFSS

Die VFSS (Video Fluoroscopic Study of Swallowing) oder auch modifizierter Bariumschluck (MBS) ist ein apparatives Verfahren, welches eine detaillierte Untersuchung aller Phasen des Schluckaktes zulässt. Der Vorteil der VFSS ist klar. Der Schlucktherapeut kann den gesamten Schluckakt einsehen und die vorhandenen Störungen ausmachen, um anschließend darauf reagieren zu können. Dennoch birgt die VFSS auch einige Nachteile. Zum einen arbeitet dieses Verfahren mit Röntgenstrahlung, der die Patienten ausgesetzt werden, weshalb die Untersuchung nicht beliebig oft wiederholbar ist. Des Weiteren muss der Patient kooperativ und stabil genug sein, um zum Untersuchungsraum zu kommen und die Untersuchung im Sitzen durchführen zu können. Außerdem sind die Kosten einer solchen Untersuchung sehr hoch (Bours, 2009; Higo, 2003; Wang, 2005; Sherman, 1999; Bastian, 1993; Perry & Love, 2001).

4.2.2. FEES

Mithilfe der FEES (Fiberoptic Endoscopic Evaluation of Swallowing), die eine weiteres apparatives Verfahren darstellt, kann die Anatomie und Physiologie des pharyngealen Schluckaktes beurteilt werden. Sie wurde 1988 erstmals von Susan E. Langmore zur Beurteilung von oropharyngealen Dysphagien beschrieben und stellt heute eine wichtige Untersuchung dar.

Hierzu wird ein flexibles Endoskop mit einer Lichtquelle verbunden, mit einer Kamera in den unteren Nasengang eingeführt und verweilt während der Untersuchung in Höhe der Uvula. Die Untersuchung ist in zwei Teile gegliedert. Zum einen findet eine anatomisch-physiologische Untersuchung und Beobachtung statt. Hierbei kann das Endoskop zunächst im hinteren Drittel des unteren Nasengangs verweilen, um eine Beurteilung der Gaumensegelhebung zu ermöglichen. Im Anschluss kann das Endoskop zur Übersicht bis an den Übergang zum oropharynx vorgeschoben werden, um Zungengrund, Valleculae, Pharynxmuskulatur, Sinus piriformes, Epiglottis und Larynx einsehen zu können. Erfahrene Untersucher können die Endoskopspitze dann noch bis hinter die Epiglottis vorschieben. Hierbei können der Larynxeingang, die Stimmlippen und die subglottische Region genauer betrachtet werden.

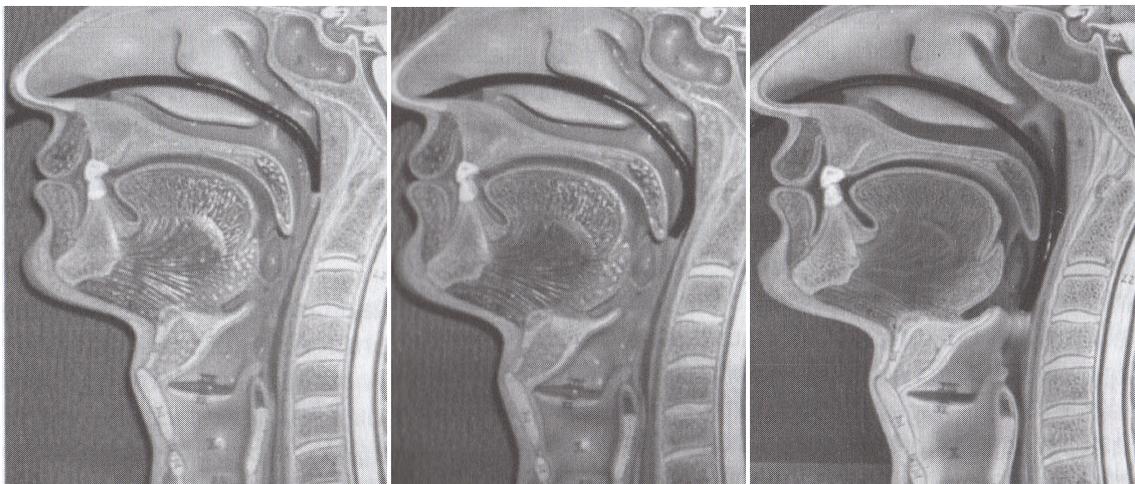


Abb. 4.1.: Nasopharyngealer Übergang, Oropharyngeale Position und Hyolaryngeale Position (von rechts nach links) (Pluschinski & Blonder, 2009).

Es wird besonders auf strukturelle Veränderungen der Schleimhaut geachtet sowie auf Asymmetrien, Form- und Stellungsveränderungen der Stimmlippen und die Ansammlung von Speichel, Sekret und Speiseresten wird beurteilt. Anschließend erfolgt die Prüfung der Sensibilität und Motorik. Durch trockenes Schlucken sowie durch die Phonation des Lautes /k/ wird der velopharyngeale Verschluss und die Gaumensegelhebung überprüft. Durch die Phonation des lautes /hi/ kann der Glottisschluss geprüft werden. Des Weiteren kann durch

festes Atemanhalten und Pressen der Verschluss der supraglottischen Strukturen gesehen werden.

Im zweiten Teil der Untersuchung wird der eigentliche Schluckakt untersucht. Der Patient sollte in der Position untersucht werden, in der er auch normalerweise isst. Patienten, die dazu nicht in der Lage sind und liegen müssen, können sich dennoch der Untersuchung unterziehen. Hierzu sollte der Kopfteil des Bettes in einen 45° Winkel gebracht werden. Es werden verschiedene Konsistenzen und Bolusvolumina angereicht. Begonnen werden sollte mit nur sehr geringen Mengen des Testmaterials, da die Patienten ja aufgrund eines Aspirationsrisikos vorstellig werden. Um Komplikationen und Aspirationen von großen Bolusmengen zu vermeiden, wird zunächst nur mit 1 ml Flüssigkeit begonnen. Das Testmaterial wird mit blauer Lebensmittelfarbe eingefärbt, um den Verlauf des Bolus besser beurteilen zu können.

Für die Funktionsprüfung wird die Penetrations-Aspirationsskala von Rosenbek et al. (1996) genutzt.

Tab. 4.1.: Penetrations-Aspirationskala nach Rosenbek et al. (1996) (Prosiegel & Weber, 2010).

Grad	Beschreibung
Grad 1	Material dringt nicht in die Luftwege ein
Grad 2	Material dringt in die Luftwege ein, verbleibt oberhalb der Stimmlippen und wird im weiteren Verlauf aus den Luftwegen entfernt
Grad 3	Material dringt in die Luftwege ein, verbleibt oberhalb der Stimmlippen und wird im weiteren Verlauf nicht aus den Luftwegen entfernt
Grad 4	Material dringt in die Luftwege ein, kontaktiert die Stimmlippen und wird im weiteren Verlauf aus den Luftwegen entfernt
Grad 5	Material dringt in die Luftwege ein, kontaktiert die Stimmlippen und wird im weiteren Verlauf nicht aus den Luftwegen entfernt
Grad 6	Material dringt in die Luftwege ein, dringt bis unter die Stimmlippen vor und wird im weiteren Verlauf aus der Trachea in den Larynx hinein oder aus den Luftwegen entfernt
Grad 7	Material dringt in die Luftwege ein, dringt bis unter die Stimmlippen vor und wird im weiteren Verlauf trotz Anstrengung nicht aus der Trachea entfernt
Grad 8	Material dringt in die Luftwege ein, dringt bis unter die Stimmlippen vor und es wird keine Anstrengung zur Entfernung unternommen

Beurteilt werden des Weiteren Penetrationen und Aspirationen im Hinblick auf ihren zeitlichen Bezug zum Schluckreflex (prä- beziehungsweise postdeglutitiv). Intradeglutitive Aspirationen entziehen sich aufgrund der pharyngealen Kontraktion und der Velumelevation der direkten endoskopischen Beobachtung („white out“).

Ein wesentlicher Vorteil der apparativen Diagnostik allgemein ist die Möglichkeit der direkten Überprüfung des Benefits kompensatorischer Schlucktechniken oder konsistenzmodifizierender Maßnahmen für den Patienten.

In diesem Zusammenhang sind die Vorteile der FEES im Vergleich zur VFSS die Folgenden:

- beliebig oft wiederholbar
- auch mit nicht kooperativen Patienten am Bett durchführbar
- keine Strahlenbelastung
- Patient muss den Bolus nicht so lange im Mund behalten, bis er zum Schlucken aufgefordert wird wie bei der VFSS

(Langmore, 1988; Bastian, 1993; Leder, 1998; DGNKN, 2003; DGN, 2006; Rosenbek et al., 1996)

Die oben genannten instrumentellen Verfahren sind leider nicht in jeder Klinik verfügbar, sodass oft nur eine Screeningmethode als Diagnoseverfahren genutzt wird.

4.3. Screeningverfahren

Wie schon erwähnt sollte ein Screening schnell, kostengünstig und mit wenig Risiko verbunden sein. Außerdem sollte es einfach auszuwerten und zu erlernen und damit auch nicht nur von Schlucktherapeuten durchzuführen sein (Heart and Stroke Foundation of Ontario, 2002; Logemann, 1998; Bours, 2009).

An erster Stelle sollte ein Screening die Patienten, welche tatsächlich aspirieren (richtig positiv) korrekt identifizieren. Hierbei spricht man von der Sensitivität eines Testes. Außerdem sollen die Patienten, die keine Symptome zeigen, auch als solche identifiziert werden (richtig negativ). Das nennt man Spezifität eines Testes. Wünschenswert ist eine Sensitivität von > 80–90 % und eine Spezifität von > 50 %.

An zweiter Stelle sollte das Screening nicht viele falsch Positiv (Patienten werden als aspirierend beschrieben, tun dies aber nicht tatsächlich) oder falsch Negativ (Patienten aspirieren werden aber nicht als solche identifiziert) Ergebnisse hervorbringen (Logemann, 1998).

Screeningverfahren haben einige Nachteile. Ein Screeningverfahren hilft dabei zu klären, ob Patienten ein erhöhtes Aspirationsrisiko aufweisen, über weitere relevante dysphagische Symptome wie pharyngeale Residuen, Effektivität von Clearingmanövern oder Suffizienz des Larynxverschlusses sind dagegen keine Aussagen möglich. Es kann also weder eine Aussage

über die zugrunde liegenden Pathomechanismen getroffen werden noch kann eine genaue Beschreibung der Symptome gemacht werden. Aus einem Screeningverfahren lassen sich auch keine therapeutischen Interventionen ableiten (Logemann, 1998, Martino et al., 2000; Heart an Stroke Foundation of Ontario, 2002).

In der Literatur finden sich verschiedene Screeningmethoden (vgl. Perry & Love, 2001; Ramsey, 2003; Bours, 2009; Lim et al., 2001; Collins, 1997; Higo, 2003; Wang, 2005; Zaidi, 1995; Trapl, 2007; Martino, 2009; Daniels, 2012; Smith, 2000), jedoch konnten bisher bei nur zwei Screeningverfahren befriedigende Sensitivitäts- und Spezifitätswerte ermittelt werden (Bours et al., 2009). Der Vorschlag der Kombination des 50 ml-Wassertest mit der Prüfung der Sensibilität im Pharynxbereich (Martino, 2000; Kidd et al., 1993) sowie des 50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie (Lim et al., 2001; Smith et al., 2000; Bours et al., 2009). Wassertests und Schluckversuche mit verschiedenen Konsistenzen oder einzelne klinische Merkmale wie zum Beispiel ein abnormaler Würgerreflex oder die Anamnese sind nicht in der Lage, Hochrisikopatienten zu identifizieren (Bours et al., 2009). Auch die Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Neurologie schlagen als Screeningmethode den 50 ml-Wassertest in Kombination mit der Prüfung der Sensibilität im Pharynxbereich sowie den *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* vor (DGN, 2008).

Dennoch werden diese Screeningmethoden nach wie vor kontrovers diskutiert. Das mag daran liegen, dass diese nur an akuten Schlaganfallpatienten validiert wurden und sie somit keine Generalisierung auf andere mit Dysphagien assoziierte Grunderkrankungen erlauben. Auch Bours et al. (2009) raten zur Vorsicht bei der Generalisierung. Ein anderes Problem scheinen die unterschiedlichen Studiendesigns darzustellen (Bours et al., 2009).

Im weiteren Verlauf wird in dieser Arbeit näher auf die Pulsoxymetrie eingegangen. Sie erfüllt viele der oben genannten Kriterien eines Screenings (kostengünstig, schnell erlernbar etc.). Ob sie auch eine ausreichende Validität aufweist, soll in dieser Arbeit näher untersucht werden.

4.3.1. Pulsoxymetrie

Das erste Pulsoxymeter wurde 1973 von Takuo Aoyagi entwickelt (Bowes et al., 1989). Es wird vor allem als Standardmessinstrument in der Intensivmedizin und Anästhesie zur Messung der Sauerstoffsättigung verwendet.

An einer Sonde, die meist am Finger oder am Ohrläppchen befestigt wird, befinden sich auf der einen Seite zwei Lichtquellen, Infrarot und Rot, und auf der anderen Seite ein Sensor. Mit Sauerstoff angereichertes Hämoglobin hat eine andere Farbe als Hämoglobin ohne Sauerstoff. Durch die unterschiedliche Färbung des mit Sauerstoff gesättigten Hämoglobins entsteht für das durchstrahlende Licht eine Absorption, die der Sensor misst (Tremper & Barker, 1989; Bowes et al., 1989).

Es ist wahrscheinlich, dass eine Aspiration von Flüssigkeit zu einer kurzfristigen, aber messbaren Hypoxämie (Sauerstoffmangel) und somit zu einer sinkenden Sauerstoffsättigung führt (Zaidi et al., 1995; Collins & Bakheit, 1997). Daher kamen verschiedene Untersucher zu dem Schluss, die Messung der Sauerstoffsättigung in Verbindung mit Wasserschlucken zu nutzen, um aspirationsgefährdete Patienten zu identifizieren (Lim et al., 2001; Collins & Bakheit, 1997; Higo et al., 2003; Wang et al., 2005; Sherman et al., 1999; Ramsey et al., 2006; Chong et al., 2003; Smith et al., 2000; Leder, 2000; Zaidi et al., 1995).

4.3.2. Aktueller Stand der Forschung

Zunächst untersuchten verschiedene Autoren den Zusammenhang des Sättigungsabfalls während des Essens bei dysphagischen Patienten (Sellars et al., 1998; Rogers et al., 1993; Colodny, 2000; Brown et al., 1983). Kritisch sei hier allerdings anzumerken, dass die meisten Fallstudien mit einer eher geringen Probandenzahl durchgeführt wurden. Einzig die Studie von Colodny (2000) bezog 181 Patienten ein. Hierbei fand sie heraus, dass aspirierende dysphagische Patienten tatsächlich eine geringere Sauerstoffsättigung vor, während und nach dem Essen zeigten als nicht aspirierende Patienten.

Durch diese Studien motiviert begannen dann weitere Wissenschaftler zu erforschen, ob die Pulsoxymetrie eine geeignete Screeningmethode sein könnte. Der Wunsch nach einer solchen

war groß, denn bislang gab es keine geeignete Methode, die eine ausreichende Sensitivität und Spezifität aufwies.

Auch Zaidi et al. (1995) wollten zeigen, dass eine Aspiration von Flüssigkeiten mit einem Sauerstoffabfall, gemessen mit der Pulsoxymetrie, einhergeht. Aus diesem Grund wollten sie diese Methode als Alternative zu instrumentellen Verfahren nutzen, um Hochrisikopatienten zu identifizieren. In diese Studie wurden zwei Kontrollgruppen inkludiert: Eine Gruppe aus jungen, gesunden Erwachsenen und eine Gruppe von altersgemischten Krankenhauspatienten ohne Schlaganfall im Vorbefund. Die eigentliche Studiengruppe bestand aus erwachsenen akuten Schlaganfallpatienten ab einem Alter von achtzehn Jahren.

Kritisch anzumerken ist hierbei, dass die Ergebnisse des Pulsoxymeters nicht mit einem instrumentellen Verfahren überprüft, sondern nur mit der Einschätzung eines Logopäden überprüft wurden, sodass die Aussage der Studie nicht ausreichend objektiv ist. Des Weiteren fanden die Bewertungen durch die Logopäden und die Messung nicht gleichzeitig statt. Sie schlagen in ihrer Studie vor, die Messung der Pulsoxymetrie während der VFSS durchzuführen. Außerdem waren in die Studie ausschließlich akute Schlaganfallpatienten inkludiert, was eine Generalisierung zu anderen neurologischen und geriatrischen Krankheitsbildern nicht ohne weiteres zulässt.

Collins & Bakheit (1997) führten in ihrer Untersuchung die Pulsoxymetrie gleichzeitig mit der Videofluoroskopie aus. Dabei verwendeten sie verschiedene Konsistenzen und Bolusvolumina. An ihrer Studie nahmen 54 Schlaganfallpatienten teil, wobei der Zeitpunkt des Schlaganfalls nicht angegeben ist. Ein Sättigungsabfall von $>2\%$ galt als klinisch signifikant.

Collins & Bakheit (1997) schlussfolgerten, dass die Pulsoxymetrie somit eine geeignete Methode sei, um eine Aspiration zu diagnostizieren. Zwar ist die gleichzeitige Durchführung der beiden Messinstrumente ein deutlicher Vorteil zu der oben erwähnten Studie von Zaidi et al. (1995), dennoch kann auch hier das Ergebnis aufgrund der Reduktion auf Schlaganfallpatienten nicht generalisiert werden. Außerdem wird nicht klar, ob es sich um akute Schlaganfallpatienten handelt oder ob die Patienten schon länger eine Dysphagie haben.

Auch Smith et al. (2000) führten eine ähnliche Studie durch, bei der akute Schlaganfallpatienten durch Logopäden und anschließend durch die Pulsoxymetrie in Verbindung mit einer VFSs unter Verwendung verschiedener Konsistenzen untersucht wurden. Sie kamen zu dem gleichen Ergebnis wie Collins & Bakheit (1997).

Chong et al. (2003) führten den 50 ml-Wassertest durch und anschließend die Pulsoxymetrie gleichzeitig mit der FEES. Auch hier galt ein Sättigungsabfall von $>2\%$ als klinisch signifikant. Patienten mit akutem Schlaganfall, aber auch viele Patienten in der chronischen Phase wurden in die Studie einbezogen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Kombination eine ausreichende Sensitivität und Spezifität für akute und chronische Schlaganfallpatienten aufweist. Die Pulsoxymetrie wurde jedoch nicht gleichzeitig mit dem 50 ml-Wassertest durchgeführt, wodurch die Aussage nicht getroffen werden kann.

In den deutschen Leitlinien wird auf die Studie von Lim et al. (2001) verwiesen und diese als Referenzstudie genutzt. Diese Studie beschrieb als erste die Kombination des 50 ml-Wassertests mit der Pulsoxymetrie, da jener von Gottlieb et al. (1996) als geeignete Screeningmethode, für die Identifikation von offensichtlichen Aspirationen, untersucht wurde. Um auch die stillen Aspirationen aufdecken zu können, nutzten die Untersucher die Pulsoxymetrie.

Auch an der Studie von Lim et al. (2001) nahmen ausschließlich akute Schlaganfallpatienten teil. Hierbei wurde der 50 ml-Wassertest unabhängig von der Pulsoxymetrie durchgeführt; eine Überprüfung durch die FEES fand erst nach 24 Stunden oder später statt. Ein Sättigungsabfall bei der Pulsoxymetrie von $>2\%$ galt als klinisch signifikant. Bei dem 50 ml-Wassertest isoliert durchgeführt galten Husten, Erstickungsanfälle und eine veränderte Stimme als klinisch signifikant.

Die Konsistenzen und Bolusvolumina unterschieden sich sowohl bei der Durchführung der Pulsoxymetrie und des 50 ml-Wassertests, als auch in der FEES. In der statistischen Auswertung wurden dann die Ergebnisse der Pulsoxymetrie mit denen der FEES verglichen. Dabei zeigte sich eine Sensitivität von $76,9\%$ und eine Spezifität von $83,3\%$. Der 50 ml-Wassertest hingegen wurde nur mit den Ergebnissen der Pulsoxymetrie verglichen. Hieraus resultierte eine Sensitivität von $84,9\%$ und eine Spezifität von 75% . Dennoch schließen Lim

et al. (2001) aus ihrer Studie, dass die Kombination des 50 ml-Wassertests mit der Pulsoxymetrie eine geeignete Screeningmethode zur Identifikation von Aspirationen (offensichtlich und still) sei, mit einer Sensitivität von 100 % und einer Spezifität von 70,8 %. Die unterschiedlichen Durchführungszeiten sowie die Nutzung verschiedener Bolusvolumina und Konsistenzen erlauben keine sichere Aussage über eine ausreichende Sensitivität und Spezifität mit der Kombination beider Tests. Eine Überprüfung durch die FEES erscheint nur dann sinnvoll, wenn sie gleichzeitig zur Pulsoxymetrie und im Zusammenhang mit dem 50 ml-Wassertest durchgeführt wird. Denn nur dadurch kann eine objektive Aussage darüber getroffen werden, ob und ab welchem Bolusvolumen eine Aspiration auch tatsächlich mit einem Abfall der Sauerstoffsättigung einhergeht.

Auch in dem systematic review von Bours et al. (2009) kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass ein Wassertest mit klinischen Parametern wie Husten, Erstickungsanfälle und eine veränderte Stimme, kombiniert mit der Pulsoxymetrie, die besten Ergebnisse für eine Screeningmethode liefert. Dennoch weisen auch sie erneut auf die geringe Generalisierbarkeit auf andere neurologische Krankheiten hin, da die Pulsoxymetrie ausschließlich an Schlaganfallpatienten getestet wurde.

Die oben aufgeführten wissenschaftlichen Arbeiten zeigen, dass der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* noch nicht ausreichend auf seine Verlässlichkeit untersucht wurde.

Aus diesem Grund stellt sich folgende Frage:

Weist der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* als Screeningmethode zur Identifikation von geriatrischen Patienten mit einem hohen Aspirationsrisiko eine ausreichende Verlässlichkeit auf?

Methodisches Vorgehen

Im folgenden Kapitel soll das methodische Vorgehen der Studie näher erläutert werden. Hierzu findet eine Beschreibung der Stichprobe, des Ablaufs der Studie, der genutzten Messinstrumente sowie dem Studiendesign statt.

5. Stichprobenbeschreibung

Die Teilnehmer der Studie sollen 60 Jahre oder älter sein, um ausschließlich den Bereich der Geriatrie abzudecken. Es werden alle geriatrischen Krankheitsbilder eingeschlossen. Die Haupt- beziehungsweise Einweisungsdiagnose wird notiert. Patienten, die stark vigilanzgemindert sind, werden aus der Studie ausgeschlossen, da sie nicht in der Lage sind, Aufforderungen während der Untersuchung zu verarbeiten. Weiterhin besteht die Gefahr einer Aspiration aufgrund der Vigilanzminderung.

An der Studie nahmen insgesamt zweiundzwanzig Patienten teil, die sich in Behandlung im St. Martinus Krankenhaus, Düsseldorf befanden. In der nachfolgenden Tabelle (Tab. 5.1.) werden das Durchschnittsalter und die dazugehörigen Parameter aufgeführt. Eine Auflistung erfolgt für die Gesamtgruppe sowie für Männer und Frauen getrennt. In der Gesamtgruppe lag das Durchschnittsalter bei 80,82 Jahren mit einem Minimum von 61 Jahren und einem Maximum von 93 Jahren, sowie einer Standardabweichung von 9,520. Weitere Werte für die Trennung von Männern und Frauen sind der Tabelle zu entnehmen.

Tab. 5.1.: Darstellung von Durchschnitt, Minimum, Maximum und Standardabweichung des Alters für die Gesamtgruppe und getrennt nach Geschlechtern.

	Anzahl	Durchschnittsalter	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Gesamtgruppe	22	80,82	61	93	9,520
Männer	14	78,64	61	91	9,943
Frauen	8	84,63	72	93	7,891

In der nachfolgenden Abbildung (Abb. 5.1.) wird die Altersverteilung für Männer und Frauen graphisch dargestellt. Zu sehen ist die Häufigkeitsverteilung der Altersangaben sowie die Normalverteilung für die jeweiligen Geschlechter. Weiterhin sind auch hier das Minimum und das Maximum deutlich aufgeführt.

Auf der Y-Achse lässt sich die Altersangabe in Jahren ablesen. Auf der X-Achse ist die Häufigkeit der Altersangabe abgebildet. Die Normalverteilung ist als Kurve zu erkennen.

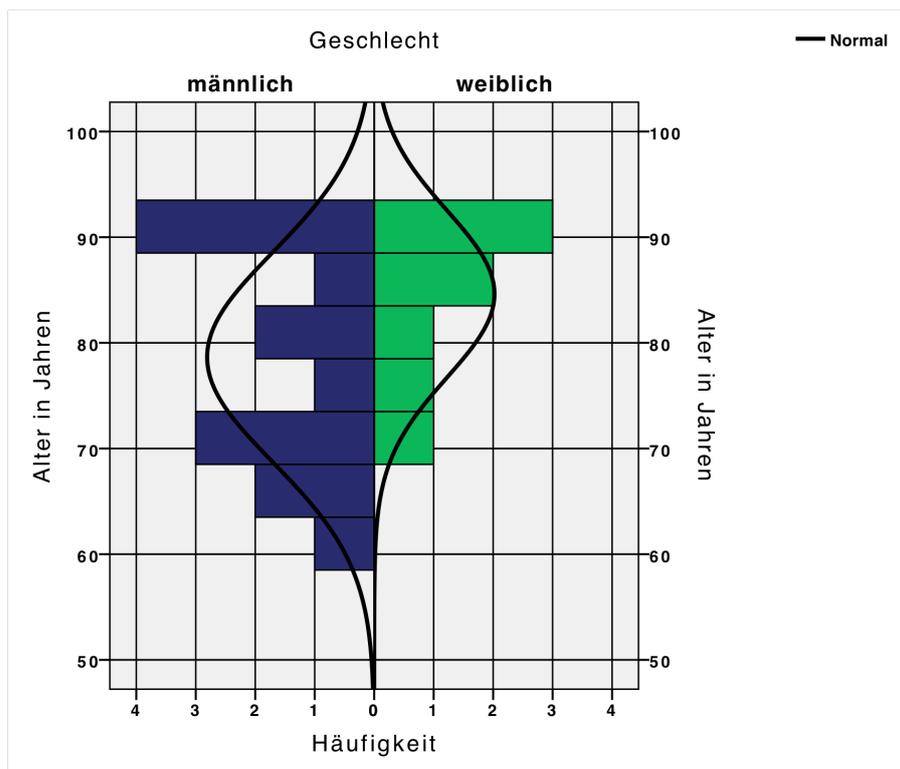


Abb. 5.1.: Altersverteilung von Frauen und Männern mit Darstellung der Normalverteilung

Eine Auflistung der Diagnosen erfolgt in Tabellenform (Tab. 5.2.). Notiert wurde die Hauptbeziehungweise Einweisungsdiagnose. In der linken Spalte wird eine Übersicht der Diagnosen dargestellt. In der rechten Spalte erfolgt eine genauere Aufteilung sowie die Häufigkeit dieser.

Tab. 5.2.: Auflistung der Diagnosen der Studienteilnehmer

Diagnose (allgemein)	Anzahl und gegebenenfalls Spezifizierung der Diagnose
Schlaganfall	<ul style="list-style-type: none">• 7 cerebrale Schädigungen, hämorrhagisch oder ischämisch• 4 Ponsinfarkte
SAE (subkortikal atherosklerotische Encephalopathie)	<ul style="list-style-type: none">• 3
Demenzen	<ul style="list-style-type: none">• 2
IPS (Idiopathisches Parkinson Syndrom)	<ul style="list-style-type: none">• 2
Infekte	<ul style="list-style-type: none">• 3 Pneumonien• 1 Harnwegsinfekt• 1 Infekt unklarer Genese
Andere	<ul style="list-style-type: none">• 3 Exsikkosen• 1 ventrale Spondylophyten• 1 Radiatio nach Larynxcarcinom• 1 Hirncarcinom

6. Messinstrumente

Die FEES wird mit dem Untersuchungsturm von Rehder Partner „rp Szene“ durchgeführt. Dieses System ermöglicht eine digitale Aufzeichnung, Nachbearbeitung und Archivierung von Filmsequenzen und Einzelbildern. Es wird bei Untersuchungen und Befunderstellungen genutzt. Es ist möglich, mittels spezieller Software die Filmsequenzen zu bearbeiten. Das Endoskop ist von der Firma Olympus und trägt den Namen „Olympus P4“. Die Lichtquelle „Olympus OTV-SC“ sowie die Kamera „Olympus CLH-SC“ sind ebenfalls von der Firma Olympus. (<http://www.rehder.de>, 2012).



Abb. 6.1.: rp@Szene für die Schluckdiagnostik (www.rehder.de, 2012)

Das Pulsoxymeter ist das Modell N550 Quick Guide von der Firma Nellcor Puritan. Hiermit kann sowohl die Herzfrequenz als auch die Sauerstoffsättigung der Patienten ermittelt werden (<http://www.inspiration-medical.de/nellcor.html>, 2012).

Weiterhin wurde zur Beurteilung des Penetrations- und Aspirationsgrades die Skala nach Rosenbek et al. (1996) genutzt (Tab. 1.1.).

7. Ablauf der Studie

Zu Beginn wird die Notwendigkeit einer apparativen Schluckdiagnostik durch ein Screeningverfahren ermittelt. Der zuständige Logopäde hält nach einem positiven Screeningergebnis Rücksprache mit dem behandelnden Arzt. Gemeinsam wird der Nutzen der apparativen Schluckdiagnostik entschieden. Weiterhin wird entschieden, ob eine FEES (Fiberoptic Endoscopic Evaluation of Swallowing) oder eine VFSS (VideoFluoroscopic Swallowing Study) den meisten Nutzen bringen kann.

Ist die Entscheidung auf die FEES gefallen, so wird diese von einem erfahrenen Arzt in Begleitung des zuständigen Logopäden durchgeführt. Eine Aufklärung des Patienten der Vorteile und Risiken einer FEES wird sowohl vom Arzt als auch vom Logopäden vorgenommen. Außerdem wird vor der Untersuchung eine Einverständniserklärung unterschrieben. Sollten die Patienten nicht mehr in der Lage sein, den Inhalt der Einverständniserklärung zu erfassen und zu unterschreiben, werden die Angehörigen gefragt. Sollte der Patient nicht in der Lage sein sitzen zu können, wird er im Bett in eine aufrechte Position gebracht. Sobald die Patienten in den Untersuchungsraum (Sonographieraum des Krankenhauses) kommen, wird das Pulsoxymeter angeschlossen. Die Sonde wird am Zeigefinger befestigt. Sollte eine Hemiparese oder -plegie vorliegen oder eine Blutdruckmanschette angebracht sein, wird die Sonde an der kontraläsionalen (nicht betroffenen) Seite platziert. Am Sondenfinger befindlicher Nagellack wird entfernt (Cote et al., 1988). Die Sonde wird mit Tape am Finger fixiert, damit Bewegungen das Ergebnis nicht beeinflussen können (Wang et al., 2005; Collins & Bakheit, 1997). Die Werte des Pulsoxymeters werden bis Untersuchungsbeginn beobachtet, jedoch noch nicht notiert. Anschließend werden die Werte für zwei Minuten beobachtet und der höchste und niedrigste Wert aufgeschrieben. Hieraus wird später ein Mittelwert errechnet.

Auf die Endoskopspitze wird Xylocaingel aufgetragen. Das Endoskop wird nun in den Nasengang eingeführt und verweilt zunächst im hinteren Drittel des unteren Nasengangs, um die Gaumensegelhebung beurteilen zu können. Im Anschluss wird das Endoskop zur Übersicht bis an den Übergang zum oropharynx vorgeschoben, um Zugengrund, Valleculae, Pharynxmuskulatur, Sinus piriformes, Epiglottis und Larynx einsehen zu können. Der Patient wird aufgefordert ein /e/ zu phonieren. Anschließend soll der Patient die Luft anhalten und

pressen. Dies dient der funktionell anatomischen Beurteilung der Beweglichkeit der Stimmlippen und des Kehlkopfes. Der Logopäde reicht dem Patienten 5 ml angefärbte nicht angedickte Flüssigkeit auf einem Löffel. Der Patient wird aufgefordert, diese zu schlucken. Ein Untersucher beobachtet das Pulsoxymeter und notiert die Werte direkt nach dem Schlucken und eine Minute danach. Er hat keine Einsicht auf die Bilder der FEES und ist somit blind zu diesen Ergebnissen. Der andere Untersucher hat keine Einsicht auf das Pulsoxymeter und schaut nur auf die Bilder der FEES. Anschließend werden erneut 5 ml angefärbte nicht angedickte Flüssigkeit gereicht. Auch hier werden die Werte des Pulsoxymeters direkt nach dem Schlucken sowie eine Minute danach notiert. Weiterhin werden zweimal 10 ml und einmal 20 ml angefärbte nicht angedickte Flüssigkeit gereicht. Auch hier wird jedes Mal wie beschrieben vorgegangen. Die Untersuchung endet mit dem 20 ml Schluck.

Es gelten folgende Abbruchkriterien: Sollte es bei einem dieser Schluckversuche zu einer Aspiration kommen, wird die Untersuchung aus ethischen Gründen abgebrochen, um gesundheitliche Risiken zu vermeiden. Auch bei eindeutiger Aspirationsgefährdung, die durch den Logopäden und den Arzt entschieden wird, wird der Test abgebrochen. Husten, Erstickungsanfällen oder einer veränderter Stimmqualität direkt nach dem Schlucken gelten als weiteres Abbruchkriterium. Weiterhin wird die Untersuchung bei einem deutlich unauffälligen Befund abgebrochen, um eine unnötige Fortführung der Untersuchung zu vermeiden.

Die FEES Aufnahmen werden im Anschluss nach der Penetrations-Aspirationsskala nach Rosenbek et al. (1996) (Tab. 1.1.) bewertet. Hierbei bewertet zunächst ein Untersucher allein. Der zweite Untersucher, der die Werte des Pulsoxymeters notiert hat, bewertet dann die FEES Aufnahmen zusammen mit dem anderen Untersucher. Kommen beide Untersucher zu dem gleichen Ergebnis, werden die Penetrations-Aspirationswerte zu jedem Schluck notiert.

8. Studiendesign

Bei der Studie handelt es sich um prospektives Cross-Sectional Design. Um ermitteln zu können, ob ein Zusammenhang zwischen einer Aspiration und den Werten der Sauerstoffsättigung vorliegt, wurde ein within-subject-design gewählt. Jeder Proband wird nur zu einem Messzeitpunkt gemessen. Eine Übersicht aller Variablen erfolgt in Tabellenform (Tab. 8.1.).

Tab. 8.1.: Darstellung der unabhängigen und abhängigen Variable sowie der Kontroll- und Störvariable.

Unabhängige Variable	Abhängige Variable	Kontrollvariable	Störvariable
Aspirationsgrad	Werte des Pulsoxymeters	Messsonde Ort der Messung Alter Geschlecht Diagnose	Messzeitpunkt

8.1. Statistische Analyse

Mittels IBM SPSS Statistics soll die deskriptive Statistik aufgestellt werden, um Häufigkeiten und Verteilungen angeben zu können.

Weiterhin erfolgt eine Berechnung der Sensitivität und Spezifität anhand einer Vierfeldertafel. Ein Abfall der Sauerstoffsättigung gilt bei 2 %, 3 % und 4 % als signifikant. Mit diesen Signifikanzniveaus werden die Berechnungen aufgestellt. Es werden anhand der Vierfeldertafel außerdem die positive predictive Value und die negative predictive value, die positive Likelihood-Ratio sowie die Odds Ration, Yules Y und d^* berechnet.

Ergebnisse

In diesem Kapitel sollen nun die gewonnenen Ergebnisse dargestellt werden. Dies erfolgt zum einen durch eine schriftliche, zum anderen durch eine graphische Darstellung.

9. Deskriptive Statistik

Im Bereich der deskriptiven Statistik erfolgte eine Analyse von Häufigkeiten und Mittelwerten.

In der folgenden Abbildung (Abb. 9.1.) wurde die Häufigkeit des Penetrations-Aspirationsgrades (PA°) für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests für die gesamte Probandengruppe dargestellt. Auf der X-Achse sind die Penetrations- und Aspirationsgrade aufgelistet. Auf der Y-Achse hingegen ist die Häufigkeit abzulesen. Es ist zu erkennen, dass der PA°1 bei dem 1. 5 ml Schluck sehr häufig diagnostiziert wurde, die restlichen jedoch nur selten.

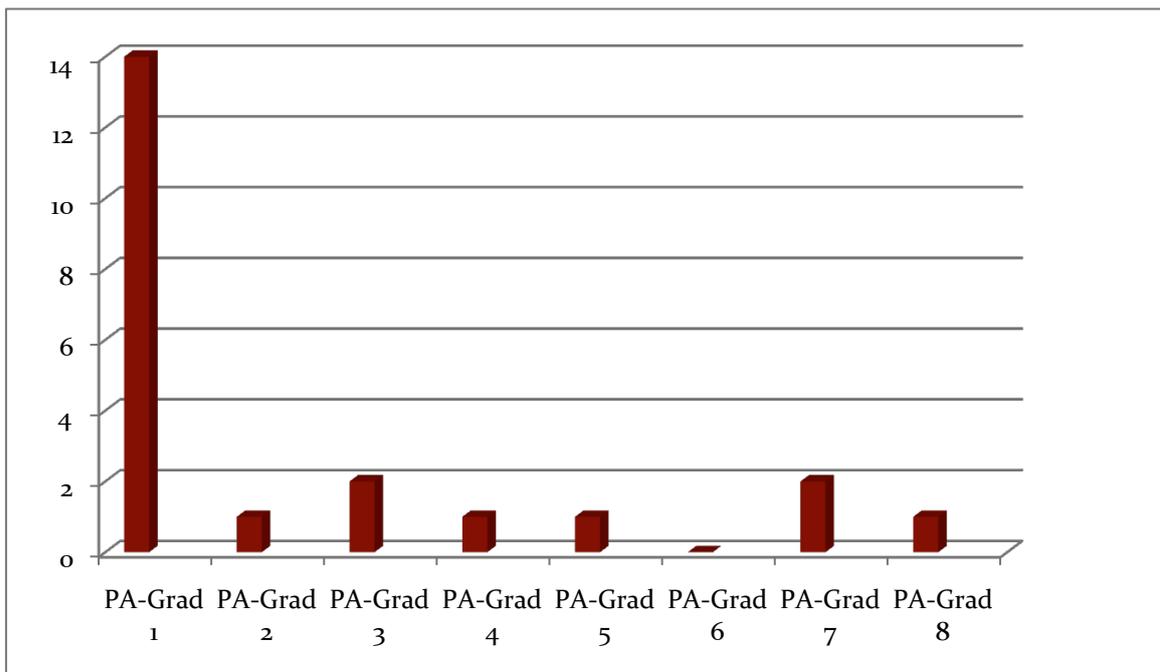


Abb. 9.1.: Häufigkeitsverteilung des Penetrations-Aspirationsgrades beim 1. 5 ml-Schluck des 50 ml-Wassertest bei n=22.

In den nachfolgenden Abbildungen (Abb. 9.2. bis Abb. 9.5.) wird die Häufigkeit des Penetrations-Aspirationsgrades für die weiteren Schlücke des 50 ml-Wassertest dargestellt. Es ist zu beachten, dass sich pro Schluck die Probandenzahl aufgrund eines Testabbruchs reduziert.

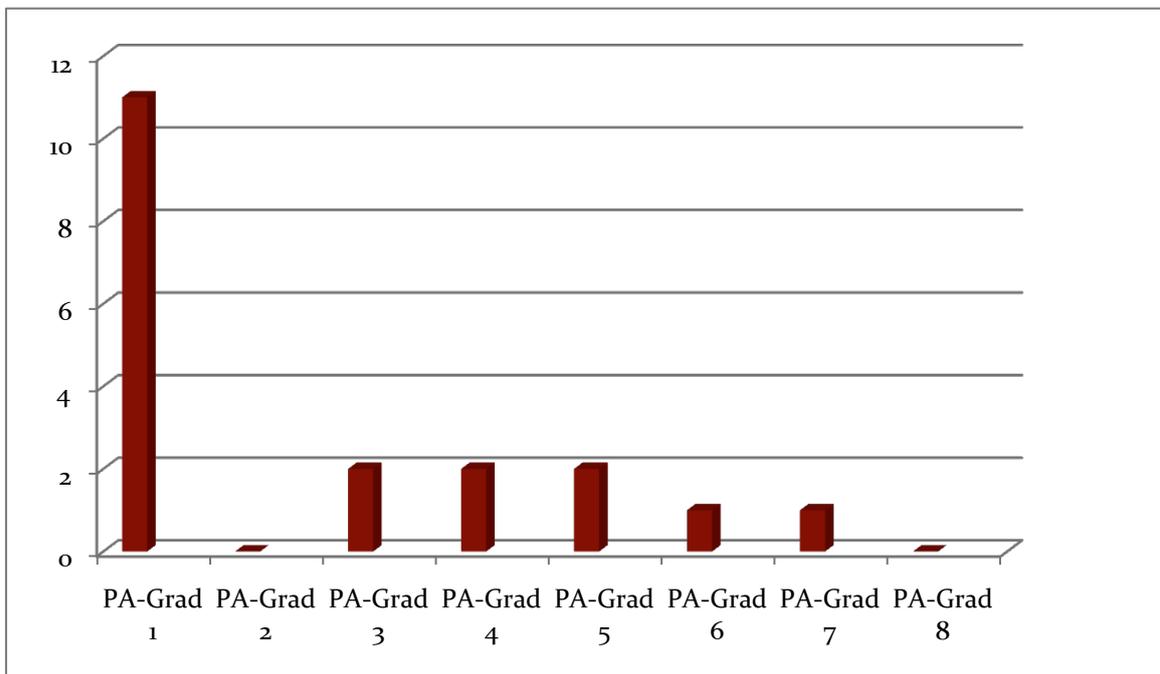


Abb. 9.2.: Häufigkeitsverteilung des Penetrations-Aspirationsgrades beim 2. 5 ml-Schluck des 50 ml-Wassertests bei n=19.

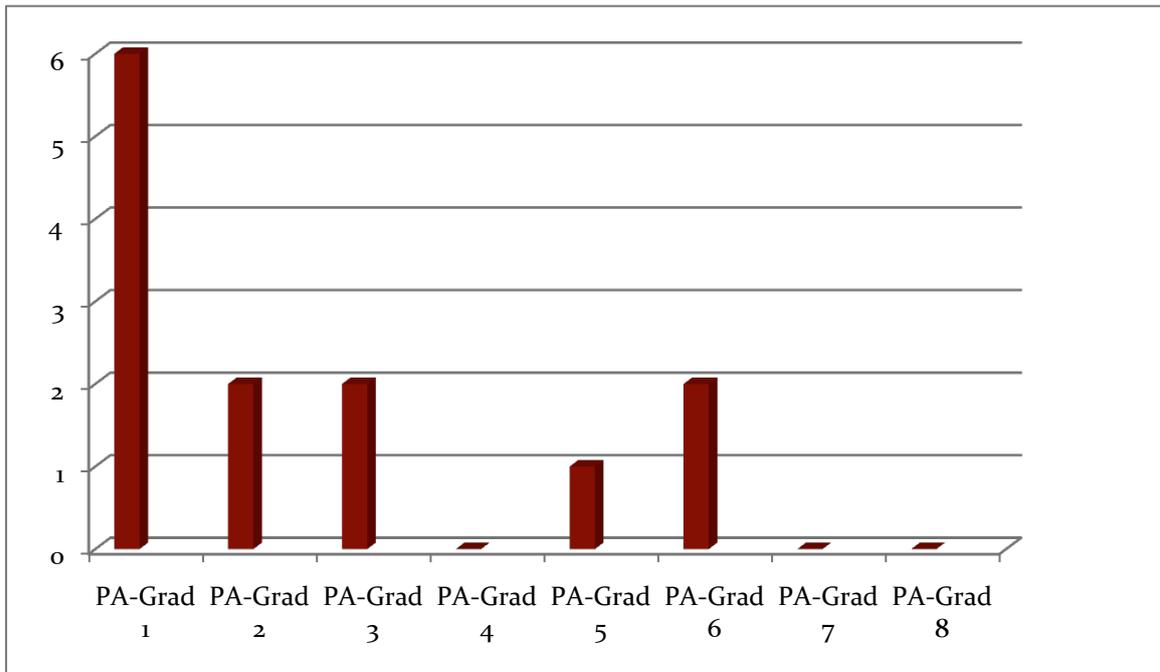


Abb. 9.3.: Häufigkeitsverteilung des Penetrations-Aspirationsgrades beim 1. 10 ml-Schluck des 50 ml-Wassertests bei n=13.

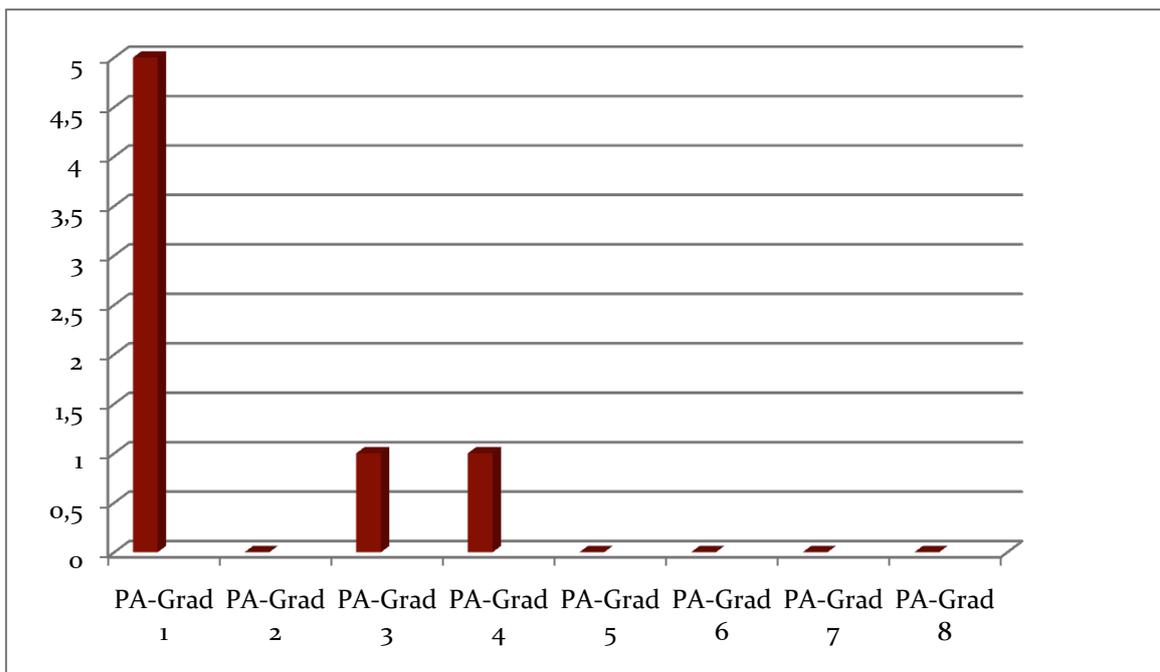


Abb. 9.4.: Häufigkeitsverteilung des Penetrations-Aspirationsgrades beim 2. 10 ml-Schluck des 50 ml-Wassertests bei n=7.

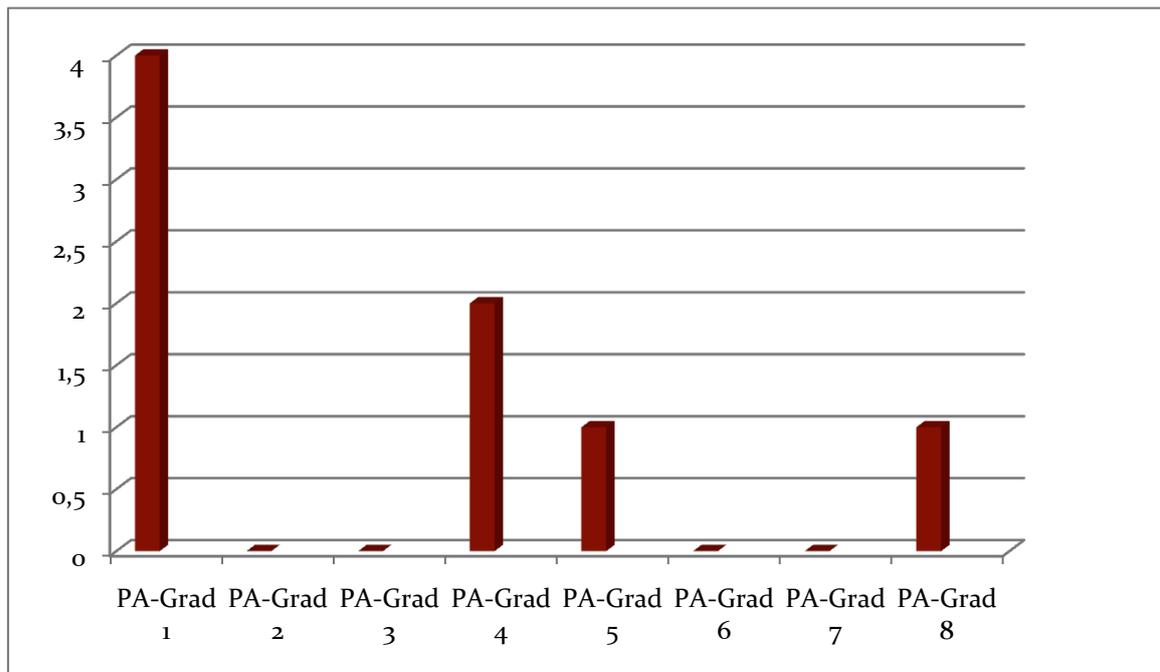


Abb. 9.5.: Häufigkeitsverteilung des Penetrations-Aspirationsgrades beim 20 ml-Schluck des 50 ml-Wassertests bei n=8.

Weiterhin wurde die Häufigkeit des Grundes des Testabbruchs für die gesamte Probandengruppe ermittelt. Vollständig durchgeführt wurde die gesamte Untersuchung bei 31,82 % der Patienten, das entspricht sieben Patienten. Ein Abbruch aufgrund einer Aspiration wurde ebenfalls bei 31,82 Patienten vollzogen. Ein Abbruch aufgrund einer drohenden Aspiration musste bei sieben Patienten durchgeführt werden. Lediglich bei einem Patienten (4,55 %) wurde der Test aufgrund eines eindeutig unauffälligen Ergebnisses abgebrochen (Abb. 9.6.).

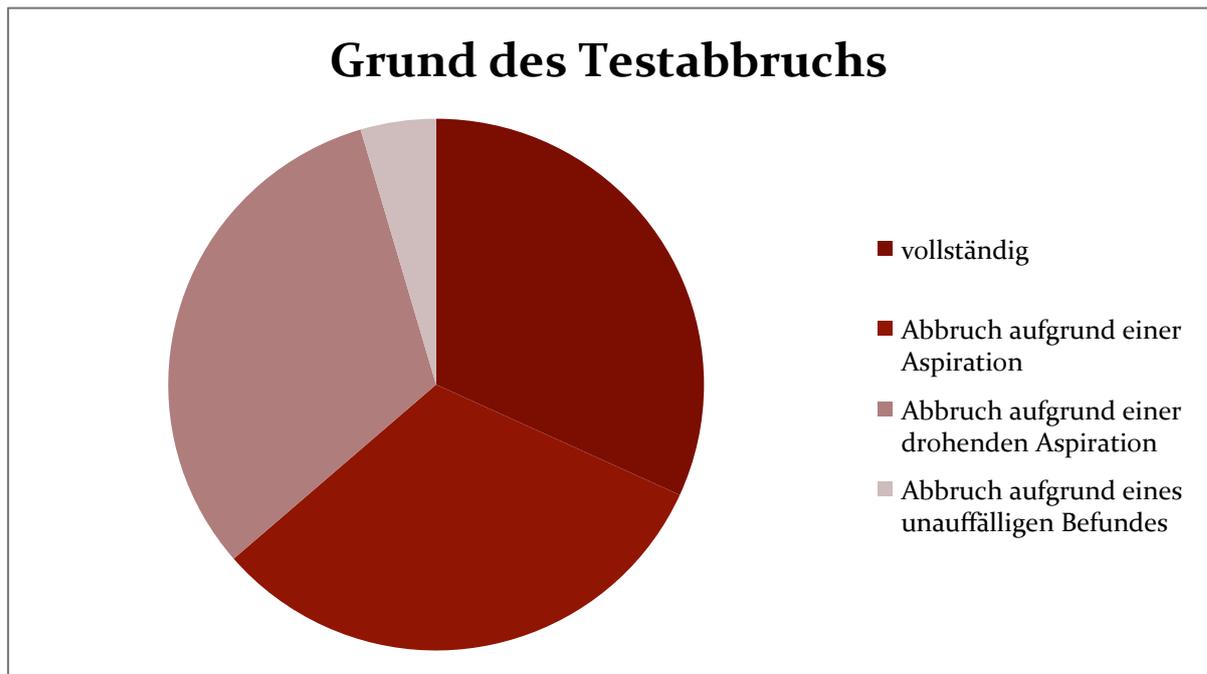


Abb. 9.6.: Häufigkeitsverteilung der Gründe des Testabbruchs.

Die Sauerstoffsättigung der gesamten Probandengruppe lag im Durchschnitt bei 94,95 % mit einem Minimum von 87 % und einem Maximum von 100 % und einer Standardabweichung von 3,641. Dies ist in Tabelle 9.1. dargestellt sowie für die Unterteilung in Männer und Frauen.

Tab. 9.1.: Darstellung von Durchschnitt, Minimum, Maximum und Standardabweichung der Sauerstoffsättigung für die Gesamtgruppe und getrennt nach Geschlechtern

	Durchschnitt	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Gesamtgruppe	94,95 %	87 %	100 %	3,641
Männer	94,46 %	87 %	100 %	4,088
Frauen	95,81 %	93 %	99 %	2,725

Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurde weiterhin der 50 ml-Wassertests ausgewertet. Es zeigte sich, dass bei der gesamten Probandengruppe zu 40,9 % keine Anzeichen auf eine Aspiration gefunden wurde. Hingegen zeigte sich zu 59,1 % Husten als Zeichen einer Aspiration.

10. Vierfeldertafel

Die Ergebnisse einer Diagnostikstudie werden in der sogenannten Vierfeldertafel dargestellt. Diese stellt eine Zusammenfassung zweier Merkmale mit jeweils zwei Ausprägungen dar. Mithilfe der Vierfeldertafel soll die Güte einer neuen Maßnahme, in diesem Fall die Pulsoxymetrie in Kombination mit dem 50 ml-Wassertest, zur Diagnose einer bestimmten Krankheit, in diesem Fall die Aspirationsgefahr, ermittelt werden. Hierzu wird die neue diagnostische Maßnahme mit einem Goldstandard, der FEES, verglichen. Dazu werden die Ergebnisse der beiden Methoden in einer einfachen binären Entscheidung zusammengefasst, nämlich ob eine Aspirationsgefährdung vorliegt oder nicht (Schwarzer et al., 2002). Die in den nachfolgenden Kapiteln genannten Formeln, zur Beurteilung der Güte der neuen diagnostischen Maßnahme, werden mithilfe der Vierfeldertafel berechnet.

		Goldstandard Krankheit		
		liegt vor	liegt nicht vor	
Neu Krankheit	liegt vor	richtig positiv a	falsch positiv b	a+b= alle Test positiven
	liegt nicht vor	falsch negativ c	richtig negativ d	c+d= alle Test negativen
		a+c= alle Erkrankten	b+d= alle gesunden	N= alle Untersuchten

Abb. 10.1.: Vierfeldertafel (Schwarzer et al., 2002).

Es wurden für alle Daten (siehe Anhang Tab. 10.1.) die Sensitivität, Spezifität, positive predictive Value, negative predictive Value, Likelihood Ratio, Odds Ratio, Yules Y und d^* anhand der Vierfeldertafel errechnet. Die Abbildung gliedert sich in die verschiedenen Vergleiche. Zum einen erfolgte der Vergleich des Pulsoxymeters mit der FEES für die

gesamte Probandengruppe, jedoch für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests getrennt ab einem PA° von 6. Anschließend erfolgte der Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests einzeln ab PA°2 und ab PA°6. Weiterhin wurde der Vergleich des Pulsoxymeters mit der FEES sowie des 50 ml-Wassertestes mit der FEES für die gesamte Probandengruppe gesamt ermittelt. Im Abschluss erfolgt der Vergleich des *50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie* mit der FEES ab PA°2 und ab PA°6 für die gesamte Patientengruppe.

10.1. Sensitivität und Spezifität

Um die Güte einer neuen diagnostischen Maßnahme beurteilen zu können, betrachtet man die Wahrscheinlichkeit für eine richtige Vorhersage mittels der neuen diagnostischen Maßnahme (Schwarzer et al., 2002).

An erster Stelle sollte ein Screening die Patienten, welche tatsächlich aspirieren (richtig positiv), korrekt identifizieren. Das nennt man Sensitivität eines Testes. Außerdem sollen die Patienten, die keine Symptome zeigen, auch als solche identifiziert werden (richtig negativ). Das nennt man Spezifität eines Testes. Wünschenswert ist eine Sensitivität von > 80-90 % und eine Spezifität von > 50 % (Logemann, 1998).

An zweiter Stelle sollte das Screening nicht viele falsch positiv (Patienten werden als aspirierend beschrieben, tun dies aber nicht tatsächlich) oder falsch negativ (Patienten aspirieren, werden aber nicht als solche identifiziert) Ergebnisse hervorbringen (Logemann, 1998).

Die Sensitivität berechnet sich nach folgender Formel (Abb.10.1.1.):

$$\frac{a}{(a + c)}$$

Abb. 10.1.1.: Formel zur Berechnung der Sensitivität (Wirtz & Nachtigall, 2012).

Die Spezifität berechnet sich nach folgender Formel (Abb.10.1.2.):

$$\frac{d}{(b + d)}$$

Abb. 10.1.2.: Formel zur Berechnung der Spezifität (Wirtz & Nachtigall,2012).

In der Tabelle (siehe Anhang Tab. 10.1.1.) werden die Ergebnisse für die verschiedenen Vergleiche (siehe Anhang Tab. 10.1.) für die Sensitivität und Spezifität dargestellt. Da bei den Vergleichen der Pulsoxymetrie mit verschiedenen Signifikanzniveaus gerechnet wurde, sind in der Tabelle jeweils diese Werte angegeben.

Exemplarisch soll an dieser Stelle die Aussage für die Sensitivität und Spezifität für den Vergleich der FEES mit dem *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* aufgezeigt werden (Tab. 10.1.1.: 4. XX)).

Die Sensitivität beträgt bei der Berechnung ab PA² 70 % für alle Signifikanzniveaus. Das bedeutet, dass Patienten die tatsächlich aspirieren, erkannt durch die FEES, auch zu 70 % als solche erkannt werden durch den *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie*. Die Spezifität beträgt bei der Berechnung ab PA² 40 % für alle Signifikanzniveaus. Das bedeutet, dass Patienten, die tatsächlich (FEES) nicht aspirieren, zu 40 % auch als solche erkannt werden (*50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie*).

10.2. Positive predictive Value und negative predictive Value

Die prädikativen Werte geben die Wahrscheinlichkeit an, dass ein Testergebnis zutreffend ist. Die positive predictive Value (PPV) gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass bei einem positivem Testergebnis die Krankheit vorliegt und berechnet sich nach folgender Formel (Wirtz & Nachtigall, 2012) (Abb. 10.2.1.):

$$\frac{a}{(a + b)}$$

Abb. 10.2.1.: Formel zur Berechnung der positive predictive Value (Wirtz & Nachtigall, 2012).

Die negative predictive Value (NPV) gibt die Wahrscheinlichkeit an, bei einem negativen Testergebnis die Krankheit nicht zu haben. Sie berechnet sich nach folgender Formel (Autoren unbekannt, 2011) (Abb. 10.2.2.):

$$\frac{d}{(c + d)}$$

Abb. 10.2.2.: Formel zur Berechnung der negative predictive Value (Wirtz & Nachtigall, 2012).

In Tabelle 10.2.1.(siehe Anhang) werden die Ergebnisse der PPV und NPV für alle Vergleiche dargestellt.

Auch an dieser Stelle soll exemplarisch die Aussage für die positive predictive Value und negative predictive Value für den Vergleich der FEES mit dem *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* dargestellt werden (Tab. 10.2.1.: 4. XX)). Bei der Berechnung ab PA² zeigt sich die PPV mit 80 % für alle Signifikanzniveaus. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit bei einem positivem Testergebnis durch den *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* tatsächlich eine Aspiration aufzuzeigen, bestätigt durch die FEES, bei 80 % liegt.

Die NPV mit 28 % für alle Signifikanzniveaus bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit bei einem negativem Testergebnis tatsächlich gesund zu sein, bei 28 % liegt.

10.3. Likelihood Ratio

Die positive Likelihood Ratio zeigt auf, um wie viel wahrscheinlicher ein positiver Testausgang bei Erkrankten im Vergleich zu Gesunden ist. Je größer LR^+ , desto besser ist die neue diagnostische Maßnahme. Jedoch bietet LR^+ nur dann Informationsgewinn, wenn der Wert >1 ist.

Folgende Formel dient der Berechnung von LR^+ (Abb. 10.3.1.):

$$\frac{Se}{(1 - Sp)}$$

Abb. 10.3.1.: Formel zur Berechnung der Likelihood Ratio (Wirtz & Nachtigall, 2012).

In der folgenden Tabelle (siehe Anhang Tab. 10.3.1.) sind die Ergebnisse der Berechnung der Likelihood Ratio für alle Vergleiche dargestellt.

Auch an dieser Stelle soll exemplarisch die Aussage für die positive Likelihood Ratio für die FEES verglichen mit dem *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* ab PA² erläutert werden (Tab. 10.3.1.: 4. XX). Die Chance für eine Aspiration ist 1,1 mal so hoch bei allen Signifikanzniveaus, wenn der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* einen positiven Befund liefert.

10.4. Odds Ratio, Yules Y und d^*

Die Odds Ratio ist Maß des Zusammenhangs, das unabhängig von der Grundhäufigkeit eines Merkmals ist. Die Berechnung ist ein auf dem Kreuzproduktverhältnis basierender Koeffizient. In diesem Zusammenhang kann auch eine Normierung durch den Y-Koeffizienten nach Yules vorgenommen werden sowie eine Berechnung des Effektstärkemaßes d^* nach Hasselblad und Hedges (1995) (Wirtz & Nachtigall, 2012).

$$\frac{(a \times d)}{(b \times c)}$$

Abb. 10.4.1.: Formel zur Berechnung von Odds Ratio (Wirtz & Nachtigall, 2012).

$$\frac{\sqrt{(OR - 1)}}{\sqrt{(OR + 1)}}$$

Abb. 10.4.2.: Formel zur Berechnung des Y- Koeffizienten nach Yules (Wirtz & Nachtigall, 2012).

$$\frac{\sqrt{3}}{\pi} \times (\ln(a) + \ln(d) - \ln(b) - \ln(c))$$

$d^* \approx 0,2 \rightarrow$ schwacher Effekt

$d^* \approx 0,5 \rightarrow$ mittlerer Effekt

$d^* \approx 0,8 \rightarrow$ starker Effekt

Abb. 10.4.3.: Formel zur Berechnung des Effektstärkemaßes d^* (Wirtz & Nachtigall, 2012).

In Tabelle 10.4.1. (siehe Anhang) werden die Ergebnisse für die oben genannten Berechnungen dargestellt. Eine ausführliche Berechnung aller Vergleiche würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, daher wurden hierbei nur die Berechnungen für den Vergleich des 50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie mit der FEES getätigt.

Diskussion

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Studie erläutert und kritisch analysiert.

11. Betrachtung vorangegangener Studien

In der hier vorliegenden Studie wurde die Aussagekraft einer neuen diagnostischen Maßnahme, des *50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie*, untersucht. Dieser wurde 2008 von der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) vorgeschlagen und bisher ausschließlich an Schlaganfallpatienten validiert. In dieser Studie wurde jener im Hinblick auf das Vorliegen einer Aspiration speziell bei geriatrischen Patienten untersucht. Dazu wurde das oben beschriebene Design gewählt.

Vorangegangene Studien zeigten Schwächen vor allem in ihrem methodischen Vorgehen. So überprüften Zaidi et al. (2005) beispielsweise die Ergebnisse des Pulsoxymeters nicht mit einem instrumentellen Verfahren, sondern nur mithilfe der logopädisch-klinischen Diagnostik. Eine logopädisch-klinische Diagnostik kann jedoch eine Dysphagie weder ein- noch ausschließen und vor allem sogenannte stille Aspirationen nicht sicher erkennen. Daher sollte sie durch ein apparatives Verfahren wie der FEES ergänzt werden. Somit ist eine Aussage über die Verlässlichkeit des Pulsoxymeters als Screeninginstrument durch die Studie von Zaidi et al. (2005) nicht objektiv und infolgedessen nur schwer zu tätigen.

Auch die Referenzstudie der Leitlinien der DGN für neurogene Dysphagien von Lim et al. (2001) weist gewisse Schwächen in der Durchführung auf. Zum einen kam der 50 ml-Wassertest unabhängig von der Pulsoxymetrie zur Anwendung und auch die FEES wurde erst nach 24 Stunden oder später und damit unabhängig von den anderen Tests durchgeführt.

Die Berechnung der Sensitivität und Spezifität mithilfe der Vierfeldertafel erfolgte durch den Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES, die Ergebnisse des 50 ml-Wassertest jedoch nur mit denen der Pulsoxymetrie.

Zur Feststellung des Aussagewertes eines Screeningtests ist vielmehr die gleichzeitige Anwendung eines objektiven und nachweislich hoch sensitiven und spezifischen, bildgebenden Verfahren unablässig. Daher wurde in der hier vorliegenden Studie die

Pulsoxymetrie in Kombination mit der FEES und dem 50 ml-Wassertest zeitgleich durchgeführt. Dies ermöglichte den Vergleich der drei Verfahren anhand der Vierfeldertafel und somit die Berechnung des Aussagewertes der Kombination von 50 ml-Wassertest und Pulsoxymetrie möglich.

Weiterhin wurden in die oben genannten Studien ausschließlich akute Schlaganfallpatienten inkludiert, was eine Generalisierung auf andere Patientengruppen nicht ohne weiteres zulässt. Im Gegensatz dazu wurden in dieser Studie alle weiteren mit Dysphagien assoziierten relevanten Diagnosen geriatrischer Patienten wie M. Parkinson oder Demenzen (Tab. 5.2.) eingeschlossen, sodass die Ergebnisse und Aussagen für den Bereich der geriatrischen Krankheitsbilder generalisiert werden können. Um den *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* auf alle Formen der Dysphagie generalisieren zu können, müssten weitere Studien die Verlässlichkeit der Screeningmethode für die verschiedenen Formen untersuchen. Es ist noch festzustellen, dass in dieser Studie die Prävalenz einer Risikogruppe dargestellt wurde und nicht die Prävalenz aller geriatrischen Patienten. Jedoch ist dies aus ethischen Gründen kaum möglich.

Obwohl das hier untersuchte eher kleine Patientenkollektiv von n=22 die Generalisierbarkeit dieser Studie einschränkt, konnten dennoch eindeutige Ergebnisse im Hinblick auf die Aussagekraft dieser Screeningmethode, wie im Folgenden beschrieben, erzielt werden.

Zur genaueren Berechnung wurde die Vierfeldertafel als Basis gewählt (Abb. 10.1.). Diese erfordert jedoch, dass die Endpunkte der diagnostischen Maßnahmen dichotom sind. Daher wurden die Endpunkte künstlich dichotomisiert, indem festgelegt wurde, ab wann ein Patient auffällig oder unauffällig ist.

Dies erfordert jedoch eine genauere Definition des Wortes *Aspirationsgefahr* und die genaue Beschreibung des Zieles einer Screeningmethode.

11.1. Versuch einer Definition des Wortes *Aspirationsgefahr*

Eine Aspiration ist definiert als Eindringen von Bolusmaterial bis unterhalb des Stimmlippenniveaus. Dies entspricht den PA-Graden 6-8 (Logemann, 1998, Rosenbek et al., 1996).

Erreicht der Bolus jedoch lediglich endolaryngeale Strukturen, also die Region oberhalb und auf Stimmbandniveau, spricht man von einer Penetration, welche somit den PA-Graden 2-5 entspricht. (Logemann, 1998, Rosenbek et al., 1996).

Es liegen Definitionen für Penetration und Aspiration vor, jedoch wurde nicht festgelegt, ab wann ein Patient Aspirationsgefährdet ist. Es wird angenommen, dass eine Penetration auch zu einer Aspiration führen kann und daher eine Gefährdung darstellt. Somit wäre eine Aspirationsgefahr ab PA² vorhanden.

Betrachtet man nun die Pulsoxymetrie, so kamen Zaidi et al. (1995) und Collins & Bakheit (1997) zu dem Schluss, dass eine Aspiration zu einer kurzfristigen aber messbaren Hypoxämie und somit zu einer sinkenden Sauerstoffsättigung führt. Diese Annahme basierte unter anderem auf Studien, die die Ursache eines Sauerstoffsättigungsabfalls während der Nahrungsaufnahme bei dysphagischen Patienten untersuchten (Sellars et al., 1998; Rogers et al., 1993; Colodny, 2000; Brown et al., 1983). Es gibt eine große Anzahl von Studien, welche diesen Zusammenhang untersucht haben und die Validität der Pulsoxymetrie als Screeningmethode darstellen wollten (Lim et al., 2001; Collins & Bakheit, 1997; Higo et al., 2003; Wang et al., 2005; Sherman et al., 1999; Ramsey et al., 2006; Chong et al., 2003; Smith et al., 2000; Leder, 2000; Zaidi et al., 1995).

Durch diese Annahmen kann bei der Pulsoxymetrie also nur eine Aspiration angezeigt werden, jedoch keine Penetration. Somit stellt sich die Frage, ob die Pulsoxymetrie eine Aspirationsgefahr oder nur eine Aspiration darstellen kann und welchen Nutzen diese dann als Screeningmethode darstellt.

Um die Pulsoxymetrie besser verstehen und ihre Vor- und Nachteile nachvollziehen zu können, soll an dieser Stelle die Physiologie der Atmung und in diesem Zusammenhang die O₂-Bindungskurve erläutert werden.

11.2. Physiologie der Atmung und Erläuterung der Sauerstoffbindungskurve

Der Mensch atmet in Ruhe etwa 170 ml O₂ mit jedem Liter Luft ein. Ein Teil dieser Menge gelangt in den Alveolarraum und von dort ins Blut. Sauerstoff bindet sich dabei an Hämoglobin als Transportvehikel, da Sauerstoff im Blut nur sehr schwer löslich ist. An

Hämoglobin jedoch kann eine erhebliche Menge O_2 chemisch gebunden werden. Die Menge ist jedoch abhängig vom Partialdruck. Dieser bezeichnet den Anteil des Gases in einem Gasgemisch am Gesamtdruck des Gases. Gasgemische, die in Kontakt mit Flüssigkeiten kommen, lösen sich zu einem Teil. Wie viel des Gases gelöst werden kann, ist abhängig vom Partialdruck.

Der Anteil des Hämoglobins, der an Sauerstoff gebunden ist, wird als Sauerstoffsättigung bezeichnet. In der Sauerstoff-Bindungskurve wird die Beziehung zwischen Sauerstoffpartialdruck im Blut und dem Sättigungsgrad dargestellt (Abb. 11.2.1.). (Klinke & Silbernagel, 1996).

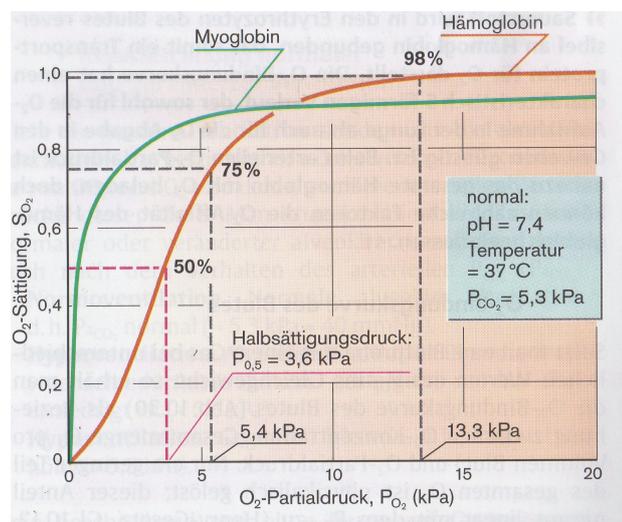


Abb. 11.2.1.: O_2 -Bindungskurve des menschlichen Blutes (Klinke & Silbernagel, 1996).

Es ist zu erkennen, dass die Bindungskurve im oberen Bereich sehr flach verläuft. Dies hat eine praktische Relevanz. Bei nur kleinen und kurzfristigen Änderungen der Lungenfunktion mit einem Abfall des PO_2 kommt es zu einer nur minimalen Änderung des SO_2 . Das bedeutet, dass sich der Sauerstoffgehalt des Blutes kaum ändert. Dies kann anhand eines Beispiels erläutert werden. Fällt der PO_2 von zum Beispiel 90 auf 60 mmHg (33 %), so sinkt die Sättigung lediglich von 98 % auf 90 % (etwa 10 %) (<http://www.rudolf-deiml.homepage.t-online.de/Kapitel01.html>, 2012)

11.3. Ziele einer Screeningmethode

Wie bereits im theoretischen Hintergrund aufgeführt, sollte ein Screeningverfahren zum einen aspirierende Patienten korrekt identifizieren (hohe richtig positive Rate), zum anderen diejenigen, die keine Symptome zeigen auch als solche ausweisen (hohe richtig negative Rate) (Logemann, 1998). Dies begünstigt das frühe Einleiten therapeutischer bzw. protektiver Maßnahmen der von Dysphagie Betroffenen, senkt nachweislich das Mortalitätsrisiko und bewahrt unauffällige Patienten vor ungerechtfertigt veränderten Kostformen („Schluckdiäten“) (Stanschus & Seidel, 2009).

Somit stellt ein Screeningverfahren einen wesentlichen Teil im klinischen Dysphagiemanagement dar, da vom Ergebnis alle weiteren Behandlungsschritte abhängen. Jedoch kann ein Screening weder eine Dysphagie ein- noch ausschließen. Hierfür werden die bereits validierten apparativen Schluckuntersuchungen benötigt. Das Screening kann nur die Gefährdung eines Patienten, eine Penetration oder Aspiration aufzuzeigen, darstellen.

Das Wort *Aspirationsgefahr* in Verbindung mit einer Screeningmethode kann irreführend sein. Sinnvoller wäre es zu sagen, dass mit einer Screeningmethode lediglich das Risiko eine Aspiration aufzuzeigen dargestellt werden kann.

Es kann also durch ein Screening wie dem *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* das Risiko eine Aspiration aufzuzeigen dargestellt werden. Diese Aussage hilft bei der effizienten und zügigen Diagnostik und Behandlung dieser Risikopatienten.

12. Erläuterung zur Dichotomisierung der Endpunkte

Wie bereits erwähnt wurden die Endpunkte der diagnostischen Maßnahmen künstlich dichotomisiert. Eine künstliche Dichotomisierung bedeutet, dass festgelegt wird, wann ein Patient auffällig oder unauffällig ist. Mithilfe der in dieser Studie festgelegten Einteilung können die Patienten in der Vierfeldertafel *zu liegt vor* oder *liegt nicht vor* zugeordnet werden (Abb. 10.1.).

Aufgrund der vorangegangenen Diskussion wurden bei der FEES zwei Endpunkte gewählt. Zum einen erfolgten die Berechnungen ab einem PA° von 2, da eine Penetration schon eine Aspirationsgefahr darstellt. Somit galten Patienten mit einem PA° von 2-8 als auffällig, Patienten mit einem PA° von 1 als unauffällig.

Für die Pulsoxymetrie wurden verschiedene Signifikanzniveaus berechnet. Patienten mit einem Sättigungsabfall von 2–4 % oder mehr galten somit als positiv, Patienten mit einem geringeren oder keinem Abfall der Sauerstoffsättigung hingegen als negativ. Diese unterschiedlichen Signifikanzniveaus wurden gewählt, da auch in der Literatur keine Einigkeit bezüglich des Signifikanzniveaus herrscht (Lim et al., 2001; Collins & Bakheit, 1997; Higo et al., 2003; Wang et al., 2005; Sherman et al., 1999; Ramsey et al., 2006; Chong et al., 2003; Smith et al., 2000; Leder, 2000; Zaidi et al., 1995).

Betrachtet man die Physiologie und die O_2 -Sättigungskurve, ist es begründbar, die verschiedenen Niveaus zu nutzen. Ein Sättigungsabfall von 4 % ist für den Bereich der Sättigung von 97 % bis 93 % sinnvoll. Ein Abfall der Sättigung von 3 % hingegen für den Bereich von 92 % bis 80 %. Sollte es darunter zu einem Abfall der Sättigung kommen, wählt man das Signifikanzniveau von 2 %. Für den Bereich von 100 % bis 98 % ist der Abfall der Sättigungskurve so geringfügig, dass kein Signifikanzniveau an dieser Stelle sinnvoll ist.

Weiterführende Studien könnten diesen Zusammenhang genauer untersuchen und die daraus resultierende Güte der Pulsoxymetrie als Screeningmethode bestimmen.

Der Übersichtlichkeit halber sollen nunmehr die für diese Studie relevanten Ergebnisse diskutiert und analysiert werden.

13. Analyse der Sensitivitäts- und Spezifitätswerte

Die Berechnung der Sensitivität und Spezifität stellt eine wichtige Komponente zur Beurteilung der Verlässlichkeit eines neuen diagnostischen Verfahrens dar (Lange, 2011; Wirtz & Nachtigall, 2012). Die Sensitivität gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die neue diagnostische Maßnahme einen tatsächlich Kranken als positiv identifiziert. Das bedeutet, dass angegeben werden kann, mit welcher Verlässlichkeit der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie*, Patienten die wirklich eine Dysphagie haben, erkennen kann.

Die Spezifität hingegen gibt an, wie wahrscheinlich ein tatsächlich Gesunder durch den *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* identifiziert wird (Stanschus & Seidel, 2009).

Um beide Parameter beschreiben zu können, muss der Endpunkt der diagnostischen Maßnahmen dichotom in einer Vierfeldertafel dargestellt werden (Lange, 2011).

Beide Parameter wurden für viele verschiedene Vergleiche wie in Abbildung 10.1.1. dargestellt berechnet.

Die wichtigste Aussage findet sich in dem Vergleich des *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* mit der FEES ab PA² und ab PA⁶ und für die Signifikanzniveaus 2 %, 3 % und 4 %.

Es ergaben sich eine Sensitivität von 70 % und eine Spezifität von 40 % für alle Signifikanzniveaus ab PA². Das bedeutet, dass Patienten die in der Fiberendoskopie tatsächlich aspirierten, zu 70 % auch als solche durch den *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* identifiziert wurden. In der Literatur wird eine Sensitivität, die zwischen 80–90 % liegt, verlangt (Logemann, 1998).

Die Spezifität lag bei 40 % bei allen Signifikanzniveaus. Das bedeutet, dass Patienten, die in der Fiberendoskopie tatsächlich nicht aspirierten, zu 40 % auch als solche erkannt wurden. Die Spezifität sollte jedoch bei über 50 % liegen (Logemann, 1998).

In diesem Fall liegen beide Werte nicht im geforderten Bereich, was bedeutet, dass der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* ab einem PA-Wert von 2 keine ausreichende Sensitivität und Spezifität aufwies. Das gleiche Ergebnis zeigt sich ab PA⁶.

Hierbei ergab sich eine Sensitivität von 75 % und eine Spezifität von 35 %. Auch hier ist das Ergebnis nicht zufriedenstellend.

Dies zeigte sich auch in den anderen Berechnungen. Betrachtet man den Vergleich der Pulsoxymetrie isoliert verglichen mit der FEES, so zeigte sich bei der Gesamtbetrachtung ab PA⁶ bei 2 % Signifikanzniveau eine Sensitivität von 25 % und eine Spezifität von 57 %. Auch bei den anderen Signifikanzniveaus war das Ergebnis nicht ausreichend.

Bei der Ausführung pro Schluck zeigten sich teilweise Werte im Bereich von 100 % Spezifität, jedoch lag die Sensitivität dabei nur bei 25 %. Oft ergab sich auch eine Sensitivität von 0 %. Zu beachten ist allerdings, dass die Gesamtzahl der Erkrankten bei solchen Ergebnissen oft nur bei zwei Patienten lag und die Anzahl der Gesunden dagegen sehr hoch war. Das lässt sich dadurch erklären, dass weniger Patienten aspirierten und aus diesem Grund als unauffällig galten.

Aus ethischen Gründen wurde der gesamte Test bei Aspiration abgebrochen und kein weiterer Wasserschluck verabreicht, was dazu führte, dass bei der Betrachtung pro Schluck die Patientenzahl abnahm und somit die Berechnung der Sensitivität und Spezifität nur schwer generalisierbar ist.

In einem Artikel von Terwee et al. (2007) wird für eine aussagekräftige Bewertung von Sensitivität und Spezifität eine Experimentalgruppe mit einer Probandenanzahl von 50 sowie eine Kontrollgruppe mit einer Probandenanzahl von 50 verlangt. Somit sind die Ergebnisse mit einer Patientenzahl von sieben, wie bei dem Vergleich des Pulsoxymeters beim 2. 10 ml-Schluck im Vergleich mit der FEES, hier durchaus kritisch zu sehen.

Auch bei dem Vergleich des 50 ml-Wassertest mit der FEES ergaben sich keine befriedigenden Ergebnisse. Hierbei wurden die Berechnungen pro Schluck ab PA² und ab PA⁶ berechnet. Die Spezifität war dabei oft sehr hoch. Die Sensitivität hingegen nur sehr gering. Einzig der 2. 5 ml Schluck ab PA⁶ zeigte eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 72 %. Jedoch ist auch hier die geringe Anzahl von 7 Patienten zu beachten.

In der Gesamtbetrachtung des 50 ml-Wassertest verglichen mit der FEES zeigte sich ab PA² eine Sensitivität von 66 % und eine Spezifität von 75 %. Ab PA⁶ ergab sich eine Sensitivität von 75 % und eine Spezifität von 50 %.

Sensitivität und Spezifität sind wichtige Maße, die die Eigenschaften eines diagnostischen Tests selbst darstellen. Die Bestimmung der Zuverlässigkeit des diagnostischen Tests erfolgt unabhängig von der Prävalenz, da sie unabhängige Gütemaße für das Kollektiv von Auffälligen und Unauffälligen sind (Lange, 2011).

Der Nachteil bei der Berechnung von Sensitivität und Spezifität ist folgender: ein perfekter diagnostischer Test hätte eine Sensitivität und Spezifität von 100 %. Dies ist jedoch nicht möglich. Nimmt die Sensitivität zu, so nimmt die Spezifität ab und andersherum. Will man also alle aspirierenden Patienten korrekt erkennen (hohe Sensitivität), so wird man schon bei schwachen Indikatoren positiv urteilen und eigentlich gesunde Patienten zu Unrecht als positiv werten (geringe Spezifität). So würde möglicherweise eine Nahrungskarenz verordnet und man nimmt den gesunden Patienten Lebensqualität.

14. Analyse der positive und negative predictive Value

Eine Erweiterung zur Darstellung der Güte eines Screeningtests stellt die Berechnung der Prädikationswerte, PPV und NPV, dar.

Die prädikativen Werte geben die Wahrscheinlichkeit eines zutreffenden Testergebnisses an. Sie werden auch Posttestwahrscheinlichkeit genannt. Die PPV gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein positives Testergebnis wirklich das Vorliegen einer Auffälligkeit bedeutet. Die NPV dagegen gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein negatives Ergebnis durch die Pulsoxymetrie in Kombination mit dem 50 ml-Wassertest auch wirklich Gesundheit bedeutet (Stanschus & Seidel, 2009).

Der entscheidende Vorteil dieser Werte besteht in der praktischen Relevanz. Sie beantworten zwei wichtige diagnostische Fragen: „Mit welcher Wahrscheinlichkeit ist ein Patient nach einem positiven Testresultat wirklich erkrankt?“ und „Wie wahrscheinlich ist es, dass ein Patient nach einem negativem Testbefund tatsächlich gesund ist?“ (Lange, 2011). Die Aussagekraft eines individuellen Testergebnisses kann mit diesen Werten also eingeschätzt werden.

Diese Werte sind nach Lange (2011) jedoch prävalenzabhängig. So lässt sich mit mehr auffälligen oder unauffälligen Probanden jeder beliebige prädikative Wert erreichen.

In dieser Arbeit wurden auch für die PPV und NPV verschiedene Berechnungen aufgestellt (Tab 10.2.1.). Hierbei ist die Aussage des Vergleichs des *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* mit der FEES am bedeutendsten. Es ergab sich bei allen Signifikanzniveaus ab PA^2 eine PPV von 80 %. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit bei einem positiven Testergebnis durch den *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* tatsächlich eine Aspiration aufzuzeigen, bei 80 % liegt.

Die NPV dagegen lag bei 28 %. Die Wahrscheinlichkeit bei einem negativen Testergebnis, durch den *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* tatsächlich gesund zu sein, lag bei 28 %.

Ab PA^6 stellen sich andere Ergebnisse dar. Die PPV und somit die Wahrscheinlichkeit bei einem positivem Testergebnis tatsächlich zu aspirieren, lag bei 40 %. Die NPV dagegen bei

71 %, also die Wahrscheinlichkeit, bei einem negativen Testergebnis auch tatsächlich gesund zu sein.

Diese unterschiedlichen Ergebnisse lassen sich durch die Prävalenz erklären. AB einem PA° von 2 war eine Prävalenz von 77 % vorhanden. Ab PA°6 hingegen eine Prävalenz von 36 %.

Bemerkbar machen sich diese Unterschiede auch in anderen Berechnungen. Bei der Betrachtung des Vergleichs der Pulsoxymetrie mit der FEES pro Schluck zeigten sich teils Werte im Bereich von 100 % PPV und 85 % NPV (vgl. Tab. 10.2.1.: 1. I)). Auch hier ist die Prävalenz von 18 % zu beachten. Bei dem Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES pro Schluck (vgl. Tab. 10.2.1.: 2. I)) ergab sich eine PPV von 0 % und eine NPV von 71 % mit einer Prävalenz von 28 %.

Es ist jedoch zu beachten, dass im Hinblick auf die Prävalenz der hier vorgestellten Studie nur die einer Risikogruppe vorgestellt wurde, wobei die PPV und NPV zwar relevante praktische Fragen beantworten, gleichwohl aber mit Vorsicht auszuwerten sind.

15. Analyse der Likelihood Ratio

Gleichwertig zu der Berechnung der Wahrscheinlichkeiten können auch die Chancen anhand der Vierfeldertafel dargestellt werden. Eine Möglichkeit besteht in der Berechnung der Likelihood Ratio. Diese zeigt auf, um wie viel wahrscheinlicher ein positiver Testausgang bei Erkrankten im Vergleich zu Gesunden ist. Je höher der Wert, desto verlässlicher ist der untersuchte Test. Jedoch bietet der Wert nur dann Informationsgewinn, wenn er >1 ist.

Die Berechnung der Likelihood Ratio wurde für die in Tabelle 10.3.1. dargestellten Vergleiche berechnet.

Die Vergleiche des *50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie* und der FEES ab $PA^{\circ}2$ und $PA^{\circ}6$ stellten die relevantesten Werte dar. Ab einem PA° von 2 war die Chance für eine Aspiration 1,1 mal so hoch, wenn der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* einen positiven Befund lieferte. Die Chance ab einem PA° von 6 war nur geringfügig höher. Hierbei war die Chance für eine Aspiration 1,15 mal so hoch, wenn der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* einen positiven Befund lieferte.

Vergleicht man hingegen die Pulsoxymetrie isoliert mit der FEES, so zeigten sich teils Werte < 1 , die somit nicht relevant sind. Einige Werte lagen sogar bei 0, wie zum Beispiel bei der Ansicht des 1. 10 ml Schluck für alle Signifikanzniveaus.

Der 50 ml-Wassertest, isoliert betrachtet, brachte insgesamt gute Ergebnisse, die einen gewissen Informationsgewinn vermitteln können. Jedoch ergaben sich hier Werte von 0.

Auch in der Gesamtbetrachtung der Pulsoxymetrie verglichen mit der FEES und des 50 ml-Wassertests verglichen mit der FEES, bestätigten sich die Ergebnisse. Bei der Pulsoxymetrie waren die Werte <1 , außer bei der Berechnung ab $PA^{\circ}6$ mit einem Signifikanzniveau von 4 %. Hierbei lag der Wert bei 1,6, was bedeutet, dass die Chance für eine Aspiration 1,6 mal so hoch ist, wenn die Pulsoxymetrie einen positiven Befund liefert. Dieser Wert ist zwar >1 , jedoch ist er mit 1,6 nicht sehr hoch. Die Werte des 50 ml-Wassertests lagen ab $PA^{\circ}2$ bei 2,64 und ab $PA^{\circ}6$ bei 1,5. Somit zeigte sich, dass bei der Gesamtbetrachtung der Tests im Einzelnen die Pulsoxymetrie auch bei dieser Berechnung keine ausreichenden Werte aufwies, der 50 ml-Wassertest hingegen schon.

In der Kombination der beiden Tests lieferten die Werte zwar Informationsgewinn, jedoch war der Wert mit 1,1 und 1,15 nicht sehr hoch und das Ergebnis aus diesem Grund nicht zufriedenstellend.

16. Analyse von Odds Ratio, Yules Y und d^*

Die Berechnung der Odds Ratio, des Y-Koeffizienten nach Yules sowie d^* wurde gewählt, um die Aussagekraft des Testes selbst zu charakterisieren, da sie von der Auftretenswahrscheinlichkeit unabhängig sind. Dafür wurden Koeffizienten gewählt, die auf dem Kreuzproduktverhältnis basieren.

Die Odds Ratio zeigt, wie hoch die Chance ist, dass ein Merkmal für die untersuchte Gruppe vorliegt. Bei der Interpretation sind dafür folgende Werte relevant: Ist $OR=1$, so besteht kein Unterschied zwischen den Gruppen. Ist $OR>1$, so ist die Chance, eine Aspiration aufzuzeigen für die Gruppe der Test positiven größer. Liegt $OR<1$ so ist die Chance, eine Aspiration aufzuzeigen für die Test positiven kleiner.

Odds Ratio gilt nicht als Korrelationskoeffizient, da er nicht auf den Bereich von -1 bis +1 normiert ist und alle Werte annehmen kann. Aus diesem Grund wird die Berechnung des Y-Koeffizienten nach Yules ausgewählt. Die Werte können im Bereich von -1 bis +1 liegen (Wirzt & Nachtigal, 2012). Die Bedeutung ist folgende: liegt der Wert bei -1, besteht ein perfekt negativer Zusammenhang. Ist der Wert hingegen +1, liegt ein perfekt positiver Zusammenhang vor. Werte bei 0 zeigen also, dass kein Zusammenhang vorliegt.

Weiterhin soll in diesem Zusammenhang das Effektstärkemaß d^* berechnet werden, um auch hier mit normierten Werten den *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* beurteilen zu können (Wirzt & Nachtigal, 2012).

Die Berechnung dieser Koeffizienten wurde für den Vergleich des *50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie* und der FEES ab $PA^{\circ}2$ und $PA^{\circ}6$ vorgenommen. Die Berechnungen für die Vergleiche der einzelnen Tests wurde aus zeitlichen Gründen nicht mehr vorgenommen.

Es zeigte sich, dass trotz der unterschiedlichen Verteilung von Kranken, Gesunden, Test-positiven und Test-negativen nahezu gleiche Werte berechnet wurden. Ab $PA^{\circ}2$ war $OR= 1,6$, $Y= 0,11$ und $d^* =0,25$. Bei $PA^{\circ}6$ war $OR= 1,6$, $Y= 0,12$ und $d^* = 0,28$.

Wenn der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* positiv ausfällt, ist die Chance bei beiden Berechnungen für alle Signifikanzniveaus tatsächlich zu aspirieren 1.6 fach höher.

Dadurch dass diese errechneten Werte unabhängig von der Auftretenswahrscheinlichkeit und weiterhin normierte Koeffizienten sind, ist ihre Aussage bedeutsam. Es zeigte sich auch in der Berechnung dieser Werte, dass der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* eine unzureichende Güte aufwies.

17. Methodische Einschränkungen

In dieser Studie wurden sechs Kontrollvariablen festgelegt (Tab. 8.1.). Zum einen stellt der Ort der Messung eine solche Variable dar. Die Untersuchung fand in einem separaten Raum (Sonographieraum) statt. Der Ort kann einen Einfluss auf das Ergebnis haben, denn nur in einem separaten Raum, in dem eine ruhige und angenehme Atmosphäre herrscht, kann eine erfolgreiche Untersuchung stattfinden. Der Patient ist nicht von anderen Dingen abgelenkt und kann sich auf die Durchführung konzentrieren. Daher wurde der Sonographieraum des Krankenhauses gewählt.

Weiterhin stellt die Messsonde eine Kontrollvariable dar. Nicht bei jedem Pulsoxymeter findet man die gleiche Messsonde vor. In dieser Studie wurde die Sonde an den Finger des Patienten geklebt. Da sich herausstellte, dass der vorhandene Klebestreifen nicht ausreichte, wurde die Sonde mit Tape befestigt, um ein Verrutschen während der Untersuchung zu vermeiden. In vorangegangenen Studien zeigte sich schon, dass das Bewegen oder Verrutschen der Sonde die Ergebnisse beeinflussen kann (Wang et al., 2005; Collins & Bakheit, 1997).

Das Alter stellt eine wichtige Kontrollvariable dar, da in diese Studie ausschließlich geriatrische Patienten inkludiert wurden.

Ferner ist die Diagnose eine weitere Kontrollvariable. In vorherigen Studien wurden ausschließlich Schlaganfallpatienten einbezogen. Diese Tatsache erschwert eine Generalisierung auf andere Krankheitsbilder. Aus diesem Grund wurden, wie bereits erwähnt, geriatrische Krankheitsbilder in dieser Studie inkludiert.

Der Messzeitpunkt stellt eine Störvariable dar. Die Untersuchungen fanden aus organisatorischen Gründen zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten statt. Entweder um 9:00, 11:30 oder 14:30 Uhr. Der Zeitpunkt der Untersuchung kann einen Einfluss auf die Ergebnisse ausüben. Patienten sind zu unterschiedlichen Zeitpunkten wach und bereit, sich einer solchen Untersuchung zu unterziehen. Für eine solche muss man jedoch einen angemessenen Wachheitszustand aufweisen.

Fazit

In dieser Studie wurde der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* auf seine Verlässlichkeit für die Geriatrie hin untersucht. Dabei wurden geriatrische Patienten mit verschiedenen Grunderkrankungen inkludiert. Eine Aspiration wurde mittels der Fiberendoskopie des Schluckaktes bestätigt. Der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* wurde parallel dazu durchgeführt.

Um die Verlässlichkeit dieser diagnostischen Maßnahme beurteilen zu können, wurden verschiedene Berechnungen aufgestellt. Diese wurden gewählt, da sie aufgrund ihrer Aussagekraft, praktischen Relevanz oder Prävalenzunabhängigkeit bestens geeignet sind, diese zu beurteilen.

Es zeigte sich, dass die oben genannte untersuchte Screeningmethode unbefriedigende Werte aufweist. Somit ist der *50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie* für die Beurteilung der Aspirationsgefahr bei geriatrischen Patienten ungeeignet und damit für die klinische Praxis nicht zu empfehlen.

Literaturverzeichnis

- Bastian, R. (1993). The videoendoscopic swallowing study: an alternative and partner to videofluoroscopy swallowing study. *Dysphagia*, 8, 359–367.
- Bours, G. J. J. W., Speyer, R., Lemmens, J., Limburg, M., & de Wit, R. (2009). Bedside screening tests vs. videofluoroscopy or fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing to detect dysphagia in patients with neurological disorders: systematic review. *Journal of advanced nursing*, 65(3), 477–493.
- Bowes, W., Corke, B. & Hulka, J. (1989). Pulse oximetry: a review of the theory, accuracy and clinical applications. *Obstetrics & Gynecology*, 74, 541–546.
- Brown, S. E., Casciari, R. J. & Light, R. (1983). Arterial oxygen saturation during meals in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Southern medical Journal*, 76(2), 1994–1998.
- Buchholz, D. W. (1994). Neurogenic dysphagia: what is the cause when the cause is not obvious?. *Dysphagia*, 9(4), 245–255.
- Chong, M., Lieu, P., Sitoh, Y., Meng, Y. & Leow, L. (2003). Bedside clinical methods useful as screening test for aspiration in elderly patients with recent and previous stroke. *Annals Academy of medicine Singapore*, 32(6), 790–794.
- Collins, M. J., & Bakheit, A. M. (1997). Does pulse oximetry reliably detect aspiration in dysphagic stroke patients?. *Stroke; a journal of cerebral circulation*, 28(9), 1773–1775.
- Colodny, N. (2000). Comparison of dysphagics and nondysphagics on pulse oximetry during oral feeding. *Dysphagia*, 15, 68–73.
- Cote, C.J., Goldstein, E.A., Fuchsman, W.H. & Hoaglin, D.C. (1988). The Effect of Nail Polish on Pulse Oximetry. *Anesthesia & Analgesia*, 67, 683–686.
- Cowart, B. J. (1989). Relationship between taste and smell across the adult life span. *Annals of the new york academy of sciences*, 561, 39–55.
- Daniels, S. K., Anderson, J. A., & Willson, P. C. (2012). Valid items for screening Dysphagia risk in patients with stroke: a systematic review. *Stroke; Journal of the american heart association*, 43(3), 892–897.
- Deschenes, M. R. (2004). Effects of aging on muscle fibre type and size. *The american journal of sports medicine*, 34(12), 809–824.

- Diener, H. C., Putzki, N., Berlit, P., Hacke, W., Hufnagel, A., Hufschmidt, A., Mattle, H., Meier, U., Oertel, W. H., Reichmann, H., Rieckmann, P., Schmutzhard, E., Wallesch, C. W. & Weller, M. (2005). *Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie* (3). Stuttgart: Kommission „Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie“.
- Gaziano, J. E. (2002). Evaluation and management of oropharyngeal dysphagia in head and neck cancer. *Cancer control*, 9(5), 400–409.
- Gottlieb, D., Kipnis, M., Sister, E., Vardi, Y. & Brill, S. (1996). Validation of the 50 ml drinking test for evaluation of post-stroke dysphagia. *Disability and rehabilitation*, 18(10), 529–532.
- Heart and stroke foundation of Ontario (2002). Improving recognition and management of dysphagia in acute stroke. *A vision of Ontario*.
- Higo, R., Tayama, N., Watanabe, T. & Nito, T. (2003). Pulse oximetry monitoring for the evaluation of swallowing function. *European archives of otorhinolaryngology*, 260, 124–127.
- Holas, M.A., DePipp, K.L. & Reding, M.J. (1994). Aspiration and relative risk of medical complications following stroke. *Archives of Neurology*, 51(10), 1051–1053.
- <http://www.asha.org/members/research/reports/dysphagia.htm>.
- <http://www.inspiration-medical.de/nellcor.html>, 2012.
- <http://www.rehder.de>, 2012.
- <http://www.rudolf-deiml.homepage.t-online.de/Kapitel01.html>, 2012.
- Humbert, I. A. & Robbins, J. (2008). Dysphagia in the elderly. *Physical medicine and rehabilitation clinics of north america*, 19(4), 853–866.
- Kidd, D., Lawson, J., Nesbitt, R. & Macmahon, J. (1993). Aspiration in acute stroke: a clinical study with videofluoroscopy. *Quarterly Journal of Medicine*, 86, 825–829.
- Klinke, R. & Silbernagel, S. (1996). *Lehrbuch der Physiologie* (S. 242). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Lange, K. (2011). Nichtparametrische Analyse diagnostische Gütemaße bei Clusterdaten. Dissertation, Universität Göttingen.
- Leder, S. B., Sasaki, C. T. & Burell, M. I. (1998). Fiberoptic endoscopic evaluation of dysphagia to identify silent aspiration. *Dysphagia*, 13(1), 19–21.

- Leder, S. B. (2000). Use of arterial oxygen saturation, heart rate, and blood pressure as indirect objective physiologic markers to predict aspiration. *Dysphagia*, *15*, 201–205.
- Lim, S. H., Lieu, P. K., Phua, S. Y., Seshadri, R., Venketasubramanian, N., Lee, S. H., & Choo, P. W. (2001). Accuracy of bedside clinical methods compared with fiberoptic endoscopic examination of swallowing (FEES) in determining the risk of aspiration in acute stroke patients. *Dysphagia*, *16*(1), 1–6.
- Logemann, J. A. (1998). *Evaluation and treatment of swallowing disorders* (2). Austin: Pro-Ed.
- Martino, R., Pron, G. & Diamant, N. (2000). Screening for oropharyngeal dysphagia in stroke: insufficient evidence for guidelines. *Dysphagia*, *15*, 19–30.
- Martino, R., Foley, N., Bhogal, S., Diamant, N., Speechley, M. & Teasell, R. (2005). Dysphagia after acute stroke: Incidence, Diagnosis, and pulmonary complications. *Stroke; Journal of the american heart association*, *36*, 2756–2763.
- Martino, R., Silver, F., Teasell, R., Bayley, M., Nicholson, G., Streiner, D. L., & Diamant, N. E. (2009). The Toronto Bedside Swallowing Screening Test (TOR-BSST): development and validation of a dysphagia screening tool for patients with stroke. *Stroke; Journal of the american heart association*, *40* (2), 555–561.
- Miller, A. J. (1982). Deglutition. *Physiological reviews*, *62*(1), 129–184.
- Perlman, A. L. & Schulze- Delrieu, K. (2003). *Deglutition and its disorders. Anatomy, physiology, clinical diagnosis and management*. New York: Delmar Learning.
- Perry, L. & Love, C. (2001). Screening for dysphagia and aspiration in acute stroke: a systematic review. *Dysphagia*, *16*, 7–18.
- Pluschinski, P. & Blonder, M. (2009). Die fiberendoskopische Evaluation des Schluckens. In Stanschus, S. & Seidel, S. , *Dysphagie- Diagnostik und Therapie Ein Kompendium* (S. 111-128). Idstein: Schulz- Kirchner Verlag.
- Prosiegel, M. & Weber, S. (2010). *Dysphagie- Diagnostik und Therapie*. Heidelberg: Thiel, M. M., Ewerbeck, C.
- Ramsey, D. J. C., Smithard, D. G., & Kalra, L. (2003). Early assessments of dysphagia and aspiration risk in acute stroke patients. *Stroke; Journal of the american heart association*, *34*(5), 1252–1257.

- Ramsey, D. J. C., Smithard, D. G. & Kalra, L. (2006). Can pulse oximetry or a bedside swallowing assessment be used to detect aspiration after stroke?. *Stroke; Journal of the american heart association*, 37, 2984–2988.
- Robbins, J., Hamilton, J. W., Lof, G. L. & Kempster, G. B. (1992). Oropharyngeal swallowing in normal adults of different ages. *Gastroenterology*, 103(3), 823–829.
- Rogers, B., Msall, M. & Shucard, D. (1993). Hypoxemia during oral feedings in adults with dysphagia and severe neurological disabilities. *Dysphagia*, 8(1), 43–48.
- Rosenbek, J. C., Robbins, J. A., Roecker, E. B., Coyle, J. L. & Wood, J. L. (1996). A penetration- aspiration scale. *Dysphagia*, 11, 93–98.
- Schwarzer, G., Türp, J. C. & Antes, G. (2002). Die Vierfeldertafel (in Diagnosestudien)- Sensitivität und Spezifität. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 57, 333–334.
- Sellars, C., Dunnet, C. & Carter, R. (1998). A preliminary comparison of videofluoroscopy of swallow and pulse oximetry in the identification of aspiration in dysphagic patients. *Dysphagia*, 13(2), 82–86.
- Sherman, B., Nisenbom, J. M., Jesberger, B. L., Morrow, C. A., & Jesberger, J. A. (1999). Assessment of dysphagia with the use of pulse oximetry. *Dysphagia*, 14(3), 152–156.
- Smith, H. A., Lee, S. H., O'Neill, P. A., & Connolly, M. J. (2000). The combination of bedside swallowing assessment and oxygen saturation monitoring of swallowing in acute stroke: a safe and humane screening tool. *Age and ageing*, 29(6), 495–499.
- Smithard, D. G., O'Neill, P. A., Park, C., Morris, J., Wyatt, R., England, R. & Martin, D. F. (1996). Complications and outcome after stroke: does dysphagia matter?. *Stroke; Journal of the american heart association*, 27, 1200–1204.
- Stanschus, S. & Seidel, S. (2009). *Dysphagie- Diagnostik und Therapie*. Idstein: Schulz-Kirchner-Verlag.
- Statistisches Bundesamt (2011). Im Blickpunkt: Ältere Menschen in Deutschland und der EU, 11–76.
- Schwarzer, G., Türp, J.C. & Antes, G. (2002). Die Vierfeldertafel (in Diagnosestudien)- Sensitivität und Spezifität. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 57, 333–334.
- Trapl, M., Enderle, P., Nowotny, M., Teuschl, Y., Matz, K., Dachenhausen, A., & Brainin, M. (2007). Dysphagia bedside screening for acute-stroke patients: the Gugging Swallowing Screen. *Stroke; Journal of the american heart association*, 38(11), 2948–2952.

- Terwee, C. B., Bot, S.D.M., de Boer, M.R., van der Windt, D.A.W.M., Knol, D.L., Dekker, J., Bouter, L.M. & de Vet, H.C.W. (2007). Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *Journal of Clinical Epidemiology*, 60, 34–42.
- Tracy, J. F., Logemann, J. A., Kahrilas, P. J., Jacob, P. J., Kobara, M. & Krugler, C. (1989). Preliminary observations on the effects of age on oropharyngeal deglutition. *Dysphagia*, 4, 90–94.
- Tremper, K. & Barker, S. (1989). Pulse Oximetry. *Anesthesiology*, 70, 98–108.
- Voigt, N. (2009). Klinische Schluckuntersuchung. In Stanschus, S. & Seidel, S. , *Dysphagie-Diagnostik und Therapie Ein Kompendium* (S. 37-64). Idstein: Schulz- Kirchner Verlag.
- Wang, T.-G., Chang, Y.-C., Chen, S.-Y., & Hsiao, T.-Y. (2005). Pulse oximetry does not reliably detect aspiration on videofluoroscopic swallowing study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(4), 730–734.
- Wilson, R. D. (2012). Mortality and cost of pneumonia after stroke for different risk groups. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases*, 21(1), 61–67.
- Wirtz, M. & Nachtigall, C. (2012). *Deskriptive Statistik- Statistische Methoden für Psychologen Teil I*. Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- Zaidi, N. H., Smith, H.A., King, S. C., Park, C., O'Neill, P. A. & Connolly, M. J. (1995). Oxygen desaturation on swallowing as a potential marker of aspiration in acute stroke. *Age and Ageing*, 24, 267–270.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1.: Time Trend for publication on deglutition and deglutition disorders.

Abbildung 1.2.: Entwicklung der älteren Bevölkerung von 1990 bis 2060 in Deutschland.

Abbildung 1.3.: Krankenhausfälle nach Altersgruppen, Anteile der Altersgruppen an den Behandlungsfällen 2009.

Abbildung 4.1.: Nasopharyngealer Übergang, Oropharyngeale Position und Hyolaryngeale Position (von links nach rechts). Quelle:

Abbildung 5.1.: Altersverteilung von Frauen und Männern mit Darstellung der Normalverteilung. Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 6.1.: rp@Szene für die Schluckdiagnostik.

Abbildung 9.1.: Häufigkeitsverteilung des Penetrations-Aspirationsgrades beim 1. 5ml Schluck des 50 ml-Wassertests bei n=22.

Abbildung 9.2.: Häufigkeitsverteilung des Penetrations-Aspirationsgrades beim 2. 5ml Schluck des 50 ml-Wassertests bei n=19.

Abbildung 9.3.: Häufigkeitsverteilung des Penetrations-Aspirationsgrades beim 1. 10ml Schluck des 50 ml-Wassertests bei n=13.

Abbildung 9.4.: Häufigkeitsverteilung des Penetrations-Aspirationsgrades beim 2. 10ml Schluck des 50 ml-Wassertests bei n=7.

Abbildung 9.5.: Häufigkeitsverteilung des Penetrations-Aspirationsgrades beim 20ml Schluck des 50 ml-Wassertests bei n=8.

Abbildung 9.6.: Häufigkeitsverteilung der Gründe des Testabbruchs.

Abbildung 10.1.: Vierfeldertafel.

Abbildung 10.1.1.: Formel zur Berechnung der Sensitivität.

Abbildung 10.1.2.: Formel zur Berechnung der Spezifität.

Abbildung 10.2.1.: Formel zur Berechnung der positive predictive Value.

Abbildung 10.2.2.: Formel zur Berechnung der negative predicitive Value.

Abbildung 10.3.1.: Formel zur Berechnung der Likelihood Ratio.

Abbildung 10.4.1.: Formel zur Berechnung von Odds Ratio.

Abbildung 10.4.2.: Formel zur Berechnung von Yules Y.

Abbildung 10.4.3.: Formel zur Berechnung von d^* .

Abbildung 11.2.1.: O₂-Bindungskurve des menschlichen Blutes.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1.: Penetrations-Aspirationsskala nach Rosenbek et al. (1996).

Tabelle 5.1.: Darstellung von Durchschnitt, Minimum, Maximum und Standardabweichung des Alters für die Gesamtgruppe und getrennt nach Geschlechtern.

Tabelle 5.2.: Auflistung der Diagnosen der Studienteilnehmer.

Tabelle 8.1.: Darstellung der unabhängigen und abhängigen Variable sowie der Kontroll- und Störvariablen.

Tabelle 9.1.: Darstellung von Durchschnitt, Minimum, Maximum und Standardabweichung der Sauerstoffsättigung für die Gesamtgruppe und getrennt nach Geschlechtern.

Tabelle 10.1.: Datensatz mit vier verschiedenen Vergleichen anhand der Vierfeldertafel zur Berechnung der Sensitivität, Spezifität, PPV, NPV, Likelihood Ratio, Odds Ratio, Yules Y und d^* .

Tabelle 10.1.1.: Datensatz mit vier verschiedenen Vergleichen anhand der Vierfeldertafel zur Berechnung der Sensitivität und Spezifität.

Tabelle 10.2.1.: Datensatz mit vier verschiedenen Vergleichen anhand der Vierfeldertafel zur Berechnung der PPV und NPV.

Tabelle 10.3.1.: Datensatz mit vier verschiedenen Vergleichen anhand der Vierfeldertafel zur Berechnung der Likelihood Ratio.

Tabelle 10.4.1.: Datensatz mit vier verschiedenen Vergleichen anhand der Vierfeldertafel zur Berechnung von Odds Ratio, Yules Y und d^* .

Anhang

Tab. 10.1.: Datensatz mit vier verschiedenen Vergleichen anhand der Vierfeldertafel zur Berechnung der Sensitivität, Spezifität, PPV, NPV, Likelihood Ratio, Odds Ratio, Yules Y und d*.

1.	Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests isoliert ab PA°6
I)	1. 5 ml PA°6
II)	2. 5 ml PA°6
III)	1. 10 ml PA°6
IV)	2. 10 ml PA°6
V)	20 ml PA°6
2.	Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests isoliert ab PA°2 und 6
VI)	1. 5 ml PA°2
VII)	2. 5 ml PA°2
VIII)	1. 10 ml PA°2
IX)	2. 10 ml PA°2
X)	20 ml PA°2
XI)	1. 5 ml PA°6
XII)	2. 5 ml PA°6
XIII)	1. 10 ml PA°6
XIV)	2. 10 ml PA°6
XV)	20 ml PA°6

3.	Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES sowie der Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für das gesamte Testverfahren ab PA°2 und 6
XVI)	Pulsoxymetrie gesamt, PA°2
XVII)	Pulsoxymetrie gesamt, PA°6
XVIII)	50 ml-Wassertest gesamt, PA°2
XIX)	50 ml-Wassertest gesamt, PA°6
4.	Vergleich des 50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für das gesamte Testverfahren ab PA° 2 und 6
XX)	50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie PA°2
XXI)	50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie PA°6

Tab. 10.1.1.: Datensatz mit vier verschiedenen Vergleichen anhand der Vierfeldertafel zur Berechnung der Sensitivität und Spezifität.

1.	Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests isoliert ab PA ⁶
I)	1. 5 ml PA ⁶ 2 % (Se=25%; Sp=83 %) 3 % (Se=25 %; Sp=100 %) 4 % (Se=25 %; Sp=100 %)
II)	2. 5 ml PA ⁶ 2 % (Se=50%; Sp=82 %) 3 % (Se=50 %; Sp=94 %) 4 % (Se=0 %; Sp=100 %)
III)	1. 10 ml PA ⁶ 2 % (Se=0%; Sp=63 %) 3 % (Se=0 %; Sp=72 %) 4 % (Se=0 %; Sp=81 %)
IV)	2. 10 ml PA ⁶ 2 % (Se=0%; Sp=71 %) 3 % (Se=0 %; Sp=71 %) 4 % (Se=0 %; Sp=71 %)
V)	20 ml PA ⁶ 2 % (Se=0%; Sp=75 %) 3% (Se=0 %; Sp=85 %) 4 % (Se=0 %; Sp=85 %)
2.	Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests isoliert ab PA ² und 6
VI)	1. 5 ml PA ² Se=25 %; Sp=92 %
VII)	2. 5 ml PA ² Se=62 %; Sp=90 %
VIII)	1. 10 ml PA ² Se=42 %; Sp=83 %
IX)	2. 10 ml PA ² Se=0 %; Sp=100 %

X)	20 ml PA°2 Se=25 %; Sp=75 %
XI)	1. 5 ml PA°6 Se=66 %; Sp=94 %
XII)	2. 5 ml PA°6 Se=100 %; Sp=76 %
XIII)	1. 10 ml PA°6 Se=50 %; Sp=72 %
XIV)	2. 10 ml PA°6 Se=0 %; Sp=100 %
XV)	20 ml PA°6 Se=0 %; Sp=71 %
3.	Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES sowie der Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für das gesamte Testverfahren ab PA°2 und 6
XVI)	Pulsoxymetrie gesamt, PA°2 2 % (Se=29 %; Sp=40 %) 3 % (Se=29 %; Sp=60 %) 4 % (Se=6 %; Sp=60 %)
XVII)	Pulsoxymetrie gesamt, PA°6 2 % (Se=25 %; Sp=57 %) 3 % (Se=25 %; Sp=64 %) 4%(Se=12 %; Sp=85 %)
XVIII)	50 ml-Wassertest gesamt, PA°2 Se=66 %; Sp=75 %
XIX)	50 ml-Wassertest gesamt, PA°6 Se=75 %; Sp=50 %

4.	Vergleich des 50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für das gesamte Testverfahren ab PA° 2 und 6
XX)	<p>50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie PA°2</p> <p>2 % (Se=70 %; Sp=40 %)</p> <p>3 % (Se=70 %; Sp=40 %)</p> <p>4 % (Se=70 %; Sp=40 %)</p>
XXI)	<p>50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie PA°6</p> <p>2 % (Se=75 %; Sp=35 %)</p> <p>3 % (Se=75 %; Sp=35 %)</p> <p>4 % (Se=75 %; Sp=35 %)</p>

Tab. 10.2.1.: Datensatz mit vier verschiedenen Vergleichen anhand der Vierfeldertafel zur Berechnung der positive und negative predicitive Value.

1.	Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests isoliert ab PA°6
I)	1. 5 ml PA°6 2 % (PPV=25 %; NPV=83 %) 3 % (PPV=100 %; NPV=85 %) 4 % (PPV=100 %; NPV=85 %)
II)	2. 5 ml PA°6 2 % (PPV=25 %; NPV=93 %) 3 % (PPV=50 %; NPV=94 %) 4 % (PPV=0 %; NPV=89 %)
III)	1. 10 ml PA°6 2 % (PPV=0 %; NPV=77 %) 3 % (PPV=0 %; NPV=80 %) 4 % (PPV=0 %; NPV=81 %)
IV)	2. 10 ml PA°6 2 % (PPV=0 %; NPV=100 %) 3 % (PPV=0 %; NPV=100 %) 4 % (PPV=0 %; NPV=100 %)
V)	20 ml PA°6 2 % (PPV=0 %; NPV=80 %) 3 % (PPV=0 %; NPV=85 %) 4 % (PPV=0 %; NPV=85 %)
2.	Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests isoliert ab PA°2 und 6
VI)	1. 5 ml PA°2 PPV=66 %; NPV=68 %
VII)	2. 5 ml PA°2 PPV=83 %; NPV=76 %
VIII)	1. 10 ml PA°2 PPV=75 %; NPV=55 %
IX)	2. 10 ml PA°2 PPV=0 %; NPV=71 %

X)	20 ml PA ² PPV=50 %; NPV=50 %
XI)	1. 5 ml PA ⁶ PPV=66 %; NPV=94 %
XII)	2. 5 ml PA ⁶ PPV=33 %; NPV=100 %
XIII)	1. 10 ml PA ⁶ PPV=25 %; NPV=88 %
XIV)	2. 10 ml PA ⁶ PPV=0 %; NPV=100 %
XV)	20 ml PA ⁶ PPV=0 %; NPV=83 %
3.	Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES sowie der Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für das gesamte Testverfahren ab PA ² und 6
XVI)	Pulsoxymetrie gesamt, PA ² 2 % (PPV=62 %; NPV=14 %) 3 % (PPV=71 %; NPV=20 %) 4% (PPV=33 %; NPV=15 %)
XVII)	Pulsoxymetrie gesamt, PA ⁶ 2 % (PPV=25 %; NPV=57 %) 3 % (PPV=28 %; NPV=60 %) 4% (PPV=33 %; NPV=63 %)
XVIII)	50 ml-Wassertest gesamt, PA ² PPV=92 %; NPV=33 %
XIX)	50 ml-Wassertest gesamt, PA ⁶ PPV=40 %; NPV=77 %

4.	Vergleich des 50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für das gesamte Testverfahren ab PA° 2 und 6
XX)	50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie PA°2 2 % (PPV=80 %; NPV=28 %) 3 % (PPV=80 %; NPV=28 %) 4 % (PPV=80 %; NPV=28 %)
XXI)	50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie PA°6 2 % (PPV=40 %; NPV=71%) 3 % (PPV=40 %; NPV=71 %) 4 % (PPV=40 %; NPV=71 %)

Tab. 10.3.1.: Datensatz mit vier verschiedenen Vergleichen anhand der Vierfeldertafel zur Berechnung der Likelihood Ratio.

1.	Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests isoliert ab PA°6
I)	1. 5 ml PA°6 2 % (LR ⁺ =1,4) 3 % (LR ⁺ =0,25) 4 % (LR ⁺ =0,25)
II)	2. 5 ml PA°6 2 % (LR ⁺ =2,7) 3 % (LR ⁺ =8,3) 4 % (LR ⁺ =0)
III)	1. 10 ml PA°6 2 % (LR ⁺ =0) 3 % (LR ⁺ =0) 4 % (LR ⁺ =0)
IV)	2. 10 ml PA°6 2 % (LR ⁺ =0) 3 % (LR ⁺ =0) 4 % (LR ⁺ =0)
V)	20 ml PA°6 2 % (LR ⁺ =0) 3 % (LR ⁺ =0) 4 % (LR ⁺ =0)
2.	Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests isoliert ab PA°2 und 6
VI)	1. 5 ml PA°2 LR ⁺ =3,12
VII)	2. 5 ml PA°2 LR ⁺ =6,2
VIII)	1. 10 ml PA°2 LR ⁺ =2,4
IX)	2. 10 ml PA°2 LR ⁺ =0

X)	20 ml PA ² LR ⁺ =1
XI)	1. 5 ml PA ⁶ LR ⁺ =11
XII)	2. 5 ml PA ⁶ LR ⁺ =416,66
XIII)	1. 10 ml PA ⁶ LR ⁺ =1,78
XIV)	2. 10 ml PA ⁶ LR ⁺ =0
XV)	20 ml PA ⁶ LR ⁺ =0
3.	Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES sowie der Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für das gesamte Testverfahren ab PA ² und 6
XVI)	Pulsoxymetrie gesamt, PA ² 2 % (LR ⁺ =0,84) 3 % (LR ⁺ =0,725) 4 % (LR ⁺ =0,15)
XVII)	Pulsoxymetrie gesamt, PA ⁶ 2 % (LR ⁺ =0,58) 3 % (LR ⁺ =0,69) 4 % (LR ⁺ =1,6)
XVIII)	50 ml-Wassertest gesamt, PA ² LR ⁺ =2,64
XIX)	50 ml-Wassertest gesamt, PA ⁶ LR ⁺ =1,5

4.	Vergleich des 50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für das gesamte Testverfahren ab PA° 2 und 6
XX)	50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie PA°2 2 % (LR ⁺ =1,1) 3 % (LR ⁺ =1,1) 4 % (LR ⁺ =1,1)
XXI)	50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie PA°6 2 % (LR ⁺ =1,15) 3 % (LR ⁺ =1,15) 4 % (LR ⁺ =1,15)

Tab. 10.4.1.: Datensatz mit einem Vergleich anhand der Vierfeldertafel zur Berechnung von Odds Ratio, Yules Y und d^* .

1.	Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests isoliert ab PA°6
I)	1. 5 ml PA°6
II)	2. 5 ml PA°6
III)	1. 10 ml PA°6
IV)	2. 10 ml PA°6
V)	20 ml PA°6
2.	Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für jeden Schluck des 50 ml-Wassertests isoliert ab PA°2 und 6
VI)	1. 5 ml PA°2
VII)	2. 5 ml PA°2
VIII)	1. 10 ml PA°2
IX)	2. 10 ml PA°2
X)	20 ml PA°2
XI)	1. 5 ml PA°6
XII)	2. 5 ml PA°6
XIII)	1. 10 ml PA°6
XIV)	2. 10 ml PA°6
XV)	20 ml PA°6
3.	Vergleich des 50 ml-Wassertests mit der FEES sowie der Vergleich der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für das gesamte Testverfahren ab PA°2 und 6
XVI)	Pulsoxymetrie gesamt, PA°2
XVII)	Pulsoxymetrie gesamt, PA°6
XVIII)	50 ml-Wassertest gesamt, PA°2

XIX)	50 ml-Wassertest gesamt, PA°6
4.	Vergleich des 50 ml-Wassertests in Kombination mit der Pulsoxymetrie mit der FEES für die gesamte Probandengruppe für das gesamte Testverfahren ab PA° 2 und 6
XX)	50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie PA°2 2 %, 3 %, 4 % (Odds Ratio=1,6; Y=0,11; d*=0,25)
XXI)	50 ml-Wassertest in Kombination mit der Pulsoxymetrie PA°6 2 %, 3 %, 4 % (Odds Ratio=1,6; Y=0,12; d*=0,28)