

FAST4D

Optimierung der Schlaganfall-Früherkennung durch
Erweiterung des etablierten FAST-Tests im
Rettungsdienstbereich des Wetteraukreises

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Andreas Fischer aus Frankfurt am Main

Gießen, 2024

Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität in Gießen

Klinik für Neurologie

Gutachter: Prof. Dr. med. Schramm

Gutachter: Prof. Dr. med. Struffert

Tag der Disputation: 11.09.2024

Inhalt

1 Einleitung	1
1.1 Klassifikationen und Definitionen	2
1.2 Anatomie und Zuordnung der Symptome eines Hirninfarkts	5
1.3 Schlaganfälle der vertebrobasilären Strombahn	7
1.4 FAST-Test	10
1.5 Präklinische Tests zur Erkennung von vertebrobasilären Ischämien	11
1.6 Zielsetzung und Hypothese	16
2 Material und Methoden	17
2.1 Ethikvotum	17
2.2 Entwicklung und Einführung von FAST4D	17
2.3 FAST4D-Erhebungsbogen	19
2.4 Standort der Datenerhebung	21
2.5 Ein- und Ausschlusskriterien	22
2.6 Datenerhebung	23
2.7 Analyse der erhobenen Daten	24
3 Ergebnisse	25
3.1 Übersicht des Gesamtkollektivs	25
3.2 Primäre Fragestellung	29
3.2.1 FAST Test und zerebrovaskuläre Ereignisse (Gesamtkollektiv N=115)	29
3.2.2 FAST4D-Test zur Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen (vordere und hintere Strombahn; Gesamtkollektiv)	30
3.2.3 Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen: Ein Vergleich von FAST und FAST4D	32
3.2.4 FAST Test zur Erkennung vertebrobasilärer Schlaganfälle (Gesamtkollektiv)	33
3.2.5 FAST4D-Test zur Erkennung vertebrobasilärer Schlaganfälle (Gesamtkollektiv)	34
3.2.6 Erkennung von vertebrobasilären Schlaganfällen im Vergleich FAST zu FAST4D	35
3.3 Sekundäre Zielsetzungen und deren Endpunkte	36
3.3.1 FAST4D und Verteilung der einzelnen Symptome	37
3.3.2 FAST4D-positiv getestete Patient*innen und Stroke Mimics	40
3.3.3 Das Item Schwindel	42
4 Diskussion	44
4.1 Limitationen	64
5 Zusammenfassung	65
6 Zusammenfassung (Englisch)	66
7 Literaturverzeichnis	67
8 Ehrenwörtliche Erklärung	79
9 Danksagung	81

1 Einleitung

Die Behandlung von Patient*innen mit einem diagnostizierten Schlaganfall ist sehr zeitkritisch, da nur in den ersten Stunden eine kausale Therapie erfolgen kann. Grundlage für die Einleitung einer Therapie ist aber zunächst das Erkennen von Patient*innen mit Symptomen eines Schlaganfalls. Es existiert ein weit verbreitetes klinisches Testsystem mit dem Akronym FAST (Face; Arm; Speech, Time). Dieser Test dient nahezu weltweit zur Erkennung von Schlaganfallsymptomen in der Schulung von Laien, aber auch im professionellen Gesundheitssystem, dient. Ein bestimmter Teil der Schlaganfallpatient*innen wird mit diesem Test nicht ausreichend erkannt, weswegen dieser im Rahmen dieser Arbeit zu FAST4D erweitert und als Anwendungsbeobachtung im Rettungsdienstbereich Wetterau wissenschaftlich ausgewertet wurde. Zur besseren Erläuterung erfolgt zunächst ein Überblick der Thematik.

1.1 Klassifikationen und Definitionen

Die Definition eines Schlaganfalls (oder stroke in englischer Übersetzung) beschreibt ein über mindestens 24 Stunden bestehendes neurologisches Defizit aufgrund einer fokalen Verletzung des ZNS (Gehirn, Rückenmark, Retina) durch gefäßbedingte Ursachen. Dies beinhaltet eine cerebrale Ischämie (Minderung der lokalen Blut- und Sauerstoffversorgung), eine intrakranielle Blutung (ICB), sowie eine Subarachnoidalblutung (SAB) (Sacco, Kassner 2013). Typische Ursachen für Hirnblutungen sind zum Beispiel ein arterieller Hypertonus (ICB) oder eine Ruptur eines Aneurysmas der intrakraniellen Hirngefäße (SAB). Seltener Ursachen sind venöse Abflussstörungen durch Thrombosen der Hirnvenen (Hufschmidt et al 2009).

Die typischen Ursachen für einen ischämischen Schlaganfall sind in der, zur ätiologischen Einteilung zusammengestellten TOAST-Klassifikation zusammengefasst. Man unterscheidet zwischen Makroangiopathie, kardioembolischen Ereignissen, Mikroangiopathie und anderen gesicherten Ursachen (zum Beispiel eine Dissektion einer gehirnversorgenden Arterie). Ischämisch bedingte transiente neurologische Defizite (innerhalb von 24 Stunden) werden als transiente ischämische Attacken (TIA) bezeichnet. Nach einer stattgehabten TIA ist das Risiko für einen späteren ischämischen Hirninfarkt erhöht. Man unterscheidet ischämische und hämorrhagische Schlaganfälle mit unterschiedlichsten Ursachen.

Jährlich erleiden circa 243.000 bis 260.000 Menschen in Deutschland einen Schlaganfall (Kohler et al). Es ist eine der Hauptursachen für Behinderung und Invalidität im Erwachsenenalter (Busch et al). Die meisten (87%) Schlaganfälle sind ischämisch bedingt (Mozzafarian et al), die anderen verteilen sich auf intrakranielle Hirnblutung (ICB) sowie Subarachnoidalblutung (SAB).

Das „Time is brain“-Konzept beschreibt die Notwendigkeit der zeitkritischen Behandlung von ischämisch bedingten Hirninfarkten. Abhängig von Dauer und Schweregrad der Einschränkung der Sauerstoff- und Blutversorgung im Hirngewebe kommt es zu neuronalem Funktionsverlust. Zunächst ist eine reversible Funktionsstörung möglich, welche bei zunehmender Dauer der Ischämie zu einem irreversiblen Zelluntergang werden kann.

Schätzungen zufolge ist durchschnittlich ungefähr ein Verlust von circa 1,9 Millionen Nervenzellen pro Minute (Sacco et al) anzunehmen. Das präklinische Notfallmanagement folgt diesem Konzept, wobei keine Unterscheidung hinsichtlich der Art des Hirninfarkts erfolgen kann, da hierfür eine Bildgebung notwendig ist. Die mechanische Thrombektomie bei bildmorphologisch gesicherten großen Gefäßverschlüssen (LVO = large vessel occlusions) sowie die intravenöse Lysetherapie mit rekombinanten Plasminogenaktivator (rtPA) sind die anerkannten Behandlungsoptionen bei gesichertem ischämisch bedingten Hirninfarkt. Auch eine ICB oder eine SAB erfordern eine zeitkritische Behandlung. Die Etablierung einer Therapie erfordert eine korrekte Sicherung einer Diagnose. Neben der klaren Notwendigkeit einer Durchführung einer kranialen Bildgebung, die akut zeitnah vorhanden und durchführbar sein muss, gibt es wichtige klinische Zeichen und Symptome und deren Zuordnung kann zur Sicherung der Diagnose relevant beitragen.

Ojaghihaghghi et al haben 2017 im World Journal of Emergency Medicine eine Studie veröffentlicht zur Frage, inwieweit man präklinisch zerebrovaskuläre Ereignisse hinsichtlich ischämisch bedingt oder hämorrhagisch bedingt unterscheiden kann. Aus einer Krankenhaus-basierten vergleichenden Studie von 503 Patient*innen zeigten sich bei Patient*innen mit diagnostizierter Hirnblutung im Vergleich zu Patienten mit ischämischen Hirninfarkten vermehrt folgende Symptome: erweiterte Pupillen, Verwirrtheit, akut einsetzenden Kopfschmerzen,

erniedrigter Glasgow-Coma-Scale (Teasdale an Jennet 1974), epileptische Anfälle und Blickparese/Blickdeviation. Patient*innen mit gesichertem ischämischen Hirninfarkt zeigten gehäuft das Symptom progressive Cephalgien. Die Autoren der Studie kommen in ihren Erkenntnissen zu der Schlussfolgerung, dass Unterschiede in den Prävalenzen von Symptomen von Hirnblutungen und ischämischen Hirninfarkten vorliegen, der Goldstandard zur Differenzierung und Sicherung der Diagnose liege bei der kranialen Schnittbildgebung.

1.2 Anatomie und Zuordnung der Symptome eines Hirninfarkts

Die Gefäßversorgung des Gehirns erfolgt über zwei Stromgebiete. Die vorderen Anteile werden über die Aa. carotis internae und deren Äste und die hinteren Anteile über die Aa. vertebrales versorgt. Intrakraniell bildet sich ein ringförmige Verbindung zwischen dem vorderen und hinteren Stromgebiet, dieser wird Circulus arteriosus willisi genannt (Hillen et al). Bezüglich zerebraler Funktionen besteht eine anatomische Zuordnung, anhand derer eine Zuordnung klinischer Defizite zu entsprechenden bildmorphologischen Läsionen in der CT-Untersuchung unter Nennung des Gefäßversorgungsgebietes möglich ist. Häufig genutzt und zitiert wird das Das „Oxfordshire Community Stroke Project“. Eine modifizierte Übersicht zeigt Tabelle 1.2.1

Tab. 1.2.1 modifiziert und übersetzt von „Oxfordshire
Community Stroke Project“

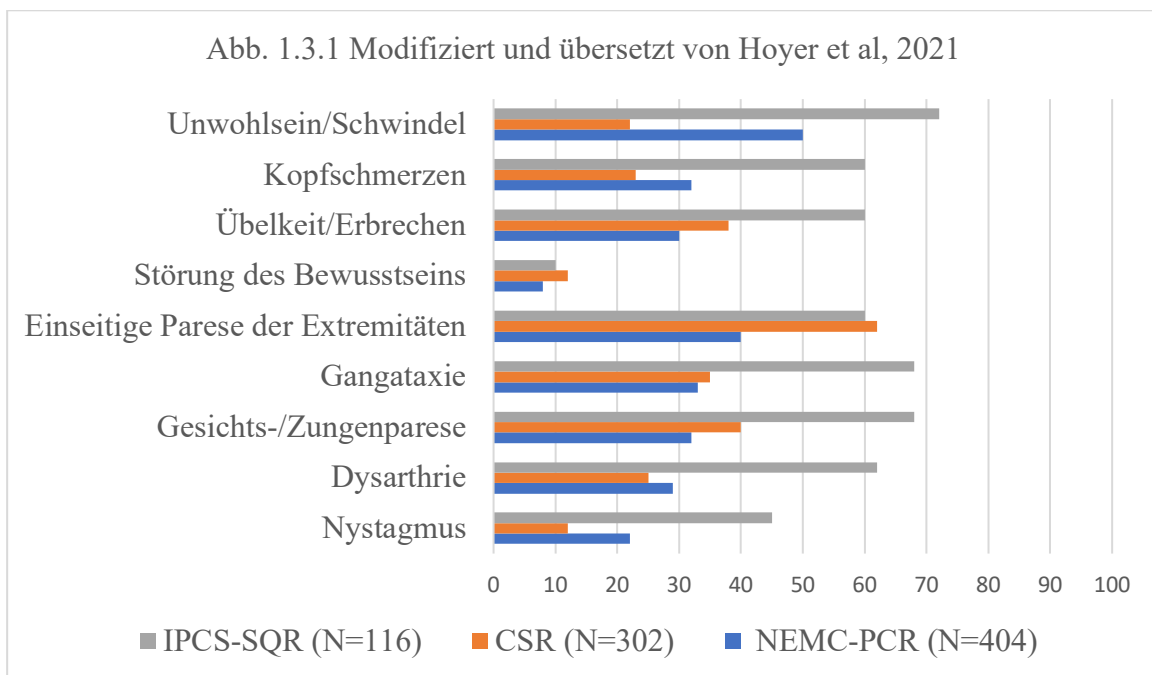
Bezeichnung	Symptome	Gefäßzuordnung
Komplettes Anteriore Zirkulationssyndrom	<ul style="list-style-type: none"> • Hemiparese und • Höhere kortikale Dysfunktion (Dysphasie, visuell-räumlicher Neglect) und • Homonyme Hemianopsie 	Proximaler Anteil der A. cerebri media und/oder Verschluss der distalen A. carotis interna
Partielles Anteriore Zirkulationssyndrom	<ul style="list-style-type: none"> • Isolierte höhere kortikale Dysfunktion oder • Teile verschiedener Symptome (Hemiparese, Hemianopsie, höhere kortikale Dysfunktion) 	Verschluss eines Astes der A. cerebri media
Posteriores Zirkulationssyndrom	<ul style="list-style-type: none"> • Isolierte Hemianopsie (A. cerebri posterior), Hirnstamm- oder Kleinhirnsyndrome 	Verschluss der A. vertebralis, A. cerebri posterior oder Kleinhirnarterien
Lakunäres Syndrom	<ul style="list-style-type: none"> • Rein motorische Symptome oder • Rein sensible Symptome oder • Sensomotorische Symptome oder • Hemiataxie oder • „Dysarthria-clumsy-hand“-Syndrom 	Verschluss der „kleinen“ Arterien“, unter anderem Arteriae lenticulostriatae

1.3 Schlaganfälle der vertebrobasilären Strombahn

Es soll nun im Folgenden auf das Kollektiv der Patient*innen mit einem diagnostizierten Schlaganfall der vertebrobasilären Strombahn eingegangen werden, die Grundlage der Studie zur Untersuchung des FAST4D-Tests darstellen (als Erweiterung des FAST-Tests).

In einer österreichischen Analyse wurden 12.000 von 70.000 Patient*innen mit einem zerebrovaskulären Ereignis der vertebrobasilären Strombahn identifiziert, ein circa zwanzigprozentiger Anteil. Im Vergleich kam es im Schnitt zu einer Verzögerung der Behandlung von 27 Minuten in der „Onset-to-Door-Time“ (Symptombeginn bis Vorstellung in der Notaufnahme, gemessen in Minuten), was in deren Ergebnissen zu einem schlechteren klinischen Ergebnis entsprechend der modifizierten Rankin-Skala führte (Rankin et al 1957, Rohac et al). Ein unbehandelter Verschluss der A. basilaris, ein neurologisches Notfallereignis, geht mit einer Mortalitätsrate von 80-90% einher, im Wesentlichen bedingt durch ein hohes Maß an funktionellem neurologischem Defizit, Störungen des Bewusstseins bis zum Koma sowie auch Störungen in der Atmung (Ferbert et al).

Benommenheit (Dizziness) sowie Dysmetrie/Ataxie und auch Doppelbilder (Diplopia) stellen solche häufigen Symptome einer vertebrobasilären Ischämie dar (Carvalho). Als viertes wichtiges Symptom sind Einschränkungen des Gesichtsfelds anzuführen (deficits in field of view) (Nouh). Es folgt eine Zusammenstellung der häufigen Symptome entsprechend der verschiedenen Schlaganfallregister. (NEMC-PCR, CSR, IPCS, SQR, und Zitate



Häufige Symptome der vertebrobasilären Ischämien entsprechend verschiedenen Schlaganfallregistern.

Atypische oder weniger spezielle Präsentationen sind ein Hindernis in der Erkennung solcher Hirninfarkte in der präklinischen Notfallmedizin und erschweren somit die zeitkritische Einleitung von notwendigen Therapien (Hoyer et al). Celesia et al beschrieben im Jahr 1997 die Anosognosie für Sehstörungen (Hemianopsien) in einem Kollektiv von 32 Patient*innen. Circa 60% wiesen eine Anosognosie auf (Celesia). Insbesondere Schlaganfälle, in deren Folge schwere funktionelle Einschränkungen mit motorischen Defiziten und Sprach- und Sprechstörungen werden von Patient*innen häufig als akut behandlungs- und abklärungsbedürftig und auch von medizinischem Fachpersonal häufiger korrekt als medizinischer Notfall erkannt (Teuschl et al).

Anderson et al beschreiben, dass Mitarbeiter*innen des Rettungsdiensts bei Patient*innen ohne die vermutete Diagnose eines Schlaganfalls häufiger unspezifische Symptome ohne konkrete Zuordnung zu Funktionssysteme dokumentiert werden. Benommenheit und Schwindel werden gehäuft beschrieben.

Retrospektive Studien zeigen, dass schätzungsweise 2–3 mal mehr zerebrovaskuläre Ereignisse der vertebrobasilären Strombahn im Vergleich zur anterioren Strombahn nicht identifiziert werden (Hoyer et al). Neben Schulungen des Personals in der Notfallmedizin für die Prähospitalphase sowie Schlüsselpersonen in der Notaufnahme („Triage-Schwestern“) sind Erweiterungen zu bewährten Untersuchungen nötig, um diesen Defiziten zu entgegen (Hoyer et al). In unserer Studie sollen speziell zerebrovaskuläre Ereignisse der hinteren Strombahn und deren Erkennung beleuchtet werden.

1.4 FAST-Test

Es wurden verschiedene Tests zur prähospitalen Erkennung von Schlaganfallereignissen entwickelt. Der FAST-Test ist am meisten verbreitet und wurde u.a. von der „American Heart Association“ in deren Leitlinien übernommen (Sacco et al). Die Abkürzung steht für „Face, Arm, Speech, Time“ (Kothari). 1998 wurde der FAST-Test von einer Gruppe von Ärzten, spezialisiert auf Schlaganfallmedizin, als Akronym für die Schulung des Rettungsdienstpersonals entwickelt. In mehreren öffentlichen Kampagnen wurde das Prinzip des FAST-Tests der Allgemeinbevölkerung zur Schulung nahegebracht, um eine Verbesserung und Beschleunigung der Schlaganfallerkennung zu erreichen (Dombrwoski, Wall)

Ziel der entwickelten FAST-Untersuchung war es die Erkennung von Schlaganfällen der anterioren Strombahn zu beschleunigen, um innerhalb des 3 Stunden Zeitfensters eine intravenöse Lysetherapie applizieren zu können (Harbison et al). Ein Anteil von bis zu 40% an Patient*innen mit vertebrobasilären Ischämien wird jedoch mit dieser Methode nicht identifiziert (Gulli, Huwez). Symptome, welche häufiger bei vertebrobasilären ischämischen Ereignissen auftreten, werden mit dem FAST-Test nicht ausreichend erfasst. Aktuelle internationale Publikationen beschäftigen sich bereits mit der Entwicklung von speziellen präklinischen Tests zur Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen der vertebrobasilären Strombahn, welche im Folgenden beschrieben werden.

1.5 Präklinische Tests zur Erkennung von vertebrobasilären Ischämien

Im englisch-sprachigen Raum wird unter anderem der „BE-FAST“-Test thematisiert. Dieser Test inkludiert zum klassischen FAST-Test die Symptome „Balance“ und „Eyes“ stellvertretend für die Symptome Ataxie/Vertigo sowie Diplopie (Faten, Aroor). In einer retrospektiven Analyse aus dem Jahr 2017 wurden Patient*innen mit einer ICD-10 (Internationale Klassifikation der Krankheiten, WHO) Diagnose eines akuten Hirninfarkts untersucht.

Von 858 inkludierten Patientenakten wiesen 14% laut Dokumentation keine Symptome auf, die im FAST-Test abgefragt werden. Es konnte laut Aussage der Autoren gezeigt werden, dass durch eine Erweiterung des FAST-Test um die Symptome der Gangataxie und Sehstörungen (Gesichtsfelddefekt, Verschwommenes Sehen und Doppelbilder) der Anteil an nicht korrekt identifizierten Schlaganfällen minimiert werden könnte, ebenso könnte der Anteil nicht erkannter, aber MRT-morphologisch gesicherten vertebrobasilären Ischämien ebenfalls verkleinert werden.

Die Studie ist qualitativ limitiert, es werden retrospektive Daten bei eventuell nicht vollständiger Dokumentation verwendet, die Spezifität konnte nicht ermittelt werden, da nur Patienten mit bestätigtem Hirninfarkt inkludiert wurden. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass mit dem BE-FAST 4,4% der Patienten mit Schlaganfall als Diagnose übersehen wurden.

2016 wurde von Faten et al der BE-FAST retrospektiv auf bereits erhobene Falldaten angewandt und auf seine Genauigkeit in der Erkennung von Hirninfarkten untersucht. Die Patientinnen wurden nicht retrospektiv bei gestellter Diagnose Schlaganfall, sondern bereits bei Verdacht auf einen möglichen Schlaganfall in die Studie eingeschlossen. Es konnte eine Spezifität von circa 0,4 angegeben werden, die erhobene Sensitivität zwischen 0,8 und 0,9 bezog auf sich die Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen unabhängig der betroffenen Strombahn.

Des Weiteren gibt es eine Publikation über die Erkennung von Schlaganfällen in Form des „FAST-AV“- sowie „FAST-AB“-Tests. Beide Tests wurden um die Symptome „Ataxie“ sowie „visual disturbance“ beziehungsweise „Ataxie“ und „blindness“ erweitert (Huwez et al). Eine Retrospektive Fallanalyse von 35 Patient*innen (mit gesichertem Schlaganfall) ergab, dass im Kollektiv der FAST-negativen Patient*innen (11 Patient*innen) vereinzelt die Symptome Ataxie und Sehstörungen beschrieben wurden. Es wurde daraus gefolgert, dass durch eine „FAST-AV“ oder „FAST-AB“-Untersuchung in der Prähospitalphase mehr Schlaganfälle erkannt werden könnte. Allerdings liegen bis dato keine weiteren Veröffentlichungen zu dieser Thematik vor.

Es werden weitere Varianten des FAST-Tests speziell für zerebrovaskuläre Ereignisse der hinteren Strombahn diskutiert. Der FA2ST-Test (Englisch: Face; Arm; Ataxia, Speech; Time) sowie der DEFENSIVE-Score (Englisch: DisEquilibrium, Floating sEnsation, Non-Specific dizziness, Imbalance, and VERTigo).

Der erste genannte Test wurde um das Symptom Ataxie erweitert. Bei Anwendung der erweiterten Kriterien wurde eine 10-prozentige Steigerung der Erkennungsrate von vertebrobasilären Ischämien im Vergleich zur Anwendung des FAST-Tests beschrieben. (Phuenpathom).

Der Defensive-Score wurde von Yamada et al. entwickelt und hatte die Zielsetzung, aus einem Kollektiv von Patient*innen mit Schwindel als Leitsymptom keine Fälle mit stattgehabten ischämischen Hirninfarkten zu übersehen, (Yamada et al). In einer Entwicklungsphase wurden zunächst 6 Patient*innen aus einer Gruppe von 999 nicht korrekt mit der Diagnose eines Hirninfarkts zugeordnet, in einer Validierungsphase wurden aus einer Gruppe von 949 Patient*innen korrekterweise 100 Patient*innen mit einer solchen Diagnose aufgenommen, es seien keine Schlaganfälle übersehen worden.

Die okulären Symptome wurden nicht analysiert, eine Aussage zu den falsch positiven Fällen (Spezifität) fehlt, dies war eine klinische (im Gegensatz zur präklinischen Phase bei FAST4D) Observationsstudie.

Eine Arbeit von Oostema zeigt, dass ein Training von Mitarbeiter*innen des Rettungsdienstes hinsichtlich des „Finger-Nase-Versuchs“ in der Prähospitalphase half mehr vertebrobasiläre ischämische Ereignisse korrekt zu erkennen im Vergleich zur Gruppe der Mitarbeiter*innen ohne spezielles Training für den „Finger-Nase-Versuch“ (Kontrollgruppe). In dieser Studie wurden Symptome wie Dysmetrie/Ataxie überprüft (Oostema).

Die oben beschriebenen Studien bilden eine Übersicht zur Frage der präklinischen Diagnostik von zerebrovaskulären Ereignissen der vertebrobasilären Strombahn ab. Limitationen wie die fehlende Angabe der Spezifität, teils niedrige Fallzahlen der Arbeiten, fehlender Vergleich zum etablierten FAST-Test sowie der führende Ansatz der retrospektiven Beurteilung machen diese Tests nur bedingt valide, um die Frage zu beantworten, ob die Schulung von Mitarbeiter*innen des Rettungsdienstes die Erkennungsrate bezüglich ischämischer Ereignisse und speziell ischämischer Ereignisse der vertebrobasilären Strombahn verändern beziehungsweise verbessern kann. Um diese Lücke zu schließen, führten wir die folgende Studie in prospektivem Design zur Evaluation des FAST4D Tests im Rettungsdienst durch.

1.6 Zielsetzung und Hypothese

Es wurde eine prospektive Observationsstudie im Rettungsdienstbereich Wetterau mit dem zentralen Krankenhaus in Friedberg (Bürgerhospital, Gesundheitszentrum Wetterau) durchgeführt, die den etablierten FAST-Test mit dem um die genannten vier Symptome (Dizziness, Dysmetrie, Diplopia, deficits in field of view) erweiterten FAST4D im Hinblick auf das Erkennen von Schlaganfällen vergleichend untersucht. Die Hypothese war, dass durch FAST4D mehr Patient*innen mit Schlaganfall korrekt präklinisch erkannt werden. Diese Hypothese wurde entsprechend des Studienprotokolls als primäre Zielsetzung definiert.

2 Material und Methoden

2.1 Ethikvotum

Ein positives Votum der Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen wurde schriftlich am 18.01.2019 vor Erhebung der Daten ausgesprochen. Es bestanden keine berufsethischen Bedenken. Eine Einwilligung der Patient*innen war aufgrund der nicht-Invasivität der Studie und der fehlenden Belastung nicht erforderlich.

2.2 Entwicklung und Einführung von FAST4D

Die inhaltliche und strukturelle Konzeption des FAST4D- Bogens wurde im interdisziplinären Diskurs mit den teilnehmenden Studienärzten sowie Vertretern aus dem Rettungsdienst erarbeitet. Nach Fertigstellung des FAST4D Konzepts, Erstellen entsprechender Taschenkarten und Informationsmaterialien erfolgten vor Beginn der Studie die Schulungen für die Mitarbeiter*innen des Rettungsdienstes.

Die Vorträge vermittelten akute behandlungspflichtige neurologische Krankheitsbilder insbesondere mit dem Schwerpunkt des präklinischen Schlaganfall-Managements mit besonderer Erläuterung der klinischen Präsentation von vertebrobasilären Ischämien und der verminderten Abbildung der Symptome im FAST-Test. Die Inhalte der Vorträge wurden in Absprache mit den Ausbildungsleitern der Mitarbeiter*innen des Rettungsdienstes zusammengestellt, um einen Bezug zu deren Curriculum herzustellen.

Zur strukturierten Datenerfassung wurde ein FAST4D-Datenerhebungsbogen erstellt, welcher bei jedem Verdacht auf Schlaganfall vom Rettungsdienst auszufüllen und mit den Patient*innen in der Zielklinik abgegeben werden soll. Siehe im folgenden Kapitel. Im Anschluss an die Schulungen wurde den Teilnehmern die Konzeption des FAST4D-Erhebungsbogens erläutert und die Hypothese der Studie vorgestellt. In Absprache mit dem Leiter des Rettungsdienstes wurde der FAST4D-Test in das Versorgungskonzept Schlaganfall übernommen und das Ausfüllen des FAST4D-Bogens in die Verfahrensanweisung integriert. Im weiteren Zeitraum der Erhebung der Daten erfolgten zusätzliche Schulungen und Informationen bei den Kollegen des Rettungsdienstes, um an die Notwendigkeit zur Erhebung des FAST4D-Tests und dessen Nutzen zu erinnern und im Diskurs mögliche Fragen zur Durchführung zu beantworten.

2.3 FAST4D-Erhebungsbogen

Der FAST4D-Erhebungsbogen beinhaltet die klinischen Angaben zum Patienten, die entsprechenden Symptome des bereits etablierten FAST-Test, sowie die zusätzlichen Items Dysmetrie, Dizziness, Defizits in Field of view, Doppelbilder. (siehe Abb. 2.3.1). Ferner sollen die Zuweisungsdaten des Rettungsdiensts, Zeiten der einzelnen Versorgungsabschnitte dokumentiert werden, sowie die durchgeführte Bilddiagnostik (mit Ergebnis) sowie ggf. Applikation einer Lysetherapie (mit der Zeit des Beginns).

Abbildung 2.3.1 FAST4D-Test

1.1 FAST4D-Test – Dokumentationsbogen für den Rettungsdienst

Patientendaten

Nachname, Vorname, Geb.-Datum	Einsatznummer
-------------------------------	---------------

FAST-4D-Items

Face		Drehschwindel	
Arm		Doppelbilder	
Speech		GesichtsfeldDefekte	
Time		Defizite im FNV	

+ Item erfüllt, - item nicht erfüllt

Uhrzeiten

Symptombeginn	Status 4	Status 8
---------------	----------	----------

Zuweisungsdaten

PZC IVENA	SK (1, 2, 3)
-----------	--------------

Diagnostik

Zeit bis Erstkontakt Arzt (in Minuten)	Lyse ja/nein	Zeit bis Lyse (in Minuten)
--	--------------	----------------------------

Verlauf

Befund CT/CT-AMRT/MRA
Entlassungsdiagnose

Abbildung 2.3.1 Bogen zur Dokumentation für den Rettungsdienst und das ärztliche Personal, entworfen für die Studie FAST4D zur Untersuchung am Standort Bürgerhospital Friedberg sowie Wetteraukreis

2.4 Standort der Datenerhebung

Der Standort der Erhebung der Daten war die Stroke Unit des Bürgerhospitals in Friedberg, Hessen. Die dortige Stroke Unit hat eine Kapazität von 11 Überwachungsbetten. Die Stadt Friedberg hat eine Einwohnerzahl von ca. 28.000, aber aufgrund seiner zentralen Lage im Wetteraukreis ein Einzugsgebiet von circa 300.000 Einwohnern. 40 Kilometer nördlich sowie 40 Kilometer östlich befinden sich die nächstgrößeren Zentren mit Schlaganfallversorgungsmöglichkeit (Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Gießen und die Neurologische Klinik Asklepios in Nidda Bad Salzhausen). 35 Kilometer südlich beginnt der Ballungsraum Frankfurt/Main mit mehreren Krankenhäusern für die Akutversorgung von Schlaganfallpatient*innen.

2.5 Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien waren neben der präklinisch gestellten Verdachtsdiagnose eines möglichen Schlaganfalls entsprechend den Zuweisungs-Codes über das IVENA-System (421-423 Hirninfarkt mit Angabe des Symptombeginns, Reineke et al) die Bedingung, dass ein Screening nach „FAST4D“ erfolgte. Entweder direkt aus dem rettungsdienstlich erstellten (am Einsatzort oder in der Notaufnahme) FAST4D-Protokoll oder nach einer Extraktion der relevanten Daten aus dem Standard-Protokoll des Rettungsdienstes oder aus dem erhobenen Aufnahmebefund in der Notaufnahme (durch Mitarbeiter*innen der Notaufnahme). Dies inkludierte die durch den Rettungsdienst zugewiesenen Patient*innen sowie die eigenständig in der Notaufnahme vorstellig gewordenen Patient*innen.

Tabelle 2.5. Übersicht inkludierter Patient*innen (Informationen auf Screening FAST4D direkt oder indirekt)

1. Patient*innen vom Rettungsdienst mit Zuweisungscode 421-423
2. Patient*innen vom Rettungsdienst mit anderen Zuweisungscode
3. Patient*innen mit direkter Vorstellung und Leitsymptom für FAST4D

Patient*innen ohne diese Informationen wurden nicht aufgenommen in die Studie.

2.6 Datenerhebung

Für die weitere Auswertung wurde eine Patientenliste erstellt und in dieser jedem Patienten eine Patienten-ID zugeordnet. Diese Patienten-ID diente als Pseudonymisierung und die weitere Dokumentation, Weitergabe und Auswertung der Daten erfolgte mit dieser pseudonymisierten Liste. Es wurde zunächst das Alter und das Geschlecht des Patienten erhoben sowie die Art der Vorstellung (per Rettungsdienst oder eigenständig). Entsprechend der Dokumentation des Rettungsdienstes wurde der FAST/FAST4D Bogen und das Leitsymptom, was zur Vorstellung in der Notaufnahme führte, mit übernommen. Zu den weiteren Informationen gehörte die Bilddiagnostik zur Sicherung der Diagnose (CCT/CMRT), der modified Rankin Scale (= mRS, nach Rankin 1957, siehe Tabelle 2.6) bei Aufnahme und Entlassung, die Entlassungsdiagnose nach ICD-10-Ziffer und die Zeiten der rettungsdienstlichen Versorgung.

Tabelle 2.6 Modified Rankin Scale

0	Keine Symptome
1	Keine relevante Beeinträchtigung. Kann trotz geringer neurologischer Defizite uneingeschränkt Alltagsaktivitäten verrichten.
2	Leichte Beeinträchtigung. Kann sich ohne Hilfe versorgen, ist aber im Alltag eingeschränkt.
3	Mittelschwere Beeinträchtigung. Benötigt Hilfe im Alltag, kann aber ohne fremde Hilfe bzw. mit Hilfsmitteln (Gehstock, Rollator) gehen.
4	Höhergradige Beeinträchtigung. Benötigt Hilfe bei der Körperpflege, kann nicht ohne Hilfe gehen.
5	Schwere Behinderung. Bettlägerig, inkontinent, benötigt ständige pflegerische Hilfe.

Die Tabelle stellt den Punktwert der mRS mit den definierenden Alltagsbeeinträchtigungen dar. Die mRS dient der Schweregraderfassung von Patient*innen mit Schlaganfall.

Diese Items wurden aus dem FAST4D-Protokoll, den Rettungsdienstprotokollen und den klinischen Aufzeichnungen im Bürgerhospital entnommen und in die Ergebnistabelle dieser Studie übertragen.

2.7 Analyse der erhobenen Daten

Die Berechnung der Ergebnisse erfolgte mittels deskriptiver Statistiken sowie explorativer Datenanalysen mit der Software SPSS Statistics Version 28 (IBM, Chicago, USA).

Hauptfragestellung: Es wurde die Anzahl der Schlaganfallpatient*innen, welche durch FAST4D korrekt erkannt wurden mit denen, welche durch FAST allein korrekt erkannt wurden, verglichen.

Sekundäre Fragestellungen: Um eine mögliche Verbesserung der Schlaganfalldetektion durch

FAST4D zu untersuchen, wurde die Sensitivität von FAST4D und FAST berechnet und deren Ergebnis deskriptiv verglichen.

3 Ergebnisse

Es erfolgt zunächst eine Beschreibung des Patientenkollektivs hinsichtlich Merkmale der Population sowie der diagnostischen Methoden, welche zur Anwendung kamen und eine Übersicht der Entlassungsdiagnosen.

3.1 Übersicht des Gesamtkollektivs

Im Zeitraum vom 01.04.2019 bis 30.04.2021 wurden 115 Patient*innen in die Untersuchung eingeschlossen. Dies beinhaltet 93 Patient*innen, die mit dem Rettungsdienst zugewiesen wurden. Eigenständig in der Notaufnahme stellten sich 21 Patient*innen als Notfall im Bürgerhospital Friedberg vor. Ein Patient wurde intern von einer anderen Station auf die Stroke Unit aufgenommen. In diesem Kollektiv von 115 Patient*innen waren 62 Patientinnen weiblichen Geschlechts, 53 Patienten männlichen Geschlechts. Das Alter der Patient*innen (männlich und weiblich) war im Mittel 69 mit einer Standardabweichung von 16 Jahre, der jüngste Patient war 19 Jahre alt, der älteste Patient war 96 Jahre alt.

Von den insgesamt 115 Patient*innen hatten 85 einen Schlaganfall oder eine TIA, 10 Patient*innen hatten kein zerebrovaskuläres Ereignis. Diese 10 Patient*innen wurden unter dem Verdacht eines Schlaganfalls (PZC-Zuweisung 421-423) durch den Rettungsdienst in der Notaufnahme vorgestellt. Von den 115 Patient*innen hatten 38 einen positiven FAST und 89 einen positiven FAST4D Befund, betrachtet man nur die 93 durch den Rettungsdienst zugewiesenen Patient*innen so hatten 37 von diesen einen positiven FAST und 22 einen positiven FAST4D. Ferner wurden in 3 Fällen Hirnblutungen im Bereich der hinteren Schädelgrube (Hirnstamm, Kleinhirn) detektiert, davon wurden 2 Patient*innen positiv bei Anwendung des FAST4D getestet. Weitere 21 Patient*innen wurden primär ohne Verdacht auf einen Schlaganfall zugewiesen, in der klinischen Diagnostik stellte sich dann ein Schlaganfall als Ursache der Beschwerden heraus. Bei diesen konnte der FAST und FAST4D in der Notaufnahme durchgeführt werden und es zeigten sich keine mit positivem FAST und 19 mit einem positiven FAST4D.

Tabelle 3.1.1 Gesamtkollektiv der eingeschlossenen Patient*innen

Gesamtkollektiv	
Gesamtzahl [n/%]	115(100)
Weiblich [n/%]	62 (54)
Männlich [n/%]	53 (46)
Alter gesamt [Jahre]	69±16
FAST-positiv [n/%]	38 (41)
FAST4D-positiv [n/%]	89 (77)
Stroke/TIA [n/%]	85 (74)
Intrakranielle Blutungen [n/%]	3 (2)
mRS bei Aufnahme [Durchschnitt und Minimum/Maximum]	1 (0;5)
mRS bei Entlassung [Durchschnitt und Minimum/Maximum]	1 (0;5)

Die Tabelle stellt eine Übersicht über das Gesamtkollektiv der eingeschlossenen Patient*innen dar. Abkürzungen und Übersetzungen: Stroke: Hirninfarkt; TIA: transiente ischämische Attacke; mRS: modified Rankin Scale; MRT: Magnetresonanztomographie

Betrachtet man die 85 Patient*innen mit der Entlassungsdiagnose eines Schlaganfalls (oder TIA), so fanden sich bei 43 Fällen ein Schlaganfall oder TIA in der vorderen Strombahn und bei 42 Patient*innen ein Ereignis in der hinteren Strombahn. Im Schnitt waren die Patient*innen aus dem Subkollektiv der anterioren Hirninfarkte 74 Jahre alt, darunter waren 25 Patient*innen weiblichen Geschlechts, 17 Patient*innen waren männlichen Geschlechts. Die Patient*innen mit gesichertem Hirninfarkt der vorderen Strombahn wiesen bei Entlassung im Schnitt einen mRS von 1 Punkte auf (Spannweite 0-5 Punkte).

In 42 Fällen der oben genannten 85 Patient*innen wurden ein Schlaganfall oder TIA in der hinteren Strombahn diagnostiziert. Im Schnitt waren die Patient*innen des Subkollektiv mit gesichertem vertebrobasilären zerebrovaskulären Ereignis 71 Jahre alt. Darunter waren 21 weibliche Patientinnen und 21 männliche Patient*innen. Der mRS-Wert lag im Schnitt bei 1, mit einer Spannweite von 0-4

3.2 Primäre Fragestellung

Die primäre Fragestellung war, ob der FAST4D-Test dem FAST-Test bei der Erkennung von Schlaganfällen überlegen ist. Unsere Untersuchungen zeigen, dass unter Anwendung des FAST4D-Tests im Vergleich zum FAST-Test eine erhöhte Erkennungsrate von Schlaganfällen in unserem Kollektiv erreicht wird. Hierzu folgen unten die entsprechenden Auswertungen.

3.2.1 FAST Test und zerebrovaskuläre Ereignisse (Gesamtkollektiv N=115)

Unabhängig von der Angabe der PZC-Nummer wurden durch den Rettungsdienst 93 Patient*innen aus dem Gesamtkollektiv von 115 Patient*innen dem FAST-Test unterzogen. Neben der oben beschriebenen Auswertung für die Patient*innen mit der Rückmeldeziffer 421-423 (V.a. Schlaganfall) schließt dies auch Patient*innen mit Rückmeldeziffern 320-345 (HerzKreislaufstörungen, internistisch sonstige Notfälle) sowie die Ziffern 410 (Neurologisch sonstiger Notfall) sowie 413 (Kopf-/Gesichtsschmerz). Aus diesem Kollektiv wurden 38 Patient*innen positiv auf den FAST getestet, in 55 Fällen erwies sich der Test als negativ.

Von den 38 FAST positiv getesteten Patient*innen wiesen 33 Patient*innen die Diagnose eines zerebrovaskulären Ereignisses auf, in 5 Fällen wurde eine andere Diagnose gestellt. In der Gruppe der 55

FAST negativen Patient*innen hatten 16 Patient*innen korrekterweise kein zerebrovaskuläres Ereignis, in 39 Fällen fand sich jedoch ein zerebrovaskuläres Ereignis. Somit ergibt sich für das hier untersuchte Kollektiv zur Identifizierung zerebrovaskulärer Ereignisse für den FAST-Test eine Sensitivität von 0,46, eine Spezifität von 0,76. Der positive prädiktive Wert liegt bei 0,87, der negative prädiktive Wert beträgt 0,29.

Tabelle 3.2.1.1 -Felder-Tafel: FAST-Test und zerebrovaskuläres Ereignis

FAST	Schlaganfall	kein Schlaganfall	Gesamt
Pos. Ergebnis	33 (35%)	5 (6%)	38 (41%)
Neg. Ergebnis	39 (42%)	16 (17%)	55 (59%)
Gesamt	72 (77%)	21 (23%)	93 (100%)

Erläuterungen: N=93 Patient*innen
(Gesamtkollektiv inklusive selbständig vorstellig gewordene Patient*innen.

3.2.2 FAST4D-Test zur Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen (vordere und hintere Strombahn; Gesamtkollektiv)

Zunächst soll das Gesamtkollektiv aller auf FAST4D getesteten Patient*innen hinsichtlich der korrekten Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen der vorderen und hinteren Strombahn untersucht werden.

Einen positiven FAST4D Test wiesen 89 Patient*innen auf, 26 Patient*innen wiesen ein negatives Testergebnis auf. Aus der Gruppe der positiv getesteten Patient*innen wurde bei 66

Patient*innen ein zerebrovaskuläres Ereignis im Sinne eines Schlaganfalles als Entlassungsdiagnose gestellt. Bei 23 Patient*innen fand sich kein Schlaganfall. Aus der Menge an negativ auf FAST4D getesteten Patient*innen fand sich bei 6 Patient*innen korrekterweise kein zerebrovaskuläres Ereignis. In 20 Fällen fand sich in der Gruppe eine solche Diagnose, somit waren diese falsch negativ getestet. Es ergibt sich somit eine Sensitivität für den FAST4D von 0,77 für die korrekte Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen jeglicher Lokalisation. Die Spezifität liegt bei 0,21. Der positive prädiktive Wert liegt bei 0,74, der negative prädiktive Wert liegt bei 0,23.

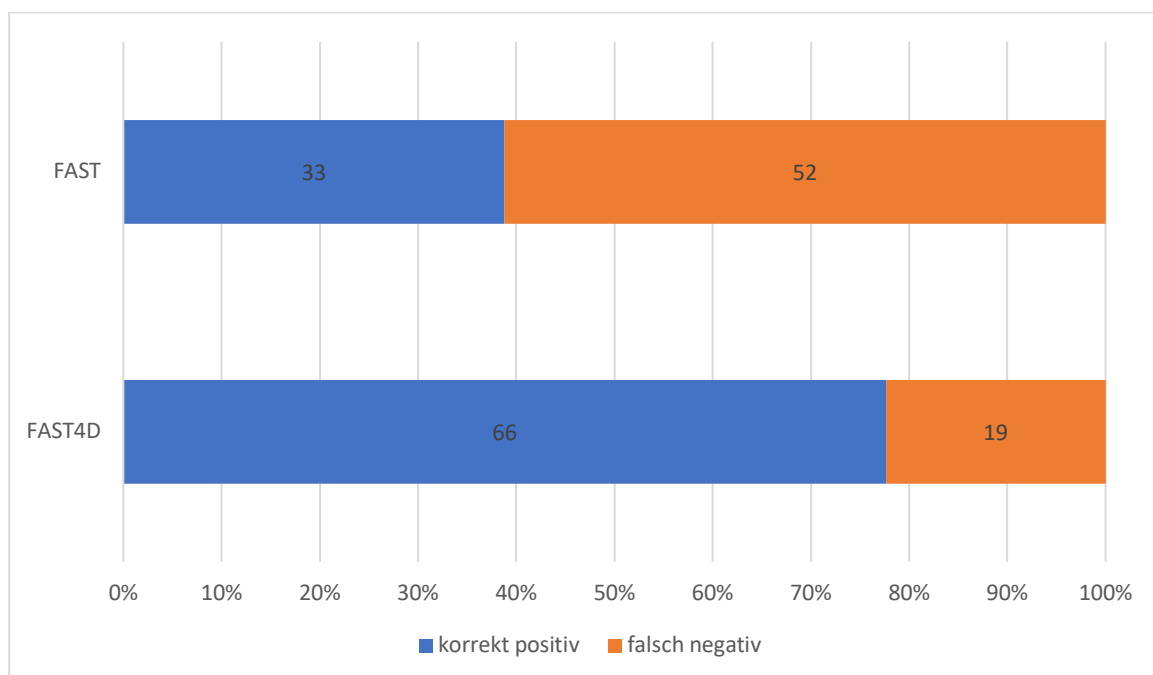
Tabelle 3.2.2.1 4-Felder-Tafel: FAST4D und zerebrovaskuläres Ereignis (Gesamtkollektiv, unabhängig Zuweisung)

FAST4D	Schlaganfall	kein Schlaganfall	Gesamt
Pos. Ergebnis	66 (57%)	23 (20%)	89 (77%)
Neg. Ergebnis	20 (17%)	6 (5%)	26 (23%)
Gesamt	86 (74%)	29 (25%)	115 (100%)

3.2.3 Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen: Ein Vergleich von FAST und FAST4D

Aus dem Gesamtkollektiv von 115 Patient*innen wiesen 85 Patient*innen ein zerebrovaskuläres Ereignis auf. Aus dieser Gruppe wurden 66 Patient*innen mit dem FAST4D-Test korrekt positiv getestet und 33 Patient*innen wurden korrekt positiv mit dem FAST-Test getestet. Somit wurden im Vergleich der beiden Subgruppen 33 Patient*innen mehr mit dem FAST4D-Test korrekt mit der Diagnose eines zerebrovaskulären Ereignisses identifiziert. Die primäre Zielsetzung konnte somit bestätigt werden. Die Abbildung 3.2.3.1 stellt dies graphisch dar.

Abbildung 3.2.3.1 Anteil korrekt positiv getesteter Patient*innen FAST/FAST4D



3.2.4 FAST Test zur Erkennung vertebrobasilärer Schlaganfälle (Gesamtkollektiv)

Aus dem Gesamtkollektiv N=115 wurden 93 Patient*innen mit dem FAST-Test überprüft. Darunter wiesen 38 Patient*innen ein positives Ergebnis auf, 55 Patient*innen wiesen ein negatives Ergebnis auf.

In 11 Fällen aus der Gruppe der 38 positiv getesteten Patient*innen fand sich als Entlassungsdiagnose ein vertebrobasilärer Schlaganfall, in 27 Fälle wiesen diese Patient*innen eine andere Diagnose auf.

Die 55 Patient*innen mit negativem Testergebnis wiesen in 22 Fällen ein falsch negatives Ergebnis auf, in 33 Fällen wiesen sie ein korrektes negatives Ergebnis auf.

Es ergibt sich daraus eine Sensitivität von 0,33 für den FAST-Test zur Erkennung von vertebrobasilären Schlaganfällen, eine Spezifität von 0,55, einen positiven prädiktiven Wert von 0,29 sowie einen negativen prädiktiven Wert von 0,6.

Tabelle 3.2.4.1-Felder-Tafel: FAST-Test und vertebrobasiläre Schlaganfälle (aus Gesamtkollektiv n=115)

FAST	Schlaganfall	kein Schlaganfall	Gesamt
Pos. Ergebnis	11 (11%)	27 (29%)	38 (41%)
Neg. Ergebnis	22 (24%)	33 (35%)	55 (59%)
Selbständige Vorstellung (kein Test)	0	0	22
Gesamt	33 (35%)	60 (65%)	115 (100%)

Tabelle 3.2.4.1; N=93 Patient*innen
(Gesamtkollektiv inklusive selbständig vorstellig
gewordene Patient*innen n=115)

3.2.5 FAST4D-Test zur Erkennung vertebrobasilärer Schlaganfälle (Gesamtkollektiv)

Nimmt man die Subkollektive der Patient*innen, die durch den Rettungsdienst per PZC-Zuweisung in der Notaufnahme vorgestellt wurden, sowie die Patient*innen, die eigenständig in Krankenhaus gekommen sind, zusammen, so ergibt sich eine Gesamtzahl an Patient*innen N=114 (die interne Verlegung betrifft einen Patienten und wird statistisch vernachlässigt). Kumulativ werden somit aus beiden Gruppen 36 Patient*innen korrekterweise mittels FAST4D einem zerebrovaskulären Ereignis der hinteren Strombahn als Entlassungsdiagnose zugeordnet, 52 Patient*innen weisen keine solche Entlassungsdiagnose auf. Aus der Gruppe der 26 auf FAST4D negativ getesteten Patient*innen erweisen sich 21 Patient*innen korrekterweise als „nicht krank“ (=kein Schlaganfall) auf eine Entlassungsdiagnose eines Hirninfarkts der vertebrobasilären Strombahn, 5 Patient*innen wurden mit einem negativen Test auf FAST4D trotzdem einer solchen Diagnose zugeordnet. Dies ergibt somit kumulativ für den FAST4D-Test zur Erkennung vertebrobasilärer Ischämien eine Sensitivität von 0,88, eine Spezifität von 0,29. Der positive prädiktive Wert liegt bei 0,88, der negative prädiktive Wert liegt bei 0,81.

Tabelle 3.2.5.1 4-Felder-Tafel: FAST4D und vertebrobasiläre Ischämien (Gesamtkollektiv)

FAST4D	Schlaganfall	Kein Schlaganfall	Gesamt
Pos. Ergebnis	36 (32%)	52 (46%)	88 (77%)
Neg. Ergebnis	5 (4%)	21(18%)	26 (23%)
Gesamt	41 (36%)	73 (64%)	114 (100%)

Erläuterungen: N=114 (Interne Verlegung N=1 wurde statistisch vernachlässigt)

3.2.6 Erkennung von vertebrobasilären Schlaganfällen im Vergleich FAST zu FAST4D

Aus dem Gesamtkollektiv von 115 Patient*innen wiesen 85 Patient*innen bei Entlassung ein zerebrovaskuläres Ereignis als Diagnose auf. Aus dieser Gruppe war in 41 Fällen die Lokalisation des Schlaganfalls im vertebrobasilären Stromgebiet. Bei Anwendung des FAST-4D Testes wurde korrekt in 36 Fällen ein vertebrobasiläres zerebrovaskuläres Ereignis erkannt. In 11 Fällen war bei Anwendung des FAST-Testes die korrekte Erkennung eines vertebrobasilären Schlaganfalls möglich. Somit wurden im Vergleich der beiden Subgruppen 54 % mehr Patienten mit der Diagnose Schlaganfall im vertebrobasilären Stromgebiet bei Anwendung des FAST 4D Testes identifiziert. Es gilt zu beachten, dass die FAST4D-Gruppe um 8 Patient*innen größer ist als die FAST-Gruppe. Tabelle 3.2.6.1 stellt dies graphisch dar.

Abbildung 3.2.6.1 Anteil korrekt positiv getesteter Patient*innen FAST/FAST4D

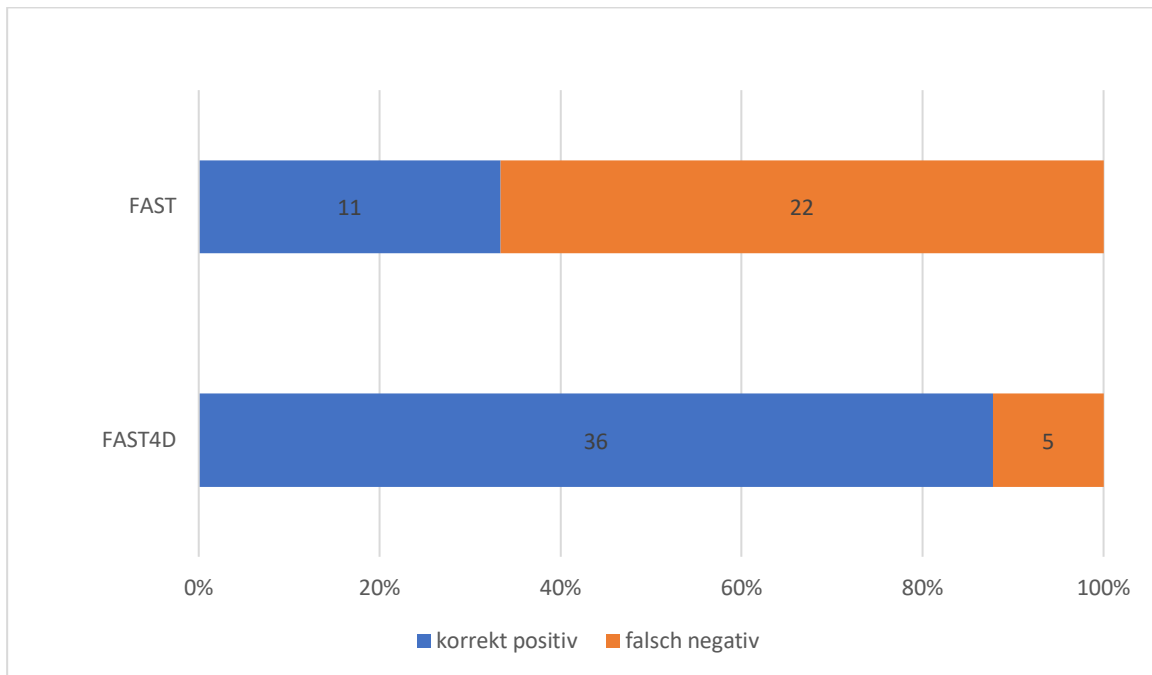


Abbildung 3.2.6.1 n=41 (Kollektiv)

3.3 Sekundäre Zielsetzungen und deren Endpunkte

Nachdem zuvor die Hauptfragestellung in Form des globalen Vergleichs der beiden Tests untersucht wurde, werden im Folgenden die einzelnen Symptome des FAST4D untersucht mit Blick auf deren Anteil zur Erkennung von Schlaganfällen sowie die Verteilung der Diagnosen der falsch auf FAST4D positiv getesteten Patient*innen.

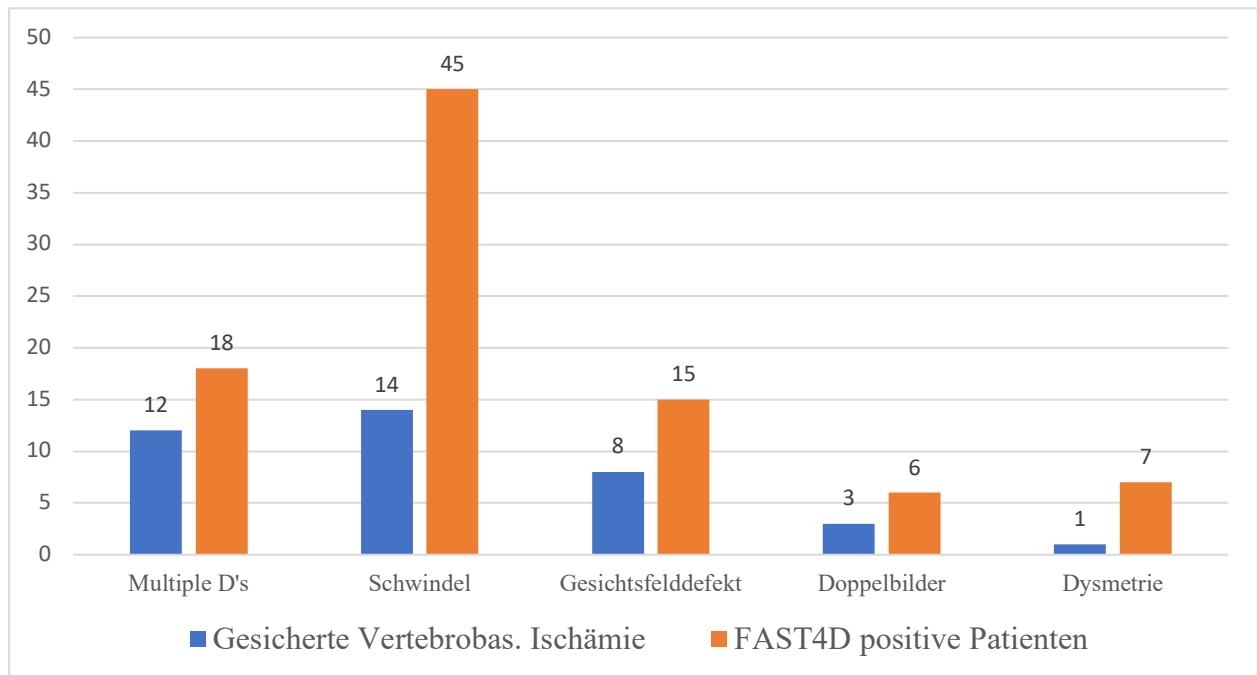
3.3.1 FAST4D und Verteilung der einzelnen Symptome

In diesem Kapitel soll auf die einzelnen Symptome des FAST4D eingegangen werden. Es wird die Frage beantwortet, inwieweit ein einzelnes Symptom und mehrere gleichzeitig dokumentierte Symptome zur korrekten Erkennung von vertebrobasilären Ischämien beitragen können. In 15 Fällen ist die Erkennung eines Gesichtsfelddefektes das Hauptsymptom und diagnoseweisend als Verdacht auf einen vertebrobasilären Schlaganfall und in 8 Fällen korrekt als Hinweis auf ein solches Ereignis. Dies entspricht einer korrekten Zuordnung in etwa jedem zweiten Fall. In 6 Fällen wurden präklinisch Doppelbilder als Leitsymptom festgestellt, von denen 3 Patient*innen ein vertebrobasiläres Ereignis hatten. Aufgrund von Sehstörungen (also Doppelbilder und Gesichtsfelddefekte zusammengefasst) konnte jeder 2. Patient korrekt mit einem vertebrobasilären ischämischen Ereignis identifiziert werden. In 7 Fällen wurde präklinisch eine Dysmetrie als Hauptsymptom festgestellt, von denen ein Patient auch ein vertebrobasiläres Ereignis hatte. In 45 Fällen wurde Dizziness/Vertigo als alleiniges Symptom in der 4D-Untersuchung festgestellt, von denen 14 Patient*innen auch ein vertebrobasiläres Ereignis hatten. Somit konnte in circa 30% der Fälle korrekt ein vertebrobasiläres Ereignis detektiert werden. In 12 von 18 Fällen (ca. 66% der Fälle) konnte unter der Bedingung von positiv getesteten FAST4D-Patient*innen mit mehr als einem 4D erfüllten Items ein richtig positives Ergebnis mit einer gesicherten

vertebrobasilären Ischämie oder TIA erzielt werden.

Tabelle 3.10.1 fasst dies zusammen.

Abbildung. 3.10.1 Verteilung der positiven 4D-Symptome und vertebrobasiläre Ischämien



Aus dem Kollektiv N=91: Dies entspricht dem Kollektiv der positiv auf FAST4D getesteten Patient*innen aus der Gesamtmenge N=115

Es kann zusammengefasst werden, dass die Wahrscheinlichkeit, eine vertebrobasiläre Ischämie korrekt zu identifizieren, steigt, wenn bei Anwendung des FAST4D-Tests ein weiteres Symptom festgestellt wird.

Abbildung 3.10.1 stellt grafisch einen Zusammenhang dar hinsichtlich gesicherter vertebrobasilärer Ischämie in Beziehung zu den FAST4D-Items

Abbildung 3.10.1 FAST4D-Symptome in Bezug auf die Entlassungsdiagnose einer vertebrobasilären Ischämie

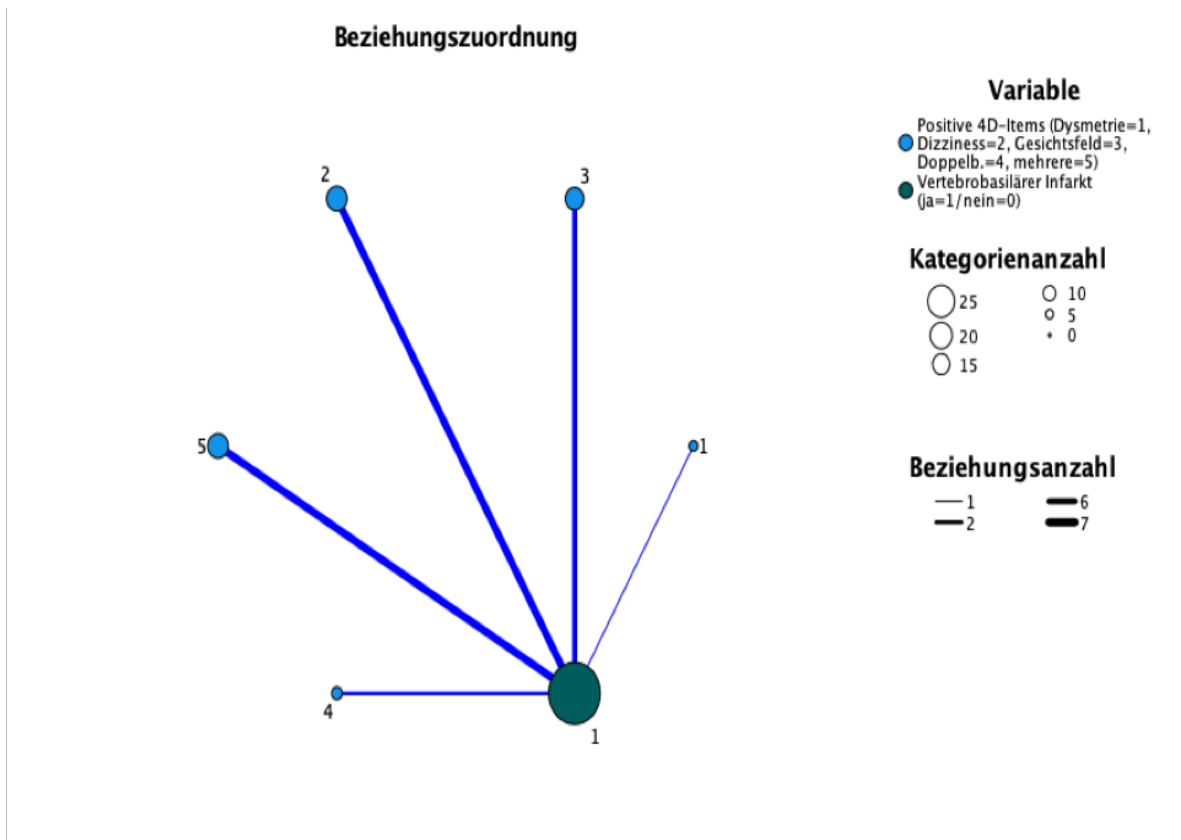


Abbildung 3.10.1: Patient*innen mit gesichertem vertebrobasilären Infarkt (ja=1, grün markiert) mit Verteilung der Symptome des FAST4D, einzeln (1-4; blau markiert), kumulativ (5; blau markiert); die Verteilung ist gesteigert entsprechend der Strichstärke (Beziehungsanzahl)

3.3.2 FAST4D-positiv getestete Patient*innen und Stroke Mimics

In diesem Abschnitt soll die Subgruppe der falsch-positiv getesteten Patient*innen und deren nicht vaskulär bedingten Entlassungsdiagnosen erörtert werden. Insgesamt wurden 38 positiv auf FAST getestet wovon 5 kein zerebrovaskuläres Ereignis aufwiesen. Aus der Gruppe der 5 Patient*innen ergaben sich folgende Diagnosen: Eksikkose, Transiente Globale Amnesie, Multiple Sklerose, Spinale Ischämie, Epileptischer Anfalls.

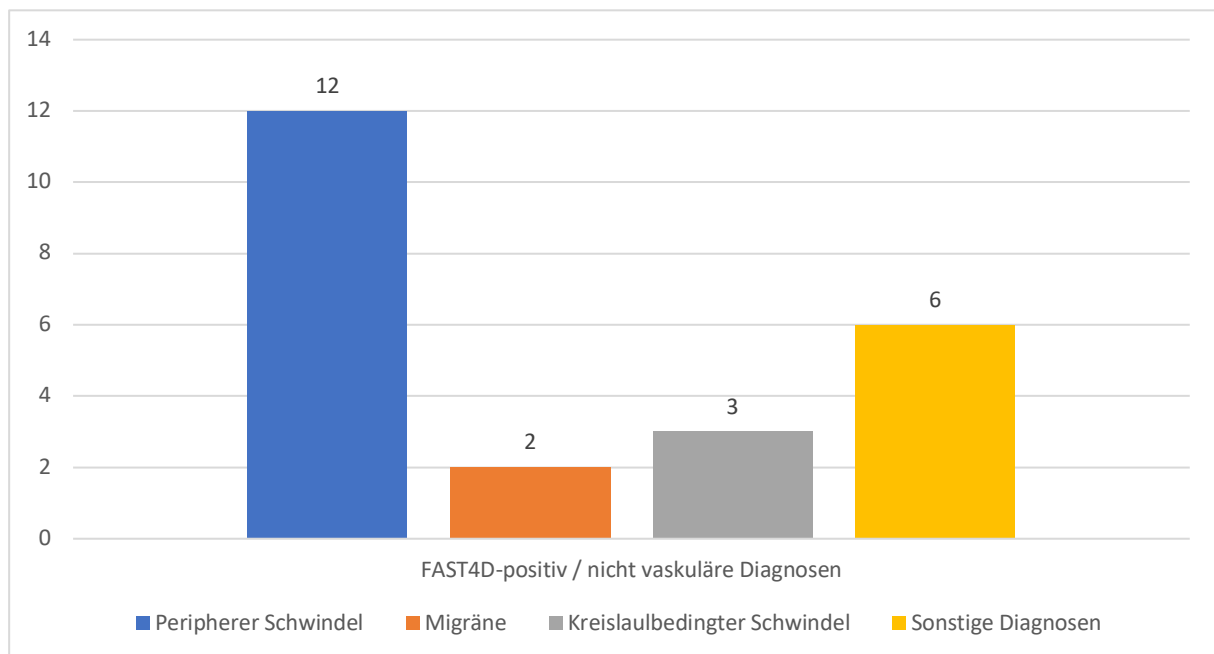
Es wurden 12 Patient*innen FAST4D-positiv getestet und diese wiesen als Entlassungsdiagnose einen peripher vestibulär bedingten Schwindel auf, Neuritis vestibularis, Benigner paroxysmaler Lagerungsschwindel, Vestibulopathie, Unsystematischer Schwindel (siehe Abbildung 3.3.2.1).

Sechs Patient*innen, die bei Anwendung des FAST4D Hinweise auf ein Schlaganfallereignis zeigten, wurden mit einer anderen Diagnose, die nicht einem zerebral vaskulären Ereignis zuzuordnen war, entlassen. Die Diagnosen umfassten: Multiple Sklerose, Epileptischer Anfall, Somatisierungsstörung, Diplopie bei Raumforderung und in einem Fall das Symptom Amaurosis.

Ein Patient hatte einen orthostatischen Schwindel, ein Patient wies eine hypertensive Enzephalopathie auf, ein Patient hatte eine Eksikkose auf (zusammengefasst n=3 als a.e. kreislaufbedingter Schwindel)

Zwei Patient*innen hatten einen Migräneanfall.

Abbildung 3.3.2.1 FAST4D-positive Patient*innen und nicht vaskuläre Diagnosen



Die Abbildung 3.3.2.1 zeigt die Gruppe, N=23, falsch positiv auf FAST4D getestet, N=89 (FAST 4D positiv) aus Gesamtkollektiv N=115

3.3.3 Das Item Schwindel

Im Folgenden wird das Kollektiv hinsichtlich des Geschlechts und des Alters bezüglich des Leitsymptoms Schwindel genauer beschrieben. Im Kollektiv n=45 (aus Gesamt N=115) wurde als Leitsymptom Schwindel festgestellt. Davon hatten 29 Patient*innen ein zerebrovaskuläres Ereignis, 16 Patient*innen wurden mit einer nicht vaskulär bedingten Diagnose entlassen. Aus dem Kollektiv der 16 Patient*innen wiesen 12 Patient*innen einen peripher vestibulären Schwindel auf, 4 Patient*innen eine andere Ursache (siehe Abb. 3.3.2.1). Aus dem Kollektiv der 45 Patient*innen waren 27 Patient*innen weiblichen Geschlechts (60%), 18 Patient*innen waren männlichen Geschlechts (40%). Der Altersdurchschnitt lag bei 68 Jahren. Tabelle 3.3.3.1 gibt einen Überblick auf die Kohorte der „Schwindel-Patient*innen

Tabelle 3.3.1. Subkollektiv der „Schwindel-Patient*innen“ aus dem Gesamtkollektiv (n=115)

Schwindel als Leitsymptom aus Gesamtkollektiv [n/%]	45 (39)
„Schwindel-Patient*innen“ mit Entlassungsdiagnose zerebrovaskuläres Ereignis [n/%]	29 (25)
„Schwindel-Patient*innen“ mit anderen Entlassungsdiagnosen (kein Schlaganfall) [n/%]	16 (14)
„Schwindel-Patient*innen“ und Neuritis vestibularis [n/%]	10 (8)
„Schwindel-Patient*innen“ und Vestibulopathie [n/%]	1 (0,9)
„Schwindel-Patient*innen“ und Benigner paroxysmaler Lagerungsschwindel [n/%]	1 (0,9)
„Schwindel-Patient*innen“ und andere Diagnosen [n/%]	4 (3)
Weibliche Patient*innen mit Schwindel als Leitsymptom	27 (60)
Männliche Patient*innen mit Schwindel als Leitsymptom	18 (40)
Alter in Jahren	68 ±12

Analyse des Kollektivs der Patient*innen mit führendem Symptom "Schwindel"

4 Diskussion

In dieser Studie wurde die Anwendung verschiedener Tests (FAST und FAST4D) bei präklinischem Screening auf das Vorhandensein eines Schlaganfall-Ereignisses untersucht. Im Speziellen wurde die Sensitivität und Spezifität bezüglich der Erkennungsrate vertebrobasilärer Schlaganfallereignisse untersucht.

In die Studie eingeschlossen wurden Patient*innen mit positiven Merkmalen im FAST4D-Test. Im Verlauf des Krankenhausaufenthaltes wurde die Diagnose eines Schlaganfalles entweder bestätigt oder ausgeschlossen. Die erhobenen Daten der inkludierten Patient*innen wiesen ein Screening auf FAST4D bei Aufnahme auf (direkt oder extrapoliert), als Entlassungsdiagnose wurde entweder ein zerebrovaskuläres Ereignis (Stroke/TIA) bestätigt oder ausgeschlossen. Bei Anwendung des) FAST4D konnte ein höherer Teil an vertebrobasilären Ischämien identifiziert werden im Vergleich zur Literatur.

Es konnte gezeigt werden, dass durch die Erweiterung des FAST-Tests um 4D 100% mehr Schlaganfälle korrekt erkannt wurden.

Dies könnte in der Versorgung von Schlaganfallpatient*innen von Vorteil sein, weil mehr Patient*innen rasch einer zielgerichteten Behandlung zugeführt werden könnten.

Die Hypothese dieser Studie ist damit bestätigt und der primäre Endpunkt erreicht.

Die Sensitivität des FAST-Tests zur Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen ist mit 0,46 im Vergleich zur Literatur als eher niedrig anzusehen. Die Sensitivität des FAST4D-Tests zur Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen lag bei 0,77.

Es konnte gezeigt werden, dass Schlaganfälle der anterioren Strombahn mittels FAST-Tests (oder vergleichbarer Scores wie CPSS) mit hoher Sensitivität erkannt werden (Purrucker et al). Es wurden insgesamt 9000 Patienten mit dem vermuteten Verdacht einer akuten neurologischen Erkrankung mit Testverfahren zur Erkennung von Schlaganfällen untersucht. Der FAST-Test und der CPSS wiesen eine hohe Sensitivität und eine vergleichsweise niedrige Spezifität auf. Komplexerer Testverfahren wie unter anderem der LPSS wiesen eine höhere Spezifität und eine geringere Sensitivität auf. In unserem Patientenkollektiv am BGH Friedberg lag die Sensitivität von zerebrovaskulären Ereignissen unter der erhobenen Sensitivität von Purrucker et al. Der Anteil an vertebrobasilären Ischämien und TIAs ist im Vergleich zur Studienlage mit circa 40% doppelt so hoch. Punkt Das Studienkollektiv bei Purrucker setzt sich anders zusammen. Es wurde deutlich breiter in die Studie eingeschlossen und umfasste Patient*innen, bei welchen die Verdachtsdiagnose einer akuten neurologischen Erkrankung geäußert wurde.

In unserer Studie wurde das Kollektiv enger gefasst und es wurden nur Patient*innen eingeschlossen, die

bei Anwendung des FAST4D-Testes positive Hinweise auf ein mögliches Schlaganfallereignis zeigten. Darüber hinaus wurden die Daten von Purucker et al retrospektiv erhoben. Im Gegensatz hierzu führten wir eine prospektive Studie durch.

Das Screening oder die gezielte Auswahl von Patient*innen mit vollständig ausgefülltem FAST4D-Test hat das Patientenkollektiv unserer Studie beeinflusst. Insofern erscheint es erklärbar, warum die Sensitivität des FAST-Tests zur Erkennung von anterioren zerebrovaskulären Ereignissen geringer ausfällt als bei Purucker. Der Anteil an falsch negativen Diagnosen liegt in unserer Studie bei 42 Prozent.

Karger et al haben 2014 in den Ergebnissen ihrer Untersuchung des FAST-Tests einen falsch negativen Anteil von circa 18%, aufgeteilt auf 2 Patientenkollektive (Leitstelle und Rettungsdienst) beschrieben. In der Studie wurden alle Patient*innen mit einem positiven Zeichen/Item unter Anwendung des FAST-Testes untersucht. Der berechnete positive prädiktive Wert des FAST-Tests war höher in der Gruppe der durch den Rettungsdienst behandelten Patient*innen. Es wurden genauere Tests zur Erkennung von Schlaganfällen gefordert. Es gelang bei Anwendung des FAST4D-Testes die falsch negativen Fälle im Vergleich zur Anwendung des FAST-Tests zu halbieren.

Zhelev et al postulierten 2019, dass die Sensitivität zur präklinischen Erkennung von Schlaganfällen mit Hilfe entsprechender klinischer Tests wie dem FAST-Test, CPSS und ROSIER relevant gesteigert werden kann. In einer Kohorte von Schlaganfall/TIA-Patient*innen wies der Test mit der höchsten Sensitivität die klinisch relevanteste Bedeutung auf.

Kothari et al haben 1999 den Test CPSS (Cincinnati Prehospital Stroke Scale) bezüglich seiner Sensitivität zur Erkennung von Schlaganfällen evaluiert. In einem Vergleich der Analysen von Ärzt*innen und Sanitäter*innen (Paramedics) wurde aus einer gemischten Kohorte von Patient*innen (stationäre und ambulante Patient*innen) der CPSS-Score angewandt. Es wurden 21 von 24 Patient*innen korrekt mit einem Hirninfarkt der vorderen Strombahn erkannt. Eine Gruppe von 13 falsch negativ getesteten Patient*innen hatte einen Schlaganfall der hinteren Strombahn. Als Limitierung wird angegeben, dass die untersuchte Kohorte nicht der zu erwartenden präklinischen Kohorte entsprach. Die Ergebnisse seien beeinflusst worden durch eingeschlossene gehäufte Fälle von Patient*innen mit Schlaganfalllimitationen sowie durch gehäufte Fälle von Patient*innen mit gesicherten vertebrobasilären Schlaganfällen. Die abgefragten Symptome des CPSS sind häufige Zeichen eines Schlaganfalles der anterioren Strombahn.

Bei Anwendung des FAST4D-Tests in unserer Untersuchung wurde eine höhere Erkennungsrate von Schlaganfällen der vertebrobasilären Strombahn erreicht. Der primäre Endpunkt unserer Studie konnte

mit den Ergebnissen belegt werden. Limitationen wie gehäufter Einschluss von Patient*innen mit V.a. Schlaganfall der vertebrobasilären Strombahn im Vergleich zu einer ausgewogenen präklinischen Kohorte führten auch in unserer Studie zu einer Beeinflussung der Ergebnisse.

Die Gruppe Pohl et al. beschreiben 2021 in ihrer Untersuchung zur Einschätzung von Schlaganfalllimitationen von einer untersuchten Kohorte mit anteilig vermehrt jüngeren Patient*innen weiblichen Geschlechts, geringem neurologischen Defizit, weniger kardiovaskulären Risikofaktoren, anamnestischen Hinweisen auf eine Migräne oder einen früheren Verwirrheitszustand in der Vorgeschichte im Vergleich zu einer zu erwartenden präklinischen ausgewogenen Kohorte. Diese Patient*innen wiesen bei Entlassung häufiger keine Schlaganfalldiagnose auf trotz positivem Ergebnis in einem Screening-Test. Patient*innen dieser Gruppe wiesen nach einer durchgeführten Lysetherapie insgesamt ein gutes klinisches Ergebnis auf hinsichtlich neurologischem Defizit bei Entlassung sowie Verträglichkeit der Lysetherapie. Die Durchführung einer cerebralen Bildgebung, entweder ein diffusionsgewichtetes Schädel-MRT oder ein perfusionsgewichtetes Schädel-CT sowie die klinische Untersuchung wurden als Maßnahmen zur Bestätigung/Ausschluss der präklinischen Verdachtsdiagnose festgelegt (Pohl).

Die Erweiterung des FAST-Tests auf FAST4D mit Hinzunahme von teils unspezifischen Symptomen für einen Schlaganfall, insbesondere das Symptom

Schwindel, führt bei positivem Testergebnis auch zum Einschluss von Patient*innen mit falsch positiven Diagnosen, wie bereits in den Ergebnissen erläutert. Pohl et al. postulieren, dass auch eine durchgeführte Lysetherapie bei Patient*innen mit Schlaganfalllimitationen risikoarm sei.

Ischämische Ereignisse der vertebrobasilären Strombahn werden unseren Daten nach mittels FAST-Test schlechter erfasst. Der FAST-TEST ist für das Erkennen von vertebrobasilären ischämischen Ereignissen nicht ausreichend sensitiv (Carvalho), was durch die erhobenen Daten unserer Studie ebenfalls belegt werden kann.

Gulli und Kollegen schreiben in einem Brief im Jahr 2012, dass die Sensitivität des herkömmlichen FAST-Tests sowie auch der ABCD2-Score gesteigert werden kann, wenn das Symptom „Sehstörungen“ zusätzlich erfasst wird. 198 von 220 Patient*innen mit anteriorem Hirninfarkt wiesen einen positiven FAST-Test auf, 131 von 216 Patient*innen mit posteriorem Hirninfarkt wiesen einen positiven FAST Test auf. Der Anteil an Patient*innen mit einem ABCD2-Score von >4 ist geringer im Kollektiv der Patient*innen mit posteriorem Hirninfarkt im Vergleich zum Kollektiv der Patient*innen mit anteriorem Hirninfarkt (72% zu 93%).

Das zusätzliche Erfassen des Symptoms „Schwindel“ führte nicht zu einer Verbesserung der Sensitivität bezüglich der Erkennung eines Schlaganfalles im Vergleich zu anderen Symptomen wie Ataxie oder

Sehstörung (Gulli et al.). Dies deckt sich mit unseren Erkenntnissen. Insbesondere das Symptom Gesichtsfelddefekt führte in 53 % der Fälle zur korrekten Diagnose.

Das Erfassen des Symptoms „Schwindel“ als alleiniges Zusatzzeichen (Item) war im Vergleich zu anderen Zusatzsymptomen des FAST 4D Testes im Vergleich zum FAST Test weniger sensitiv oder weniger prädiktiv zur Erkennung eines Schlaganfalles der hinteren Strombahn.

Gulli et al kommen zu dem Schluss, dass die Entwicklung klinischer Tests zur besseren Detektion zerebrovaskulärer Ereignisse der hinteren Strombahn sinnvoll erscheint. Die Erweiterung des FAST-Tests mit den Zusatzsymptomen 4D, Dizziness, Dysmetrie, Diplopia, deficits in field of view führten in unserer Studie zu einer verbesserten Sensitivität in der Erkennung von Schlaganfällen im Vergleich zum etablierten FAST-Test, speziell durch verbesserte Erkennung von Schlaganfällen der vertebrobasilären Strombahn.

In anderen Studien wurde eine Erweiterung des Fast Testes um das Symptom Ataxie untersucht (FA2ST, Phuenpathom et al.). Die Studie umfasste ein Kollektiv von 146 Patient*innen, untersucht durch Pflegepersonal, und zeigte keine relevante Verbesserung in der Sensitivität in der Erkennung von vertebrobasilären Schlaganfällen. Die Studie hat viele Ähnlichkeiten zu unserer Studie. Das Zusatzsymptom „Dysmetrie“ (am ehesten vergleichbar mit dem Symptom Ataxie) allein führt in

unserer Studie zu einer geringen Erkennung von Schlaganfällen der vertebrobasilären Strombahn. Zusammenfassend kann hierzu vermutet werden, dass die Erweiterung des FAST-Tests um das Symptom „Dysmetrie“ alleine keine ausreichende Steigerung der Sensitivität zur Erkennung von vertebrobasilären Schlaganfällen erreicht.

Es wurde von Aror et al. 2017 untersucht, ob die Erweiterung des FAST-Test mit den Symptomen „Balance“ (am ehesten Gange- und Standataxie) und „Eyes“ (am ehesten Doppelbilder, Gesichtsfelddefekte) zu einer gesteigerten Erkennung von Schlaganfällen führen kann. Die Rate der nicht identifizierten Schlaganfälle sank unter Anwendung des BE-FAST im Vergleich zum FAST-Test von 14,4% auf 4,4% (N=732). (Faten). Das Symptom „Diplopie“ ergibt in der FAST4D-Studie bei 3 von 6 Fällen eine positive Erkennung für vertebrobasiläre ischämische Ereignisse. Das Symptom „Gesichtsfelddefekt“ ist erfolgreich zur Identifizierung in 8 von 15 Fällen. Auch die Daten zur Untersuchung des FAST4D ergeben eine Steigerung der Erkennung von zerebrovaskulären Ereignissen (33 Patient*innen werden im Vergleich mehr erkannt).

Herauszustellen sind die Unterschiede im Aufbau der Studie von BE-FAST im Vergleich zum FAST4D aus unserer Studie. Die Analyse des BE-FAST erfolgte retrospektiv anhand der ärztlich dokumentierten Entlassungsdiagnose. Unsere FAST4D-Studie ist eine prospektive Observationsstudie mit einer Auswahl von Fällen entsprechend der präklinischen

Untersuchung durch den Rettungsdienst (nach Durchführung von Schulungen und Vorstellung der Zielsetzung des FAST4D-Test)

Eine Studie von Pickham et al. zeigte im Gegensatz zur vorher genannten Analyse zu BE-FAST keinen eindeutigen Vorteil zur Detektion von Schlaganfallereignissen bei Anwendung von diesem erweiterten FAST-Test. Es konnte eine gesteigerte Sensitivität (von 0,76 auf 0,91). Der positive prädiktive Wert war vergleichbar von beiden Tests, somit keine hier keine Überlegenheit von BE-FAST belegt werden.

Die Aussagekraft der Studie wird dadurch gemindert, dass keine Differenzierung zwischen den verschiedenen Schlaganfallmustern (Anterior oder vertebrobasilär) durchgeführt und die Entlassungsdiagnose nicht konkret benannt wurde. Die Autoren schlussfolgerten, dass der Mehraufwand durch Verlängerung der Untersuchungszeit unter Anwendung des BE-FAST nicht gerechtfertigt werde (Pickham).

In unserer Studie konnte eine erhöhte Sensitivität zur Erkennung von Schlaganfällen durch die Anwendung von FAST4D belegt werden, weitere Studien mit größerer Fallzahl mit Dokumentation der door-to-needle-time

Huwez schreibt in 2 Briefen 2013 und 2015 über den möglichen Nutzen eines erweiterten Fast-Tests, einmal der FAST-AV (Ataxia, Visual disturbance) sowie der FAST-AB (Ataxie/blindness). Eine kleine

retrospektive Anwendung bei wenigen Patient*innen ergab eine deutliche Steigerung der Sensitivität in der Erkennung von Hirninfarkten durch die Erweiterung AV und AB. In der Gruppe der Fast-negativen Patient*innen wiesen 5 Patient*innen Symptome eines vertebrobasilären Schlaganfalls auf (Ataxie und Sehstörungen). Allerdings fehlen größere Studien, um eine relevante Aussage hier treffen zu können (Huwez et al).

Wie in unserer prospektiven Untersuchung des FAST4D gezeigt, kann die Ergänzung etablierter Tests um Items typischer Symptome eines Schlaganfalles der hinterem Strombahn zu einer Steigerung der Sensitivität führen, wie bei Huwez et al. retrospektiv untersucht wurde.

Yamada et al entwickelten 2019 einen Test zur Erkennung von vertebrobasilären ischämischen Ereignissen, genannt „DEFENSIVE Stroke Scale“. Die Studie bestand aus einem retrospektiven und einem prospektiven Anteil. Zusatzitems waren Schwindel in Kombination entweder mit sensorischen Defiziten, einer Ataxie und/oder okulären Defiziten. Hierzu sollte eine weitere Abklärung erfolgen. Von 949 untersuchten Patient*innen wurden 100 Patient*innen mit einem Hirninfarkt eingewiesen, es seien keine zerebrovaskulären Ereignisse übersehen worden, allerdings bezog sich die erhobene Sensitivität von 100% auf Hirninfarkte im Allgemeinen, nicht speziell auf vertebrobasiläre Ereignisse (Yamada). Das alleinige Zusatzsymptom „Schwindel“ führte in dieser Studie bei präklinischem Screening für ein

Schlaganfallereignis nicht zu einer ausreichenden Steigerung der Sensitivität. Im Folgenden soll das Symptom „Schwindel“ hinsichtlich der Ergebnisse von FAST4D im Vergleich zur Studienlage dargestellt werden.

Honda et al. berichten in ihrer Studie über eine Gruppe von Patientinnen mit dem Symptom „Schwindel“, die in der Notaufnahme eines Krankenhauses vorstellig wurden. Bei 12 % der Patientinnen mit dem Leitsymptom Schwindel wurde anschließend die Diagnose eines Schlaganfalls gestellt. Die Erfassung weiterer Zusatzsymptome wie Cephalgien, Vorhofflimmern, erhöhte weiße Blutkörperchen, führte zu einer Steigerung der Erkennung von Schlaganfällen. Mehr weibliche Patient*innen als männliche Patient*innen hatten Schwindel als alleiniges führendes Symptom. 27 Patient*innen waren weiblichen Geschlechts, 17 Patient*innen waren männlich. Han et al kamen 2022 zu ähnlichen Erkenntnissen. Hier wurde gefunden, dass nur ca. 10% aller notfällig vorstellig gewordenen Patient*innen eine zerebrale Ischämie MRT-morphologisch aufwiesen (unabhängig von der Strombahn). Auch die Geschlechterverteilung war ähnlich mit einem Verhältnis 3:2 weiblich zu männlich (Han et al 2022)

Kerber et al haben im Jahr 2012 bereits in einer amerikanischen Arbeit beschrieben, dass insbesondere Vertigo/Dizziness als führendes Symptom im präklinischen Befund wenig aussagekräftig ist zur Erkennung eines Hirninfarkts der vertebrobasilären Strombahn. Jedoch seien

insbesondere die „Imbalance“ und auch mehrere Symptome additiv wichtige Prädiktoren zur Steigerung der Sensitivität für die Erkennung eines Hirninfarkts (Kerber). Insgesamt Patientenkollektive männlichen Geschlechts sowie höheren Alters mit kardiovaskulären Risikofaktoren weisen eher die Diagnose eines Hirninfarkts auf.

Deluca et al konnten 2011 feststellen, dass das Vorhandensein von Gangataxie oder Ataxie der Extremitäten ein häufiges Symptom von vertebrobasilären ischämischen Ereignissen darstellt (Teuschl).

Hier kann im Vergleich zu den Erkenntnissen von FAST4D postuliert werden, dass die Notwendigkeit für die zusätzliche Erfassung von mehreren Symptomen, die häufig bei vertebrobasilären Ischämien auftreten, in einer präklinischen Testung zur Steigerung der Erkennungsrate notwendig sind. Insbesondere das Vorhandensein von mehreren Symptomen, die im FAST4D erfasst werden, führt in der Untersuchung des FAST4D zur höchsten Rate an korrekt erkannten vertebrobasilären zerebrovaskulären Ereignissen (12 von 18 Patient*innen).

In einer Arbeit von Oostema werden Ergebnisse von zwei Untersuchungsgruppen, eine mit vorangegangenem Untersuchungstraining zur verbesserten Erkennung von Schlaganfällen und eine Gruppe ohne ein Training miteinander verglichen. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass insbesondere die Verwendung des Finger-

Naseversuchs zu einer 28% Steigerung der Sensitivität der Erkennung von vertebrobasilären Ischämien im Vergleich zur Kontrollgruppe führt. (Oostema)

Packendorf et al. beschreiben in einer schwedischen Publikation von nur einem 3,5%-Anteil an zeitkritischen Erkrankungen hinsichtlich akuter Behandlungsbedürftigkeit, darunter fanden sich 88% der Fälle mit einer zerebralen Ischämie (Magnuson)

Patient*innen mit Schwindel und Gleichgewichtsstörungen wurden im Rahmen einer telemedizinischen Untersuchung von Müller-Barna und Kollegen in München untersucht. Mit Hilfe von Video-Okulographie wurden in der Notaufnahme Patient*innen untersucht. Es konnte eine hohe Sensitivität mit dieser Anwendung zur weiteren Einschätzung des Symptoms Schwindel hinsichtlich Schlaganfallerkennung oder Ausschluss einer solchen Diagnose erreicht werden. Allerdings waren die Ergebnisse nur wenig spezifisch (Müller-Barna). Eine „Vorsortierung“ von möglichen vertebrobasilären Ischämien in der prähospitalen Phase sowie ein verbessertes Notfallprotokoll mit Erweiterung von oben genannten Maßnahmen (Video-Okulographie) kann die Sensitivität sehr wahrscheinlich weiter steigern. Auch in dieser Auswertung waren gehäuft falsch positive Fälle für FAST4D, als häufigste Entlassungsdiagnose fand sich 11-mal ein peripher bedingter Schwindel (aus N=23 falsch-positiv auf FAST4D getestet)

In einer Studie von Kumar et al. wird aus neuro-ophthalmologischer Sicht untersucht, dass ca. 40% der Fälle von Patient*innen mit Doppelbildern, die sich notfällig in einer Ambulanz vorstellten, letztlich eine vaskuläre Ursache aufwiesen. Als zweithäufigste Ursache fand sich eine traumatologische Genese (Kumar).

Ähnlich wird dies durch eine Gruppe um Obadia et al. beschrieben. Hier wurden Patient*innen mit dem Symptom einer vorübergehenden Sehstörung bei Vorstellung in der Notaufnahme retrospektiv untersucht: Bei 33 % wurde abschließend die Diagnose einer TIA gestellt. (Obadia).

Räty und Kollegen diskutierten 2017 über vertebrobasiläre Schlaganfälle, speziell über Patient*innen mit Sehstörungen als Leitsymptom dieses Kollektivs. Es wurde beschrieben, dass unter Umständen aufgrund fehlender Aufmerksamkeit in der Allgemeinbevölkerung Patient*innen mit Sehstörungen später den Rettungsdienst rufen, da ihnen nicht klar sei, dass hier ein Schlaganfall die Ursache der Beschwerden sein kann. Die Erkennung von Hirninfarkten ist präklinisch und im Krankenhaus ebenfalls verzögert, dass wiederum zur verzögerten Erkennung und Behandlung des Schlaganfalls führt. Neben einer Kampagne wie der FAST-Test, der in der Allgemeinbevölkerung die Erkennung von Schlaganfällen gesteigert hat, sei auch eine Optimierung in der Klinik nötig, um die Behandlung zu optimieren (Silvennoinen).

Insbesondere bei den vertebrobasilären Ischämien war auch in unserer Studie und damit der hier vorgestellten Arbeit ein eher geringer MRS bei Aufnahme zu dokumentieren. Das Leitsymptom war sehr häufig Schwindel. Teuschl beschreibt im Jahr 2010, dass in der Bevölkerung üblicherweise angenommen wird, dass der Schweregrad von neurologischen Symptomen häufiger zu einer Krankenhauseinweisung oder einem Hilfesuchen führt als weniger schwere Symptome einer vertebrobasilären Ischämie. Es fehlt in der Allgemeinbevölkerung (oder auch bei Rettungssanitätern) an Wissen über die die Schwere der Ausfallserscheinungen und nicht die Kenntnis über möglich Schlaganfallzeichen entscheidend wäre sich Hilfe zu suchen. Auch die Tatsache, dass dritte Personen beim Auftreten der Beschwerden vorhanden sind, sei ebenfalls relevant, da diese den Patient*innen dazu bringen würden, sich Hilfe zu suchen (Teuschl).

Generell ist bekannt, dass aufgrund von oft unspezifischen klinischen Zeichen (Symptome) der vertebrobasilären ischämischen Ereignisse die Erkennung schwieriger erfolgreich ist im Vergleich zu den anterioren zerebrovaskulären Ereignissen.

In der erhobenen Analyse der Daten zeigt sich ein Rückgang der Spezifität nach Durchführung des FAST4D-Tests im Vergleich zum bereits etablierten FAST-TEST.

Auch in unserer Studie fanden sich in 13 Fällen bei positivem FAST4D-Test eine Imitation eines Schlaganfalls mit Vestibularschwindel vorhanden, sowie in 8 Fällen eine andere nicht vaskuläre Diagnose (zum Beispiel Migräne oder Epilepsie).

Barra und Kollegen haben 2019 die Prävalenz von Schlaganfällen bei jüngeren Patient*innen untersucht und 2021 die Häufung von Patient*innen mit der Entlassungsdiagnose einer Schlaganfallimitation. Das Kollektiv der Patient*innen ist hinsichtlich der Merkmale eher jüngeren Alters und weiblichen Geschlechts, vergleichbar zu den Merkmalen unseres Kollektivs. Das Patientenkollektiv aus unserer Studie der gesicherten anterioren Hirninfarkte ist mehrheitlich weiblichen Geschlechts, der Altersunterschied beider Gruppen (anterior/posterior) liegt nur bei 3 Jahren. Ferner wiesen die Patient*innen im Kollektiv der gesicherten vertebrobasilären ischämischen Ereignissen nur einen MRS-Score im Mittel von 0,8 (anteriore Patient*innen im Schnitt mit MRS 1,2) also ebenfalls passend zu dem untersuchten Kollektiv von Barra et al. In der Folge seien vermehrt sogenannte „minor Strokes und TIAs“ mit geringem neurologischem Defizit aufgenommen werden (Barra). Es kann diskutiert werden, dass die Erweiterung des FAST-Tests um die klinischen Zeichen von vertebrobasilären Ischämien zu Ähnlichkeiten des Patientenkollektivs von Barra führen mit einer relativen „Übertriage“ an Aufnahmen auf die Stroke Unit.

Zusammenfassend kann die Notwendigkeit der präklinischen Diagnostik durch medizinisches Personal sowie die Öffentlichkeitsarbeit der Bevölkerung von vertebrobasilären Ischämien und deren klinischen Zeichen herausgestellt werden, so dass in der klinischen Konsequenz weniger Schlaganfälle übersehen beziehungsweise eine beschleunigte und zielgerichtete Behandlung etabliert werden könnte.

Im Folgenden soll auf diagnostische Sicherung der vertebrobasilären Ischämien im Vergleich des Kollektivs der FAST4D Untersuchung und auf die Studienlage eingegangen werden.

In über zwei Drittel aller Fälle ist die MRT-Untersuchung die sichernde Methode zur Bestätigung der Diagnose in unserer Studie. In sieben Fällen wurde trotz negativer MRT-Diagnostik die Entlassungsdiagnose eines Schlaganfalles gestellt. Eine Gruppe von Therani et al. fand, dass klinische Untersuchungen im Vergleich zur frühen MRT-Untersuchung sensitiver zur Erkennung von Schlaganfällen waren. Insbesondere seien „kleinere“ Hirninfarkte, welche oft mit ausgeprägtem Schwindel einhergehen, schlechter mittels MRT zu detektieren. Patient*innen mit MRT-negativen Hirninfarkt hatten bei Aufnahme im Schnitt weniger neurologische Defizite (Therani).

Choi und Kollegen berichten im Jahr 2018 ebenfalls von insbesondere vertebrobasilären Infarkten mit kleinerem Ausmaß sowie Vertigo/Dizziness als Leitsymptom, welchen in einem Zeitraum von 48

Stunden zunächst MR-negativ blieben. Ebenfalls haben nur circa die Hälfte der Patient*innen fokale neurologische Defizite aufgezeigt. Hier wurde zur Steigerung der Sensitivität der Erkennung von vertebrobasilären Hirninfarkten neben einem gezielten klinischen Ablauf auch ein CT mit Fokussierung auf den Hirnstamm mit perfusionsgewichteten Aufnahmen und mit Kontrastmittelgabe empfohlen (Choi). Im Falle des Vorhandenseins erhöhter vaskulärer Risikofaktoren könnte es sinnvoll sein, ohne ein bildgebendes Korrelat von einem vaskulären Ereignis im Sinne eines Schlaganfalles auszugehen, um den Patienten eine Sekundärprophylaxe zukommen zu lassen und damit die bildgebend eventuell falsch negativ gewerteten Fälle zu behandeln. Darüber hinaus wird aber empfohlen im Verlauf ein neues Schädel-MRT anzufertigen, um gegebenenfalls dann die Diagnose zu bestätigen.

Moriata und Kollegen empfehlen, dass insbesondere Patient*innen mit atypischem oder fehlendem Nystagmus und initial negativem MRT bei isoliert Schwindel als Leitsymptom zu einem späteren Zeitpunkt ein weiteres Schädel-MRT erhalten sollten. Es seien in deren Ergebnissen Patienten inkludiert mit einem zunächst falsch-negativen Schädel-MRT (Morita). In 7 Fällen unserer Studie wurden aus dem Gesamtkollektiv Patient*innen mit einem MR-negativen Infarkt als Entlassungsdiagnose behandelt. Eine zweite MRT Untersuchung wurde im Verlauf nicht durchgeführt, die kardiovaskuläre Risikoabschätzung, sowie die Therapie waren identisch zu den Patient*innen mit bildmorphologisch

gesichertem Hirninfarkt, somit ergab sich kein klinisch relevanter Nutzen für eine zweite Bildgebung.

Im Jahr 2014 hatte die Gruppe um Therani eine vergleichbare Thematik in ihrer Studie. Sie fanden in ihrer Untersuchung, dass eine klinische Untersuchung mit Kombination des Kopf-Impulstests zusammen mit weiteren Augenmotilitätstests eine höhere Sensitivität zur Erkennung von vertebrobasilären ischämischen Ereignissen erbringen würde. Ein Schädel-MRT als alleine vermag laut deren Ergebnissen nicht die selbe Sensitivität zu erreichen(Therani).

Tu et al kommen 2022 zu der Schlussfolgerung, dass die CT/CTA Untersuchungen in der notfalligen Diagnostik nur eine Sensitivität von 42% in der Erkennung von vertebrobasilären Schlaganfällen besitzen, ein Schädel-MRT sei hier klar überlegen (Tu). Somit erscheint laut deren Aussage die Anwendung des HINTS, eventuell andere Augenmotorikuntersuchungen sowie ein MRT des Schädels entscheidend für die höchstmögliche Sensitivität zur Erkennung von vertebrobasilären ischämischen Schlaganfällen . Die präklinische Anwendung des FAST4D erscheint laut unseren Ergebnissen ebenfalls dazu in der Lage.

Die Mitarbeiter*innen des Rettungsdienstes wurden vor der Erhebung unserer Daten zur Untersuchung von FAST4D geschult. Man geht laut Bladin et al aus 2009 bereits davon aus, dass nach Schulung des präklinischen medizinischen Personals diese in der

Lage sind weniger Schlaganfälle zu übersehen (Steigerung der Sensitivität des FAST-Tests von 78% auf 95%). Es ist wahrscheinlich, dass dieser Effekt auch in dieser Studie aufgetreten ist.

Wolters et al beschrieben 2015 die Notwendigkeit zur Aufklärung der Bevölkerung, um mitzuhelfen Schlaganfälle, beispielsweise in Kenntnis der Grundelemente des FAST-Testes, früh zu erkennen.

Dies kann in relevantem Maße die Versorgungszeit reduzieren. Eine entsprechende Sensibilisierung für zusätzliche Symptome (wie die 4D-Symptome) kann die Detektion von vertebrobasilären Ischämien weiter steigern.

4.1 Limitationen

Insgesamt hat die hier vorgestellte Studie Limitierungen. Zunächst wurden ausschließlich Patient*innen eingeschlossen, welche initial vom Rettungsdienst oder aufnehmenden Personal in der Notaufnahme oder Station unter Anwendung FAST4D Testes untersucht wurden- Nicht eingeschlossen wurden Patient*innen, welche initial nur unter Anwendung des FAST-Testes untersucht wurden.

Der Zeitraum der Datenerhebung fiel auf den Beginn der Covid-19-Pandemie. Studien belegen, dass es auch in Deutschland in diesem Zeitraum zu einem Rückgang der Aufnahmen in Schlaganfalleinheiten gekommen ist. Ein Einfluss auf diesen Rückgang sei laut Hoyer die Implementierung der „Social-distancing-Maßnahmen“ gewesen, obwohl die Aufnahmekapazitäten der Krankenhäuser durch Covid-19 nicht negativ beeinflusst gewesen seien (Hoyer). Dies kann ein Grund für die insgesamt geringe Fallzahl innerhalb der 2 Jahre der Datenerhebung in unserer Studie sein (wie zum Beispiel Hoyer et al.)

Trotz dieser Limitierungen sehe ich die Kernaussage der Studie bestätigt, dass durch die Anwendung von FAST4D die Sensitivität zur Erkennung von Schlaganfällen gesteigert werden kann.

5 Zusammenfassung

Die Behandlung von Patient*innen mit einem diagnostizierten Schlaganfall ist zeitkritisch, da nur in den ersten Stunden eine kausale Therapie erfolgen kann. Grundlage für die Einleitung einer Therapie ist das Erkennen von Patient*innen mit Symptomen eines Schlaganfalls. Es wird ein Akronym, FAST, nahezu weltweit zur Erkennung von Schlaganfallsymptomen verwendet, in der Schulung von Laien sowie in der Anwendung im Gesundheitswesen. Dieses Akronym erfasst aber einen bestimmten Teil von Schlaganfallpatient*innen nicht, weswegen es im Rahmen dieser Arbeit zu FAST4D erweitert und als Anwendungsbeobachtung im Rettungsdienstbereich Wetterau wissenschaftlich ausgewertet wurde. Es wurde eine prospektive Observationsstudie im Rettungsdienstbereich Wetterau mit dem zentralen Krankenhaus Bürgerhospital Friedberg (Gesundheitszentrum Wetterau) durchgeführt, die den etablierten FAST-Test mit den um zusätzliche Items (Dizziness, Dysmetrie, Diplopia, deficits in field of view) erweiterten FAST4D im Hinblick auf das Erkennen von Schlaganfällen vergleichend untersucht. Die primäre Hypothese war, dass durch FAST4D mehr Patient*innen mit Schlaganfall präklinisch korrekt erkannt werden. Es konnte gezeigt werden, dass durch die Erweiterung des FAST-Tests um 4D 100% mehr Schlaganfälle korrekt erkannt wurden.

6 Zusammenfassung (Englisch)

The treatment of patients with a diagnosed stroke is time sensitive because only in the first few hours there is the possibility for a causal therapy. The basis for starting a treatment is identifying patients with stroke symptoms. There is an acronym, FAST, which is used almost worldwide for identifying patients with stroke symptoms. It is used for teaching the public and good standard for medical professionals. A certain collective of stroke patients is less likely to be identified by FAST. Therefore, we extend FAST to FAST4D and observed in a study for the region of the Wetterau (located in Hessen, Germany) the usefulness of this extended screening tool. We designed a prospective observation study located in the catchment area of paramedics for the region of the Wetterau with the base hospital “Bürgerhospital Friedberg” (Gesundheitszentrum Wetterau). The extended FAST4D includes dizziness, dysmetria, diplopia, deficits in field of view. We proposed a more successful screening of stroke patients preclinically in comparison to the established FAST as the primary objective of our study. Our results show a 100% increased positive screening rate for the FAST4D leading to possibly faster and more adequate therapy. This concludes that the primary endpoint of this study was reached.

7 Literaturverzeichnis

Sushanth Aroor , Rajpreet Singh , Larry B Goldstein;
BE-FAST (Balance, Eyes, Face, Arm, Speech, Time):
Reducing the Proportion of Strokes Missed Using the
FAST Mnemonic; *Stroke*. 2017 Feb;48(2):479-481.

Berglund, Annika, Leif Svensson, Nils Wahlgren,
Mia von Euler, und for the HASTA collaborators.
„Face Arm Speech Time Test Use in the Prehospital
Setting, Better in the Ambulance than in the
Emergency Medical Communication Center“. *Cerebrovascular Diseases* 37, Nr. 3 (26. Februar
2014): 212–16.

Baier B, Geber C, Müller-Forell W, Müller N,
Dieterich M, Karnath HO. Anosognosia for obvious
visual field defects in stroke patients. *Brain Struct
Funct*. 2015;220(3):1855-60.

Barra, Mathias, Kashif Waqar Faiz, Fredrik Andreas
Dahl, und Halvor Næss. „Stroke Mimics on the
Stroke Unit – Temporal trends 2008–2017 at a large
Norwegian university hospital“. *Acta Neurologica
Scandinavica* 144, Nr. 6 (1. Dezember 2021): 695–
705.

Barral, Eliseo, Elisa Martins Silva, David García-Azorín, Michele Viana, und Francesca Puledda. „Differential Diagnosis of Visual Phenomena Associated with Migraine: Spotlight on Aura and Visual Snow Syndrome“. *Diagnostics* 13, Nr. 2 (2023).

Bray, Janet E., und Chris Bladin. „Success With Paramedic Diagnosis of Stroke“. *Stroke* 40, Nr. 5 (1. Mai 2009): e398–e398.

Busch, Markus A., und Ronny Kuhnert. „12-Monats-Prävalenz von Schlaganfall oder chronischen Beschwerden infolge eines Schlaganfalls in Deutschland“ 2, Nr. 1 (2017).

Campbell BC, Weir L, Desmond PM, Tu HT, Hand PJ, Yan B, Donnan GA, Parsons MW, Davis SM. CT perfusion improves diagnostic accuracy and confidence in acute ischaemic stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2013 Jun;84(6):613-8.

Cristina Deluca , Giuseppe Moretto, Alessandro Di Matteo, Manuel Cappellari, Annamaria Basile, Domenico M Bonifati, Tiziana Mesiano, Claudio Baracchini, Giorgio Meneghetti, Sara Mazzucco, Marzia Ottina, Piergiorgio Lochner, Agnese Tonon, Maria A Bonometti, Antonella De Boni, Emanuele Turinese, Nicoletta Freddi, Alessandro Adami, Francesca Pizzini, Giovanni Defazio, Giampaolo Tomelleri, Paolo Bovi, Antonio Fiaschi, Michele Tinazzi; „Ataxia in posterior circulation stroke: Clinical–MRI correlations; *J Neurol Sci*. 2011 Jan 15;300(1-2):39-46

Faten El Ammar, Agnieszka Ardelt , Victor J Del Brutto , Andrea Loggini , Zachary Bulwa , Raisa C Martinez , Cedric J McKoy , James Brorson , Ali Mansour , Fernando D Goldenberg; „BE-FAST: A Sensitive Screening Tool to Identify In-Hospital Acute Ischemic Stroke; J Stroke Cerebrovasc Dis. 2020 Jul;29(7):104821.

Calic, Zeljka, Cecilia Cappelen-Smith, Craig S. Anderson, Wei Xuan, und Dennis J. Cordato. „Cerebellar Infarction and Factors Associated with Delayed Presentation and Misdiagnosis“. Cerebrovascular Diseases 42, Nr. 5–6 (27. August 2016): 476–84.

Carvalho, Vanessa MD; Cruz, Vitor Tedim MD, PhD. Clinical presentation of vertebrobasilar stroke. Porto Biomedical Journal 5(6): p e096, November/December 2020.

Choi, Jae-Hwan, Eun Hye Oh, Min-Gyu Park, Seung Kug Baik, Han-Jin Cho, Seo Young Choi, Tae-Hong Lee, Ji Soo Kim, und Kwang-Dong Choi. „Early MRI-negative posterior circulation stroke presenting as acute dizziness“. Journal of Neurology 265, Nr. 12 (1. Dezember 2018): 2993–3000.

Choi, Jeong-Yoon, Seok Kim, Dachung Boo, Sooyoung Yoo, Hyo-Jung Kim, Jun Yup Kim, Keon-Joo Lee, u. a. „Risk of future stroke in patients with a diagnosis of peripheral vertigo in the emergency department“. European Journal of Neurology 30, Nr. 7 (1. Juli 2023): 2062–69.

Dombrowski, Stephan U., Joan E. Mackintosh, Falko F. Sniehotta, Vera Araujo-Soares, Helen Rodgers, Richard G. Thomson, Madeleine J. Murtagh, Gary A. Ford, Martin P. Eccles, und Martin White. „The impact of the UK ‘Act FAST’ stroke awareness campaign: content analysis of patients, witness and primary care clinicians’ perceptions“. *BMC Public Health* 13, Nr. 1 (2. Oktober 2013): 915.

Ferbert, A, H Brückmann, und R Drummen. „Clinical features of proven basilar artery occlusion.“ *Stroke* 21, Nr. 8 (1. August 1990): 1135–42.

Gulli G, Markus HS. The use of FAST and ABCD2 scores in posterior circulation, compared with anterior circulation, stroke and transient ischemic attack. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2012 Feb;83(2):228-9.

Hoyer C, Szabo K. Pitfalls in the Diagnosis of Posterior Circulation Stroke in the Emergency Setting. *Front Neurol*. 2021 Jul 14;12:682827.

Hillen B, Hoogstraten HW, Van Overbeeke JJ, Van der Zwan A. Functional anatomy of the *circulus arteriosus cerebri* (WillisII). *Bulletin de L'association des Anatomistes*. 1991 Jun;75(229):123-126.

Huwez, Farhad and Edward J Casswell. “FAST-AV or FAST-AB Tool Improves the Sensitivity of FAST Screening for Detection of Posterior Circulation Strokes.” *International Journal of Stroke* 8 (2013): E3 - E3.

Harbison, Joseph, Omar Hossain, Damian Jenkinson, John Davis, Stephen J. Louw, und Gary A. Ford. „Diagnostic Accuracy of Stroke Referrals From Primary Care, Emergency Room Physicians, and Ambulance Staff Using the Face Arm Speech Test“. *Stroke* 34, Nr. 1 (1. Januar 2003): 71–76.

Honda, Shoji, Yuichiro Inatomi, Toshiro Yonehara, Yoichiro Hashimoto, Teruyuki Hirano, Yukio Ando, und Makoto Uchino. „Discrimination of Acute Ischemic Stroke from Nonischemic Vertigo in Patients Presenting with Only Imbalance“. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 23, Nr. 5 (1. Mai 2014): 888–95.

Hoyer C, Ebert A, Huttner HB, Puetz V, Kallmünzer B, Barlinn K, Haverkamp C, Harloff A, Brich J, Platten M, Szabo K. Acute Stroke in Times of the COVID-19 Pandemic: A Multicenter Study. *Stroke*. 2020 Jul;51(7):2224-2227.

Hufschmidt, Andreas, Sebastian Rauer, and Franz Xaver Glocker, eds. *Neurologie compact: für Klinik und Praxis*. Georg Thieme Verlag, 2022., o. J.

Huwez, Farhad, und Edward J. Casswell. „FAST-AV or FAST-AB Tool Improves the Sensitivity of FAST Screening for Detection of Posterior Circulation Strokes“. *International Journal of Stroke* 8, Nr. 3 (1. April 2013):

Huwez, Farhad Umer. „The FAST tool is effective but not for posterior fossa stroke“. *BMJ* 350 (2015).

Kamalian, Shervin, Daniel Boulter, Michael Lev, R. Gonzalez, und Pamela Schaefer. „Stroke differential diagnosis and mimics: Part 1“. *Applied Radiology* 44 (1. November 2015): 26–39.

Kerber KA, Newman-Toker DE. Misdiagnosing Dizzy Patients: Common Pitfalls in Clinical Practice. *Neurol Clin.* 2015 Aug;33(3):565-75, viii.

Kohler, M., J. Deutschbein, D. Peschke, und L. Schenk. „Schlaganfallgeschehen in Deutschland – Zur Vergleichbarkeit von Krankenkassen-, Register- und DRG-Daten“. *Fortschritte der Neurologie · Psychiatrie* 82, Nr. 11 (November 2014): 627–33.

Kothari, Rashmi, Kent Hall, Thomas Brott, und Joseph Broderick. „Early Stroke Recognition: Developing an Out-of-hospital NIH Stroke Scale“. *Academic Emergency Medicine* 4, Nr. 10 (1. Oktober 1997): 986–90.

Kothari, Rashmi U, Arthur Pancioli, Tiepu Liu, Thomas Brott, und Joseph Broderick. „Cincinnati Prehospital Stroke Scale: Reproducibility and Validity“. *Annals of Emergency Medicine* 33, Nr. 4 (1. April 1999): 373–78.

Kumar, Nitin, Savleen Kaur, Srishti Raj, Vivek Lal, und Jaspreet Sukhija. „Causes and Outcomes of Patients Presenting with Diplopia: A Hospital-based Study“. *Neuro-Ophthalmology* 45, Nr. 4 (4. Juli 2021): 238–45.

Morita, Shinya, Masanobu Suzuki, und Keiji Iizuka. „False-negative diffusion-weighted MRI in acute cerebellar stroke“. *Auris Nasus Larynx* 38, Nr. 5 (1. Oktober 2011): 577–82.

Mozaffarian, Dariush, Emelia J. Benjamin, Alan S. Go, Donna K. Arnett, Michael J. Blaha, Mary Cushman, Sandeep R. Das, u. a. „Executive Summary: Heart Disease and Stroke Statistics—2016 Update“. *Circulation* 133, Nr. 4 (26. Januar 2016): 447–54.

Müller-Barna, Peter, Lee H. Schwamm, und Roman L. Haberl. „Telestroke increases use of acute stroke therapy“. *Current Opinion in Neurology* 25, Nr. 1 (2012).

Nouh A, Remke J, Ruland S. Ischemic posterior circulation stroke: a review of anatomy, clinical presentations, diagnosis, and current management. *Front Neurol*. 2014 Apr 7;5:30.

Obadia, Michael, Cedric Lamirel, Elena Meseguer, Pierre Seners, Kevin Zuber, Michel Rosenheim, Amelie Yavchitz, u. a. „Vascular origin in acute transient visual disturbance: A prospective study“. *European Journal of Neurology* 28, Nr. 12 (1. Dezember 2021): 4098–4108.

Oostema, J. Adam, Todd Chassee, William Baer, Allison Edberg, und Mathew J. Reeves. „Educating Paramedics on the Finger-to-Nose Test Improves Recognition of Posterior Stroke“. *Stroke* 50, Nr. 10 (1. Oktober 2019): 2941–43.

Packendorff, Niclas, Victoria Gustavsson, Carl Magnusson, Magnus Andersson Hagiwara, Katarina Jood, Johan Herlitz, und Christer Axelsson. „Outcome among patients who call the emergency medical service (EMS) due to dizziness“. *Australasian Emergency Care* 24, Nr. 1 (1. März 2021): 61–66.

Panichpisal K, Singh M, Chohan A, Vilar P, Babygirija R, Hook M, Matyas S, Kojis N, Sajjad R, Wolfe T, Kassam A, Rovin RA. Validation of Stroke Network of Wisconsin Scale at Aurora Health Care System. *J Vasc Interv Neurol*. 2018 Nov;10(2):69-73.

Phuenpathom W, Chutinet A, Tantipong P, Eiamthanasinchai S, Suwanwela NC. The New FA₂ST Stroke Screening Score: An Expanding Recognition to Posterior Circulation Stroke. *J Med Assoc Thai* 2021;104:1132-9.

Pickham, David, André Valdez, Jelle Demeestere, Robin Lemmens, Linda Diaz, Sherril Hopper, Karen de la Cuesta, Fannie Rackover, Kenneth Miller, und Maarten G. Lansberg. „Prognostic Value of BEFAST vs. FAST to Identify Stroke in a Prehospital Setting“. *Prehospital Emergency Care* 23, Nr. 2 (4. März 2019): 195–200.

Pittock, Sean J., Dara Meldrum, Orla Hardiman, John Thornton, Paul Brennan, und Joan T. Moroney. „The Oxfordshire Community Stroke Project classification: Correlation with imaging, associated complications, and prediction of outcome in acute ischemic stroke“. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 12, Nr. 1 (1. Januar 2003): 1–7.

Pohl, Marietta, David Hesszenberger, Krisztian Kapus, Janos Meszaros, Andrea Feher, Imre Varadi, Gabriella Pusch, Eva Fejes, Antal Tibold, und Gergely Feher. „Ischemic stroke mimics: A comprehensive review“. *Journal of Clinical Neuroscience* 93 (1. November 2021): 174–82.

Purrucker JC, Hametner C, Engelbrecht A, Bruckner T, Popp E, Poli S. Comparison of stroke recognition and stroke severity scores for stroke detection in a single cohort. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2015 Sep;86(9):1021-8.

Rankin, John. „Cerebral Vascular Accidents in Patients over the Age of 60: II. Prognosis“. *Scottish Medical Journal* 2, Nr. 5 (1. Mai 1957): 200–215.

Räty, S., K. Silvennoinen, und T. Tatlisumak. „Prehospital pathways of occipital stroke patients with mainly visual symptoms“. *Acta Neurologica Scandinavica* 137, Nr. 1 (1. Januar 2018): 51–58.

Saber Tehrani, Ali S., Jorge C. Kattah, Kevin A. Kerber, Daniel R. Gold, David S. Zee, Victor C. Urrutia, und David E. Newman-Toker. „Diagnosing Stroke in Acute Dizziness and Vertigo“. *Stroke* 49, Nr. 3 (1. März 2018): 788–95.

Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, Caplan LR, Connors JJ, Culebras A, Elkind MS, George MG, Hamdan AD, Higashida RT, Hoh BL, Janis LS, Kase CS, Kleindorfer DO, Lee JM, Moseley ME, Peterson ED, Turan TN, Valderrama AL, Vinters HV; Stroke. 2013 Jul;44(7):2064-89.

Sarraj, Amrou, Sarah Medrek, Karen Albright, Sheryl Martin-Schild, Wafi Bibars, Farhaan Vahidy, James C. Grotta, und Sean I. Savitz. „Posterior Circulation Stroke is Associated with Prolonged Door-to-Needle Time“. *International Journal of Stroke* 10, Nr. 5 (1. Juli 2015): 672–78.

Saver, Jeffrey L. „Time Is Brain—Quantified“. *Stroke* 37, Nr. 1 (1. Januar 2006): 263–66.

Seyedhossein Ojaghihaghghi, Samad Shams Vahdati, Akram Mikaeilpour, Ali Ramouz. „Comparison of neurological clinical manifestation in patients with hemorrhagic and ischemic stroke“. *World Journal of Emergency Medicine* 8, Nr. 1 (15. März 2017): 34–38.

Tatschl, Claudia, Yvonne Teuschl, Stefan Schnabl, und Michael Brainin. „Vermeidung von Zeitverzögerungen im Management akuter Schlaganfallpatienten. Analyse des österreichischen Stroke-Unit-Registers“. Wiener Medizinische Wochenschrift 158, Nr. 15 (1. August 2008): 418–24.

Teo, Kay-Cheong, William C.Y. Leung, Yuen-Kwun Wong, Roxanna K.C. Liu, Anna H.Y. Chan, Olivia M.Y. Choi, Wing-Man Kwok, u. a. „Delays in Stroke Onset to Hospital Arrival Time During COVID-19“. Stroke 51, Nr. 7 (1. Juli 2020): 2228–31.

G Teasdale, B Jennett „ASSESSMENT OF COMA AND IMPAIRED CONSCIOUSNESS: A Practical Scale – Lancet . 1974 Jul 13;2(7872):81-4.

Tu, Long H., Ajay Malhotra, Arjun K. Venkatesh, Richard A. Taylor, Kevin N. Sheth, Reza Yaesoubi, Howard P. Forman, Soundari Sureshanand, und Dhasakumar Navaratnam. „Clinical criteria to exclude acute vascular pathology on CT angiogram in patients with dizziness“. PLOS ONE 18, Nr. 3 (9. März 2023): e0280752.

Hilary K Wall, MPH, Brianne M Beagan, MPH, H June O'Neill, MPH, Kathleen M Foell, RD, MS, and Cynthia L Boddie-Willis, MD, MPH, Addressing Stroke Signs and Symptoms Through Public Education: The Stroke Heroes Act FAST Campaign - PMC“.

Wolters, Frank J., Nicola L. M. Paul, Linxin Li, und Peter M. Rothwell. „Sustained Impact of UK Fast-Test Public Education on Response to Stroke: A Population-Based Time-Series Study“. *International Journal of Stroke* 10, Nr. 7 (1. Oktober 2015): 1108–14.

Yamada, Shinichiro, Keizo Yasui, Yu Kawakami, Yasuhiro Hasegawa, und Masahisa Katsuno. „DEFENSIVE Stroke Scale: Novel Diagnostic Tool for Predicting Posterior Circulation Infarction in the Emergency Department“. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 28, Nr. 6 (1. Juni 2019): 1561–70.

Zhelev, Z, Walker, G, Henschke, N, Fridhandler, J, und S Yip. „Prehospital stroke scales as screening tools for early identification of stroke and transient ischemic attack“. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Nr. 4 (2019).

8 Ehrenwörtliche Erklärung

“Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer, als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der Satzung der „Justus-Liebig-Universität Gießen zu Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit wieder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus

anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, dass in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort /Datum

Unterschrift

9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen beteiligten Personen bedanken, die mich bei der Anfertigung meiner Doktorarbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Patrick Schramm für die ausgezeichnete Betreuung bei der Umsetzung der gesamten Arbeit.

Außerdem möchte ich mich bei meinen Kollegen Felix Gronen und Christoph Schiel bedanken, die meine Arbeit durch deren Unterstützung und Gedanken geprägt haben.

Meiner Frau Katharina sowie meinen beiden Kindern Josefine und Cedric danke ich für ihre Geduld sowie für ihren außerordentlichen Zuspruch während meiner Zeit an dieser Doktorarbeit

Zu guter Letzt möchte ich meiner Freundin Stefanie danken. Auch ihre guten Ratschläge und ihre Ermutigung prägten meine Arbeit.

