

Aus der IV. Medizinischen Klinik
der Medizinischen Fakultät Mannheim
(Direktor: Priv.-Doz. Dr. med. Heinrich Burkhardt)

Beitrag der abdominalen Sonographie zur Diagnostik einer
Dehydratation bei älteren Patienten

Inauguraldissertation
zur Erlangung des medizinischen Doktorgrades
der
Medizinischen Fakultät Mannheim
der Ruprecht-Karls-Universität
zu
Heidelberg

vorgelegt von
Helen Diederich

aus
Münster
2017

Dekan: Prof. Dr. med. Sergij Goerd
Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Heinrich Burkhardt

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	3
1 EINLEITUNG	5
1.1 Flüssigkeitshaushalt und Störungen.....	6
1.1.1 Physiologie	7
1.2 Dehydratation beim älteren Patienten	8
1.3 Ursachen.....	9
1.4 Folgen.....	11
1.5 Therapie.....	12
1.6 Assessment.....	13
1.6.1 Klinik.....	13
1.6.2 Vitalzeichen	16
1.6.3 Laborchemische Untersuchungen	17
1.6.4 Sonographie	20
1.6.5 Andere apparative Verfahren.....	24
1.7 Fragestellung	25
2 PATIENTEN UND METHODEN	26
2.1 Patientenkollektiv	26
2.2 Studiendurchführung	27
2.2.1 Sonographische Untersuchung des Abdomens	28
2.2.2 Körperliche Untersuchung	33
2.2.3 (Fremd-)Anamnese.....	35
2.2.4 Geriatrische Assessments	36
2.2.5 Befragung der ärztlichen Mitarbeiter der ZNA	38
2.2.6 Daten aus der elektronischen Patientenakte.....	38
2.3 Statistische Methoden	40

3	ERGEBNISSE	41
3.1	Anthropometrie.....	41
3.2	Hauptsymptom(komplex).....	42
3.3	Vorerkrankungen.....	43
3.4	Medikamente.....	44
3.5	Soziale Situation	45
3.6	Funktioneller Zustand.....	46
3.7	Trinkverhalten, Zahnstatus und Miktion	48
3.8	Hauptdiagnose	49
3.9	ZNA-Befunde/Maßnahmen.....	50
3.10	Klinische Zeichen I (untersucht durch die Internisten der ZNA).....	51
3.11	Klinische Zeichen II (untersucht durch die Verfasserin dieser Arbeit).....	52
3.12	Vitalzeichen	53
3.13	Laborwerte.....	54
3.14	Sonographie	54
4	DISKUSSION.....	63
4.1	Folgen.....	64
4.2	Ursachen.....	65
4.3	Therapie.....	65
4.4	Assessment.....	66
4.4.1	Klinische Zeichen.....	66
4.4.2	Vitalparameter	68
4.4.3	Laborchemische Untersuchungen	68
4.4.4	Sonographie	69
4.5	Limitationen und methodische Einschränkungen.....	73
4.6	Schlussfolgerung.....	75
5	ZUSAMMENFASSUNG	76
6	LITERATURVERZEICHNIS.....	78
7	ANHANG	89
8	LEBENS LAUF	102
9	DANKSAGUNG	103

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AA	Aorta abdominalis
ACE	Angiotensin-konvertierendes Enzym
ADH	Antidiuretisches Hormon
ADL	Aktivitäten des täglichen Lebens (engl: activities of daily living)
ANP	atriales natriuretisches Peptid
AUC	Fläche unter der Kurve (engl: area under the curve)
aPTT	aktivierte partielle Thromboplastinzeit
BIA/BIVA	Bioimpedanz(vektor)analyse
BMI	Body Mass Index
CDS	Klinische Dehydratationsskala (engl: clinical dehydration scale)
CRP	c-reaktives Protein
DRAC	Checkliste zur Untersuchung des Dehydratationsrisikos (engl: dehydration risk appraisal checklist)
Hb	Hämoglobin
Hkt	Hämatokrit
IADL	Instrumentelle Aktivitäten des täglichen Lebens (engl: instrumental activities of daily living)
i.S.	im Serum
MCHC	mittlere korpuskuläre Hämoglobin-Konzentration
MCV	mittleres korpuskuläres Erythrozytenvolumen
NSAID	nichtsteroidale Antiphlogistika (engl: non-steroidal anti-inflammatory drug)
OR	Odds Ratio
PEG	perkutane endoskopische Gastrostomie
PTZ	Plasmathrombinzeit
RAAS	Renin-Angiotensin-Aldosteron-System
ROC	Receiver Operating Characteristic
RUSH	Rapid Ultrasound for Shock and Hypotension
SAS	Statistical Analysis System

SSRI	Selektiver Serotonin-Wiederaufnahmehemmer (engl: selective serotonin reuptake inhibitor)
TEE	Transoesophageale Echokardiographie
UMM	Universitätsmedizin Mannheim
V. cava inf/ VCI	Vena cava inferior
V. jugularis int	Vena jugularis interna
V. subclavia	Vena subclavia
V. portae/ VP	Vena portae
WHO	Weltgesundheitsorganisation (engl: world health organization)
ZNA	Zentrale Notaufnahme
ZVD	Zentraler Venendruck
ZVK	Zentraler Venenkatheter

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Promotionsarbeit die Sprachform des generischen Maskulinums angewendet. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

1 EINLEITUNG

Besonders ältere Menschen leiden häufig unter Störungen des Flüssigkeitshaushaltes wie Hyperhydratation (Überwässerung) und Dehydratation (Flüssigkeitsmangel). Sie sind unter anderem durch altersbedingte Veränderungen des Gesamtwassergehalts, des Durstgefühls, durch hormonelle Veränderungen und funktionelle Einschränkungen wie Inkontinenz besonders anfällig für Dehydratation¹⁻⁵. Auch Polypharmakotherapie und kognitive Defizite⁶⁻⁸ sorgen im Alter für eine Inzidenz von Dehydratation von bis zu 40% bei den über 65-Jährigen⁹. Die Betroffenen leiden dabei nicht nur unter physischen und kognitiven Einschränkungen¹⁰⁻¹², zudem ist die Mortalität für Patienten mit Dehydratation erhöht^{9, 13}. Die durch Dehydratation verursachten Krankenhausaufenthalte, die Folgen und die Therapie verursachen größere Kosten im Gesundheitssystem¹⁴. Und die Zahl der älteren Menschen wird weltweit weiter zunehmen. Dehydratation ist durch Förderung des selbstständigen Trinkens, subkutane und intravenöse Infusionen gut zu therapieren und zu verhindern^{7, 15}. Allerdings kann die Diagnose einer Dehydratation mittels klinischer Zeichen (wie verändertem Hautturgor) und laborchemischer Parameter (wie Hämatokrit) gerade bei älteren Menschen erschwert sein. Durch die Gabe von Infusionen ex juvantibus kann, wenn keine Dehydratation vorliegt, eine Gefährdung des Patienten durch Flüssigkeitsüberladung herbeigeführt werden. Es wäre daher wünschenswert, wenn die klinische und laborchemisch gestützte Diagnostik um eine apparative Diagnostik ergänzt werden könnte. Als breit verfügbares, kostengünstiges, und nebenwirkungsfreies Verfahren steht hier die Sonographie zur Verfügung. Sie wird bisher vor allem in der Anästhesie und Intensivmedizin zur Volumenbestimmung eingesetzt¹⁶⁻¹⁸. Die Sonographie kann durch die Darstellung der großen intraabdominellen Gefäße wie der Vena cava bei der Abschätzung von Flüssigkeitsstörungen bei älteren Patienten helfen. Bis dato liegen nur wenige Daten vor, wie im klinischen Setting, insbesondere bei der stationären Aufnahme, die abdominale Sonographie als Diagnostikum bei Störungen des Flüssigkeitshaushaltes von älteren Menschen hilfreich sein könnte. Ziel dieser Arbeit ist es, den Beitrag der abdominalen Sonographie in der Diagnostik der Dehydratation in Abgrenzung zu anderen Störungen des Flüssigkeitshaushaltes und im Vergleich mit anderen diagnostischen Ansätzen bei älteren Menschen zu untersuchen.

1.1 Flüssigkeitshaushalt und Störungen

Der gesunde menschliche Körper besteht zu 50 - 60% aus Wasser. Davon finden sich circa zwei Drittel im intrazellulären und ein Drittel im extrazellulären Raum. Das Wasser im extrazellulären Raum befindet sich vor allem interstitiell und nur etwa zu einem Fünftel intravasal. Die verschiedenen Kompartimente sind durch semipermeable Membranen voneinander getrennt, durch die sich nicht nur Wasser sondern auch kleine Moleküle, v.a. Elektrolyte, bewegen können, welche im Folgenden mit Wasser zusammengenommen als Flüssigkeit beschrieben werden. Aufrechterhalten wird die Homöostase im menschlichen Körper durch Flüssigkeitszufuhr über die Nahrung oder Getränke, worauf die Durstregulierung Einfluss nimmt. Außerdem bestimmen die Flüssigkeitsverluste über die Haut, über die Lunge bei der Atmung, über den Magen-Darm-Trakt sowie die Diurese oder Antidiurese über die Nieren den Anteil der Flüssigkeit im Körper.

Der Gesamtwassergehalt des menschlichen Körpers nimmt physiologisch mit dem Alter (um bis zu 15% des Gesamtwassergehalts¹⁹) ab und unterliegt wie auch der Elektrolytanteil Schwankungen bis hin zu Störungen, wenn die Flüssigkeitsaufnahme nicht mit dem Flüssigkeitsverlust übereinstimmt. Homöostase oder auch „Euhydration ist somit ein dynamischer Prozess und kein Grundzustand“²⁰. Die Störungen des Flüssigkeitshaushaltes werden unterschieden in Hyperhydratation (Überwässerung) und Dehydratation (Flüssigkeitsmangel). Mit den Begriffen iso-, hypo- und hypertone werden diese beiden Störungen weiter charakterisiert. Beschrieben wird damit der osmotische Druck zwischen dem neuen Verhältnis des Wassers zu den darin gelösten Ionen (hauptsächlich Natrium) und dem vorherigen Verhältnis. So sind bei einem hypertonen Zustand vergleichsweise mehr und beim hypotonen Zustand weniger Natriumionen im gleichen Wasservolumen gelöst.

Der Hyperhydratation und damit der Überladung der Körpers mit Wasser wird im gesunden Organismus durch die Diurese der Niere entgegen gewirkt. So spielt die Hyperhydratation vor allem bei iatrogenen Flüssigkeitsüberladung und postoperativ oder krankhaft gesteigerter ADH-Sekretion (wie beim Schwartz-Bartter-Syndrom) eine Rolle. Sie ist als hypotone Form bei Nierenversagen und übermäßiger Aufnahme von salzarmen Wassers sowie als isotone Form in Form von Flüssigkeitseinlagerung bei (Rechts-)Herzinsuffizienz und Leberinsuffizienz zu beobachten²¹. Die hypertone Form der Hyperhydratation tritt selten auf und wird durch Trinken von Meerwasser oder stark salzhaltiger Lösung hervorgerufen.

Im Fall des Flüssigkeitsmangels fällt die Definition schwerer. Es existiert keine einheitliche klinische Definition von Dehydratation^{22, 23}. Generell wird Dehydratation oft nur als eine Störung des Flüssigkeitsgehaltes in einem Kompartiment beschrieben. Im klinischen Sprachgebrauch werden meistens auch der intravaskuläre Volumenverlust und damit die Hypovolämie als Dehydratation bezeichnet. So vermischen sich begrifflich die Reduktion des Gesamtkörperwassers und der intravaskuläre Volumenverlust, die sich allerdings im diagnostischen Nachweis und in der jeweiligen Therapie unterscheiden²⁴. Menten et al²⁵ betonen, dass Dehydratation in 3 Formen existiert: isotone, hypotone und hypertone Dehydratation. Isotone Dehydratation kann durch Fasten, Emesis und Diarrhö bedingt sein, weil dabei sowohl Salz in Form von Natrium als auch Wasser für den Körper verloren geht. Das Verhältnis der Anteile im Blut bleibt dabei gleich, aber insgesamt tritt ein Flüssigkeitsverlust auf. Zur hypotonen Dehydratation (auch extrazelluläre Dehydratation) kommt es vor allem durch Diuretikaüberdosierung, durch die vermehrt Natrium über die Niere ausgeschieden wird. Somit liegt dann eine Hyponatriämie vor. Hypertone Dehydratation (oder intrazelluläre Dehydratation) tritt auf, wenn die Wasserverluste die Salz- und damit Natriumverluste überwiegen, wie z.B. bei Fieber mit ungenügender Flüssigkeitszufuhr. Oft finden sich aber nicht reine Formen von isotoner, hypertoner oder hypotoner Hyper- oder Dehydratation sondern Mischformen.

1.1.1 Physiologie

Der gesunde menschliche Körper kann Flüssigkeitsverluste (und –überladung) durch folgende eigene Regulationsmechanismen erkennen und korrigieren²⁶:

Volumenverluste werden über Barorezeptoren im Bereich des rechten Vorhofs, der Niere sowie des Sinus caroticus und des Aortenbogens wahrgenommen und führen

1. zur verringerten Ausschüttung von ANP (atriales natriuretisches Peptid),
2. zur Ausschüttung von ADH (antidiuretisches Hormon),
3. zur Aktivierung des RAAS (Renin-Angiotensin-Aldosteron-System) und
4. zur Aktivierung des Sympathischen Nervensystems.

Durch die fehlende Dehnung des Herzens bei Volumenverlusten wird dort weniger ANP ausgeschüttet, was wiederum zu weniger Natrium- und damit auch weniger Wasserausscheidung über die Niere führt. Einerseits über Afferenzen des Nervus vagus aus dem Vorhof und andererseits über die Aktivierung des RAAS wird in der

Hypophyse bei Volumenverlusten weniger ADH freigesetzt, welches sonst den Einbau von Aquaporinen in distalen Tubulus und Sammelrohren und damit die Wasserresorption fördert. Im Rahmen des RAAS spaltet in der Niere ausgeschüttetes Renin das in der Leber produzierte Angiotensinogen zu Angiotensin I. Die weitere Umwandlung von Angiotensin I zu Angiotensin II wird durch ACE (Angiotensin-konvertierendes Enzym) aus den Endothelzellen der Niere vorgenommen. Angiotensin II führt zur Ausschüttung von Aldosteron aus der Nebennierenrinde, welches wiederum die Natrium- und Wasserresorption in der Niere und im Darm verstärkt. In der Hypophyse führt Angiotensin II zur vermehrten Freisetzung von ADH und damit zu einer verringerten Wasserausscheidung über die Nieren. Die Hormone sorgen am ZNS (zentralen Nervensystem) für Salzhunger und Durstgefühl. Sowohl Angiotensin II als auch der erhöhte Sympathikotonus führen zu einer Vasokonstriktion. Die Osmorezeptoren befinden sich hauptsächlich im Hypothalamus und wirken bei hypertoner Dehydratation vor allem über Freisetzung von ADH hemmend auf die Diurese.

1.2 Dehydratation beim älteren Patienten

Der Begriff „ältere Menschen“ bezieht sich auf Menschen ab 65 Jahren ²⁷. Auch die Regelaltersgrenze und damit das Rentenalter betragen in den meisten europäischen Ländern derzeit 65 Jahre ²⁸. Der geriatrische Patient wird hingegen nicht nur über das höhere Lebensalter sondern auch über die Geriatrie-typische Multimorbidität definiert. Mit den abnehmenden Geburtsraten und der zunehmenden Lebenserwartung steigt der Anteil der älteren Menschen überall auf der Welt ²⁹. Weltweit macht die Gruppe der über 60 Jährigen und besonders die der über 80-Jährigen den am schnellsten wachsenden Anteil der Bevölkerung aus ³⁰. In Deutschland waren laut Statistischem Bundesamt im Jahr 2013 21% der Bevölkerung über 65 Jahre alt ³¹.

Besonders ältere Menschen sind häufig von Störungen des Flüssigkeitshaushaltes betroffen. Es gibt kaum verlässliche epidemiologische Daten zur Dehydratation, zudem existiert keine allgemeingültige Definition der Dehydratation, so dass die erhobenen Daten wenig verlässlich sind. Angenommen wird aber, dass bis zu 40 % der über 65-Jährigen dehydriert sind oder zumindest zu wenig Flüssigkeit zuführen ⁹. ³². Pflegeheimbewohner scheinen stärker durch eine Dehydratation gefährdet zu sein als gleichaltrige Menschen, die alleine wohnen ³³⁻³⁵.

1.3 Ursachen

Ältere Menschen sind anfälliger für eine Dehydratation, da im Rahmen des Alterungsprozesses physiologischerweise sowohl das Gesamtkörperwasser als auch die Nierenfunktion im Allgemeinen abnimmt ^{1, 36, 37}.

Durch Glomerulosklerose und Glomeruliverluste sowie zusätzlichen Verlust von Nierenmasse durch eine erhöhte Prävalenz von Hypertension bei älteren Menschen steht weniger funktionsfähiges Nierenparenchym zur Verfügung. Es werden Verluste von einem Drittel bis zur Hälfte der Nephrone im Alter zwischen 30 und 90 Jahren genannt ³⁸⁻⁴². Dies führt insgesamt zu einem erniedrigten renalen Blutfluss und zu einer erniedrigten GFR von ungefähr 300 ml/min sowie einer um 30% erniedrigten Kreatininclearance im Alter von 80 Jahren ^{1, 33, 39, 43}.

Auch über verringerte Renin-, Angiotensin II- und Aldosteronsekretion im Rahmen des RAAS kommt es zu geringerer Natriumretention und damit auch zu weniger Wasserretention durch die Niere ^{4, 33, 36, 44}. Eine verminderte Rezeptorsensitivität auf ADH lässt die Niere weniger Wasser zurückresorbieren ^{1, 3, 36}. Mit abnehmender Osmorezeptorempfindlichkeit sinkt im Alter auch das Durstgefühl, welches einer der Hauptgründe dafür ist, dass auch ältere Menschen ohne kognitive Einschränkungen und trotz zur Verfügung stehender Getränke oft weniger trinken ^{2, 3}. Die Inzidenz von Inkontinenz bei zunehmender Immobilität als auch Dysphagie nimmt zu und sorgt für eine bewusste oder unbewusste Restriktion der Flüssigkeitsaufnahme ^{5, 6, 8}. Medikamente, vor allem Diuretika, Laxantien, ACE-Hemmer und nichtsteroidale Antiphlogistika (NSAID) und indirekt über die Erhöhung der Körpertemperatur auch z.B. Levothyroxin, Selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer (SSRI), atypische Antipsychotika, Trizyklische Antidepressiva, Carbamazepin, Ancholinergetika und Antihistamine, nehmen Einfluss auf den Flüssigkeitshaushalt und können zur Entwicklung einer Dehydratation führen ^{6, 34, 45-48}. Die Nahrungszusammensetzung kann sich dahingehend verändern, dass weniger Salz gegessen wird ⁴⁷.

Auch eingeschränkte kognitive Fähigkeiten hervorgerufen durch akute Krankheitszustände wie Delirium und Verwirrung sowie Erkrankungen wie Depression und Demenz können die Flüssigkeitsaufnahme behindern ^{6-8, 33}. Besonders bei kognitiven Einschränkungen wie Demenz ist das Risiko für eine Dehydratation durch die zunehmende Vergesslichkeit, die veränderte Wahrnehmung und Unruhe noch weiter erhöht ^{8, 49}. Es ist zu beachten, dass Delir und Dehydratation

sehr eng zusammenhängen und das eine zum anderen führen kann, also ein Delir sowohl Ursache als auch Folge der Dehydratation sein kann.

Die soziale und häusliche Situation verändert sich im Alter oft Richtung Isolation oder Pflegeheim, was wiederum einen negativen Einfluss auf die Flüssigkeitszufuhr ausüben kann, da die Nahrungsaufnahme oft mit kulturellen und sozialen Gewohnheiten verknüpft ist, und dieser Zusammenhang in der stationären Pflege oft nicht gegeben ist. Daneben können auch Probleme mit der individuellen Unterstützung besonders der an Demenz erkrankten Bewohner auftreten, da diese stark von der Betreuungsdichte durch die Mitarbeiter und deren spezieller Schulung abhängig ist^{8, 50, 51}.

Die Entwicklung einer Dehydratation wird durch Schmerzen, akute Erkrankungen (vor allem Diarrhö und Erbrechen, Infektionen (hier vor allem Pneumonien und Harnwegsinfekte)), aber auch chronische Erkrankungen, Exsudation (aus Brand- und anderen Wunden), Fieber, Blutungen, Operationen, Traumata, erhöhte Umgebungstemperatur und anderem physikalischen Stress gefördert^{8, 33, 34, 52, 53}. Zusammengefasst sind sowohl das höhere Alter als auch die Multimorbidität des älteren oder geriatrischen Patienten Faktoren, die einer besonderen Gefährdung des Patienten für eine Dehydratation zu Grunde liegen.

Tabelle 1: Übersicht über die Ursachen für die Dehydratation beim älteren Menschen

Verminderte Wasseraufnahme	Vermehrte Flüssigkeitsverluste
Abnahme der Nierenfunktion Erniedrigte GFR und Kreatininclearance Niedrige Renin- und Aldosteronspiegel Verminderte ADH-Rezeptorsensitivität	
Vermindertempfinden	Medikamente
Inkontinenz	Erhöhte Umgebungstemperatur
Immobilität	Exsudation
Dysphagie	Blutungen
Akute Krankheitszustände (Delir, Operationen)	Akute Krankheitszustände (Diarrhö, Erbrechen, Infektion)
Veränderte soziokulturelle Situation	Chronische Krankheit
Pflegedefizite	

1.4 Folgen

Durch Kompensationsmechanismen wie Mobilisierung von Flüssigkeit aus dem transzellulären Kompartiment können Verstopfungen, Harnwegsinfektionen und Nephrolithiasis gefördert werden^{6, 54, 55}. Der Mangel an Flüssigkeit im intravaskulären Raum ist ursächlich für orthostatische Dysfunktion und Schwindel beim Aufstehen, was wiederum gerade bei älteren Patienten zu Stürzen und damit einhergehend auch zu Frakturen führen kann^{7, 54}. Generell äußert sich Dehydratation bei älteren Patienten oft durch Schwindel, Verwirrheitszustände bis hin zum Delir und kognitiven Einschränkungen, da auch das Hirngewebe Flüssigkeit abgibt und damit funktionell eingeschränkt ist^{10, 56-58}. Außerdem kann Dehydratation Einfluss auf Emotionen nehmen und für eine weniger ausgeglichene Stimmungslage sorgen^{11, 59}.

Die Wundheilung ist durch Dehydratation und die eingeschränkte vaskuläre Versorgung erschwert^{6, 54, 60}. Embolien und Apoplex stehen über die höhere Blutviskosität im kausalen Zusammenhang mit intravaskulärem Wassermangel⁶¹.

Murray et al¹², Sawka et al⁶² und Armstrong et al⁶³ zeigen mit ihren Studien, dass eine ausreichende Hydrierung zu besseren sportlichen Leistungen führt und umgekehrt physische Leistungsfähigkeit durch Dehydratation beeinträchtigt wird. Schon Verluste von 2% des Gesamtkörperwassers haben laut Kleiner et al⁵⁵ einen negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit.

Insgesamt verschlechtert sich die Gesundheit älterer Menschen durch Dehydratation noch mehr, so dass häufigere und verlängerte Krankenhausaufenthalte sowie erhöhte Morbidität und Mortalität die Folge sind^{14, 42, 60}. El-Sharkawy et al⁹ geben an, dass Patienten über 65 Jahre mit bei Aufnahme diagnostizierter Dehydratation gegenüber nicht dehydrierten Patienten gleichen Alters ein ums 6fache erhöhte Risiko haben, im Krankenhaus zu sterben. 79% der im Krankenhaus gestorbenen Patienten waren laut der Studie bei Aufnahme dehydriert⁹. Laut Molaschi et al⁶⁴ beträgt die Patientensterblichkeit im Krankenhaus bis zu 71% für dehydrierte ältere Patienten. Auch Warren et al¹³ führen mit 48% eine hohe 1-Jahres-Mortalität für über 65-jährige Patienten mit der Hauptdiagnose Dehydration bei Aufnahme an. Durch Dehydratation Kosten im Gesundheitssystem verursacht. Xiao et al¹⁴ zufolge wurden im Jahr 1999 in den USA für Krankenhausaufenthalte mit der Hauptdiagnose Dehydratation 1,14 Milliarden Dollar ausgegeben. Frangeskou et al⁶⁵ geben an, dass die direkten Kosten des Krankenhausaufenthaltes je nach Ausmaß der zum Aufenthalt führenden Dehydratation um 7 bis über 8,5% steigen.

1.5 Therapie

Die Dehydratation und ihre oben genannten Folgen sind neben der Behandlung der Ursachen des Flüssigkeitsverlustes durch ausreichende Flüssigkeitszufuhr gut zu therapieren und zu verhindern. In der Prävention und in der Therapie bei leichter Dehydratation reicht eigenständiges Trinken ausreichender Mengen aus, um die Homöostase wiederherzustellen oder zu schützen.

Bei höhergradiger Dehydratation sind Infusionen Therapie der ersten Wahl. Diese können unterschieden werden in intravenöse, intraossäre und subkutane Flüssigkeitszufuhr. Intraossäre Zugänge spielen vor allem in der Notfalltherapie (bei Kindern) und bei erschwerten Bedingungen für die Platzierung von intravenösen Kathetern eine größere Rolle, werden aber derzeit bei der Hydrierung von älteren Patienten durch subkutane Infusionen abgelöst^{15, 66, 67}. Intravenöse Infusionen sind allerdings nach wie vor der klinisch am häufigsten gebrauchte Zugangsweg. Die zu verabreichende Infusionslösung wird durch die Form der Dehydratation bestimmt⁶⁸: Eine isotone Dehydratation kann mit Ringerlösung behandelt werden. Eine Infusion zur Therapie einer hypotonen Dehydratation sollte zur Wiederherstellung des osmotischen Gleichgewichts auch Natrium-Ionen enthalten und zur Verhinderung einer zentralen pontinen Myelinolyse langsam infundiert werden⁶⁹. Eine hypertone Dehydratation kann mit 5%-iger Glukoselösung oder 0,45%-iger Natriumchloridlösung therapiert werden.

In der Prävention werden Aufklärung der Patienten und der Altenpfleger, häufigere Trinkerinnerungen (auch durch Angehörige), Bereitstellung einer größeren Vielfalt an verschiedenen Getränken und Anpassung der Trinkmenge an Medikation und Umgebung propagiert^{7, 70, 71}. Die Angaben zur empfohlenen täglichen Trinkmenge unterscheiden sich für gesunde Menschen schon recht stark und schwanken zwischen 1,7 Liter täglich⁵², 1,5-2 Liter⁷² sowie 2,2 (für Frauen) beziehungsweise 2,9 Liter (für Männer) über den Tag verteilt⁵⁵. Andere Berechnungen stützen sich auf das ausgeschiedene Urinvolumen (Soll = Urinvolumen + 500 ml/Tag)⁷³. Bei älteren Menschen gibt es durch Komorbiditäten und Polymedikation noch mehr variable Faktoren, die die Trinkmenge mitbestimmen.

Bei Euhydratation und schwieriger Diagnostik können Infusionen allerdings zur Überwässerung führen und damit gefährlich für die Patienten werden. Die Therapieentscheidung mit ihrer Tragweite muss sich daher auf eine sichere Diagnostik stützen können.

1.6 Assessment

Zur Diagnostik einer Störung des Flüssigkeitshaushaltes werden neben den klinischen Zeichen einer Hyper- oder Dehydratation auch Laborwerte und apparative Diagnostik wie die Sonographie und Bioimpedanzanalysen herangezogen. Es existiert kein nicht-invasiver Goldstandard für die Diagnostik einer Dehydratation^{8, 22, 74-76}, aber vorwiegend wird mit Serumosmolalität oder –osmolarität⁷⁶⁻⁷⁸ und Änderung des Körpergewichts über einen Zeitraum von 7 Tagen²² oder Beidem^{8, 79} gearbeitet. Der invasive aber daher nur bedingt einsetzbare Goldstandard ist die Messung des zentralen Venendruckes (ZVD) mittels zentralem Venenkatheter (ZVK)^{80, 81}.

1.6.1 Klinik

Klinische Symptome einer Dehydratation sind ab einem Flüssigkeitsverlust von 1% des Gesamtwassergehaltes zu erwarten, aber spätestens ab einem Verlust von 3% des Gewichts wird von Dehydratation gesprochen^{76, 82}.

Als kostengünstiges und schnelles Verfahren bietet sich die klinische Untersuchung von Patienten in Bezug auf Störungen des Flüssigkeitshaushaltes an. Allerdings sind die klinischen Zeichen einer Dehydratation gerade bei älteren Menschen und im Fall einer leichten oder beginnenden Dehydratation oft nicht vorhanden oder unsicher²².

Zu den klinischen Zeichen einer Dehydratation werden

- stehende Hautfalten/veränderter Hautturgor,
- trockene Haut,
- trockene Schleimhaut,
- rissige, trockene Zunge,
- trockene Achselhöhlen,
- hallonierte Augen,
- Agitiertheit,
- Somnolenz,
- Verwirrtheit,
- Durst,
- eine erhöhte Rekapillarierungszeit,
- und verminderte/r Tränen- und Speichelfluss/-produktion gezählt.

Der Nachweis von verändertem Hautturgor, trockener Schleimhaut und trockenen Achselhöhlen war in Studien an älteren Patienten am häufigsten und aussagekräftigsten mit einer Dehydratation assoziiert^{29, 83}, während hallonierte Augen und erhöhte Rekapillarierungszeit als diagnostisch ungenau eingeschätzt wurden^{79, 84, 85}. Aber auch die überwiegend positiv bewerteten Parameter sind bei älteren Menschen nur eingeschränkt einsetzbar, da diese einen durch die Veränderung des Kollagens verminderten Hautturgor oder durch Mundatmung oder (vor allem anticholinerge) Medikamente bedingte trockene Schleimhaut beziehungsweise trockene Zunge zeigen können^{7, 22, 86-88}. Trockene Haut kann zum Beispiel durch Heizungsluft oder veränderte Hautpflege hervorgerufen werden und durch den Abbau von periorbitalem Fett können die Augen älterer Menschen auch ohne Dehydratation halloniert wirken⁸⁹.

Während bei gesunden Erwachsenen Durst ein guter Indikator für Dehydratation ist, nimmt im Alter mit der Osmorezeptorempfindlichkeit auch das Durstgefühl ab, so dass das Vorliegen von Durst keine sichere Aussage über eine mögliche Dehydratation zulässt^{2, 79}. Verwirrtheit dient Gross et al⁹⁰ als Marker für eine Dehydratation bei älteren Patienten, sollte aber im Zusammenhang mit der Anamnese und klinischen Zeichen gesehen werden. Schwere Dehydratation führt oft zu Somnolenz oder Agitiertheit, allerdings können diese bei älteren Menschen auch als Nebenwirkungen von Medikamenten oder bei physischem oder psychischem Stress anderer Genese auftreten^{52, 91}.

Fehlende Tränen bei weinenden unter 3-jährigen Kindern werden zu den 4 besten Parametern zur Detektion einer Dehydratation bei Kindern gezählt, sind aber genauso wie verminderte Speichelproduktion bei älteren Menschen aufgrund des Einflusses von anticholinergem Medikation als diagnostische Faktoren nur eingeschränkt nutzbar^{7, 22, 92, 93}.

1.6.1.1 Skalen

Bei Kindern mit Diarrhö wurden Skalen mit klinischen Parametern zur Diagnostik einer Dehydratation wie vor allem die Klinische Dehydratationsskala (CDS) und die Gorelick-Skala vor der WHO-Skala generell als gut einsetzbar gewertet und bei Hinzunahme von Laborwerten (Elektrolyte, pH, Harnstoff, Serumbikarbonat) als noch aussagekräftiger bezeichnet⁹³⁻⁹⁶.

Tabelle 2: Übersicht über die für Kinder verwendeten Dehydratationsskalen

Assessmentinstrument	Erfassung der Dehydratation durch	Auswertung und Bewertung durch
<p>CDS – Skala (Clinical Dehydration Scale) für Kinder im Alter von 1 Monat bis 3 Jahren ⁹⁷</p>	<p>4 Indikatoren für Dehydratation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dehydrierte Gesamterscheinung (in Bezug auf Durst, Somnolenz, Agitation, kalte Haut und Schwitzen) - hallonierte Augen - trockene Schleimhäute - verminderte Tränenproduktion 	<p>Punktebewertung (pro Parameter) mit</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0 Punkten bei Normalzustand - 1 Punkt bei verändertem Zustand - 2 Punkten bei sehr verändertem Zustand <p>Richtung Dehydratation Erreichbarkeit eines Gesamtwertes auf einer Skala zwischen 0 (keine Dehydratation) und 8 Punkten (Dehydratation)</p>
<p>Gorelick- Skala für Kinder im Alter von 1 Monat bis 5 Jahren ⁹³</p>	<p>10 Indikatoren für Dehydratation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dehydrierte Gesamterscheinung - verlängerte Rekapillarierungszeit - trockene Schleimhäute - verminderte Tränenproduktion - hallonierte Augen - schnelle +/- tiefe Atmung - schwacher Puls - verminderte Hautelastizität - erhöhte Herzfrequenz - verminderte Urinmenge 	<p>Zuordnung der Indikatoren zum normalen Zustand oder dehydrierten Zustand</p>
<p>WHO- Skala für Kinder im Alter von 1 Monat bis 5 Jahren ⁹⁸</p>	<p>4 Indikatoren für Dehydratation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - schläfrige Gesamterscheinung - hallonierte Augen - starker Durst, gestörtes Trinken - verminderte Hautelastizität 	<p>Zuordnung der Indikatoren zur Spalte A, B und C</p> <p>(je nach Anzahl der zu den Spalten A (keine Dehydratation) bis C (Dehydratation) zugeordneten Parametern kann eine Dehydratation diagnostiziert werden)</p>

Für die Diagnose einer Dehydratation bei älteren Menschen erscheinen die bisherigen Skalen weniger hilfreich. Taniguchi et al ⁹⁹ schlagen folgende 6 Indikatoren zur Identifikation einer Prä-Dehydratation vor: weibliches Geschlecht, BMI, Diuretikaeannahme, Laxantieneinnahme, trockene Haut und das Verlangen nach gekühlten Getränken. Die Checkliste zur Untersuchung des Dehydratationsrisikos (DRAC) (s. Anhang) von Mentès et al ¹⁰⁰ beinhaltet Informationen zum gesundheitlichen Zustand, eingenommenen Medikamenten, Verhalten der Flüssigkeitsaufnahme und Laborwertabweichungen. Allerdings konnte in einer Studie von Bulgarelli et al ¹⁰¹ für diese Checkliste keine statistische Signifikanz in der Identifikation des Dehydratationsrisikos nachgewiesen werden.

Im Cochrane Review von Hooper et al ⁸ wird nur der Nachweis von trockenen Achselhöhlen als einziger klinischer Parameter mit einer hohen Sensitivität und Spezifität bei der Diagnostik einer Dehydratation bei älteren Menschen genannt. Außerdem sind in der Analyse vorliegende Müdigkeit, fehlende Flüssigkeitsaufnahme zwischen den Mahlzeiten, der Nachweis per Bioimpedanzanalyse, erhöhte Urinosmolalität und verminderte Flüssigkeitszufuhr sensitiv und spezifisch genug, um allein für die Diagnostik einer Dehydratation heran gezogen zu werden ⁸.

1.6.2 Vitalzeichen

Ein Gewichtsverlust von $\geq 3\%$ über 7 Tage ist einer der am häufigsten verwendeten Parameter zur Diagnostik einer Dehydratation und Goldstandard bei Kindern ^{93, 102}. Auch bei Erwachsenen und Sportlern sowie älteren Patienten wird die Gewichtsveränderung als wichtiger diagnostischer Marker verwendet ^{8, 22, 75, 76, 79}. Im klinischen Setting, insbesondere bei der stationären Aufnahme, ist oft das Gewicht der letzten Tage nicht bekannt. Außerdem wird es bei älteren Menschen durch viele Faktoren wie Medikamente und Komorbiditäten mitbeeinflusst und kann daher nicht generell zur Diagnostik der Dehydratation herangezogen werden ^{6, 75, 82, 84}. Verringertes intravasales Volumen führt nach der Kontinuitätsbedingung zu niedrigerem Blutdruck und schwächerem Puls aber zum Ausgleichen der Minderversorgung des Gewebes zu einer erhöhten Atem- und Herzfrequenz ^{103, 104}. Erhöhte Atemfrequenz, erhöhte Herzfrequenz und schwacher Puls werden bei der Gorelick Skala zur Diagnostik von Dehydratation bei Kindern herangezogen ⁹³. McGee et al ⁷⁹ zeigen eine Erhöhung der Herzfrequenz bei Blutverlust auf. Chevront et al ¹⁰³ können der Herzfrequenz als diagnostischem Parameter für die

Dehydratation bei jungen gesunden Probanden eine gute Spezifität aber eine schlechte Sensitivität nachweisen. Der Blutdruck wie die Herzfrequenz können neben einer Dehydratation auch aufgrund von chronischer Erkrankung, Medikamenten und langer Bettruhe absinken²² oder durch vorliegende Infektion und Komorbiditäten wie Herzinsuffizienz steigen^{104, 105}. Daher haben sich bei der Untersuchung von älteren Patienten eine Veränderung des Blutdrucks und eine Herzfrequenzveränderung bei Dehydratation nicht als diagnostisch sinnvoll erwiesen.

1.6.3 Laborchemische Untersuchungen

In der Vorbereitung der stationären Aufnahme wird meist eine Laboruntersuchung durchgeführt und die Resultate sind innerhalb weniger Stunden verfügbar, so dass im klinischen Setting Laborwerte gut für die Diagnostik einer Störung des Flüssigkeitshaushaltes benutzt werden können. Die Laborwerte werden vor dem Hintergrund gewertet, dass vor allem bei reinen Wasserverlusten die Konzentration der im Blut verbleibenden Teilchen höher ist.

Bisher sind vor allem erhöhte Serum- oder Plasmaosmolalität und –osmolarität als diagnostische Marker einer (hypertonen) Dehydratation akzeptiert^{8, 76-78, 106, 107}. Osmolalität beschreibt dabei die auf die Masse bezogene Stoffmenge, während Osmolarität sich auf das Volumen der Lösung bezieht. Folgende Formel zur Berechnung der Osmolarität ($\text{mosm/l} = 1,86 \times (\text{Natrium} + \text{Kalium}) + 1,15 \times \text{Glukose} + \text{Harnstoff} + 14$ (alles in mmol/l) zeigt im Vergleich zu 37 weiteren Formeln die genauesten Ergebnisse¹⁰⁶. Serum- oder Plasmaosmolarität über 295 mosm/l oder Serum- oder Plasmaosmolalität über 295 mosm/kg werden als Cut-off-Werte einer Dehydratation genannt^{76-78, 82, 106, 107}. Dem uneingeschränkten Einsatz dieser Parameter stehen die Wiederherstellung der Balance durch funktionstüchtige Nieren sowie der Einfluss von Harnstoff, Glukose und Lipide auf die Werte im Weg^{108, 109}. Auch erhöhte Serumnatriumwerte von über 145 mmol/l werden für die Diagnose einer hypertonen Dehydratation herangezogen, werden aber ebenso wie Osmolarität und Osmolalität verändert, da Natrium der wichtigste Parameter der Formel zur Berechnung der Osmolarität und Osmolalität ist^{22, 110-112}.

Zu weiteren Parametern, die im Falle einer Erhöhung im Serum oder Plasma für die Diagnose einer Dehydratation herangezogen werden, gehören Harnstoff, Kreatinin, Albumin, das Gesamteiweiß, Hämoglobin und Hämatokrit⁷³. Kreatinin hat den Nachteil, dass eine eingeschränkte Nierenfunktion sowie Muskelabbau zu erhöhten

Werten führt und auch die Harnstoffwerte sind bei einer gestörten Nierenfunktion ebenso erhöht, so dass bei älteren Menschen beide Parameter schon generell eher erhöht sind ¹¹³. Die Messung von Albumin und Gesamteiweiß kann bei eingeschränkter Synthese der Eiweiße durch die Leber, vermehrter Ausscheidung bei Nierenerkrankungen wie dem nephrotischen Syndrom sowie Mangelernährung niedrigere Werte ergeben und damit eine Dehydratation kaschieren. Die Hämoglobin- und Hämatokritwerte sind bei gleichzeitig vorliegender Anämie niedriger, hingegen bei Hitze und körperlicher Belastung höher und so zwar häufig genutzt aber umstritten in der Aussagekraft für die Diagnostik einer Dehydratation ^{111, 114, 115}. Mit einem erhöhten CRP kann nur eine Ursache der Dehydratation, ein Infekt, nachgewiesen werden, so dass mit erhöhten Infektparametern die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen oder Entstehen einer Dehydratation steigt ⁸. Auch zur Nutzung des Parameters ADH gibt es verschiedene Ergebnisse. Einerseits ist die Analyse aufwendig, aber andererseits korrelieren erhöhte ADH-Werte im Serum oder Plasma gut mit dem Flüssigkeitshaushalt ^{116, 117}. Zu weiteren bestimmbar Parametern gehören auch ANP und Angiotensin II, deren Werte in den wenigen vorliegenden Studien nicht gut mit der Dehydratation korrelieren ^{20, 118}. Laborparameter eignen sich wegen der verschiedenen Einflüsse nur bedingt zur Diagnose einer Dehydratation, ihre interindividuelle Variabilität in älteren Teilen der Bevölkerung stellt auch die Nutzung von Referenzwerten in Frage ¹¹¹.

Tabelle 3: Übersicht über bei Dehydratation veränderte Laborparameter

Laborwerte/ Dehydratation	hypoton	normoton	hyperton
Osmolarität/ Osmolalität	<275mosm/l <275mosm/kg	275-295mosm/l 275-295mosm/kg	>295mosm/l >295mosm/kg
Natrium	<135mmo/l	135-145mmol/l	>145mmol/l
Harnstoff	↑	↑	↑
Kreatinin	↑	↑	↑
Albumin	↑	↑	↑
Gesamteiweiß	↑	↑	↑
Hämoglobin	↑	↑	↑
Hämatokrit	↑	↑	↑

↑ : bei Dehydratation wird ein höherer Wert gemessen

Auch Urin ist eine Körperflüssigkeit, die schnell und kostengünstig untersucht werden kann. Die Farbe des Urins lässt Aussagen über die Flüssigkeitszufuhr zu ¹¹⁹. Mit der Farbskala von Armstrong et al ¹²⁰ (s. Anhang) kann die Farbe des produzierten Urins leicht einer von 8 Schattierungen zugeordnet werden. Dabei beschreibt eine Zuordnung zur 7. und 8. Schattierung der Skala eine Dehydratation im Patienten. Neben den Möglichkeiten der Verfälschung der Urinfarbe durch Nahrungsmittel und Medikamente sowie Pathologien (z.B. gelb-bräunlich verfärbter Urin bei verminderter Bilirubinkonjugation und -ausscheidung, rötlicher Urin bei Hämaturie) ist die Urinkonzentrierung durch die Nieren im Alter vermindert und daher die Benutzung der Farbskala bei älteren Menschen von geringerem Nutzen aber möglich ^{119, 120}. Komplizierter ist die Analyse der Urinosmolarität, die wiederum aber von den Urin-Parametern am deutlichsten für eine Dehydratation sprechen kann ⁷⁶. Die gemessene Urinosmolalität schwankt je nach Tageszeit, Art der zugeführten Flüssigkeit und Salzmenge in der Nahrung ^{74, 121}, ist aber laut Chevront et al bei der statischen Dehydratations-Diagnostik der am besten einsetzbare Urin-Parameter ⁷⁶. Die Diagnostik mit Morgenurin ergibt für Urinosmolalität und das spezifische Uringewicht stabilere Werte, wobei beide Parameter genau wie das Urinvolumen gut für die dynamische Untersuchung über einen Zeitverlauf geeignet sein sollen ^{74, 76}. Auch das spezifische Gewicht des Urins ist in der Analyse aufwendig. Das Urinvolumen korreliert wie auch das spezifische Uringewicht gut mit der Urinosmolalität ^{119, 122}, allerdings sind laut Hooper et al ^{8, 123} und Fortes et al ¹⁰⁵ sowohl die Farbe als auch das spezifische Gewicht des Urins, das Volumen und die Osmolalität des Urins im Rahmen der Dehydratations-Diagnostik bei älteren Patienten nicht präzise genug und sollten dafür nicht verwendet werden. Neben der Urinanalyse bieten sich auch Speichel und Tränenflüssigkeit zur Untersuchung auf eine Dehydratation an. Bei gesunden Probanden konnte mit der schnellen und einfachen Analyse der Osmolalität der Tränenflüssigkeit die aktive Dehydratation mittels sportlicher Betätigung nachgewiesen werden ¹²⁴. Fortes et al ¹⁰⁵ empfehlen die Untersuchung der Osmolalität des Speichels bei älteren Patienten aufgrund der von ihnen gemessenen diagnostischen Genauigkeit dieses Parameters. Einer anderen Argumentation zufolge können wegen der interindividuellen Variabilität dieses Parameters schlecht Cut-off-Werte festgelegt werden ⁷⁶.

1.6.4 Sonographie

Die Sonographie hat als breit verfügbares, kostengünstiges und nebenwirkungsfreies, nicht-invasives Verfahren ein großes Einsatzgebiet in der Medizin.

Mit der Sonographie kann an Blutgefäßen sowohl der (Gefäß-)Durchmesser bestimmt werden als auch in den Gefäßen mittels Doppler-Sonographie die Flussgeschwindigkeit, die wiederum Rückschlüsse auf das Blutvolumen zulässt.

Für die Messung des intravaskulären Flüssigkeitsvolumens bieten sich folgende in Studien untersuchte Messpunkte an: Vena cava inferior (VCI), Vena subclavia, Vena jugularis interna, periphere Venen wie Unterarm- oder Beinvenen, der rechte Ventrikel und die Harnblase.

Der Diameter der VCI ändert sich mit dem zentralen Venendruck und intravaskulärem Volumen. Eine Verringerung des VCI-Diameters bei Inspiration ist physiologisch, da der negative intrathorakale Druck und der positive intraabdominelle Druck auf die Vene einwirken. Außerdem verringert sich der Durchmesser in der ventrikulären Systole. Dementsprechend nimmt der Diameter der VCI während der Expiration mit umgekehrten Druckverhältnissen wieder zu.

Die VCI kann mittels folgenden unterschiedlichen Schallkopfpositionen dargestellt werden: auf Höhe der mittleren oder vorderen Axillarlinie sowie subxiphoidal und dabei entweder im kranio-kaudalen Sagittalschnitt oder im medio-lateralen Transversalschnitt. Es existiert kein einheitlicher Standard. Das subxiphoidale Schallfenster in anterior-medianer Position des Schallkopfes hat sich im routinemäßigen Einsatz in der Notfall- und Intensivmedizin bewährt^{16, 125, 126}. Dabei ist eine möglichst kraniale Anlotung der VCI transhepatisch am Übergang in den rechten Vorhof des Herzens von Vorteil, um Darmgasüberlagerungen zu vermeiden¹²⁷. Bei Traumata oder Verbänden in dieser Region oder bei schlechter Darstellbarkeit der VCI bei Darmgasüberlagerungen oder Adipositas kann auch die Schallkopfposition in der vorderen oder mittleren Axillarlinie gewählt werden^{128, 129}. Die Messergebnisse in der vorderen Axillarlinie gleichen dabei denen in der mittleren Axillarlinie¹³⁰.

Für die Messungen der VCI (insbesondere Flussgeschwindigkeitsbestimmungen) eignet sich der Sagittalschnitt besser als der transversale, allerdings besteht beim Sagittalschnitt die Gefahr den Schallkopf zu weit nach lateral der VCI zu bewegen und damit kleinere Durchmesser der Vene zu messen^{16, 125, 131}. Die Richtlinien zur

echokardiographischen Quantifizierung der Herzkammern der amerikanischen Gesellschaft für Echokardiographie empfehlen die subkostale Messung des maximalen VCI-Diameters im Sagittalschnitt¹³². Außerdem sollte der Durchmesser direkt kaudal der Lebervenen und circa 1-2 cm kaudal der Einmündung der Vena cava in den rechten Ventrikel gemessen werden¹³². Aber auch beim Transversalschnitt werden je nach kranial-kaudalen Positionen des Schallkopfes und Atembewegungen unterschiedliche Durchmesser gemessen¹³³.

Weiterhin nimmt die Lagerung des Patienten Einfluss auf die gemessenen Werte, so wird der Durchmesser der VCI in der links lateralen Lage am kleinsten und in der rechts lateralen Lage am größten gemessen¹³⁴. Daher wird die Messung in Rückenlage empfohlen¹³². Die Darstellung der VCI ist des Weiteren auch mittels transoesophagealer Echokardiographie (TEE) gut möglich¹²⁷.

In der Notfall- und Intensivmedizin nimmt die Messung des Durchmessers der VCI alleine oder als Teil z.B. des RUSH-Protokolls (Rapid Ultrasound for Shock and Hypotension) schon einen großen Stellenwert ein^{16, 135, 136}. Hooper et al⁸ zweifeln die Aussagekraft des Diameters der VCI bei hypertoner Dehydratation an, da diese vor allem zu intrazellulären Wasserverlusten und weniger zu intravaskulären Flüssigkeitsverlusten führt. Studien an Patienten vor und nach Hämodialyse, vor und nach Diuretikagabe sowie im hypovolämischen Schock bei Blutverlusten und vor und nach Blutspende haben aber gezeigt, dass der sonographisch gemessene minimale, mittlere und maximale Durchmesser der VCI (in Ex- und Inspiration) den Hydrierungszustand und den Volumenstatus gut beschreibt^{18, 137-143}. So verringerte sich bei hypovolämischen Patienten der maximale Durchmesser zu der Kontrollgruppe um 6,3 mm und bei Patienten nach Blutspende von 0,45 Litern um 5,5 mm (und der minimale Durchmesser um 5,16 mm)^{137, 144}.

Die Cut-off-Werte für den mittleren Durchmesser der VCI zur Dehydratationsdiagnose bei erwachsenen Patienten werden mit $<(14-) 10$ mm angegeben⁷³.

Weiterhin zur Diagnostik einer Dehydratation verwendet wird die Veränderung des VCI-Diameters durch die Zunahme des Durchmessers der VCI bei Expiration und Abnahme des Durchmessers bei Inspiration oder starker nasaler Inspiration wie dem Sniff-Manöver (gemessen mit Hilfe des M-Mode)^{132, 143}.

Die Darstellung des Größenunterschiedes der VCI zwischen Expiration und Inspiration kann durch die Berechnung des Kollapsindex (Durchmesser der VCI bei Expiration – Durchmesser der VCI bei Inspiration oder (Durchmesser der VCI bei Expiration

– Diameter der VCI bei Inspiration)/ Diameter der VCI bei Expiration) erfolgen ^{18, 141}. Cheriex et al ¹⁴⁵ und Bosmann et al ⁷³ diagnostizieren bei erwachsenen Patienten Dehydratation bei einem Kollapsindex von über 75% während Stawicki et al ¹⁸ einen Index von über 60% und Nagdev et al ¹⁷ einen Kollapsindex von über 50% vorschlagen. Lang et al ¹³² geben an, dass ein normaler Druck vor dem rechten Vorhof bei Kollaps der VCI von <2,1 cm auf <1 cm während des Sniff-Manövers vorliegt. Bei der Untersuchung von Kindern auf eine Dehydratation scheint der Kollapsindex weniger geeignet zu sein ¹⁴⁶. Besonders der maximale VCI-Diameter (in Expiration) korreliert gut mit dem zentralen Venendruck ^{147, 148}. Laut Sridhar et al ¹²⁶ und Kosiak et al ¹⁶ unterscheiden sich die Diameter der VCI interindividuell (vor allem bei Kindern). Die Unterschiede sind nicht mit Körperoberflächen- oder BMI-Berechnungen auszugleichen ¹⁴⁵. Neuere Studien wie Gui et al ¹⁴⁹ hingegen postulieren, dass die Patientencharakteristika keinen großen Einfluss auf die Messwerte haben. Mit dem VCI-Aorta-Index können die vor allem bei Messungen an Kindern bedeutsamen interindividuellen Größenunterschiede im Durchmesser der VCI ausgeglichen werden ^{16, 126, 146, 150}. Chen et al ¹¹⁵ legen für 7- bis 16-jährige Kinder einen Cut-off-Wert für den VCI-Aorta-Index von 0,8 fest. Auch Sridhar et al ¹²⁶ halten mit 0,7 einen Cut-off-Wert für Erwachsene zur Dehydratationsdiagnostik bereit. Weitere Einschränkungen in der sonographischen Diagnostik mittels VCI-Diameter finden sich bei beatmeten Patienten, bei denen der sonographisch erhobene VCI-Diameter und gemessene zentrale Venendruck schlecht korrelieren ⁸¹. Auch physiologisch vergrößerte VCI-Diameter bei (Leistungs-)Sportlern v.a. Schwimmern und Komorbiditäten wie Herzinsuffizienz und vergrößerte aortale Diameter bei Aortenaneurysmata sind bei der Diagnosestellung zu berücksichtigen ^{151, 152}.

Im Allgemeinen das größte Potential bietet die Ultraschalldiagnostik in Serienmessungen am gleichen Patienten ¹³⁹.

Generell werden die Messungen der VCI also als geeignet zur Volumen- und Hydrationsdiagnostik bezeichnet, allerdings gibt es dazu bisher keine Studien an älteren Patienten.

Neben den Messungen im B-Bild kann auch durch die Bestimmung der Flussgeschwindigkeit des Blutes mittels Doppler in der VCI der intravasale Volumenzustand dargestellt werden. Nach der Kontinuitätsgleichung fließt das gleiche Volumen an Flüssigkeit schneller durch ein Rohr mit kleinem Durchmesser

als durch eines mit größerem Durchmesser, so dass das pro bestimmten Zeitabschnitt durchgeflossene Volumen gleich bleibt. Demnach ist die in der VCI mittels Doppler dargestellte Flussgeschwindigkeit im Fall einer Dehydratation höher. Auch das Flussprofil der mittels Duplex-Sonographie untersuchten Venen kann über eben jenen auf den Venenpuls übertragenen Mechanismus Aussagen über den Volumenstatus zulassen. Die Höhe der Amplituden des zweigipfeligen Venenpulses verändert sich bei Dehydratation, so dass die präsystemische erste (a-Welle) und die systemische zweite (c-)Welle im Venenpuls höher aber der systemische Kollaps (x-Senke) bei vorliegender Dehydratation (ohne weitere Komorbiditäten oder Einflüsse) tiefer ausfallen als bei Euhdratation ^{153, 154}. Aber auch dies wurde bisher nicht in Studien untersucht.

Es existieren bislang nicht viele Studien zur Dehydratationsdiagnostik mittels sonographischer Untersuchung anderer Venen. Die Untersuchung der Vena jugularis interna, peripher Venen wie der Vena femoralis und Unterarmvenen und der Vena subclavia mit Messung des Durchmessers erfolgte in den vorliegenden Studien im Vergleich mit der invasiven Messung des zentralen Venendruckes. Einerseits ist der Durchmesser der Vena jugularis interna schnell zu messen, korreliert gut mit dem zentralen Venendruck und die Vene ist weitestgehend unabhängig vom BMI gut zugänglich für den Ultraschall, aber andererseits wird der Flüssigkeitsverlust mit zunehmendem Schweregrad der Dehydratation überschätzt ^{148, 155-157}. Auch periphere Venen wie die Vena femoralis oder Unterarmvenen sind durch ihre Lage gut zugänglich, so dass die sonographische Messung des Durchmessers schnell durchzuführen ist ¹⁵⁸. Dabei wird allerdings die Schwere der Dehydratation eher unterschätzt ¹⁵⁵. Die Vena subclavia überzeugt auch durch eine schnelle Durchführbarkeit der Durchmesser-Messung und zeigt gute Korrelationen mit dem invasiv gemessenen zentralen Venendruck ^{159, 160}. Insgesamt wird die VCI aber weiterhin als bestmöglicher Messpunkt angegeben ¹⁵⁹. Oberflächliche Venen werden leicht akzidentell von extern komprimiert und die Lagerung (der Extremität) nimmt bei der Untersuchung großen Einfluss ¹⁵⁷.

Weitere wenig untersuchte sonographische Parameter zur Diagnostik einer Dehydratation sind der Durchmesser des rechten Ventrikels und das Urinvolumen ^{161, 162}. Die Untersuchung des rechten Ventrikels ist Teil der Echokardiographie und damit eher fortgeschrittener Ultraschall, den nicht jeder Kliniker beherrscht. Bei älteren Patienten ist die Beeinflussung des Durchmessers des rechten Ventrikels

durch Herzinsuffizienz, Hypertrophe Kardiomyopathie und andere Komorbiditäten zudem sehr hoch. Die Messungen des Urinvolumens in der Harnblase korrelierten bei Kindern gut mit dem Hydrationszustand ¹⁶². Auch diese Untersuchung ist bei älteren Patienten durch Komorbiditäten wie Niereninsuffizienz und Inkontinenz nur eingeschränkt zur Dehydrationsdiagnostik zu benutzen.

1.6.5 Andere apparative Verfahren

Die Messung des zentralen Venendrucks (ZVD) über einen zentralen Venenkatheter (ZVK) ist Goldstandard und als klinisch apparatives Verfahren der Intensivmedizin zur Einschätzung des Volumenstatus etabliert ^{80, 81}. Als invasives Verfahren mit Nebenwirkungen wie Infektionen, katheterinduzierten Thrombosen und Arrhythmien ist es zur Erstdiagnostik bei nicht schwerkranken Patienten ohne ZVK ungeeignet.

Die Bioimpedanzmessung oder –vektoranalyse (BIA/BIVA), d.h. die nicht-invasive Messung des Gesamtkörperwassers über die Leitfähigkeit und Widerstand der einzelnen Kompartimente, wird vor allem experimentell benutzt um die fettfreie Masse und damit das Körperwasser zu berechnen. Im experimentellen Setting wird die BIA einerseits als aussagekräftiger Parameter in der Detektion einer Dehydratation, andererseits eher als Technik für die Verlaufskontrolle der Zusammensetzung der Körpermasse bezeichnet ¹⁶³⁻¹⁶⁵.

Auch experimentell wird die Analyse durch Isotopenverdünnung und Neuronenaktivierungsanalyse zur Bestimmung des Körperwassers verwendet und zeigt eine hohe Genauigkeit im Nachweis des Hydrationsstatus ⁸². Der große Zeitfaktor für das aufwändige technische Verfahren sowie der Kostenaufwand sprechen momentan gegen eine sinnvolle klinische Verwendung der Verfahren ⁸².

Insgesamt wird sich für die Zusammenstellung verschiedener Verfahren bei der Diagnostik der Dehydratation und gegen die Nutzung von einzelnen Parametern ausgesprochen ^{74, 75, 166, 167}.

1.7 Fragestellung

Es wurde schon gezeigt, dass die sonographische Untersuchung der Vena cava inferior zur Dehydratationsdiagnostik bei Kindern und Erwachsenen beitragen kann. Es existieren bislang keine Studien zur abdominalen Sonographie im Rahmen der Dehydratationsabklärung bei älteren Menschen. Dabei ist die Prävalenz von Dehydratation mit zunehmenden Alter höher und die Diagnostik mittels klinischen und laborchemischen Parametern auch aufgrund der physiologischen Veränderungen im Alter schwieriger. Daher sollen folgende Fragen im Rahmen dieser Studie geklärt werden:

- 1) Welche klinischen, laborchemischen und sonstigen Parametern eignen sich zum Nachweis einer Dehydratation bei älteren Patienten im Setting der Aufnahmesituation in der ZNA?
- 2) Kann die abdominale Sonographie bei über 65-jährigen Patienten einen Beitrag zur Dehydratationsdiagnostik leisten?
- 3) Wie stellt sich die diagnostische Effektivität der aus der abdominalen Sonographie entnommenen Marker der Dehydratation bei älteren Patienten dar?

2 PATIENTEN UND METHODEN

2.1 Patientenkollektiv

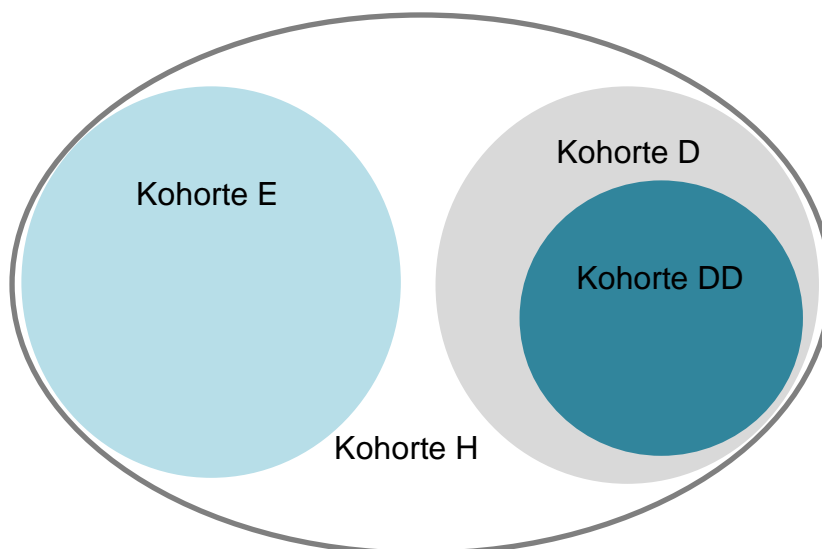
Im Zeitraum zwischen August 2014 und Februar 2015 wurden in der Zentralen Notaufnahme (ZNA) des Universitätsklinikums Mannheim im Rahmen dieser Studie 247 ältere Patienten klinisch, laborchemisch und sonographisch auf Störungen im Flüssigkeitshaushalt untersucht.

Eingeschlossen wurden alle in den internistischen Bereich der ZNA aufgenommenen Patienten mit einem Lebensalter ab 65 Jahren.

Zu den Ausschlusskriterien der Studie zählten ein Lebensalter unter 65 Jahren, die Aufnahme in den Schockraum und fehlende Einwilligungsfähigkeit (ggf. auch bei nicht erreichbaren gesetzlich bestellten Betreuern).

Zur Untersuchung der Fragestellung wurden die Patienten zunächst durch die sie betreuenden Internisten der ZNA anhand der klinisch untersuchten Parameter jeweils einer von drei Kohorten zugeordnet:

- Kohorte D: Patienten mit klinisch festgestellter Dehydratation bei Aufnahme in die Zentrale Notaufnahme
- Kohorte H: Patienten mit klinisch festgestellter Hyperhydratation bei Aufnahme in die Zentrale Notaufnahme
- Kohorte E: Patienten ohne Dehydratation oder Hyperhydratation



Kohorte D umfasste 119 Patienten, in Kohorte H fanden sich 7 Patienten und Kohorte E vereinigte 121 Patienten. Da aus den theoretischen Vorüberlegungen bekannt war, dass eine streng dichotome Einteilung nach Symptomen in dehydrierte und nicht dehydrierte Patienten problematisch sein würde, wurden in einem zweiten Schritt aus der Kohorte D diejenigen Patienten entfernt, bei denen zusätzlich zu den Dehydratationszeichen auch Zeichen einer Überwässerung bestanden. Aus Kohorte D wurden so diejenigen Patienten ausgegliedert, die gleichzeitig auch durch die Verfasserin dieser Arbeit klinisch festgestellte Zeichen einer Hyperhydratation (wie Ödeme oder Rasselgeräusche der Lunge) aufwiesen, so dass Kohorte DD entstand:

-Kohorte DD: Patienten mit klinisch festgestellter Dehydratation ohne Zeichen der Hyperhydratation bei Aufnahme in die Zentrale Notaufnahme

Zur Kohorte DD gehörten 78 Patienten. Kohorte DD konnte mit Kohorte E, also der Gruppe der euhydrierten Patienten, verglichen werden. Kohorte H wurde aufgrund der geringen Teilnehmeranzahl nicht mehr weiter in die Auswertung miteinbezogen. (Diese Untersuchung erfolgte in direktem zeitlichen Zusammenhang mit der Sonographie und der Erhebung der übrigen Daten durch die Verfasserin selbst.)

Tabelle 4: klinische Parameter zur Kohorteneinteilung im Rahmen dieser Studie

Klinische Zeichen für Dehydratation	Trockene Haut, trockene Schleimhaut, trockene Achselhöhlen, stehende Hautfalten, niedriger Blutdruck
Klinische Zeichen für Hyperhydratation	Halsvenenstauung, Rasselgeräusche bei der Auskultation der Lunge, Ödeme, Dyspnoe, hoher Blutdruck

2.2 Studiendurchführung

Alle Patienten bzw. deren gesetzlich bestellten Betreuer stimmten der Erhebung und Verwendung ihrer Daten freiwillig und schriftlich mittels informed consent zu. Die erhobenen Daten wurden vertraulich behandelt. Die Durchführung der Studie erfolgte mit Zustimmung der Ethikkommission II der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg (Ethik-Votum 2014-581N-MA) und in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki. Die Datenerhebung fand im Rahmen des Aufenthaltes der Patienten in der ZNA statt und verzögerte oder verhinderte den Ablauf in der ZNA in

keinem Fall. Für die Erhebung wurden die Zeiträume zwischen den klinisch indizierten diagnostischen und/oder therapeutischen Maßnahmen genutzt.

Mittels einer alphabetischen Liste wurden die sich jeweils in der ZNA befindlichen ab 65-jährigen Patienten randomisiert für die Studie ausgewählt. Durch die sie betreuenden Internisten wurden sie einer der Kohorten zugeordnet.

Die Erhebung wurde mit standardisierten Erhebungsbögen (s. Anhang) und in allen Kohorten identisch durchgeführt.

2.2.1 Sonographische Untersuchung des Abdomens

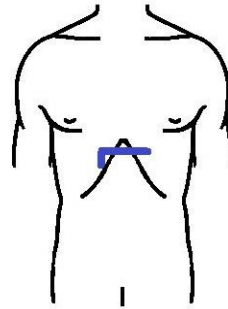
Die sonographischen Daten wurden mit einem portablen (Notebook) Ultraschallsystem der Firma SonoAce (MySonoU5) des Zentralen Medizinischen Ultraschalls erhoben. Dieses verfügte über einen 3,5 MHz Multifrequenz-Konvexschallkopf sowie B-Mode und M-Mode, farbkodierte Duplexsonographie und Pulsed- Wave Doppler. Das Ultraschallsystem entsprach der DEGUM-Kategorie III und war über die Universitätsmedizin Mannheim (UMM) registriert und für die Anwendung im Klinikbetrieb zugelassen. Die Untersuchungen wurden von der Verfasserin dieser Arbeit durchgeführt, nachdem sie eingewiesen und in der Anfertigung der vorgesehenen Bildschnitte trainiert war. Die erhobenen (Bild-)Daten wurden während der Untersuchung in die Erhebungsbögen übertragen und elektronisch, pseudonymisiert gespeichert. Sie standen weiterhin einer offline-Auswertung zur Verfügung.

Die sonographische Untersuchung erfolgte beim entspannt in Rückenlage positionierten Patienten und umfasste 4 Einstellungen (im B-Mode), mit denen die Aorta abdominalis (AA), die Vena cava inferior (VCI) und die Vena portae (VP) dargestellt wurden. (Hinweis: Die folgenden Ultraschallbeispielbilder wurden im Rahmen der Vorbereitung im Zentralen Medizinischen Ultraschall an einem anderen Ultraschallgerät erstellt und entstammen nicht dieser Studie.)

1. Vena cava inferior und Aorta abdominalis

In der subxiphoidalen Transversalschnittebene wurden die Aorta abdominalis (AA) und Vena cava inferior (VCI) dorsal der Leber kaudal des Abgangs der Nierenarterien im Querschnitt aufgesucht. In ventrodorsaler Schallotrichtung wurden die Durchmesser der AA und VCI im ersten Schritt mit möglichst wenig Kompression durch den Druck des Schallkopfes gemessen.

Abbildung 1.1: AA und VCI im Transversalschnitt, Schallkopfposition 1) zu Abb. 1



Im zweiten Schritt wurde der Druck des Schallkopfes senkrecht zur Bauchdecke bis zur durch den Patienten tolerierten Grenze gesteigert und erneut der Durchmesser der VCI vermessen.

Abbildung 1.2: AA und VCI im Transversalschnitt bei Kompression



2. Aorta abdominalis

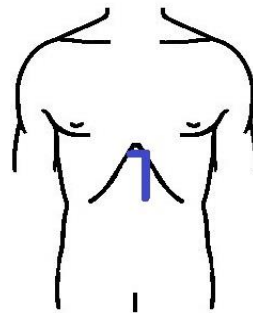
Durch eine Rotation des Schallkopfes um 90° in die subxiphoidale Sagittalschnittebene wurde die AA dorsal des linken Leberlappens eingestellt, durchgemustert und in Bezug auf Kaliberschwankungen und Arteriosklerose beurteilt. Die Kaliberschwankungen wurden eingeteilt in

- (1) keine
- (2) gering unter 25%
- (3) deutlich und
- (4) Aneurysma

Die Arteriosklerose wurde beschrieben mit

- (1) keine
- (2) flache echoreiche Plaques
- (3) gemischte Plaques bis Protrusion und
- (4) massive Arteriosklerose mit Thromben.

Abbildung 2: AA im Sagittalschnitt, Schallkopfposition 2) zu Abb. 2



3. Vena cava inferior

Mit dem folgenden subxiphoidalen Sagittalschnitt wurde die VCI im Längsverlauf unterhalb des Lobus caudatus dargestellt. Mit Hilfe des M-Mode konnte der Diameter der VCI im zeitlichen Verlauf (unter In- und Expiration bei Spontanatmung) gezeigt werden. Der größte und der kleinste Diameter der VCI wurden in ventrodorsaler Schallotrichtung gemessen. Die Pulsatilität (1) mit oder (2) ohne Doppelschlag der Vene wurde beurteilt (wobei der Doppelschlag als zwei hintereinander folgende kurzzeitige geringe Diametervergrößerungen im zeitlichen Verlauf der Aufzeichnung im M-Mode sichtbar wurde).

Der Patient wurde zur Durchführung einer forcierten Inspiration oder (bei unzureichender Kooperation) eines Sniff-Manövers (kurzes Inspirationsmanöver durch die Nase bei geschlossenem Mund) aufgefordert. Hierbei wurde erneut der Diameter der VCI in ventrodorsaler Schallotrichtung vermessen. Die Atemmodulation der VCI wurde beschrieben mit

- (1) inspiratorischer Kollaps (Zusammenfallen der Venenwände ohne Restlumen),
- (2) kein inspiratorischer Kollaps aber Atemmodulation und
- (3) keine Atemmodulation (keine Veränderungen des Diameters).

Das Flussprofil der VCI wurde in der gleichen Schnittebene mittels Pulsed-wave Doppler dargestellt. Dazu wurde eine Hilfslinie mittels Winkelcursor in die Längsachse des Gefäßes gelegt, so dass die gemessene Flussgeschwindigkeit (bei Abweichung der Flussrichtung um mehr als 60° von der Ausbreitungsrichtung des Schalls) durch die Gerätesoftware korrigiert werden konnte.

Die entstandene Pulskurve wurde beurteilt als

- (1) zweigipfelig Venenpuls
- (2) a-Welle fehlt
- (3) v-Welle deutlich größer als a-Welle
- (4) keine Venenpulskurve aber Atemmodulation
- (5) konstanter Einstrom
- (6) chaotisches Bild

Bei Darstellung eines zweigipfeligen Venenpulses wurden die Flussgeschwindigkeiten der beiden Gipfel dokumentiert.

Abbildung 3.1: VCI im Sagittalschnitt, Schallkopfposition 3) zu Abb. 3

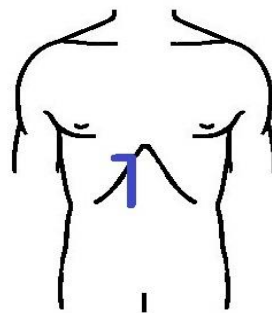


Abbildung 3.2: VCI im M-Mode (gemessen im Sagittalschnitt s. Abbildung 3.1)

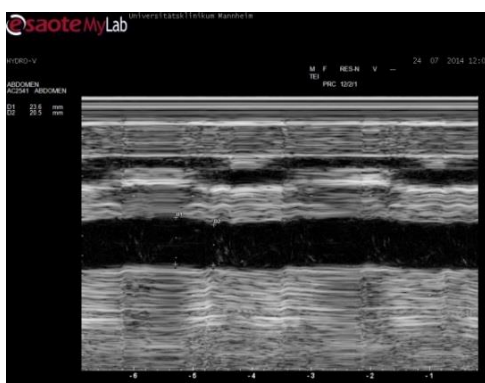
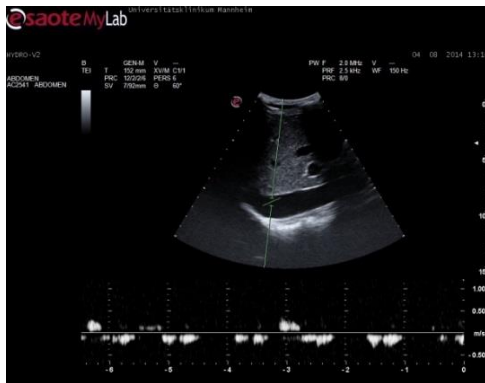


Abbildung 3.3: VCI im PW-Doppler (gemessen im Sagittalschnitt s. Abbildung 3.1)



4. Vena portae

Zur Darstellung der Vena portae (VP) wurde ein transkostaler Schrägschnitt in der vorderen Axillarlinie angefertigt, so dass die VP in ihrem ventrodorsalen Verlauf dargestellt werden konnte. Der Farbdoppler wurde mit Messgeschwindigkeiten von bis zu 50 cm/s eingestellt. Der Dopplerwinkel zwischen Schallausbreitungsrichtung und Flussrichtung lag zwischen 30 und 60°. Damit blieb die Messgenauigkeit der Flussgeschwindigkeit bei Messung mit Pulsed-wave Doppler (ohne manuelle Korrektur mittels eines Winkelcursors) erhalten. Mit dem Pulsed-wave Doppler und dem Farbdoppler wurde das Flussprofil der VP dargestellt. So konnte die Flussrichtung und die Pulsatilität der Vene beurteilt werden. Die Flussrichtung der VP wurde bestimmt als

- (1) durchgehend hepatopetal (kontinuierlich antegrader Fluss mit rot kodiertem Farbdoppler und positiven Werten der Flussgeschwindigkeit im Flussprofil),
- (2) teils Pendelfluss (pulssynchrone Flussumkehr mit rot-blauer Kodierung im Farbdoppler und anteilig negativen Werten der Flussgeschwindigkeit) oder
- (3) hepatofugal (kontinuierlich retrograder Fluss mit blau kodiertem Farbdoppler und negativer Flussgeschwindigkeit im Sinne der Flussumkehr).

Das Flussprofil wurde je nach Pulsatilität benannt als:

- (1) konstanter Fluss (keine Geschwindigkeitsveränderungen im Flussprofil)
 - (2) atemmodulierter Fluss (langsame gleichförmige Wechsel zwischen Flussgeschwindigkeitszu- und -abnahmen in Form einer Wellenbewegung) oder
 - (3) pulssynchroner monophasischer Fluss (pulsartige Flussgeschwindigkeitszu- und -abnahme in Form von kleinen Bögen aus einer Grundgeschwindigkeit heraus)
- Die größte und kleinste Flussgeschwindigkeit des Flussprofils wurde dokumentiert.

Abbildung 4: VP im Schrägschnitt, Schallkopfposition 4) zu Abb. 4



Zur Beurteilung der Güte der sonographischen Schnitte wurde bei jeder Einstellung deren Bildqualität eine der folgenden Beschreibungen zugeordnet:

- (1) gut
- (2) eingeschränkt (Messung möglich, Gefäßgrenzen noch erkennbar, einzelne Artefakte, Spektrum noch erkennbar)
- (3) unsicher (Gefäßgrenzen schwer erkennbar, viele Artefakte, Spektrum unscharf)
- (4) Beurteilung nicht möglich (Gefäß nicht sicher erkennbar, Spektrum nicht ableitbar)

Die sonographischen Daten wurden den betreuenden Internisten im Anschluss an die Untersuchung zur Verfügung gestellt.

2.2.2 Körperliche Untersuchung

Zur körperlichen Untersuchung gehörte die Suche nach klinischen Zeichen der Dehydratation oder Hyperhydratation. Anhand der untersuchten klinischen Parameter durch die betreuenden Internisten der ZNA wurden die Kohorten D, E und H eingeteilt.

Zusätzlich fand die Untersuchung der klinischen Parameter auch durch die Verfasserin dieser Arbeit statt, wobei die durch letztere untersuchten klinischen Zeichen der Hyperhydratation innerhalb der Kohorte D zur Einteilung von Kohorte DD beitrug. Merkmale wurden jeweils als vorhanden notiert, wenn der dazugehörige Befund wie folgt erhoben werden konnte.

Tabelle 5: verwendete klinische Merkmale der Störungen des Flüssigkeitshaushaltes

Merkmal	Befund
Trockene Haut	Palpation von trockener Haut auf der Innenseite des Unterarmes
Trockene Schleimhaut	Sicht auf trockene Schleimhaut bei herausgestreckter trockener (rissiger) Zunge
Trockene Achseln	Palpation der trockenen Achselhöhle
Stehende Hautfalten	fehlendes Verstreichen der angehobenen Hautfalte über der Clavicula und/oder auf der Innenseite des Unterarmes innerhalb von 2 Sekunden
Halsvenenstauung	Sicht auf prominent hervortretende Jugularvenen im Sitzen oder Stehen
Dyspnoe	Vom Patienten angegebene Dyspnoe und/oder sichtbare Tachypnoe, Atemgeräusche, Einsatz der Atemhilfsmuskulatur und/oder (juguläre/ interkostale/ subkostale) Einziehungen
Rasselgeräusche	Feuchte grobblasige Rasselgeräusche bei der Auskultation der Lunge
Pleuraerguss	basal bzw. bei bettlägerigen Patienten dorsal betonte Klopfchalldämpfung bei der Perkussion der Lunge, abgeschwächtes Atemgeräusch bei der Auskultation der Lunge und/oder aktueller Röntgenthoraxbefund oder sonographischer Befund eines Pleuraergusses
Ödeme	Impression des prätibialen Gewebes gegen das distale Knochenlager der Tibia bzw. bei bettlägerigen Patienten des sakralen Gewebes gegen das Os sacrum und anschließend weiterhin sichtbare Delle
Agitiertheit	(unproduktive) motorische und/oder verbale Aktivität bzw. Unruhe des Patienten im Gespräch und/oder solch eine durch den Patienten bzw. Angehörige angegebene neu aufgetretene Unruhe
Somnolenz	Schläfrigkeit des Patienten mit erhaltener Reaktion auf äußere Reize (wie Ansprechen) und/oder solch eine durch den Patienten bzw. Angehörige angegebene neu aufgetretene Schläfrigkeit

Zusätzlich wurden bei Abweichungen der erhobenen Laborwerte von den Normwerten (s. 2.2.5) veränderte Laborwerte festgestellt. Bei Abweichungen des gemessenen Blutdrucks von den Normwerten (s. 2.2.5.) wurde dieser als veränderter Blutdruck notiert.

Die weitere klinische Untersuchung beinhaltete eine konstitutionelle Einteilung des Ernährungszustandes der Patienten (in adipös, unauffällig oder Frailty-Sarkopenie). Das Vorliegen einer Magensonde oder Anlage einer perkutanen endoskopischen Gastrostomie (PEG) wurde notiert.

2.2.3 (Fremd-)Anamnese

Anhand des Erhebungsbogens wurde eine strukturierte Anamnese und/oder Fremdanamnese durch die Angehörigen der Patienten durchgeführt.

Es wurden die anthropometrischen Daten Alter, Gewicht und Größe erfragt. Zudem wurde gefragt ob, das Gewicht der letzten vier Wochen sicher, unsicher oder nicht bekannt war. Aus dem Gewicht und der Größe wurde anschließend der Body Mass Index (BMI) berechnet. Angegeben wurde auch eine Gewichtszu- oder -abnahme um mehr oder weniger als 5 kg im letzten halben Jahr oder keine Gewichtsveränderungen. Die Fragen zur sozialen Situation umfassten zum einen die Wohnsituation, wobei zwischen Alten- oder Pflegeheim und eigenem Zuhause sowie zwischen einem Leben alleine und mit Partner oder Familie unterschieden wurde. Des Weiteren wurde das Vorliegen einer Pflegestufe und das einer Patientenverfügung abgefragt.

Die funktionelle Situation der Patienten wurde mit der Abbildung von verschiedenen geriatrischen Syndromen beschrieben.

Die Immobilität wurde dabei nach benutzten Hilfsmitteln wie Rollator, Rollstuhl oder Bettlägrigkeit aufgegliedert. Wenn kein Hilfsmittel benötigt wurde, wurden die Patienten als mobil bezeichnet. Zum Syndrom des Sturzes wurde erfragt, ob und wie häufig die Patienten im letzten halben Jahr gefallen waren.

Das Vorliegen einer Harninkontinenz und/oder Stuhlinkontinenz wurden erfragt und der Visus und die Akusis wurden erfasst. Zum Visus und zur Akusis wurde angegeben, ob diese(r) eingeschränkt, mit Hilfsmittel (Brille oder Hörgerät) eingeschränkt, mit Hilfsmittel (Brille oder Hörgerät) nicht eingeschränkt oder nicht eingeschränkt war.

Im Gespräch wurden die Patienten nach eingeschränkten kognitiven Fähigkeiten und/oder Delir beurteilt.

Des Weiteren umfasste die (Fremd-)Anamnese spezielle Fragen zur Hydratation der Patienten. Es wurde die tägliche Trinkmenge (in Litern) und das Vorliegen von Mundtrockenheit im Alltag erfragt. Mit der Einteilung in viel, unauffällig oder selten oder kein Durst (und notwendige regelmäßige Erinnerung ans Trinken) wurde das Durstgefühl beschrieben. Zum Miktionsverhalten konnte angegeben werden, dass dieses unauffällig war und/oder Polyurie und/oder Pollakisurie und/oder Inkontinenz auftrat. Bei Vorliegen einer Inkontinenz wurde geklärt, ob diese bewusst zu einem geringeren Trinkvolumen führte. Zudem wurde der Zahnstatus erhoben. Dabei gaben die Patienten an, ob bei Gebrauch einer Prothese diese locker oder gut saß, sie Probleme mit Karies, Parodontitis oder Stomatitis und Aphthen hatten oder über den Zeitraum der letzten 2 Jahre keinerlei Probleme aufgetreten waren.

2.2.4 Geriatrische Assessments

Zur Beurteilung der Alltagskompetenz der Patienten wurden neben dem geriatrischen Screening nach Lachs ¹⁶⁸ zwei geriatrische Assessments vorgenommen, die Erfassung des Barthel-Index zu den „activities of daily living“ (ADL) ^{169, 170} und die Erhebung des Tests zu den „instrumental activities of daily living“ (IADL) nach Lawton und Brody ¹⁷¹. Die beim geriatrischen Screening nach Lachs auffällig beantworteten Fragen erlauben die Identifikation von Problemfeldern und über die Anzahl der auffälligen Fragebereiche eine Ersteinschätzung über das Ausmaß der Problembereiche. Der Barthel-Index (der ADL) dient zur Erfassung der alltäglichen Fähigkeiten und damit einhergehender Möglichkeit zur Selbstversorgung des Patienten. Der IADL-Test nach Lawton und Brody beschreibt die Selbstständigkeit der Patienten bei instrumentellen Aktivitäten des täglichen Lebens.

Tabelle 6: Übersicht über die verwendeten geriatrischen Assessments

Assessmentinstrument	Erfassung der Kompetenz in Bezug auf	Auswertung und Bewertung durch
Geriatrisches Screening nach Lachs ¹⁶⁸	12 mögliche Problemfelder: <ul style="list-style-type: none"> - Visus - Akusis - motorische Fähigkeiten der Arme und Beine - Harninkontinenz - Stuhlinkontinenz - Ernährungszustand - kognitiver Status - Alltagsaktivität - Depression - soziale Unterstützung - allgemeine Risikofaktoren 	Beantwortung der Fragen mit „ja“ oder „nein“ Bewertung anhand der (Anzahl der) auffällig beantworteten Problemfelder
Barthel-Index (der ADL) ^{169, 170}	10 Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL): <ul style="list-style-type: none"> - Nahrungsaufnahme - Baden/Duschen - Körperpflege - An- und Ausziehen - Stuhlkontrolle - Harnkontrolle - Toilettenbenutzung - Bett-/Stuhltransfer - Mobilität - Treppensteigen 	Punktebewertung (pro Bereich) mit <ul style="list-style-type: none"> - 10 Punkten bei vollkommener Selbstständigkeit - 5 Punkten bei Notwendigkeit von externer Unterstützung - 0 Punkten bei vollkommener Pflegebedürftigkeit. Erreichbarkeit eines Gesamtwertes auf einer Skala zwischen 0 (Pflegebedürftigkeit in allen abgebildeten Bereichen) und 100 Punkten (Selbstständigkeit in allen abgebildeten Bereichen)
IADL-Test nach Lawton und Brody ¹⁷¹	8 instrumentelle Aktivitäten des täglichen Lebens (IADL): <ul style="list-style-type: none"> - Benutzung des Telefons - Einkaufen - Kochen - Haushaltsführung - Waschen der Wäsche - Medikamenteneinnahme - Verrichtung von Geldgeschäften 	Punktebewertung (pro Bereich) mit <ul style="list-style-type: none"> -0 Punkten bei vollkommener Abhängigkeit und -1 Punkt bei (teilweise erhaltener) Selbstständigkeit Erreichbarkeit eines Gesamtwertes auf einer Skala zwischen 0 (vollständige Abhängigkeit bei den IADL) und

		8 Punkten (Selbstständigkeit im Bereich der IADL)
--	--	---

(Die Assessmentinstrumente sind im Anhang in voller Länge aufgeführt.)

2.2.5 Befragung der ärztlichen Mitarbeiter der ZNA

Analog zu 2.2.2 gaben die betreuenden ärztlichen Mitarbeiter der ZNA die von ihnen erhobenen klinischen Zeichen der Störungen des Flüssigkeitshaushaltes an. Die Veränderungen des Flüssigkeitshaushaltes der Patienten wurden in Besserung nach Infusionstherapie, stabilen Flüssigkeitshaushalt oder Besserung nach Diuretikagabe unterschieden. Außerdem wurde geklärt, ob es nach Erhalt der im Rahmen dieser Studie erhobenen sonographischen Daten zur Änderung des Therapieregimes gekommen war. Die Antwortmöglichkeiten umfassten hierbei, dass es zu keiner Änderung des Regimes gekommen war, die Infusion gestoppt oder die Infusions- oder die Diuretikatherapie eskaliert worden war.

2.2.6 Daten aus der elektronischen Patientenakte

Im Rahmen der Aufnahme der Patienten auf die internistische Seite der ZNA wurden unabhängig von dieser Studie klinisch indizierte venöse Blutentnahmen mit Standardmonovetten durchgeführt und im Institut der Klinischen Chemie der UMM verschiedene Laborwerte bestimmt. Diese Studie hatte keinerlei Einfluss oder Auswirkungen auf die Laborentnahme und Laborwertbestimmung. Im sogenannten „schnellen Block“ wurde bei jedem Patienten die Basisgerinnungsdiagnostik mit aPTT, PTZ und Quick-Wert durchgeführt und diese Werte gemessen oder berechnet: Serumelektrolyte (Natrium, Kalium, Calcium), Parameter des kleinen Blutbildes (Erythrozytenzahl, Leukozytenzahl, Thrombozytenzahl, Hämoglobin (Hb), Hämatokrit (Hkt), mittleres korpuskuläres Volumen (MCV), mittlere korpuskuläre Hämoglobin-Konzentration (MCHC), Albumin, Kreatinin, Glukose, c-reaktives Protein (CRP).

Je nach Symptomen wurden teilweise auch weitere Parameter z.B. im Rahmen eines „Nephroblocks“ erfasst wie die Serumelektrolyte (Natrium, Kalium, Calcium), Albumin, Harnstoff und Kreatininwerte.

Von den bestimmten Laborwerten wurden der elektronischen Patientenakte folgende Werte für diese Studie entnommen:

Tabelle 7: verwendete Laborparameter

Kalium	(mmol/l)
Natrium	(mmol/l)
Harnstoff	(mg/dl)
Kreatinin	(mg/dl)
Albumin	(g/dl)
Hämoglobinkonzentration (Hb)	(g/dl)
Hämatokrit (Hkt)	(%)
C-reaktives Protein (CRP)	(mg/l)

Außerdem konnten der elektronischen Patientenakte das zur Aufnahme in die ZNA führende Hauptproblem, die in der ZNA vorgenommene Diagnostik und Therapie (Monitoring, Infusions-/Diuretikagabe, Gabe von anderen Medikamenten und Bildgebung) und die von den Pflegekräften gemessenen Vitalparameter (Herzfrequenz, Blutdruck und Temperatur) entnommen werden. Auch die endgültigen Diagnosen und zur Aufnahme führenden Befunde wurden notiert.

Auf dem Erhebungsbogen wurde außerdem angegeben, ob eine stationäre Aufnahme mit ggf. Verlegung (nach Hause, auf Intensiv- oder andere Stationen) erfolgt oder der Patient verstorben war.

Auch die Vorerkrankungen und die Vormedikation wurden aus dem durch die Internisten in der ZNA verfassten Bericht in der elektronischen Patientenakte festgehalten. Bei der Vormedikation wurde die Gesamtzahl der eingenommenen Medikamente und jeweils einzeln die Anzahl der darunter befindlichen Neuroleptika, Benzodiazepine, Diuretika, Antidepressiva und Anticholinergika notiert. Die Summe der Medikamente aus den genannten Medikamentklassen wurde als Anzahl der fall-risk-increasing drugs (FRIDs) in den Erhebungsbogen aufgenommen. Des Weiteren wurde mit Hilfe der Angaben in der elektronischen Patientenakte die Zeit von einerseits der Aufnahme in die ZNA und andererseits die Zeit von einer möglicherweise erfolgten Infusionsgabe bis zur Untersuchung im Rahmen dieser Studie in Minuten berechnet. Das dabei gegebene Infusionsvolumen (in Litern) wurde notiert. Zuletzt wurde die Zeit festgehalten, die die Patienten beim aktuellen Aufenthalt insgesamt in der ZNA verbracht hatten.

2.3 Statistische Methoden

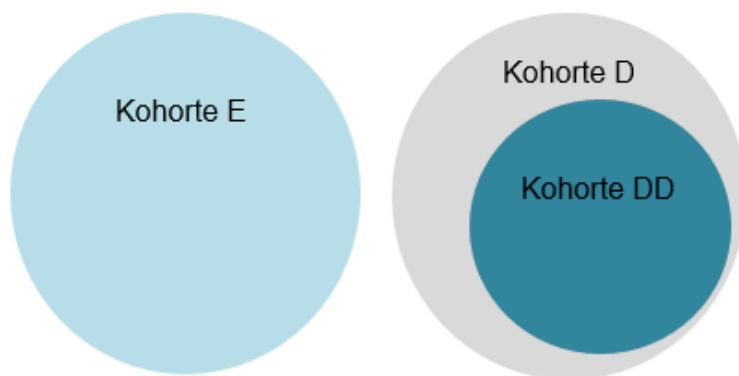
Zur Datenanalyse wurde das Statistikprogramm SAS® (Statistical Analysis System) verwendet. Die diskreten Merkmale wurden in absoluten und relativen Häufigkeiten angegeben, während die stetigen Merkmale mit dem Median (Minimum – Maximum) beschrieben wurden. Das Signifikanzniveau α wurde auf $\alpha = 5\%$ festgesetzt. Die Prüfung der stetigen Merkmale auf Normalverteilung erfolgte mit dem Shapiro-Wilk Test. Die Nullhypothese H_0 (Vorliegen einer Normalverteilung) wurde dabei zugunsten der Alternativhypothese H_1 (kein Vorliegen einer Normalverteilung) abgelehnt, wenn der p-Wert signifikant d.h. kleiner als das zuvor festgelegte Signifikanzniveau α war ($p \leq 0,05$). Die stetigen Merkmale wurden des Weiteren mit dem U-Test nach Mann-Whitney-Wilcoxon für zwei unverbundene Stichproben auf das Vorliegen eines signifikanten Unterschiedes geprüft. Zur Prüfung auf Vorliegen eines signifikanten Unterschiedes der diskreten Merkmale wurde der exakte Test nach Fisher herangezogen. Die Nullhypothese H_0 (kein Vorliegen eines signifikanten Unterschiedes) wurde jeweils zugunsten der Alternativhypothese H_1 (Vorliegen eines signifikanten Unterschiedes) abgelehnt, wenn p (mit einem Wert kleiner als das Signifikanzniveau α) signifikant war.

Mit einer ROC-Analyse (Receiver Operating Characteristic) wurden die Sensitivität und Spezifität der Zielgröße berechnet.

Es wurde mit den auf eine Spezifität von 0,8 festgelegten Cut-off-Werten der mittels ROC-Analyse untersuchten Parameter eine logistische Regressionsanalyse durchgeführt, um den Einfluss mehrerer Merkmale (Alter, BMI, ADL, Vorliegen einer Pflegestufe oder trockenen Achsel, Diameter der Vena cava unter Kompression, in Inspiration und maximaler Durchmesser der Vena cava im M-Mode) auf die Zielgröße der Zugehörigkeit zur Kohorte DD sowie den Zusammenhang der Parameter untereinander zu untersuchen. Die Odds Ratio quantifizierte hierbei die Stärke des Zusammenhanges (1= kein Zusammenhang) und als signifikant bezeichnet, wenn 1 außerhalb des dazugehörigen 95% - Konfidenzintervalls lag.

3 ERGEBNISSE

Von den ursprünglich 247 Patienten, die an der Studie teilnahmen, konnten 199 Patienten den beiden Kohorten zugeordnet werden, die im Rahmen dieser Arbeit einander gegenüber gestellt werden. Kohorte DD wurden 78 klinisch dehydrierte Patienten zugeteilt, die keine Hyperhydratationszeichen aufwiesen (aus den 119 Patienten aus Kohorte D). Kohorte E vereinigte 121 klinisch euhydrierte Patienten.



3.1 Anthropometrie

In Kohorte DD waren 56,4% der Teilnehmer Frauen und 43,6% Männer. Kohorte E setzte sich aus 45,5% Frauen und 54,5% Männern zusammen. In der Geschlechterverteilung unterschieden sich die Kohorten nicht signifikant ($p=0,1478$). Das mediane Alter in Kohorte DD lag bei 78 Jahren, während die Patienten in Kohorte E im Median 77 Jahre alt waren. In Kohorte DD lagen ein Minimum von 65 und ein Maximum von 95 Jahren vor, in Kohorte E waren die Patienten mindestens 65 und höchstens 90 Jahre alt. Es bestand wiederum kein signifikanter Unterschied zwischen den Kohorten ($p=0,0717$).

Beim BMI ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Kohorten ($p<0,0001$). In Kohorte DD lag der mediane BMI bei $23,8 \text{ kg/m}^2$ und in Kohorte E bei $26,7 \text{ kg/m}^2$. In Kohorte DD fand sich der BMI zwischen $15,5$ und $31,5 \text{ kg/m}^2$, während in Kohorte E der minimale BMI $19,2$ und der maximale BMI $45,1 \text{ kg/m}^2$ betragen. 87,6% von Kohorte E und 87,2% der Patienten von Kohorte DD war ihr Gewicht der letzten 4 Wochen zum Untersuchungszeitpunkt bekannt. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der Kenntnis der aktuellen Gewichts oder des

Gewichtsverlaufes ($p=0,619$ und $p=0,8372$). Die meisten Patienten wiesen ein konstantes Gewicht über das letzte halbe Jahr auf (62,5% der Patienten aus Kohorte E und 75,7% der Kohorte DD).

Tabelle 8: Übersicht über die anthropometrischen Daten der beiden Kohorten als Median (in Klammern: Minimum – Maximum) bzw. als absolute (in Klammern: prozentuale) Häufigkeiten und ggf zur Gesamtkohorte abweichende Anzahl der Patienten

Anthropometrie	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)	p-Wert
Alter (Jahre)	77 (65-93)	78 (65-95)	0,0717
BMI	26,7 (19,2-45,1)	23,8 (15,5-31,5) 77	< 0,0001
Weibliches Geschlecht	55 (45,5%)	44 (56,4%)	0,1478
Gewicht			0,619
Gewicht unbekannt	0 (0%)	1 (1,3%)	
Gewicht unsicher	15 (12,4%)	9 (11,5%)	
Gewicht bekannt	106 (87,6%)	68 (87,2%)	
Gewichtszunahme			0,8372
Gewichtszunahme >5kg	3 (2,5%) 120	2 (2,6%)	
Gewichtszunahme <5kg	10 (8,3%) 120	5 (6,4%)	
konstantes Gewicht	75 (62,5%) 120	45 (57,7%)	
Gewichtsabnahme <5kg	15 (12,5%) 120	14 (18%)	
Gewichtsabnahme >5kg	17 (14,2%) 120	12 (15,4%)	

3.2 Hauptsymptom(komplex)

Der häufigste klinische Symptomkomplex, der zur Vorstellung in der ZNA geführt hat, war bei beiden Kohorten der Schwindel. In Kohorte E war Dyspnoe der nächsthäufigere Grund, gefolgt von Brust- und Thoraxschmerzen, während in Kohorte DD nach dem Schwindel zunächst Brust- und Thoraxschmerzen vorherrschten und als nächstes Symptom die Dyspnoe folgte. Ein weiterer häufiger Grund der Aufnahme war der Zustand nach Kollaps. Vorstellungen aufgrund von neurologischer Symptomatik waren in Kohorte E häufiger als in Kohorte DD. Weiterhin stellten Ödeme, gastrointestinale Symptomatik und abdominelle Schmerzen häufige Symptome der Patienten dar. Die Kohorten unterschieden sich in den Hauptsymptomen nicht signifikant.

Tabelle 9: Übersicht über die Hauptsymptome beider Kohorten als absolute (in Klammern: prozentuale) Häufigkeiten

Hauptproblem	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)
Schwindel	23 (19,0%)	25 (32,1%)
Brust-/Thoraxschmerzen	20 (16,5%)	14 (18%)
Dyspnoe	21 (17,4%)	13 (16,7%)
Kollaps	15 (12,4%)	12 (15,4%)
Rhythmusstörungen	4 (3,3%)	4 (5,1%)
Neurologische Symptomatik	17 (14,1%)	5 (6,4%)
Ödeme	12 (9,9%)	5 (6,4%)
Abdominelle Schmerzen	10 (8,3%)	2 (2,6%)
GIT-Symptome	4 (3,3%)	8 (10,3%)
Hypertonus	11 (10%)	1 (1,3%)
Fieber, Infekt	1 (0,8%)	6 (7,7%)
Sonstiges	27 (22,3%)	26 (33,3%)

3.3 Vorerkrankungen

Häufige Vorerkrankungen waren in beiden Kohorten die Erkrankungen des kardiopulmonalen Systems, gefolgt von der arteriellen Hypertonie und weiterhin von den endokrinen Erkrankungen. Der einzig signifikante Unterschied der Kohorten konnte hier in der Vorerkrankung Diabetes mellitus Typ 2 festgestellt werden. 34,7% der Patienten aus Kohorte E wiesen einen Diabetes mellitus Typ 2 auf, dagegen nur 10,3% der Patienten aus Kohorte DD ($p < 0,0001$).

Tabelle 10: Übersicht über die Vorerkrankungen beider Kohorten als absolute (in Klammern: prozentuale) Häufigkeiten

Vorerkrankungen	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)
Erkrankungen des kardiopulmonalen Systems	105 (86,7%)	75 (96,1%)
arterielle Hypertonie	84 (69,4%)	51 (65,4%)
Endokrine Erkrankungen davon Diabetes mellitus Typ 2	66 (54,6%) 42 (34,7%)	35 (44,9%) 8 (10,3%)
Erkrankungen des ZNS und psychische Erkrankungen	49 (40,5%)	35 (45%)
Muskuloskeletale Erkrankungen	50 (33,1%)	25 (32,1%)

Onkologische Erkrankungen	39 (32,2%)	22 (28,2%)
Gefäßerkrankungen	35 (29%)	20 (25,7%)
Erkrankungen der Niere	25 (20,7%)	13 (16,7%)
GIT-Erkrankungen	15 (12,4%)	16 (20,5%)
Erkrankungen der Augen, des Gehörs	15 (12,4%)	12 (15,4%)
Hauterkrankungen	9 (7,4%)	2 (2,6%)
Infektionserkrankung	7 (5,8%)	5 (6,4%)
Nikotin-/Alkoholabusus	10 (8,3%)	3 (2,9%)

3.4 Medikamente

Die mediane Anzahl von verschriebenen Medikamenten pro Patient lag in beiden Kohorten bei 6 Medikamenten, wobei in Kohorte E 38,3% der Patienten und in Kohorte DD 37,2% der Patienten je eine sturzrisikosteigernde Arznei (FRID) im Medikamentenplan hatten. Diese FRID war in Kohorte E bei 35,8% der Patienten und in Kohorte DD bei 38,5% der Patienten ein Diuretikum. Bei den eingenommenen Medikamenten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kohorten.

Abbildung 5: Übersicht über die Anzahl der eingenommenen FRIDs

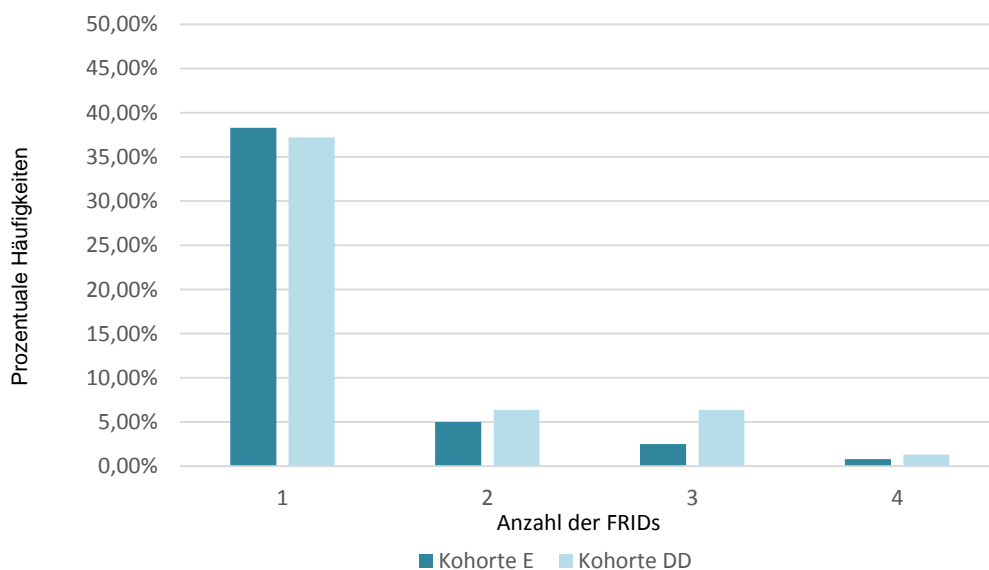
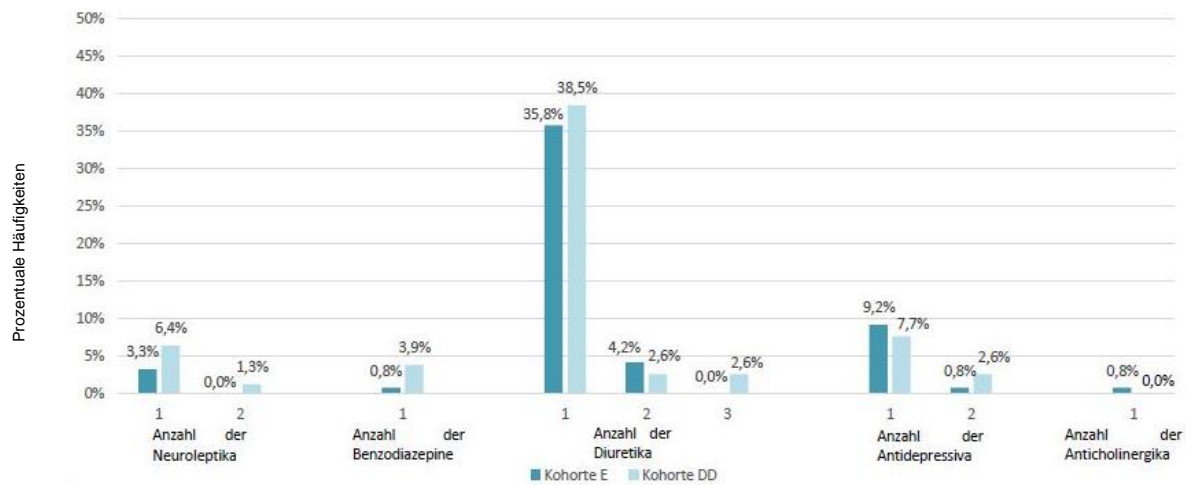


Abbildung 6: Übersicht über die eingenommenen Neuroleptika, Benzodiazepine, Diuretika, Antidepressiva und Anticholinergika



3.5 Soziale Situation

In Bezug auf die soziale Situation ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kohorten. Die große Mehrheit der Studienteilnehmer beider Kohorten wohnte in einer Wohnung bzw. in einem Haus und zwar meistens mit einem Partner. Eine Pflegestufe lag jeweils etwa bei einem Fünftel der Patienten vor (22,3% der Patienten in Kohorte E und 18% in Kohorte DD). Eine Patientenverfügung hatte mit 48,8% in Kohorte E und 42,3% in Kohorte DD fast die Hälfte der Patienten verfasst.

Abbildung 7: Übersicht über die Wohnform der Patienten beider Kohorten

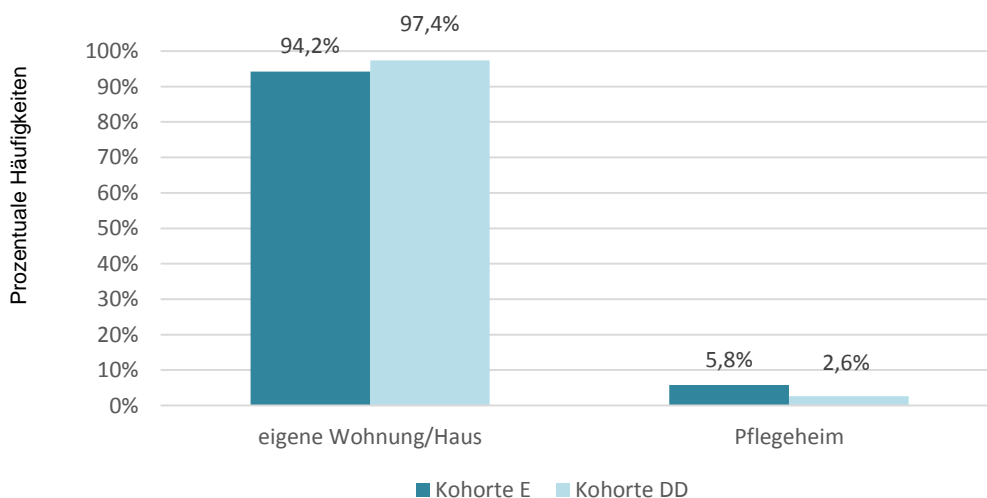
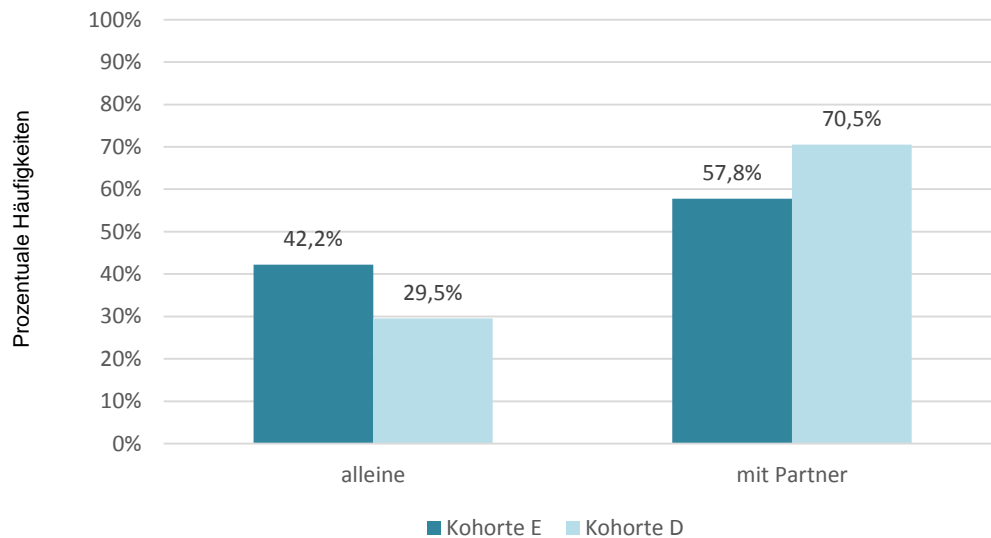


Abbildung 8: Übersicht über die soziale Wohnsituation der Patienten beider Kohorten



3.6 Funktioneller Zustand

Es ergaben sich bis auf den Ernährungszustand ($p < 0,0001$) zwischen den Kohorten keine signifikanten funktionellen Unterschiede. Während Kohorte E über die Hälfte Adipöse umfasste, hatten mehr als die Hälfte der Patienten aus Kohorte DD einen normalen Ernährungszustand und es gab im Vergleich zu Kohorte E in Kohorte DD mehr sarkopene Patienten.

Die überwiegende Mehrheit der Patienten in beiden Kohorten war mobil (ohne auf einen Rollator oder Rollstuhl angewiesen zu sein), konnte mit Sehhilfe gut sehen und gab eine uneingeschränkte Akusis (ohne die Nutzung eines Hörgerätes) an. Harninkontinent zu sein, gaben 31% in Kohorte E und 35% in Kohorte DD an, während nur 5% der Patienten in Kohorte E und 8% in Kohorte DD das Vorliegen einer Stuhlinkontinenz angaben. Im letzten halben Jahr waren 11% der Patienten der Kohorte E und 14% der Patienten in Kohorte DD gestürzt.

In Kohorte E waren 12% der Patienten in der ZNA kognitiv eingeschränkt und in Kohorte DD wurden 17% der Patienten mit eingeschränkter Kognition vorgefunden. 2% (aus Kohorte E) bzw. 1% der Patienten (aus Kohorte DD) kamen mit Delir in die ZNA. Bei der Beurteilung der Alltagskompetenz der Patienten erreichten die Patienten beider Kohorten beim Barthel-Index der ADL im Median 100 Punkte und bei der Erhebung des IADL-Tests nach Lawton und Brody 8 Punkte. Das geriatrische Screening nach Lachs wurde im Median mit 2 von 12 möglichen Punkte abgeschlossen.

Tabelle 11: Übersicht über die funktionellen Einschränkungen beider Kohorten als Median (in Klammern: Minimum – Maximum)

Funktion	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)	p-Wert
Mobilität			0,7989
Bett	4 (3,3%)	4 (5,1%)	
Rollstuhl	3 (2,5%)	2 (2,6%)	
Rollator	19 (15,7%)	9 (11,5%)	
Mobil	95 (78,5%)	63 (80,8%)	
Sturz	13 (10,7%)	11 (14,1%)	0,3081
eingeschränkte Kognition	15 (12,4%)	13 (16,7%)	0,4107
Delir	2 (1,7%)	1 (1,3%)	1
Harninkontinenz	38 (31,4%)	27 (34,6%)	0,6456
Stuhlinkontinenz	6 (5%)	6 (7,7%)	0,5443
Malnutrition			< 0,0001
adipös	77 (63,6%)	27 (34,6%)	
normal	42 (34,7%)	41 (52,6%)	
Frailty-Sarkopenie	2 (1,7%)	10 (12,8%)	
PEG	1 (0,8%)	0 (0%)	1
Visus			0,7367
eingeschränkt	2 (1,7%)	1 (1,3%)	
eingeschränkt mit Sehhilfe	1 (0,8%)	1 (1,3%)	
nicht eingeschränkt mit Sehhilfe	113 (93,4%)	75 (96,2%)	
nicht eingeschränkt	5 (4,1%)	1 (1,3%)	
Akasis			0,0628
eingeschränkt	11 (9,1%)	18 (23,1%)	
eingeschränkt mit Hörgerät	6 (5%)	3 (3,9%)	
nicht eingeschränkt mit Hörgerät	12 (9,9%)	7 (9%)	
nicht eingeschränkt	92 (76%)	50 (64,1%)	
ADL	100 (0-100)	100 (0-100)	0,738
IADL	8 (0-8)	8 (0-8)	0,7649
Geriatrisches Screening nach Lachs	2 (0-11)	2 (0-12)	0,0441

3.7 Trinkverhalten, Zahnstatus und Miktion

Beim Trinkverhalten und Zahn-Mund-Kiefer-Status ergab sich lediglich beim täglichen Trinkvolumen ein signifikanter Unterschied zwischen den Kohorten ($p < 0,0001$).

Die Patienten der Kohorte E gaben ein medianes tägliches Trinkvolumen von 2 Litern an (mit einem Minimum von 0,5 und einem Maximum von 4 Litern), während die Patienten aus Kohorte DD täglich im Median 1,5 Liter Flüssigkeit tranken (mit einem Minimum von 0,2 und mit einem Maximum von 7,5 Litern).

Die Angaben der Patienten zu ihrem Zahn-Mund-Kiefer-Status und der Miktion ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kohorten. Die Patienten der Kohorte E gaben dazu etwas häufiger Polyurie (1,7%) und deutlich häufiger Pollakisurie (18,2%) an als die Patienten der Kohorte DD (0% der Patienten hatten eine Polyurie und 6,4% eine Pollakisurie).

Die Inzidenz von Inkontinenz war in Kohorte DD höher (12,8%) als in Kohorte E (7,4% der Patienten) und zudem wurde auch vermehrt bewusste Flüssigkeitsrestriktion aufgrund der Inkontinenz angegeben (10,3% in Kohorte DD und 7,4% in Kohorte E).

Mundtrockenheit war bei 56,4% der Patienten aus Kohorte DD ein Problem, während in Kohorte E 50,4% der Patienten angaben, oft einen trockenen Mund zu haben.

Circa 50% der Patienten beider Kohorten waren mit dem Sitz ihrer Prothese zufrieden, während 11,6% (Kohorte E) und 15,4% (Kohorte DD) ihre Prothese als zu locker empfanden.

Tabelle 12: Übersicht über das Trinkverhalten, den Zahnstatus und die Miktion beider Kohorten als absolute (in Klammern: relative) Häufigkeiten bzw. Median (in Klammern: Minimum – Maximum)

Miktion/Trinken/Zähne	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)	p-Wert
Miktion			
unauffällig	82 (67,8%)	56 (71,8%)	0,6371
Polyurie	2 (1,7%)	0 (0%)	0,5209
Pollakisurie	22 (18,2%)	5 (6,4%)	0,0196
Inkontinenz	9 (7,4%)	10 (12,8%)	0,2246
Flüssigkeitsrestriktion wegen Inkontinenz	9 (7,4%)	8 (10,3%)	0,6047

Mundtrockenheit	61 (50,4%)	44 (56,4%)	0,4677
Zahnstatus			
Prothese locker	14 (11,6%)	12 (15,4%)	0,5192
Prothese ok	64 (52,9%)	39 (50%)	0,7716
Karies	3 (2,5%)	0 (0%)	0,2814
Parodontitis	6 (5%)	2 (2,6%)	0,485
Stomatits/Aphthen	1 (0,8%)	0 (0%)	1
unauffällig	36 (29,8%)	27 (34,6%)	0,5331
Trinkvolumen	2 (0,5-4)	1,5 (0,2-7,5)	<0,0001

3.8 Hauptdiagnose

Die häufigsten in der ZNA dokumentierten Hauptdiagnosen stellten innerhalb der Kohorte E die Erkrankungen des kardiopulmonalen Systems dar, gefolgt von Laborwertveränderungen und Fieber-Infekt-Konstellationen. In Kohorte DD war der Komplex Fieber-Infekt die häufigste Hauptdiagnose. Darauf folgten Exsikkose, Tumorerkrankungen und der Symptomkomplex Schwindel-Synkope. Die Kohorten unterschieden sich in den in der ZNA erhobenen Hauptdiagnosen nicht signifikant.

Tabelle 13: Übersicht über die Vorerkrankungen beider Kohorten als absolute (in Klammern: prozentuale Häufigkeiten)

Hauptdiagnosen	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)
Erkrankungen des kardiopulmonalen Systems	7 (5,6%)	1 (1,3%)
Fieber/Infekt	3 (2,4%)	4 (5,2%)
Exsikkose	0 (0%)	3 (3,9%)
Laborwertveränderung	4 (3,2%)	0 (0 %)
Schwindel/Synkope	1,7%	1 (1,3%)
Tumorerkrankungen	0 (0%)	2 (2,6%)
Hypertonie	1 (0,8%)	1 (1,3%)
Sonstige	5 (4,0%)	4 (5,2%)

3.9 ZNA-Befunde/Maßnahmen

Bei den in der ZNA durchgeführten Maßnahmen wie Verabreichung von Infusionen genauso wie bei Veränderungen des Flüssigkeitshaushaltes und der Therapie ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden Kohorten.

Den Patienten der Kohorte E wurde im Median 0,5 Liter Infusionslösung gegeben, wohingegen die Patienten der Kohorte DD intravenös etwa 1 Liter Flüssigkeit erhielten.

Bei 57,7% der Patienten aus Kohorte DD hatten die Ergebnisse der Ultraschalluntersuchung im Rahmen dieser Studie Einfluss auf die weiteren medizinischen Maßnahmen. So wurde bei 53,9% Patienten die i.v. Flüssigkeitsgabe eskaliert. In Kohorte E wurde die Infusionstherapie bei 6,6% der Patienten gesteigert und die Diuretika in 3,3% der Fälle.

Viele weitere Parameter wie die Zeit von der Aufnahme bis zur Untersuchung, die Zeit von der Infusion bis zur Untersuchung etc. ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kohorten. Zwischen der Aufnahme in die ZNA und der Untersuchung lagen circa 107 Minuten und 86 Minuten vergingen zwischen dem Start einer Infusion und der Untersuchung. Die Aufenthaltsdauer der Patienten in der ZNA lag in beiden Kohorten bei circa 260 min (4 Stunden und 20 min). Fast alle Patienten wurden am Monitor überwacht und für die überwiegende Mehrheit der Patienten wurde noch weitergehende Bildgebung veranlasst.

In Kohorte DD verstarben 2 Patienten während des stationären Aufenthaltes, ansonsten wurden alle Patienten im Anschluss an die Behandlung nach Hause entlassen. Aus Kohorte DD musste 1 Patient (1,3%) im Verlauf intensivmedizinisch versorgt werden und 65,4% der Patienten wurden stationär aufgenommen. Bei den Patienten aus Kohorte E erfolgte in 79,3% der Fälle eine stationäre Aufnahme und 15,7% der Patienten (19 Patienten) wurden auf die Intensivstation verlegt.

Tabelle 14: Übersicht über die ZNA-Befunde beider Kohorten als absolute (in Klammern: relative) Häufigkeiten bzw. Median (in Klammern: Minimum – Maximum)

ZNA-Befunde/-Maßnahmen	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)	p-Wert
Zeit Aufnahme bis Untersuchung	110 (15-345)	105 (0-355)	0,6754
Zeit Infusion bis Untersuchung	82,5 (30-230)	90 (5-280)	0,8152
Infusionsvolumen	0,5 (0,3-1,5)	1 (0,5-2)	0,0064

Maßnahmen ZNA			
Monitoring	118 (97,5%)	74 (94,9%)	0,4359
Infusion	25 (20,7%)	36 (46,2%)	0,0003
Diuretika	4 (3,3%)	1 (1,3%)	0,6502
Andere Medikamente	48 (39,7%)	25 (32,1%)	0,2952
Bildgebung	83 (68,6%)	55 (70,5%)	0,8751
Veränderung Flüssigkeitshaushalt			<0,0001
Besserung nach Infusion	5 (4,1%)	31 (39,7%)	
stabil	111 (91,7%)	46 (59%)	
Besserung nach Diuretika	5 (4,1%)	1 (1,3%)	
Veränderung Therapie			<0,0001
keine Veränderung	109 (90,1%)	33 (42,3%)	
Stopp Infusion	0 (0%)	1 (1,3%)	
Eskalation Infusion	8 (6,6%)	42 (53,9%)	
Eskalation Diuretika	4 (3,3%)	2 (2,6%)	
Stationäre Aufnahme	92 (76%)	49 (62,8%)	0,0533
Verlegung			
nach Hause	121 (100%)	76 (97,4%)	0,1524
stationär	96 (79,3%)	51 (65,4%)	0,0326
Intensivstation	19 (15,7%)	1 (1,3%)	0,0005
Tod	0 (0%)	2 (2,6%)	0,1524

3.10 Klinische Zeichen I (untersucht durch die Internisten der ZNA)

Signifikant unterschieden sich die beiden Kohorten in den Angaben zu den klinischen Parametern durch die Internisten der ZNA sowohl in der Häufigkeit des Vorkommens von trockener Haut, trockener Schleimhaut als auch von stehenden Hautfalten (jeweils $p < 0,0001$), nachdem die Kohorten D und E nach der Zusammenschau eben dieser klinischen Parameter durch die Internisten der ZNA gebildet wurden.

Dabei wurde bei 93,6% der Patienten aus Kohorte DD und 2,5% der Patienten aus Kohorte E trockene Haut, sowie 66,7% der Patienten aus Kohorte DD und 1,7% derjenigen aus Kohorte E trockene Schleimhaut vorgefunden. Stehende Hautfalten gaben die Internisten bei 29,5% der Patienten aus Kohorte DD und bei keinem Patienten aus Kohorte E an. Eine trockene Achselhöhle fanden sie bei der

Untersuchung bei 2,6% der Patienten der Kohorte DD und bei keinem der Patienten aus der zweiten Kohorte.

Nur in Kohorte E wurden bei Patienten Rasselgeräusche der Lunge beim Auskultieren (bei 5,8%) und Ödeme (bei 8,3%) und Dyspnoe (bei 3,3% der Patienten) angegeben. Halsvenenstauung, Pleuraergüsse, Agitiertheit und Somnolenz fanden sich kaum bis gar nicht.

Tabelle 15: Übersicht über die klinischen Zeichen I (untersucht durch die Internisten der ZNA) beider Kohorten als absolute (in Klammern: relative) Häufigkeiten

Klin. Zeichen I	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)	p-Wert
trockene Haut	3 (2,5%)	73 (93,6%)	<0,0001
trockene Schleimhaut	2 (1,7%)	52 (66,7%)	<0,0001
trockene Achsel	0 (0%)	2 (2,6%)	0,1524
stehende Hautfalten	0 (0%)	23 (29,5%)	<0,0001
Agitiertheit	0 (0%)	0 (0%)	
Somnolenz	0 (0%)	1 (1,3%)	0,392
Halsvenenstauung	1 (0,8%)	0 (0%)	1
Pleuraerguss	0 (0%)	0 (0%)	
Rasselgeräusche Lunge	7 (5,8%)	0 (0%)	0,0439
Ödeme	10 (8,3%)	0 (0%)	0,007
Dyspnoe	4 (3,3%)	0 (0%)	0,1565

3.11 Klinische Zeichen II (untersucht durch die Verfasserin dieser Arbeit)

Nach der Bildung der Kohorte DD aus der Menge der klinisch als dehydriert definierten Patienten, die nebenbei keine klinischen Zeichen einer Hyperhydratation aufwiesen (untersucht durch die Verfasserin dieser Arbeit), wies Kohorte DD keine Patienten mit folgenden klinischen Zeichen auf: Halsvenenstauung, Rasselgeräusche der Lunge in der Auskultation, Ödeme und Dyspnoe.

Signifikant unterschieden sich die beiden Kohorten in den folgenden durch die Verfasserin dieser Arbeit untersuchten klinischen Parametern: Den größten Unterschied zwischen den Kohorten bei den Zeichen der Dehydratation machte die Häufigkeit von vorgefundenen trockenen Achselhöhlen aus (mit 52,6% der Patienten aus Kohorte DD und 24,8% der Kohorte E). Auch die Haut war in Kohorte DD bei 85,9% der Patienten trocken und in Kohorte E bei 61,2% und die Schleimhaut bei

68% der Patienten aus Kohorte DD und 41% der Patienten aus Kohorte E. Stehende Hautfalten wurden bei dem Großteil der Patienten beider Kohorten vorgefunden (94,9% derer aus Kohorte DD und 81,8% der Patienten aus Kohorte E). Agitiertheit, Somnolenz und Halsvenenstauung kamen sehr selten bis gar nicht vor und ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kohorten.

Tabelle 16: Übersicht über die klinischen Zeichen II (untersucht durch die Verfasserin dieser Arbeit) beider Kohorten als absolute (in Klammern: relative) Häufigkeiten

Klin. Zeichen II	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)	p-Wert
trockene Haut	74 (61,2%)	67 (85,9%)	0,0002
trockene Schleimhaut	50 (41,3%)	53 (68%)	0,0003
trockene Achsel	30 (24,8%)	41 (52,6%)	0,0001
stehende Hautfalten	99 (81,8%)	74 (94,9%)	0,0089
Agitiertheit	0 (0%)	1 (1,3%)	0,392
Somnolenz	1 (0,8%)	2 (2,6%)	0,5623
Halsvenenstauung	1 (0,8%)	0 (0%)	1
Rasselgeräusche Lunge	9 (7,4%)	0 (0%)	0,0128
Ödeme	42 (34,7%)	0 (0%)	<0,0001
Dyspnoe	20 (16,5%)	0 (0%)	<0,0001

3.12 Vitalzeichen

Bei dem Vergleich der Vitalwerte Herzfrequenz, Blutdruck und Temperatur, zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kohorten. Während die Werte der Herzfrequenz und der Temperatur im Vergleich der beiden Kohorten bei Kohorte DD etwas höher waren, wurden sowohl der systolische als auch der diastolische Blutdruck bei Kohorte E etwas höher gemessen.

Tabelle 17: Übersicht über die Vitalzeichen beider Kohorten als Median (in Klammern: Minimum – Maximum)

Vitalzeichen	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)	p-Wert
Herzfrequenz	74 (49-132)	77 (55-122)	0,8806
Blutdruck systolisch	148 (80-232)	142 (92-194)	0,0516
Blutdruck diastolisch	78 (40-125)	71 (50-109)	0,0535
Temperatur	35,2 (33,6-38,3)	36,1 (34,7-39,6)	0,9813

3.13 Laborwerte

Auch bei den Laborwerten fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kohorten. Die Harnstoff- und Albuminwerte waren tendenziell bei Kohorte DD etwas höher als bei Kohorte E während die Kaliumwerte bei Kohorte DD niedriger waren.

Tabelle 18: Übersicht über die Laborwerte beider Kohorten als Median (in Klammern: Minimum – Maximum)

Laborwerte	Kohorte E (n=121)	Kohorte DD (n=78)	p-Wert
Kalium [mmol/l]	4,1 (3-7,6)	4 (3-5,9)	0,2779
Natrium [mmol/l]	139 (124-145)	138 (121-151)	0,6854
Harnstoff [mg/dl]	40,9 (15,6-154,1)	44,1 (18,2-177,7)	0,4046
Kreatinin [mg/dl]	1,1 (0,3-7,4)	1,1 (0,5-4,6)	0,9438
Albumin [g/l]	36,5 (21,1-57,7)	35,8 (14-44,1)	0,105
Hämoglobin [mg/dl]	13,1 (6,8-16,8)	13,2 (7,1-17,6)	0,709
Hämatokrit [%]	38 (19-49)	38 (20-51)	0,5369
CRP [mg/l]	4,1 (0-222)	3,8 (0-157)	0,9595

3.14 Sonographie

Signifikante Unterschiede zwischen den Kohorten konnten bei einigen sonographischen Messungen des Durchmessers der VCI festgestellt werden.

Während der mediane Diameter der VCI in Kohorte E mit 1,3 cm nicht signifikant größer war als der Diameter in Kohorte DD mit 1,2 cm, so fanden sich doch signifikante Unterschiede bei den Messergebnissen des Diameter der VCI bei durch den Schallkopf ausgeübter Kompression ($p < 0,0001$). Mit Kompression lag der mediane Diameter in Kohorte E bei 0,9 (mit einem Minimum bei 0 cm und einem Maximum bei 1,9 cm) und der mediane Diameter in Kohorte DD bei 0,6 cm (mit einem Minimum bei 0 cm und einem Maximum bei 1,5 cm).

Ein weiterer Parameter, bei dem sich ein signifikanter Unterschied herausstellte, war der forciert inspiratorisch gemessene Diameter der VCI ($p < 0,0001$) während des Sniff-Manövers. Kohorte E wies einen medianen inspiratorischen Diameter von 0,8 cm (mit einem Minimum bei 0 cm und einem Maximum bei 3 cm) auf und in Kohorte DD wurde ein medianer Diameter unter forcierter Inspiration von 0,4 cm (mit einem Minimum von 0 cm und einem Maximum von 1,7 cm) gemessen.

Auch der maximale Durchmesser der VCI (gemessen im M-Mode) zeigte signifikante Ergebnisse ($p=0,0002$). Während in Kohorte E der maximale Durchmesser mit 2 cm (mit einem Minimum bei 0,8 cm und einem Maximum bei 3,7 cm) gemessen wurde, ergab sich in Kohorte DD ein maximaler Durchmesser von 1,6 cm (mit einem Minimum bei 0,6 cm und einem Maximum bei 3,1 cm).

Der minimale (im M-Mode gemessene) Durchmesser lag in Kohorte E im Median bei 1,3 cm (mit einem Minimum von 0,1 cm und einem Maximum von 3,1 cm) und bei Kohorte DD bei 1 cm (mit einem Minimum von 0 cm und einem Maximum von 3 cm) und war somit signifikant unterschiedlich ($p<0,0004$).

Die Atemmodulation konnte in Kohorte E bei 81% der Patienten als atemmoduliert ohne inspiratorischen Kollaps angegeben werden, während in Kohorte DD das bei 60% der Patienten der Fall war.

Ein inspiratorischer Kollaps der VCI konnte bei fast 40% der Patienten in Kohorte DD und knapp 15% der Patienten in Kohorte E festgestellt werden, so dass auch hier deutliche Unterschiede ausgedrückt wurden ($p=0,0005$).

Bei den folgenden Parametern ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den zwei Kohorten: Die Pulsatilität der VCI war im Sinne einer darstellbaren zweigipfeligen Flusskurve bei beiden Kohorten überwiegend vorhanden. Die Flussgeschwindigkeitsmessungen der VCI ergaben für beide Kohorten Werte über 30 cm/s für die im PW-Doppler maximal gemessene Geschwindigkeit und Werte um 20 cm/s für die minimal gemessene Geschwindigkeit des Flusses.

Tabelle 19: Übersicht über die sonographischen Parameter der VCI beider Kohorten als absolute (in Klammern: relative) Häufigkeiten bzw. Median (in Klammern: Minimum – Maximum) und ggf die von der Gesamtkohorte abweichende Anzahl der Patienten

Sonographie der VCI	Kohorte E	Kohorte DD	p-Wert
VC Diameter	1,3 (0,4-2,4) 116	1,2 (0,4-2,2) 77	0,084
VC Diameter Komp	0,9 (0-1,9) 115	0,6 (0-1,5) 77	<0,0001
VC Diameter max (M-Mode)	2 (0,8-3,7) 117	1,6 (0,6-3,1) 76	0,0002
VC Diameter min (M-Mode)	1,3 (0,1-3,1) 117	1 (0-3) 76	0,0004
VC Pulsatilität Doppelschlag	60 (51,3%) 117	48 (63,2%) 76	0,1376
VC Diameter insp (M-Mode)	0,8 (0-3) 102	0,4 (0-1,7) 67	<0,0001

<u>Atemmodulation</u>			0,0005
inspiratorischer Kollaps	17 (14,7%) 116	29 (38,2%) 76	
kein Kollaps aber Atemmodulation	94 (81%) 116	46 (60,5%) 76	
keine Atemmodulation	5 (4,3%) 116	1 (1,3%) 76	
VC V max 1 (PW)	31,9 (9,5-75,2) 75	35,8 (9,5-102,3) 62	0,2815
VC V max 2 (PW)	18,1 (4,8-46,9) 75	21 (-42,1-65) 62	0,8848
<u>Pulskurve</u>			1
zweigipfeliger Venenpuls	96 (95,1%) 101	70 (94,6%) 74	
A-Welle fehlt	0 (0%) 101	0 (0%) 74	
V-Welle > A-Welle	0 (0%) 101	0 (0%) 74	
keine Venenpulskurve aber Atemmodulation	0 (0%) 101	0 (0%) 74	
konstanter Einstrom	0 (0%) 101	0 (0%) 74	
chaotisches Bild	5 (5%) 101	4 (5,4%) 74	

Die sonographischen Messungen der V. portae ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Kohorten. Die Flussgeschwindigkeit der VP wurde im Durchschnitt in beiden Kohorten zwischen 6 und 15 cm/s gemessen. In beiden Kohorten konnte zu circa 90% ein atemmodulierter Fluss der VP dargestellt werden und die Flussrichtung war zumeist hepatopetal.

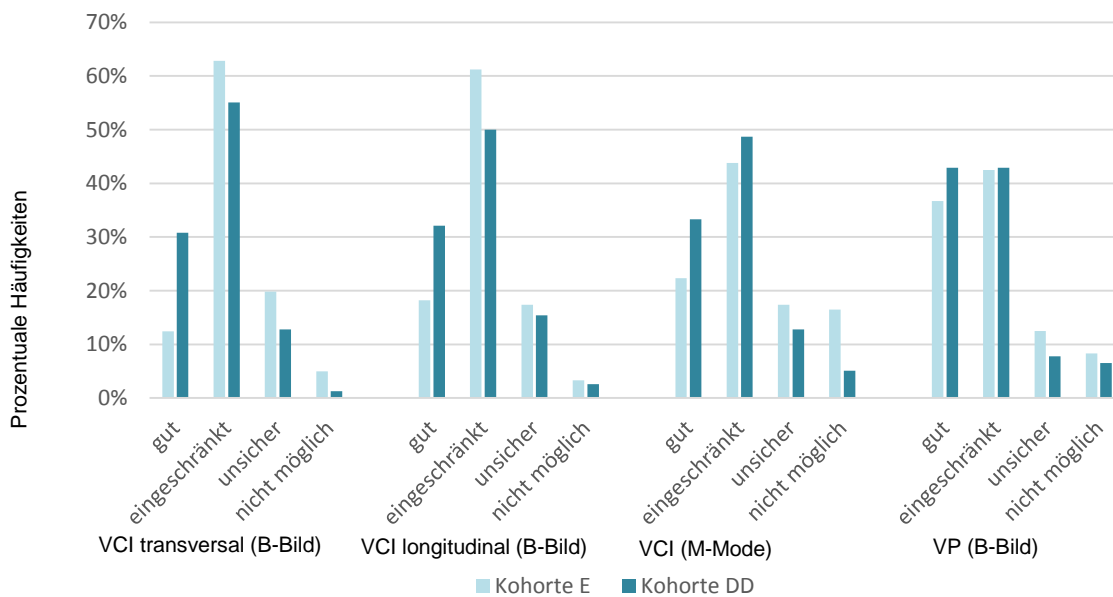
Tabelle 20: Übersicht über die sonographischen Parameter der Vena portae beider Kohorten als absolute (in Klammern: relative) Häufigkeiten bzw. Median (in Klammern: Minimum – Maximum) und ggf die von der Gesamtkohorte abweichende Anzahl von Patienten

Sonographie der Vena portae	Kohorte E	Kohorte DD	p-Wert
VP V max (PW)	14 (5,1-35,5) 101	15,4 (6,3-47,3) 57	0,0784
VP V min (PW)	6 (-8,2-26) 101	6,7 (0,8-16,1) 57	0,4246
<u>VP Pulsatilität</u>			0,7935
konstanter Fluss	9 (8,2%) 110	4 (5,6%) 72	
atemmodulierter Fluss	100 (90,9%) 110	67 (93,1%) 72	
monophasischer Fluss	1 (0,9%) 110	1 (1,4%) 72	
<u>VP Flussrichtung</u>			0,6495
durchgehend hepatopetal	103 (96,3%) 107	69 (98,6%) 70	
teils Pendelfluss	4 (3,7%) 107	1 (1,4%) 70	
hepatofugal	0 (0%) 107	0 (0%) 70	

Die Qualität der eingestellten sonographischen Schnitte variierte nicht signifikant zwischen den Kohorten. Der größte Anteil von gut einstellbaren B-Bildern wurde bei der Sonographie der VP gefunden, während die longitudinale Schnittführung bei der Sonographie der VCI die wenigsten nicht einstellbaren Bilder ergab.

Wenn gute und eingeschränkte Darstellbarkeit der Gefäße als die Bilder besserer Qualität zusammengefasst und in den Kohorten verglichen werden, kann man feststellen, dass in Kohorte DD mit jeweils zwischen 3 und 22 % mehr Patienten im Vergleich zu Kohorte E diese bessere Bildqualität vorherrscht und, dass mit insgesamt jeweils 85% der Patienten aus Kohorte DD die bessere Qualität vor allem beim B-Bild der Vena cava und dem B-Bild der Vena portae vorliegt.

Abbildung 9: Übersicht der Qualität der eingestellten Schnitte der VCI im Transversal- und Longitudinalschnitt im B-Bild sowie im M-Mode und des B-Bildes der VP



ROC-Analyse und Logistische Regression

Die Sensitivität und Spezifität der drei sonographisch signifikanten Parameter wurden mittels ROC-Analyse berechnet. Es ergaben sich nur mäßige Werte für die diagnostische Effizienz. Der beste Wert fand sich für den Diameter der VCI bei forcierter Inspiration mit AUC= 0,73.

Abbildung 10: Ergebnisse der ROC-Analyse für Diameter der VCI unter Kompression (kompr), dem maximalen Diameter der VCI (M-Mode-Max) und dem Diameter der VCI bei forcierter Inspiration (Inspiration)

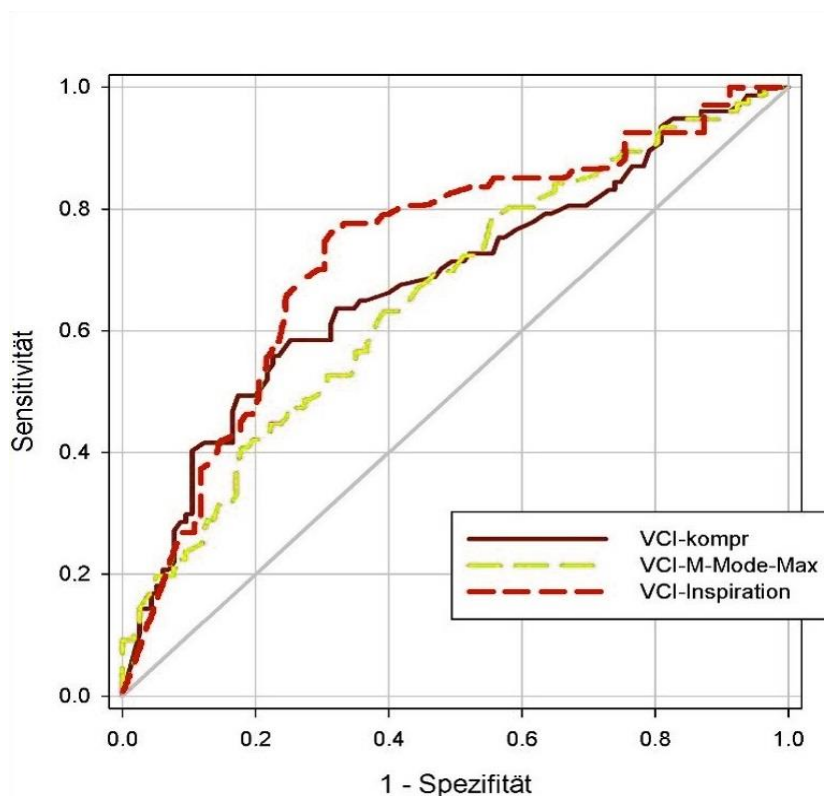


Tabelle 21: Ergebnisse der ROC-Analyse für Diameter der VCI unter Kompression, dem maximalen Diameter der VCI und dem Diameter der VCI bei forcierter Inspiration

	VCI Kompression	VCI max Diameter	VCI Inspiration
AUC	0,6804	0,6578	0,7278
95%Konfidenzintervall	0,6011;0,7596	0,5790;0,7366	0,6484;0,8072
p-Wert	<0,0001	0,0002	<0,0001

AUC: Area under the curve

Bei einer Spezifität von 0,8 ermittelte sich ein Cut-off-Wert für den Diameter der VCI unter Kompression von $\leq 0,5$ cm, für den maximalen Diameter der VCI von $\leq 1,4$ cm und für den inspiratorisch mittels Sniff-Manöver gemessenen Diameter von $\leq 0,4$ cm für die Diagnose der Dehydratation.

	Spezifität	Sensitivität	Cut-off-Wert
VCI Kompression	0,8	0,5	$\leq 0,5$ cm
VCI max Diameter	0,8	0,4	$\leq 1,4$ cm
VCI Inspiration	0,8	0,5	$\leq 0,4$ cm

Abbildung 11: Sensitivität und Spezifität des Diameters der VCI unter Kompression

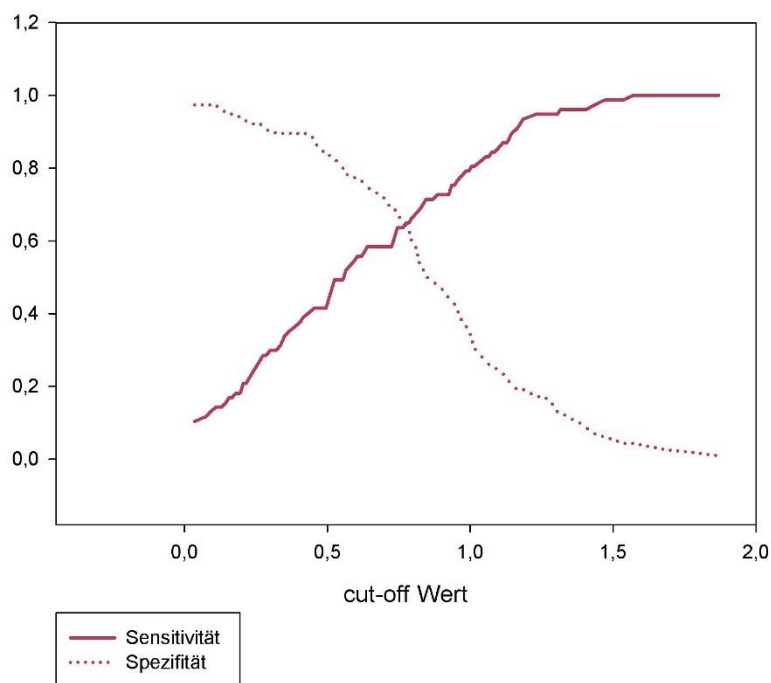


Abbildung 12: Sensitivität und Spezifität des maximalen Diameters der VCI

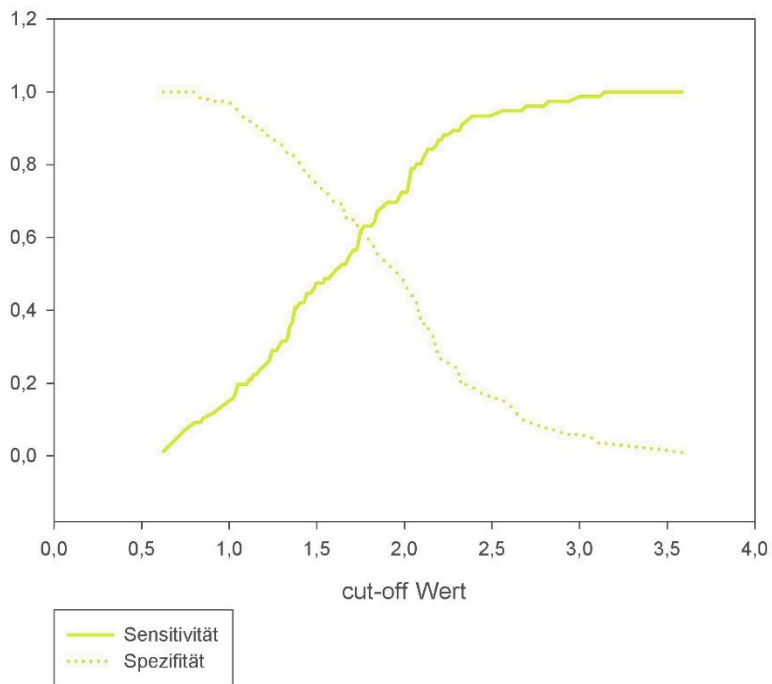
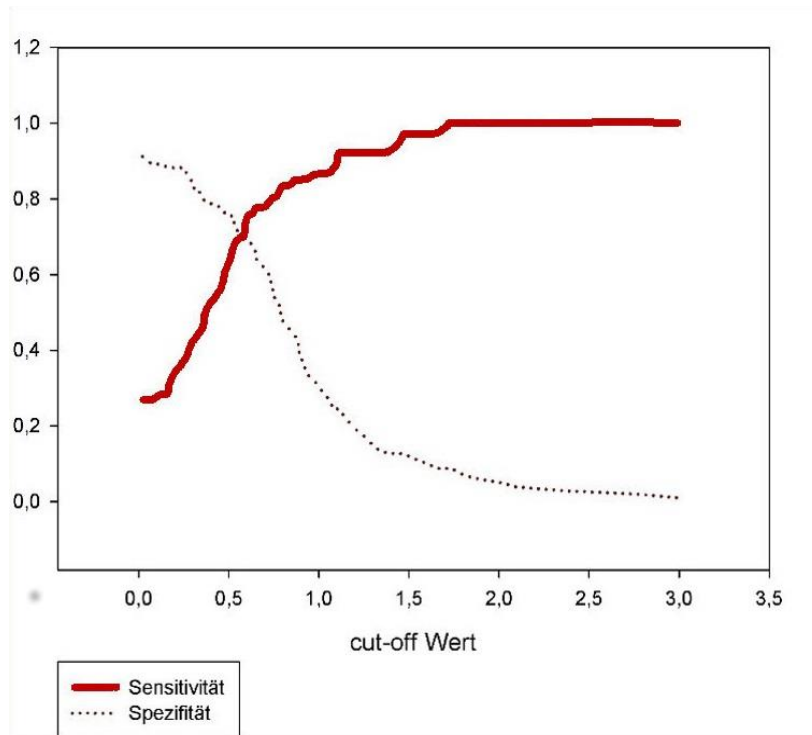


Abbildung 13: Sensitivität und Spezifität des Diameters der VCI bei forcierter Inspiration



Nach der univariaten Analyse wurden drei sonographische Marker und fünf weitere Variablen aus theoretischen Überlegungen ausgewählt, um den Zusammenhang mit dem Auftreten einer Dehydratation in einem multivariaten Ansatz aufzuklären. Hierzu wurden folgende Parameter dichotomisiert und einer logistischen Regressionsanalyse zugeführt:

Diameter der VCI unter Kompression $\leq 0,5$ cm

Maximaler Diameter der VCI $\leq 1,4$ cm

Diameter der VCI bei forcierter Inspiration $\leq 0,4$ cm

Alter ≥ 80 Jahre

BMI ≤ 22 kg/m²

ADL ≤ 30 Punkte

Vorliegen einer trockenen Achsel

Vorliegen einer Pflegestufe

Es zeigte sich ein Einfluss der Kohorte DD auf das klinische Zeichen der trockenen Achsel (Odds Ratio= 2,923; 95%-Konfidenzintervall= 1,318; 6,484; Wald-Test: $p=0,0083$). Unter den sonographischen Parametern fiel ein Einfluss der Kohorte auf den Diameter der VCI unter Kompression (Odds Ratio= 4,133; 95%-Konfidenzintervall= 1,81-9,435; Wald-Test: $p=0,0008$) sowie den Diameter der VCI bei forcierter Inspiration (Odds Ratio= 2,792; 95%-Konfidenzintervall= 1,157-6,737; Wald-Test: $p=0,0223$) auf.

Tabelle 22: Einfluss der Kohorte DD auf verschiedene Parameter, Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse

	OR ^a	95% CI Wald ^b		p-Wert ^c
Alter (>80 J)	1,759	0,815	3,793	0,1499
BMI (<22 kg/m ²)	1,750	0,650	4,710	0,2679
ADL (<30 P)	0,674	0,038	12,110	0,7892
Pflegestufe	0,437	0,155	1,234	0,1180
Trockene Achsel	2,923	1,318	6,484	0,0083
VCI Kompression	4,133	1,81	9,435	0,0008
VCI max Diameter	0,858	0,346	2,129	0,7419
VCI insp Diameter	2,792	1,157	6,737	0,0223

^a Odds Ratio

^b Konfidenzintervall der Odds Ratio

^c Wald-Test

Insgesamt war das Modell signifikant (Wald-Test: Chi-square= 31,4419, DF= 8, $p= 0,0001$).

Die Ergebnisse weisen neben einem deutlichen Effekt der Kompression der VCI, in dem die beiden anderen sonographischen Marker nahezu aufgehen (z.B. die spontan kollabierte Vena cava) einen zusätzlichen Effekt der klinischen Untersuchung der Achselhöhle auf aber keine weiteren unabhängigen prädiktiven Effekte der anderen eingeführten Faktoren.

4 DISKUSSION

Der Dehydratation bei älteren Patienten kommt im klinischen Alltag große Bedeutung zu, da durch verschiedene im Alter veränderte Funktionen des Organismus die Prävalenz der Dehydratation in dieser Altersgruppe recht hoch ist.

Je nach Nachweisverfahren und Cut-off-Werten schwankt die Prävalenz. In der Literatur liegt die zumeist laborchemisch festgestellte Dehydratation zwischen 0,5% (Plasmaosmolarität < 285 mosm/L) und 60% (Natrium im Plasma \geq 145 mmol/L, Blut-Harnstoff-Stickstoff/Kreatinin Ratio \geq 20, Osmolarität \geq 295 mosm/L)³². Dabei liegt eine Häufung von Werten der Prävalenz um die 40% vor (Serumosmolalität \geq 295 mmol/kg bzw. >300 mosmol/kg)^{9, 106}.

Diese laborchemisch gemessenen bzw. berechneten Prävalenzen konnten durch diese Studie, in deren Rahmen die Prävalenz anhand klinischer Parameter bestimmt wurde, bestätigt werden. In der vorliegenden Studie wurde eine Prävalenz von 48,2% für das Auftreten von klinischen Zeichen einer Dehydratation bei den untersuchten über 65-jährigen Patienten gefunden (Patienten der Kohorte D). Die Prävalenz für alle diejenigen Patienten aus Kohorte D, die zeitgleich mit dem Vorliegen klinischer Zeichen einer Dehydratation keine Zeichen einer Hyperhydratation aufwiesen (Patienten der Kohorte DD), liegt bei 31,6%.

Die enge Korrelation von laborchemischen und klinischen Parametern (vor allem in der Gewichtung des Nachweises trockener Achselhöhlen) in der Diagnostik der Dehydratation zeigen auch Eaton et al (im Zusammenhang mit Serumharnstoff-Kreatinin Ratio (mmol/l: pmol/l) über 1:10 und Plasmaosmolalität > 295 mmol/kg) und Shimizu et al (verglichen mit Serumosmolarität > 295 mosm/L) auf^{83, 110}.

Die Patienten der o.g. Studien sowie ein Großteil diejenigen, die an dieser Studie teilgenommen haben, sind dem Kollektiv zuzuordnen, das alleine und nicht im Pflegeheim lebt.

In der Literatur wird die Prävalenz für Dehydratation bei im Pflegeheim untergebrachten älteren Menschen wiederum höher angegeben³³⁻³⁵.

4.1 Folgen

Die Ergebnisse zeigen, dass die Prävalenz dieser Störung des Flüssigkeitshaushaltes unter geriatrischen Patienten hoch ist.

Zu den negativen Auswirkungen der Dehydratation zählen u.a. gestörte physische und kognitive Einschränkungen, vermehrt anfallende Kosten im Gesundheitssystem und erhöhte Mortalität der Patienten ^{6, 9, 13, 14, 42, 54, 58}.

Im Rahmen dieser Studie wurden die Anzahl der Stürze im letzten halben Jahr erfragt sowie die Infusionsgabe und die im stationären Aufenthalt gegebene Mortalität notiert. Die in der Literatur angegebene erhöhte Sturzgefahr bei dehydrierten älteren Patienten konnte in dieser Studie nicht durch signifikante Unterschiede zwischen den Kohorten belegt werden ⁵⁴. Dies könnte unter anderem damit zusammenhängen, dass sich auch bei der Einnahme von FRIDS keine Unterschiede zwischen den beiden Kohorten zeigten.

Die Patienten aus Kohorte DD erhielten nach der im Rahmen dieser Studie durchgeführten Diagnostik jedoch signifikant mehr intravenöse Infusionen (53,9% der Patienten im Vergleich zu nur 6,6% der Patienten aus Kohorte E) und das Volumen der verabreichten Infusionen lag mit 1 Liter bei dieser Kohorte höher als bei Kohorte E, deren Patienten im Median 0,5 Liter intravenös zugeführt bekamen. So ist zumindest von einem pflegerischen Mehraufwand für die Patienten der Kohorte DD auszugehen, wenn auch die durch die Infusionen und durch andere der Dehydratation zuzuordnenden Maßnahmen entstandenen Kosten nicht abgebildet sind.

Die vermehrten Hospitalisierungen, die in der Literatur als Folge der Dehydratation angeführt werden, konnten in dieser Studie nicht belegt werden ¹⁴.

Von denen im Rahmen dieser Studie untersuchten Patienten starben zwei Patienten der Kohorte DD (2,6%) im Verlauf des stationären Aufenthaltes nach der Aufnahme über die ZNA und im Vergleich kein Patient der Kohorte E. Der Unterschied ist allerdings nicht signifikant. Die Mortalität war unter den dehydrierten Patienten dieser Studie mit 2,6% geringer, als die in der Literatur angegebene Mortalität von über 11% bei amerikanischen Patienten mit in der ZNA diagnostizierter Dehydratation ^{9, 13}. Die Variation könnte durch die unterschiedlichen Definitionen von Dehydratation und die verschiedenen Gesundheitssysteme bedingt sein (so entnahmen Warren et al ¹³ ICD-9 codierte Diagnosen ohne Information über die zugrundeliegende Diagnostik).

4.2 Ursachen

Verschiedene Faktoren tragen zur Entstehung einer Dehydratation bei.

Die für die Dehydratation ursächlichen physiologischen Veränderungen am Organismus, der Nieren- oder Rezeptorfunktionen, wurden im Rahmen dieser Studie nicht explizit untersucht ^{1, 36, 39, 43}. Indirekt können über die Angaben zum Durstempfinden Rückschlüsse auf die Rezeptorfunktionen geschlossen werden. Über die Hälfte der befragten Patienten (52,9%) gab an, daran denken zu müssen, mehr zu trinken, da kein Durst verspürt würde. Phillips et al führen vermindertes Durstempfinden im Alter auf abnehmende Osmorezeptorempfindlichkeit zurück ^{2, 3}. Renale Dysfunktion wurde in der vorliegenden Studie über die Angabe zu Vorerkrankungen bei zwischen 16-21% der Patienten aus beiden Kohorten gefunden. Demnach können die o.g. Angaben der Literatur zu physiologischen Veränderungen der Rezeptoren und der Nieren im Alter bestätigt werden.

Weitere in dieser Studie untersuchten Faktoren in Hinblick auf die in der Literatur aufgezeigten Ursachen der Dehydratation umfassen: Immobilität und vermehrte Harninkontinenz ^{5, 6, 8}. In Hinblick auf diese Faktoren ergaben sich in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kohorten.

Der einzige Unterschied zeigte sich im signifikant kleineren Trinkvolumen der Patienten aus Kohorte DD mit einem Median von 1,5 Litern täglich (während die Patienten aus Kohorte E täglich im Median 2 Liter tranken).

4.3 Therapie

Ziel der Dehydratationstherapie ist es, den gestörten Flüssigkeitshaushalt auszugleichen. Im Rahmen dieser Studie bekamen mit 46,2% fast die Hälfte der Patienten aus Kohorte DD und mit 20,7% ein Fünftel der Patienten aus Kohorte E über Infusionen intravenös Deltajonin zugeführt. Innerhalb der Kohorte DD wurde die Infusionsgabe nach Vorliegen der Ergebnisse der Ultraschalluntersuchung bei über der Hälfte der Patienten eskaliert (53,9%). Im Anschluss wurde durch die betreuenden Internisten angegeben, dass insgesamt 39,7% der Patienten von Kohorte DD durch Infusionsgabe profitiert haben. Allerdings erhielten auch 20,7% der Patienten aus Kohorte E eine Infusion in der Notaufnahme. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass das Stellen einer definitiven und schnellen Diagnose im Aufnahmesetting gerade bei älteren Patienten oftmals schwierig ist.

Die Gabe von Infusionen ist im Setting der ZNA möglich, in Pflegeheimen ist oft durch die erschwerten Bedingungen zum Legen eines intravenösen Zuganges dieser Zugangsweg nicht möglich. Hier kann auf subkutane Infusionsgabe als therapeutische Maßnahme zurückgegriffen werden^{15, 66, 67}. Zur Prävention einer Dehydratation genügt meist die Erhöhung auf oder Sicherung einer ausreichenden Trinkmenge. Durch die frühzeitige Diagnose und Behandlung einer Dehydratation könnten die negativen Folgen verhindert werden.

4.4 Assessment

Zur Diagnostik der Dehydratation wurden im Rahmen dieser Studie 4 Gruppen von Parametern herangezogen: Klinische Zeichen, Vitalparameter, laborchemische und sonographische Parameter:

4.4.1 Klinische Zeichen

Bei der Diskussion der klinischen Parameter für den Nachweis einer Dehydratation ist zu beachten, dass Kohorte DD nach der klinischen Untersuchung durch Internisten der ZNA aus Patienten gebildet wurden, die Zeichen einer Dehydratation nicht aber einer Hyperhydratation aufwiesen. So enthält diese Kohorte per definitionem keine Patienten mit folgenden klinischen Zeichen: Halsvenenstauung, Rasselgeräusche der Lunge in der Auskultation, Ödeme und Dyspnoe. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bei diesen Parametern können daher nicht gewertet werden.

Signifikant unterscheiden sich die beiden Kohorten aufgrund dieser Einteilung in den Angaben der Internisten zu klinischen Parametern der Dehydratation, in der Häufigkeit des Vorkommens von trockener Haut, trockener Schleimhaut als auch von stehenden Hautfalten.

In der Untersuchung der klinischen Parameter durch die Verfasserin der Arbeit gibt es ebenso Unterschiede zwischen den Kohorten bezüglich der Zeichen der Dehydratation. Allerdings unterscheiden sich die Ergebnisse von denen der Internisten.

Trockene Haut fanden die Internisten bei 93,6% der Patienten aus Kohorte DD, die Verfasserin dieser Arbeit bei 85,9% der Patienten ($p < 0,0001$ bzw. $p = 0,0002$). Die Internisten gaben an, bei 66,7% der Patienten aus Kohorte DD trockene Schleimhaut

festgestellt zu haben, die Verfasserin fand dieses Merkmal bei 68% vor ($p < 0,0001$ bzw. $p = 0,0003$). Die von den Patienten angegebene im Alltag häufiger auftretende Mundtrockenheit lag mit 56,4% für die Patienten aus Kohorte DD nochmal etwas niedriger. Auch in Kohorte E fanden sich Angaben zur Mundtrockenheit durch 50,4% der Patienten (mit $p = 0,4677$), so dass dieses Zeichen a.e. durch die Patienten als Erinnerungsmerkmal für eine ausreichende Trinkmenge genutzt werden kann, aber wie auch in der Literatur beschrieben kein geeignetes Diagnostikum der Dehydratation darstellt^{7, 22}.

Größere Abweichungen gab es beim klinischen Zeichen der stehenden Hautfalten. Diese wurden durch die Internisten bei 29,5%, durch die Verfasserin dieser Arbeit bei 94,9% der Patienten angegeben ($p < 0,0001$ bzw. $p = 0,0089$).

Die Abweichungen im Bereich der trockenen Haut und Schleimhaut können der Untersuchervariabilität zugeordnet werden.

Die Unterschiede bei den Angaben zu stehenden Hautfalten sind a.e. mit der Methodik dieser Arbeit zu erklären. Die Internisten waren nur angewiesen worden, die Patienten anhand der klinischen Zeichen einer der beiden Kohorten zuzuordnen. Dabei gab es keine Vorgabe, dass dabei alle klinischen Zeichen, die für eine Störung des Flüssigkeitshaushaltes sprechen können, untersucht werden müssen und wie die einzelnen klinischen Zeichen dabei definiert sind.

Hierdurch lässt sich auch der Unterschied zwischen den Angaben der Untersucher in Bezug auf den Nachweis trockener Achselhöhlen erklären. Die Internisten fanden nur bei 2,6% der Patienten aus Kohorte DD trockene Achselhöhlen, während die Verfasserin dieser Arbeit dies bei 52,6% der Patienten dieser Kohorte angab ($p = 0,1524$ bzw. $p = 0,0001$). Möglicherweise ist die Untersuchung der Achselhöhle nicht durch jeden Internisten erfolgt. Hier zeigt sich die Schwierigkeit, im Aufnahmesetting die klinischen Parameter bei älteren Patienten richtig zu erheben und einzuschätzen.

Der Nachweis von trockener Haut und trockener Schleimhaut war in Studien an älteren Patienten am häufigsten und aussagekräftigsten mit einer Dehydratation assoziiert und wurde daher bei der Kohorteneinteilung dieser Studie berücksichtigt^{29, 83}. Der Nachweis von trockenen Achselhöhlen wird in der Literatur allerdings auch hoch gewichtet und ist nach Hooper et al⁸ am wichtigsten, die allein für den Nachweis von trockenen Achselhöhlen unter den klinischen Parametern eine hohe

Sensitivität und Spezifität bei der Diagnostik einer Dehydratation bei älteren Menschen fanden.

Auch die Ergebnisse der Untersuchung durch die Verfasserin sprechen dafür, dieses klinische Zeichen in die Diagnostik im klinischen Setting einzubeziehen.

Stehende Hautfalten konnten durch die Verfasserin in beiden Kohorten bei über 80% der untersuchten Patienten dargestellt werden. In der Literatur wird von der Diagnostik mittels stehenden Hautfalten bei älteren Patienten abgeraten, da der Hautturgor sich mit zunehmenden Alter so verändert, dass es bei diesem Patientenkollektiv fast immer möglich ist, eine stehende Hautfalte darzustellen⁸⁷.

Die klinischen Zeichen Agitiertheit, Somnolenz und Halsvenenstauung wurden bei der klinischen Untersuchung kaum vorgefunden und werden in der Literatur wegen der Beeinflussbarkeit durch Medikamente und Stressfaktoren auch nicht zur Dehydratationsdiagnostik empfohlen^{52, 91}.

4.4.2 Vitalparameter

Im Rahmen dieser Studie konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Kohorten bei der Darstellung der Vitalparameter Herzfrequenz, Blutdruck und Körpertemperatur erkannt werden.

Dies deckt sich mit den Erkenntnissen der Literatur^{8, 22, 105}.

Das Gewicht der letzten Tage war den Patienten der vorliegenden Studie meist nicht bekannt und wurde daher nicht weiter in das Assessment miteinbezogen.

Viele Faktoren wie Veränderungen der Funktionen des Organismus, der Einfluss von Medikamenten und Komorbiditäten verändern zudem bei älteren Menschen das Gewicht, wie sie auch die Körpertemperatur, den Blutdruck und die Herzfrequenz mitbeeinflussen. Deswegen können die Vitalparameter besonders bei älteren Patienten stark variieren und sollten daher laut der aktuellen Studienlage zumindest nicht generell zur Diagnostik der Dehydratation bei dieser Patientengruppe herangezogen werden^{6, 8, 75, 82, 84}.

4.4.3 Laborchemische Untersuchungen

Auch laborchemisch ergaben sich zwischen den Kohorten keine signifikanten Unterschiede bei den verwendeten Parametern: Kalium, Natrium, Harnstoff, Kreatinin, Albumin, Hämoglobin, Hämatokrit und CRP.

In der Literatur wird eine erhöhte Serum- oder Plasmaosmolalität (> 295 mosm/kg) und –osmolarität (> 295 mosm/l) als (laborchemischer) Goldstandard beschrieben^{76-78, 82, 106, 107}. Zur genaueren Berechnung der Osmolalität wie auch der Osmolarität werden Werte für Natrium und Kalium im Serum, sowie Glukose und Harnstoff benötigt¹⁰⁶.

Der in der ZNA der UMM durchgeführte „schnelle Block“, die Zusammenstellung der laborchemischen Parameter, die routinemäßig bei jedem Patienten auf der internistischen Seite der ZNA angeordnet und abgenommen wird, beinhaltet folgende Parameter: aPTT, PTZ, Quick, Natrium, Kalium, Calcium, Erythrozyten-, Leukozyten- und Thrombozytenzahl, Hb, Hkt, MCV, MCHC, Albumin, Kreatinin, Glukose, CRP. Eine Berechnung der Osmolarität oder Osmolalität wäre damit in der ZNA möglich.

Des Weiteren werden in der Literatur auch vereinzelt erhöhte Serumnatriumwerte (> 145 mmol/l) zur Diagnostik einer hypertonen Dehydratation beschrieben, allerdings wegen der interindividuellen Abweichungen ebenso wie die weiteren im Rahmen dieser Studie erhobenen laborchemischen Parameter für die Untersuchung von älteren Patienten nicht für geeignet befunden, da sie gerade bei älteren Patienten variabel und damit wenig aussagekräftig sind und es nicht möglich ist, Referenzwerte festzulegen^{8, 22, 110-112, 114, 115}.

Der Urin der Patienten wurde im Rahmen dieser Studie nicht untersucht, könnte aber in der ZNA leicht gewonnen werden. Die Farbe des Urins nach Armstrong et al¹¹⁹ sowie die Urinosmolarität⁷⁶ haben sich in der Literatur positiv hervor getan.

Aber auch die Urinparameter sind nicht präzise und sollten laut Hooper et al^{8, 123} und Fortes et al¹⁰⁵ nicht alleine zur Dehydratationsdiagnostik eingesetzt werden.

4.4.4 Sonographie

Die Studienlage zu sonographischen Zeichen einer Dehydratation bei erwachsenen Patienten ist recht dünn, Studien zur sonographischen Dehydratationsdiagnostik bei älteren Patienten nicht vorhanden.

Im Allgemeinen werden Messungen der VCI-Diameter (bei Kindern und Erwachsenen) als geeignet zur Volumen- und Hydrationsdiagnostik bezeichnet¹⁴⁴.

Das Flussprofil und der Venenpuls der VCI wurden bisher nicht in Studien zur Dehydratation untersucht, ebenso wenig existieren Studien zur sonographischen Messung der VP. Weiterhin existiert kein einheitlicher Standard der sonographischen Messung.

Im Rahmen dieser Studie wurden die Messungen der VCI bei Lagerung in Rückenlage und im subxiphoidalen Schallfenster in anterior-medianer Position des Schallkopfes durchgeführt. Damit wurde den in der Literatur v.a. im Rahmen von Messungen bei erwachsenen Patienten empfohlenen Lagerung und Einstellung der VCI gefolgt^{16, 125, 126, 132}. Im Sagittalschnitt wurde die Pulsatilität sowie die Atemmodulation beurteilt und im M-Mode der maximale und minimale Diameter der VCI sowie der Diameter in Inspiration während eines Sniff-Manövers und damit ein möglicher Kollaps der VCI untersucht, während im Transversalschnitt der medianer Diameter der VCI sowie der Diameter unter durch den Schallkopf ausgeübter Kompression gemessen wurden.

Bei der Untersuchung im Rahmen der vorliegenden Studie wurde diesen vereinzelt Empfehlungen der aktuellen Literatur zur Schnitteinstellung gefolgt¹³².

Die Frage nach der Qualität der sonographischen Schnitteinstellungen bei älteren Patienten kann mit dieser Studie dahingehend beantwortet werden, dass prinzipiell alle eingesetzten Schnittführungen qualitativ ähnlich waren und bei fast allen Patienten durchgeführt werden konnten.

Das Sniff-Manöver konnte als einzige Untersuchung nur bei 85,9% der Patienten aus Kohorte DD (67 von insgesamt 78 Patienten) durchgeführt werden, während die anderen Messungen bei fast 100% den der Kohorte zugeordneten Patienten möglich waren. Eine mögliche Erklärung ist, dass der Aufforderung zum Sniff-Manöver (aufgrund einer vorliegenden Demenz oder eines Delirs) nicht von jedem älteren Patienten kognitiv nachgekommen werden kann. Dies entspricht dem Ergebnis von Brennan et al¹⁷², die die Genauigkeit der Messung mit Sniff-Manöver hervorheben, aber die einfachere Erhebung des maximalen Diameters betonen.

Generell eignen sich damit im Folgenden aufgeführte sonographische Untersuchungen der VCI als bedside-Routinediagnostik.

Zwischen den Kohorten stellten sich im Rahmen der Studie signifikante Unterschiede bei den verschiedenen sonographischen Messungen dar:

Unter Kompression stellte sich der Diameter im Median in Kohorte DD mit 0,6 cm und in Kohorte E mit 0,9 cm dar. Der beim Sniff-Manöver gemessene forciert inspiratorische Diameter der VCI lag bei den Patienten der Kohorte DD bei 0,4 cm und bei den Patienten aus Kohorte E wurde ein medianer Diameter von 0,8 cm gemessen. Der durch das Sniff-Manöver herbeigeführte Diameter ist in beiden Kohorten damit etwas kleiner als der durch Kompression mit dem Schallkopf

herbeigeführte. Bei beiden Messungen ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Kohorten ($p < 0,0001$). Damit eignen sich Kompression und das Sniff-Manöver als Darstellungsformen des Füllungsdruckes der VCI, wie in der Literatur für die Diagnostik der Dehydratation bei erwachsenen Patienten beschrieben, somit auch zur Diagnostik einer Dehydratation bei älteren Patienten^{18, 137-142, 172}.

Mittels ROC-Analyse wurde ein Cut-off-Wert für den Diameter der VCI unter Kompression von $\leq 0,5$ cm und ein Cut-off-Wert für den Diameter der VCI während des Sniff-Manövers von $\leq 0,4$ cm festgelegt (für eine Spezifität von 0,8). Im Vergleich mit den Daten von Lang et al¹³², denen zufolge sich die Euhydrierung (bei normalem Druck im rechten Vorhof) über einen Diameter der VCI von $< 2,1$ cm und Verringerung diesen Diameters bei einem Sniff-Manöver auf < 1 cm und die Hyperhydrierung bzw. Druckerhöhung im rechten Vorhof sich über einen Diameter von $> 2,1$ cm und einen Kollaps von $< 50\%$ definiert, ist der im Rahmen dieser Studie festgelegte Cut-off-Wert für die Dehydratation entsprechend niedriger.

Auch in Bezug auf den minimal gemessenen Diameter der VCI (ohne Sniff-Manöver) unterschieden sich die Kohorten dieser Studie voneinander ($p = 0,0004$).

Celebi Yamanoglu et al¹⁴³ gaben den minimalen Diameter sogar als den sensitivsten Messpunkt zur Hydratationsdiagnostik bei Patienten der Intensivstation an, die im Durchschnitt 71 Jahre alt und damit zum Teil geriatrische Patienten waren. Brennan et al¹⁷² gaben eine höhere Sensitivität und Spezifität der im Sniff-Manöver gemessenen gegenüber den unter Inspiration gemessenen Diametern an. Dies wurde durch die vorliegende Studie bestätigt.

Bei den Ergebnissen des maximalen im M-Mode gemessenen Diameters taten sich wiederum deutliche Unterschiede zwischen den Kohorten auf ($p = 0,0002$).

So lag der maximal gemessene Diameter innerhalb der Kohorte DD im Median bei 1,6 cm und in Kohorte E bei 2 cm. Diese Beobachtung deckt sich mit der in der Literatur beschriebenen guten Korrelation des maximalen Diameters der VCI mit dem zentralen Venendruck bei erwachsenen Patienten und spricht für eine Empfehlung dieser Messung zur Dehydratationsdiagnostik auch bei älteren Patienten^{147, 148, 172}.

Der im Rahmen der ROC-Analyse zu dieser Studie berechnete Cut-off-Wert des maximalen Diameters liegt bei $< 1,4$ cm (für eine Spezifität von 0,8).

Der von Brennan et al¹⁷² angegebene Cut-off-Wert von $< 2,0$ cm (allerdings bezogen auf einen Druck im rechten Vorhof von < 10 mmHg) wird dabei unterschritten.

Der Kollapsindex, bei dem der minimale (auch im Sniff-Manöver gemessene) Diameter vom maximalen subtrahiert wird, wird in verschiedenen Studien von >50% bis > 75% angegeben^{17, 18, 73, 145}. Der Kollapsindex wurde im Rahmen dieser Studie nicht berechnet. Prekker et al¹⁴⁷ zufolge ist die Korrelation des Kollapsindex mit dem zentralen Venendruck nicht so stark wie die der Messung des minimalen und maximalen Diameters der VCI.

Katzarski et al¹³⁸ und Krause et al¹⁴¹ verwendeten den medianen Diameter der VCI zur Volumendiagnostik vor und nach der Hämodialyse und fanden eine signifikante Veränderung des Diameters von 1,12 cm zu 0,75. Durch Bosmann et al⁷³ wurde der Cut-off- Wert für den mittleren Diameter mit <(14-) 10 mm angegeben.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit zeigten sich beim medianen Diameter der VCI (mit 1,2 cm in Kohorte DD zu 1,3 cm in Kohorte E) keine signifikanten Unterschiede, so dass diese Messung bei älteren Patienten im Rahmen der Dehydratationsdiagnostik weniger hilfreich erscheint.

Der VCI-Aorta-Index wurde nicht berechnet, da davon ausgegangen werden kann, dass dieser gerade bei älteren Patienten durch Komorbiditäten wie Aortenaneurysmata verfälscht sein kann.

Zusammenfassend kann nach der hier vorliegenden Studie der Diameter der VCI unter Kompression, sowie der minimale und maximale Diameter der VCI und der während des Sniff-Manövers gemessene Diameter der VCI zur bedside-Routinediagnostik der Dehydratation bei älteren Patienten eingesetzt werden.

Weiterhin ergab die beobachtete Atemmodulation einen deutlichen Unterschied zwischen den Kohorten ($p=0,0005$). Dieses Ergebnis deckt sich mit den signifikanten Unterschieden zwischen den Kohorten in Bezug auf die Diametern der VCI (im Median, unter Inspiration, Expiration, Kompression und während des Sniff-Manövers).

Die Pulsatilitätsbeurteilung und Flussgeschwindigkeitsmessungen der VCI ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Kohorten. Der zweigipfelige Venenpuls war in circa 95% der Patienten beider Kohorten erkennbar, während sich bei den anderen 5% der Patienten ein chaotisches Bild zeigte, so dass eine mögliche Erklärung die ist, dass Pulsatilität und Flussgeschwindigkeit möglicherweise nur durch höhergradigere Dehydratation beeinflusst werden. Diese Hypothese könnte im Rahmen einer weiteren Studie untersucht werden.

Bei den Messungen der VP fielen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Kohorten auf. Es liegen auch keine anderen Studien zu sonographischen Messungen der VP zur Dehydratationsdiagnostik vor. Die erwarteten Unterschiede in der Flussgeschwindigkeit (und Flussrichtung) sowie Pulsatilität wurden bei den Messungen der VP nicht gefunden, so dass dieses Gefäß nicht geeignet scheint, mit sonographisch gewonnenen Informationen zur Dehydratationsdiagnostik beitragen zu können. Weitere Venen wurden im Zuge der vorliegenden Studie nicht beurteilt.

In der Literatur wird die Untersuchung von anderen peripheren Venen beschrieben: Der Diameter der Vena subclavia sowie der der Vena jugularis interna weisen gute Korrelationen mit dem invasiv gemessenen zentralen Venendruck auf ^{148, 155-157, 159, 160}. Insgesamt wird die VCI in der Literatur allerdings weiterhin als bestmöglicher Messpunkt angegeben ¹⁵⁹.

Auch der hier vorliegenden Studie zufolge sollten die Messungen der sonographischen Dehydratationsdiagnostik an der VCI durchgeführt werden.

Die diagnostische Effizienz, die mittels ROC-Analyse berechnet wurde, zeigte sowohl für den Diameter der VCI unter Kompression sowie während des Sniff-Manövers als auch für den maximalen Diameter nur mäßige Werte, dabei den besten für den Diameter der VCI bei forcierter Inspiration mit AUC = 0,73. Dieser Wert ist nur als mäßig prädiktiv einzuschätzen. So ergeben sich z.B. bei der logistische Regression für die Schätzformel zur Niereninsuffizienz (nach Cockroft und Gault) AUC-Werte > 0,8. Der Kohorteneinteilung entsprechend zeigte sich bei der logistischen Regression in dieser Studie ein Einfluss des klinischen Parameters der trockenen Achsel und zusätzlich der sonographischen Parameter des Diameters der VCI unter Kompression, sowie des Diameters der VCI bei forcierter Inspiration bezüglich der Zugehörigkeit zur Kohorte DD.

4.5 Limitationen und methodische Einschränkungen

Methodische Einschränkungen ergaben sich bei der Zuordnung der Patienten zu den Kohorten, da im Setting der ZNA die Diagnostik mittels zentraler Venendruckmessung nicht möglich ist, dies in der Literatur aber als Goldstandard der Dehydratationsdiagnostik angegeben wird.

Der routinemäßig abgenommene „schnelle Block“ umfasst nicht alle laborchemischen Parameter, aber die Glukosekonzentration im Serum ist enthalten, so dass die Osmolarität oder Osmolalität hätte berechnet werden können.

Osmolarität bzw. Osmolalität werden in der Literatur als laborchemischer Goldstandard benannt.

Die Patienten wurden durch die sie betreuenden Internisten der ZNA anhand der klinischen Merkmale den beiden Kohorten zugeordnet. Bei der klinischen Untersuchung auf das Vorliegen einer Dehydratation wurde durch die Internisten der ZNA vorwiegend auf eine trockene Haut sowie Schleimhaut, stehenden Hautfalten geachtet. Dabei gab es keine Vorgaben, alle klinischen Parameter abzu prüfen oder Angaben, wie sie zu untersuchen sein. Wären die Internisten beim Untersuchen dieser Parameter wie die Verfasserin dieser Arbeit nach den Vorgaben aus der Tabelle 5 vorgegangen, wären die Abweichungen zwischen den untersuchten klinischen Zeichen von Internist zu Verfasserin vermutlich nicht so deutlich.

Die Interraterreliabilität spielt auch bei der Untersuchung von sonographischen Parametern generell eine große Rolle. Im Rahmen dieser Studie wurde dies umgangen, da die Patienten nur durch eine Person sonographisch untersucht wurden. Durch die Definition der Schnittebenen und meist guten Darstellbarkeit der anatomischen Landmarken sollte es aber zu keiner großen Interratervariabilität kommen. Nicht definiert wurde bei der sonographischen Messung des VCI-Durchmessers unter manueller Kompression die Kraft, die auf das Abdomen des Patienten wirken sollte, so dass diese Untersuchung eine subjektive Komponente enthält. Es ist jedoch fraglich, ob es eine Angabe des auszuübenden Druckes hier für Objektivität sorgen würde, da weitere Einflussfaktoren wie abdominelles Fett, die Größe des Patienten etc. einbezogen werden müssten.

Es werden weitere Studien zur Bestätigung der Ergebnisse dieser Studie und zur Entwicklung und Evaluation eines Ablaufschemas zur Dehydratationsdiagnostik mit denen in dieser Studie aufgeführten Parametern bei älteren Patienten benötigt, welches dann im klinischen Einsatz die Dehydratationsdiagnostik vereinfachen könnte.

4.6 Schlussfolgerung

Mit der vorliegenden Studie konnten die Ergebnisse der Literatur bestätigt werden, dass Dehydratation bei älteren Menschen ein häufiges Problem darstellt und dass die Diagnostik einer Dehydratation nach wie vor eine Herausforderung ist. Der generelle Goldstandard der Dehydratation bleibt in der Theorie weiterhin die zentrale Venendruckmessung. Dies ist ein invasives Verfahren, das bei den wenigsten Patienten in der ZNA nötig ist und kaum im Setting der Notaufnahme durchgeführt werden kann. Ein weiteres im Setting der Patientenaufnahme nicht praktikables Diagnostikum ist der Gewichtsverlauf, der meist den Patienten und Angehörigen nicht bekannt ist, aber Rückschlüsse auf den Volumenstatus zulassen würde. Die Vitalparameter Herzfrequenz, Blutdruck und Körpertemperatur sowie die erhobenen Laborwerte (Kalium, Natrium, Harnstoff, Kreatinin, Albumin, Hämoglobin, Hämatokrit und CRP) eignen sich bei älteren Patienten laut der Literatur und der hier vorliegenden Studie nicht zur Diagnostik einer Dehydratation. Mit der Hinzunahme der aus einigen dieser Parameter berechneten Osmolarität bzw. der Osmolalität, dem in der Literatur angegebenen laborchemischen Goldstandard, wäre in der ZNA wahrscheinlich auch mittels laborchemischen Parametern bei älteren Patienten eine aussagekräftige Bestimmung des Hydratationsstatus möglich. Eine Untersuchung des Urins auf Farbe und Osmolarität könnte weitere Hinweise auf den Volumenstatus geben. Klinische Parameter v.a. die Untersuchung der Haut, Schleimhaut und Achselhöhlen sollten zur Diagnostik untersucht werden. Sonographisch zeigen der Diameter der VCI unter Kompression, sowie der minimale und maximale Diameter der VCI und der während des Sniff-Manövers gemessene Diameter der VCI gute Ergebnisse bei der Dehydratationsdiagnostik an älteren Patienten, allerdings ergibt die diagnostische Effizienz nur mäßige Werte. Die sonographischen Messungen sind im bedside-Ansatz gut durchführbar (wobei das Sniff-Manöver abhängig von der Kognition der Patienten eventuell nicht bei allen älteren Patienten durchführbar ist). Die Diagnostik der Dehydratation bleibt insgesamt schwierig und wird am besten aus der Synopse der unterschiedlichen, oben aufgeführten, sowohl apparativen wie klinischen Marker heraus gestellt. Diese Studie verdeutlicht auch, dass noch Bedarf an weiterer Forschung auf diesem Gebiet besteht. In nachfolgenden Studien sollte geklärt werden, wie ein mögliches Ablaufschema der Dehydratationsdiagnostik bei älteren Patienten in der ZNA aussehen könnte.

5 ZUSAMMENFASSUNG

In verschiedenen Studien konnte bisher die hohe Prävalenz von Dehydratation bei älteren Patienten nachgewiesen werden. Zu den Folgen einer Dehydratation gehören nicht nur physische und kognitive Einschränkungen, sondern auch eine erhöhte Mortalität, sowie vermehrte Hospitalisierungen und Kosten im Gesundheitssystem. Dies kann mit Flüssigkeitsgabe (auch in Form von Infusionen) einfach therapiert oder verhindert werden. Die Diagnostik einer Dehydratation stellt bei älteren Patienten jedoch oft eine Herausforderung dar, da weder klinische Zeichen noch laborchemische Parameter eine große Spezifität aufweisen. Mit der zentralen Venendruckmessung mittels zentralem Venenkatheter steht als Goldstandard nur ein invasives Verfahren zur Verfügung, das nicht als Routineuntersuchung eingesetzt werden kann. Laborchemisch wird in der Literatur häufig die Serumosmolarität bzw. – osmolalität zur Diagnostik verwendet, zur Berechnung derer allerdings verschiedene laborchemische Parameter gemessen werden müssen. Mit dem zunehmenden Anteil älterer Menschen an der Weltbevölkerung wird das Thema Dehydratation und die dazugehörige Diagnostik weiterhin von großer klinischer Bedeutung sein. Es wäre daher wünschenswert, wenn die klinische und laborchemisch gestützte Diagnostik um eine breit verfügbare kostengünstige apparative Diagnostik wie die Sonographie ergänzt werden könnte.

Ziel dieser Studie war es daher, den Beitrag der abdominalen Sonographie in der Diagnostik der Dehydratation in Abgrenzung zu anderen Störungen des Flüssigkeitshaushaltes und im Vergleich mit anderen diagnostischen Ansätzen bei älteren Menschen zu untersuchen.

Dafür wurden im Zeitraum zwischen August 2014 und Februar 2015 in der Zentralen Notaufnahme des Universitätsklinikums Mannheim 2 Kohorten von Patienten im Alter ab 65 Jahre in Hinblick auf klinische Zeichen, laborchemische und sonographische Parameter untersucht. Die eine Kohorte (DD) bildeten 78 Patienten, die nach klinischer Synopse als dehydriert identifiziert wurden und als Vergleichskohorte (E) dienten 121 nach klinischer Einschätzung euhydrierte Patienten. Dabei wurde auf trockene Haut, trockene Schleimhaut, trockene Achselhöhlen, stehende Hautfalten, Halsvenenstauung, Dyspnoe, Rasselgeräusche, Pleuraerguss, Ödeme, Agitiertheit und Somnolenz sowohl durch die Internisten der Zentralen Notaufnahme als auch

durch die Verfasserin dieser Arbeit geachtet. Die untersuchten Vitalparameter umfassten Herzfrequenz, Blutdruck und Körpertemperatur und die erhobenen laborchemischen Parameter Kalium, Natrium, Harnstoff, Kreatinin, Albumin, Hämoglobin, Hämatokrit und c-reaktives Protein. Sonographisch wurde bei beiden Kohorten die Vena cava inferior im Transversalschnitt dargestellt und unter Kompression durch den Schallkopf der Diameter gemessen. Im Sagittalschnitt wurde mittels M-Mode der minimale und maximale Diameter der Vena cava inferior sowie derjenige bei forcierter Inspiration (Sniff-Manöver) gemessen.

Die Vitalparameter und laborchemischen Parameter blieben ohne signifikante Unterschiede zwischen den Kohorten.

Es zeigten sich jedoch signifikante Unterschiede zwischen den dehydrierten und euhydrierten Gruppen was die sonographische Untersuchung der Kompressibilität der Vena cava inferior, ihre maximale und minimale Exkursion im M-Mode sowie den Diameter unter forcierter Inspiration anbelangt (p -Wert $<0,0001$). Allerdings ergaben sich in einer Receiver Operating Characteristic- Analyse nur mäßige Werte für die diagnostische Effizienz. Der beste Wert fand sich für den inspiratorischen Diameter mit einer Fläche unter der Kurve von 0,73. Für eine Spezifität von 0,8 bei der Diagnostik einer Dehydratation ergab sich bei der sonographischen Messung des Diameters der Vena cava inferior bei forcierter Inspiration ein Cut-off-Wert von $\leq 0,4$ cm (für den maximalen Diameter von $\leq 1,4$ cm und für den Diameter unter Kompression von $\leq 0,5$ cm).

Die sonographische Diagnostik der Vena cava inferior, insbesondere die Kompressibilität der Vena cava inferior, ihr minimaler und maximaler Diameter (im M-Mode) sowie der Diameter bei forcierter Inspiration (auch im M-Mode), kann die Diagnose einer Dehydratation unterstützen und ist im bedside-Ansatz gut durchführbar. Die Diagnostik der Dehydratation bleibt insgesamt aber schwierig und wird am besten aus einer Synopse unterschiedlicher, sowohl apparativer wie klinischer Marker heraus gestellt, zu denen u.a. die Untersuchung der Achselhöhle, sowie der Haut und der Schleimhaut, der Ausschluss von Ödemen und anderen Zeichen der Hyperhydratation, als auch die Berechnung der Serumosmolarität bzw. – osmolalität, die Untersuchung des Urins und wenn möglich der Gewichtsverlauf der letzten Woche gehören.

6 LITERATURVERZEICHNIS

1. Kositzke, JA: A question of balance--dehydration in the elderly. *Journal of gerontological nursing*, 16: 4-11, 1990.
2. Phillips, PA, Bretherton, M, Risvanis, J, Casley, D, Johnston, C, Gray, L: Effects of drinking on thirst and vasopressin in dehydrated elderly men. *The American journal of physiology*, 264: R877-881, 1993.
3. Phillips, PA, Rolls, BJ, Ledingham, JG, Forsling, ML, Morton, JJ, Crowe, MJ, Wollner, L: Reduced thirst after water deprivation in healthy elderly men. *The New England journal of medicine*, 311: 753-759, 1984.
4. Crane, MG, Harris, JJ: Effect of aging on renin activity and aldosterone excretion. *The Journal of laboratory and clinical medicine*, 87: 947-959, 1976.
5. Colling, JC, Owen, TR, McCreedy, MR: Urine volumes and voiding patterns among incontinent nursing home residents. Residents at highest risk for dehydration are often the most difficult to track. *Geriatric nursing*, 15: 188-192, 1994.
6. Mentes, JC, Culp, K: Reducing hydration-linked events in nursing home residents. *Clinical nursing research*, 12: 210-225; discussion 226-218, 2003.
7. Mentes, J: Oral hydration in older adults: greater awareness is needed in preventing, recognizing, and treating dehydration. *The American journal of nursing*, 106: 40-49; quiz 50, 2006.
8. Hooper, L, Abdelhamid, A, Attreed, NJ, Campbell, WW, Channell, AM, Chassagne, P, Culp, KR, Fletcher, SJ, Fortes, MB, Fuller, N, Gaspar, PM, Gilbert, DJ, Heathcote, AC, Kafri, MW, Kajii, F, Lindner, G, Mack, GW, Mentes, JC, Merlani, P, Needham, RA, Olde Rikkert, MG, Perren, A, Powers, J, Ranson, SC, Ritz, P, Rowat, AM, Sjostrand, F, Smith, AC, Stookey, JJ, Stotts, NA, Thomas, DR, Vivanti, A, Wakefield, BJ, Waldreus, N, Walsh, NP, Ward, S, Potter, JF, Hunter, P: Clinical symptoms, signs and tests for identification of impending and current water-loss dehydration in older people. *The Cochrane database of systematic reviews*: Cd009647, 2015.
9. El-Sharkawy, AM, Watson, P, Neal, KR, Ljungqvist, O, Maughan, RJ, Sahota, O, Lobo, DN: Hydration and outcome in older patients admitted to hospital (The HOOP prospective cohort study). *Age and ageing*, 44: 943-947, 2015.
10. Mentes, J, Culp, K, Maas, M, Rantz, M: Acute confusion indicators: risk factors and prevalence using MDS data. *Research in nursing & health*, 22: 95-105, 1999.
11. Armstrong, LE, Ganio, MS, Casa, DJ, Lee, EC, McDermott, BP, Klau, JF, Jimenez, L, Le Bellego, L, Chevillotte, E, Lieberman, HR: Mild dehydration affects mood in healthy young women. *The Journal of nutrition*, 142: 382-388, 2012.
12. Murray, B: Hydration and physical performance. *Journal of the American College of Nutrition*, 26: 542s-548s, 2007.
13. Warren, JL, Bacon, WE, Harris, T, McBean, AM, Foley, DJ, Phillips, C: The burden and outcomes associated with dehydration among US elderly, 1991. *American journal of public health*, 84: 1265-1269, 1994.
14. Xiao, H, Barber, J, Campbell, ES: Economic burden of dehydration among hospitalized elderly patients. *American journal of health-system pharmacy : AJHP : official journal of the American Society of Health-System Pharmacists*, 61: 2534-2540, 2004.

15. Schnurle, J: [Subcutaneous rehydration for efficient treatment of elderly people during heat-waves]. *Deutsche medizinische Wochenschrift*, 140: 827-830, 2015.
16. Kosiak, W, Swieton, D, Piskunowicz, M: Sonographic inferior vena cava/aorta diameter index, a new approach to the body fluid status assessment in children and young adults in emergency ultrasound--preliminary study. *The American journal of emergency medicine*, 26: 320-325, 2008.
17. Nagdev, AD, Merchant, RC, Tirado-Gonzalez, A, Sisson, CA, Murphy, MC: Emergency department bedside ultrasonographic measurement of the caval index for noninvasive determination of low central venous pressure. *Annals of emergency medicine*, 55: 290-295, 2010.
18. Stawicki, SP, Braslow, BM, Panebianco, NL, Kirkpatrick, JN, Gracias, VH, Hayden, GE, Dean, AJ: Intensivist use of hand-carried ultrasonography to measure IVC collapsibility in estimating intravascular volume status: correlations with CVP. *Journal of the American College of Surgeons*, 209: 55-61, 2009.
19. Gille, D: Overview of the physiological changes and optimal diet in the golden age generation over 50. *European Review of Aging and Physical Activity*, 7: 27-36, 2010.
20. Greenleaf, JE: Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. *Medicine and science in sports and exercise*, 24: 645-656, 1992.
21. El-Sharkawy, AM, Sahota, O, Maughan, RJ, Lobo, DN: The pathophysiology of fluid and electrolyte balance in the older adult surgical patient. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 33: 6-13, 2014.
22. Weinberg, AD, Minaker, KL: Dehydration. Evaluation and management in older adults. Council on Scientific Affairs, American Medical Association. *Jama*, 274: 1552-1556, 1995.
23. Thomas, DR, Tariq, SH, Makhdomm, S, Haddad, R, Moinuddin, A: Physician misdiagnosis of dehydration in older adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 5: S30-34, 2004.
24. Mange, K, Matsuura, D, Cizman, B, Soto, H, Ziyadeh, FN, Goldfarb, S, Neilson, EG: Language guiding therapy: the case of dehydration versus volume depletion. *Annals of internal medicine*, 127: 848-853, 1997.
25. Mentes, JC: Hydration management protocol. *Journal of gerontological nursing*, 26: 6-15, 2000.
26. Chevront, SN, Kenefick, RW: Dehydration: physiology, assessment, and performance effects. *Comprehensive Physiology*, 4: 257-285, 2014.
27. Sieber, CC: The elderly patient – who is that? *Der Internist*, 48: 1190-1194, 2007.
28. Commission, E: 2009 ageing report: economic and budgetary projections for the EU-27 Member States (2008-2060). European Commission Bruselas, 2009.
29. Vivanti, A, Harvey, K, Ash, S: Developing a quick and practical screen to improve the identification of poor hydration in geriatric and rehabilitative care. *Archives of gerontology and geriatrics*, 50: 156-164, 2010.
30. Organization, WH: *The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life*, World Health Organization, 2002.
31. Bundesamt, S: Bevölkerungsentwicklung in Deutschland bis 2060. 12. Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. 2009.
32. Stookey, JD, Pieper, CF, Cohen, HJ: Is the prevalence of dehydration among community-dwelling older adults really low? Informing current debate over the fluid recommendation for adults aged 70+years. *Public health nutrition*, 8: 1275-1285, 2005.

33. Luckey, AE, Parsa, CJ: Fluid and electrolytes in the aged. *Archives of surgery (Chicago, Ill : 1960)*, 138: 1055-1060, 2003.
34. Lavizzo-Mourey, R, Johnson, J, Stolley, P: Risk factors for dehydration among elderly nursing home residents. *Journal of the American Geriatrics Society*, 36: 213-218, 1988.
35. Wolff, A, Stuckler, D, McKee, M: Are patients admitted to hospitals from care homes dehydrated? A retrospective analysis of hypernatraemia and in-hospital mortality. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 108: 259-265, 2015.
36. Beck, LH: The aging kidney. Defending a delicate balance of fluid and electrolytes. *Geriatrics*, 55: 26-28, 31-22, 2000.
37. Miller, M: Fluid and electrolyte homeostasis in the elderly: physiological changes of ageing and clinical consequences. *Bailliere's clinical endocrinology and metabolism*, 11: 367-387, 1997.
38. Lindeman, RD, Tobin, JD, Shock, NW: Association between blood pressure and the rate of decline in renal function with age. *Kidney international*, 26: 861-868, 1984.
39. Lindeman, RD, Tobin, J, Shock, NW: Longitudinal studies on the rate of decline in renal function with age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 33: 278-285, 1985.
40. Nyengaard, JR, Bendtsen, TF: Glomerular number and size in relation to age, kidney weight, and body surface in normal man. *The Anatomical Record*, 232: 194-201, 1992.
41. Epstein, M: Aging and the kidney. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*, 7: 1106-1122, 1996.
42. Begum, MN, Johnson, CS: A review of the literature on dehydration in the institutionalized elderly. *e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 5: e47-e53, 2010.
43. Messerli, F, Ventura, H, Glade, L, Sundgaard-Riise, K, Dunn, F, Frohlich, E: ESSENTIAL HYPERTENSION IN THE ELDERLY: HAEMODYNAMICS, INTRAVASCULAR VOLUME, PLASMA RENIN ACTIVITY, AND CIRCULATING CATECHOLAMINE LEVELS. *The Lancet*, 322: 983-986, 1983.
44. Stout, NR, Kenny, RA, Baylis, PH: A review of water balance in ageing in health and disease. *Gerontology*, 45: 61-66, 1999.
45. Biswas, K, Mulkerrin, EC: Potassium homeostasis in the elderly. *QJM*, 90: 487-492, 1997.
46. Allison, SP, Lobo, DN: Fluid and electrolytes in the elderly. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 7: 27-33, 2004.
47. Anderson, RJ, Chung, H-M, Kluge, R, Schrier, RW: Hyponatremia: A Prospective Analysis of Its Epidemiology and the Pathogenetic Role of Vasopressin. *Annals of internal medicine*, 102: 164-168, 1985.
48. Cuddy, ML: The effects of drugs on thermoregulation. *AACN clinical issues*, 15: 238-253, 2004.
49. Silver, AJ: Aging and risks for dehydration. *Cleveland Clinic journal of medicine*, 57: 341-344, 1990.
50. Kenney, WL, Chiu, P: Influence of age on thirst and fluid intake. *Medicine and science in sports and exercise*, 33: 1524-1532, 2001.
51. Phillips, PA, Rolls, BJ, Ledingham, JG, Morton, JJ: Body fluid changes, thirst and drinking in man during free access to water. *Physiology & behavior*, 33: 357-363, 1984.

52. Schols, JM, De Groot, CP, van der Cammen, TJ, Olde Rikkert, MG: Preventing and treating dehydration in the elderly during periods of illness and warm weather. *The journal of nutrition, health & aging*, 13: 150-157, 2009.
53. Martin, JH, Larsen, PD: Dehydration in the elderly surgical patient. *AORN journal*, 60: 666-671, 1994.
54. Bennett, JA, Thomas, V, Riegel, B: Unrecognized chronic dehydration in older adults: examining prevalence rate and risk factors. *Journal of gerontological nursing*, 30: 22-28; quiz 52-23, 2004.
55. Kleiner, SM: Water: an essential but overlooked nutrient. *Journal of the American Dietetic Association*, 99: 200-206, 1999.
56. Seymour, DG, Henschke, PJ, Cape, RD, Campbell, AJ: Acute confusional states and dementia in the elderly: the role of dehydration/volume depletion, physical illness and age. *Age and ageing*, 9: 137-146, 1980.
57. Feinsod, FM, Levenson, SA, Rapp, K, Rapp, MP, Beechinor, E, Liebmann, L: Dehydration in frail, older residents in long-term care facilities. *Journal of the American Medical Directors Association*, 5: S35-41, 2004.
58. Grandjean, AC, Grandjean, NR: Dehydration and Cognitive Performance. *Journal of the American College of Nutrition*, 26: 549S-554S, 2007.
59. Benton, D, Young, HA: Do small differences in hydration status affect mood and mental performance? *Nutr Rev*, 73 Suppl 2: 83-96, 2015.
60. Sheehy, CM, Perry, PA, Cromwell, SL: Dehydration: biological considerations, age-related changes, and risk factors in older adults. *Biological research for nursing*, 1: 30-37, 1999.
61. Rodriguez, GJ, Cordina, SM, Vazquez, G, Suri, MF, Kirmani, JF, Ezzeddine, MA, Qureshi, AI: The hydration influence on the risk of stroke (THIRST) study. *Neurocritical care*, 10: 187-194, 2009.
62. Sawka, MN, Burke, LM, Eichner, ER, Maughan, RJ, Montain, SJ, Stachenfeld, NS: American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and science in sports and exercise*, 39: 377-390, 2007.
63. Armstrong, LE, Costill, DL, Fink, WJ: Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 17: 456-461, 1985.
64. Molaschi, M, Ponzetto, M, Massaia, M, Villa, L, Scarafioti, C, Ferrario, E: Hypernatremic dehydration in the elderly on admission to hospital. *The journal of nutrition, health & aging*, 1: 156-160, 1997.
65. Frangeskou, M, Lopez-Valcarcel, B, Serra-Majem, L: Dehydration in the Elderly: A Review Focused on Economic Burden. *The journal of nutrition, health & aging*, 19: 619-627, 2015.
66. Kreuzinger, J, Zeeh, J: [Dehydration and subcutaneous infusion (hypodermoclysis) in the elderly]. *MMW Fortschritte der Medizin*, 156: 45-47, 2014.
67. Leischker, AH: [Subcutaneous infusions for geriatric patients: rediscovery of an "old" technique]. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 45: 665-670; quiz 671-662, 2012.
68. Wilkins, LW: *Fluids and Electrolytes Made Incredibly Easy*, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
69. Martin, RJ: Central pontine and extrapontine myelinolysis: the osmotic demyelination syndromes. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 75: iii22-iii28, 2004.
70. Ferry, M: Strategies for ensuring good hydration in the elderly. *Nutr Rev*, 63: S22-29, 2005.

71. Bunn, D, Jimoh, F, Wilsher, SH, Hooper, L: Increasing fluid intake and reducing dehydration risk in older people living in long-term care: a systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16: 101-113, 2015.
72. Holman, C, Roberts, S, Nicol, M: Promoting adequate hydration in older people. *Nursing older people*, 17: 31-32, 2005.
73. Bosmann, M, Schwarting, A: [Non-invasive monitoring of fluid balance]. *Deutsche medizinische Wochenschrift*, 134: 421-424, 2009.
74. Kavouras, SA: Assessing hydration status. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 5: 519-524, 2002.
75. Shirreffs, SM: Markers of hydration status. *Eur J Clin Nutr*, 57 Suppl 2: S6-9, 2003.
76. Chevront, SN, Ely, BR, Kenefick, RW, Sawka, MN: Biological variation and diagnostic accuracy of dehydration assessment markers. *The American journal of clinical nutrition*, 92: 565-573, 2010.
77. Thomas, DR, Cote, TR, Lawhorne, L, Levenson, SA, Rubenstein, LZ, Smith, DA, Stefanacci, RG, Tangalos, EG, Morley, JE: Understanding clinical dehydration and its treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*, 9: 292-301, 2008.
78. Chevront, SN, Kenefick, RW, Charkoudian, N, Sawka, MN: Physiologic basis for understanding quantitative dehydration assessment. *The American journal of clinical nutrition*, 97: 455-462, 2013.
79. McGee, S, Abernethy, WB, 3rd, Simel, DL: The rational clinical examination. Is this patient hypovolemic? *Jama*, 281: 1022-1029, 1999.
80. Jansen, JR, Maas, JJ, Pinsky, MR: Bedside assessment of mean systemic filling pressure. *Current opinion in critical care*, 16: 231-236, 2010.
81. Ciozda, W, Kedan, I, Kehl, DW, Zimmer, R, Khandwalla, R, Kimchi, A: The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovascular ultrasound*, 14: 33, 2016.
82. Armstrong, LE: Assessing hydration status: the elusive gold standard. *Journal of the American College of Nutrition*, 26: 575s-584s, 2007.
83. Eaton, D, Bannister, P, Mulley, GP, Connolly, MJ: Axillary sweating in clinical assessment of dehydration in ill elderly patients. *Bmj*, 308: 1271, 1994.
84. Vivanti, A, Harvey, K, Ash, S, Battistutta, D: Clinical assessment of dehydration in older people admitted to hospital: what are the strongest indicators? *Archives of gerontology and geriatrics*, 47: 340-355, 2008.
85. McGarvey, J, Thompson, J, Hanna, C, Noakes, TD, Stewart, J, Speedy, D: Sensitivity and specificity of clinical signs for assessment of dehydration in endurance athletes. *British journal of sports medicine*, 44: 716-719, 2010.
86. Bennett, JA: Dehydration: hazards and benefits. *Geriatric nursing*, 21: 84-88, 2000.
87. Shuster, S, Black, MM, McVitie, E: The influence of age and sex on skin thickness, skin collagen and density. *The British journal of dermatology*, 93: 639-643, 1975.
88. Chassagne, P, Druesne, L, Capet, C, Menard, JF, Bercoff, E: Clinical presentation of hypernatremia in elderly patients: a case control study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54: 1225-1230, 2006.
89. Larrabee, WF, Caro, I: The aging face. *Postgraduate Medicine*, 76: 37-46, 1984.
90. Gross, CR, Lindquist, RD, Woolley, AC, Granieri, R, Allard, K, Webster, B: Clinical indicators of dehydration severity in elderly patients. *The Journal of Emergency Medicine*, 10: 267-274, 1992.

91. Woodrow, P: Assessing fluid balance in older people: fluid needs. *Nursing older people*, 14: 31-32, 2002.
92. Friedman, JN, Goldman, RD, Srivastava, R, Parkin, PC: Development of a clinical dehydration scale for use in children between 1 and 36 months of age. *The Journal of pediatrics*, 145: 201-207, 2004.
93. Gorelick, MH, Shaw, KN, Murphy, KO: Validity and Reliability of Clinical Signs in the Diagnosis of Dehydration in Children. *Pediatrics*, 99: e6, 1997.
94. Jauregui, J, Nelson, D, Choo, E, Stearns, B, Levine, AC, Liebmann, O, Shah, SP: External validation and comparison of three pediatric clinical dehydration scales. *PloS one*, 9: e95739, 2014.
95. Goldman, RD, Friedman, JN, Parkin, PC: Validation of the clinical dehydration scale for children with acute gastroenteritis. *Pediatrics*, 122: 545-549, 2008.
96. Parkin, PC, Macarthur, C, Khambalia, A, Goldman, RD, Friedman, JN: Clinical and laboratory assessment of dehydration severity in children with acute gastroenteritis. *Clinical pediatrics*, 49: 235-239, 2010.
97. Bailey, B, Gravel, J, Goldman, RD, Friedman, JN, Parkin, PC: External validation of the clinical dehydration scale for children with acute gastroenteritis. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 17: 583-588, 2010.
98. Organization, WH: *The treatment of diarrhoea : a manual for physicians and other senior health workers*. 2005. Online: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43209/1/9241593180.pdf>, Stand: 20.09.2017
99. Taniguchi, H, Akiyama, M, Gomi, I, Kimura, M: [Development of a pre-dehydration assessment sheet: Research among elderly individuals who regularly visited an elderly-care institution]. *Nihon Ronen Igakkai zasshi Japanese journal of geriatrics*, 52: 359-366, 2015.
100. Menten, JC, Wang, J: Measuring risk for dehydration in nursing home residents: evaluation of the dehydration risk appraisal checklist. *Research in gerontological nursing*, 4: 148-156, 2011.
101. Bulgarelli, K: Proposal for the testing of a tool for assessing the risk of dehydration in the elderly patient. *Acta bio-medica : Atenei Parmensis*, 86 Suppl 2: 134-141, 2015.
102. Mackenzie, A, Barnes, G, Shann, F: CLINICAL SIGNS OF DEHYDRATION IN CHILDREN. *The Lancet*, 334: 605-607, 1989.
103. Cheuvront, SN, Ely, BR, Kenefick, RW, Buller, MJ, Charkoudian, N, Sawka, MN: Hydration assessment using the cardiovascular response to standing. *European journal of applied physiology*, 112: 4081-4089, 2012.
104. Frey, MA, Lathers, C, Davis, J, Fortney, S, Charles, JB: Cardiovascular responses to standing: effect of hydration. *Journal of clinical pharmacology*, 34: 387-393, 1994.
105. Fortes, MB, Owen, JA, Raymond-Barker, P, Bishop, C, Elghenzai, S, Oliver, SJ, Walsh, NP: Is this elderly patient dehydrated? Diagnostic accuracy of hydration assessment using physical signs, urine, and saliva markers. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16: 221-228, 2015.
106. Siervo, M, Bunn, D, Prado, CM, Hooper, L: Accuracy of prediction equations for serum osmolality in frail older people with and without diabetes. *The American journal of clinical nutrition*, 100: 867-876, 2014.
107. Hooper, L, Abdelhamid, A, Ali, A, Bunn, DK, Jennings, A, John, WG, Kerry, S, Lindner, G, Pfortmueller, CA, Sjostrand, F, Walsh, NP, Fairweather-Tait, SJ, Potter, JF, Hunter, PR, Shepstone, L: Diagnostic accuracy of calculated serum

- osmolarity to predict dehydration in older people: adding value to pathology laboratory reports. *BMJ open*, 5: e008846, 2015.
108. Armstrong, LE, Maresh, CM, Gabaree, CV, Hoffman, JR, Kavouras, SA, Kenefick, RW, Castellani, JW, Ahlquist, LE: Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake. *Journal of applied physiology*, 82: 2028-2035, 1997.
 109. Gennari, FJ: Current concepts. Serum osmolality. Uses and limitations. *The New England journal of medicine*, 310: 102-105, 1984.
 110. Shimizu, M, Kinoshita, K, Hattori, K, Ota, Y, Kanai, T, Kobayashi, H, Tokuda, Y: Physical Signs of Dehydration in the Elderly. *Internal medicine*, 51: 1207-1210, 2012.
 111. Fraser, CG, Cummings, ST, Wilkinson, SP, Neville, RG, Knox, JD, Ho, O, MacWalter, RS: Biological variability of 26 clinical chemistry analytes in elderly people. *Clinical chemistry*, 35: 783-786, 1989.
 112. Weinberg, AD, Pals, JK, Levesque, PG, Beal, LF, Cunningham, TJ, Minaker, KL: Dehydration and death during febrile episodes in the nursing home. *Journal of the American Geriatrics Society*, 42: 968-971, 1994.
 113. Stout, NR, Kenny, RA, Baylis, PH: A Review of Water Balance in Ageing in Health and Disease. *Gerontology*, 45: 61-66, 1999.
 114. Harrison, MH: Effects on thermal stress and exercise on blood volume in humans. *Physiological Reviews*, 65: 149-209, 1985.
 115. Chen, L, Hsiao, A, Langan, M, Riera, A, Santucci, KA: Use of bedside ultrasound to assess degree of dehydration in children with gastroenteritis. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 17: 1042-1047, 2010.
 116. Zerbe, RL, Miller, JZ, Robertson, GL: The reproducibility and heritability of individual differences in osmoregulatory function in normal human subjects. *The Journal of laboratory and clinical medicine*, 117: 51-59, 1991.
 117. Robertson, GL, Mahr, EA, Athar, S, Sinha, T: Development and Clinical Application of a New Method for the Radioimmunoassay of Arginine Vasopressin in Human Plasma. *Journal of Clinical Investigation*, 52: 2340-2352, 1973.
 118. Tan, AC, Hoefnagels, WH, Gerritsen, AA, Jansen, RW, Kloppenborg, PW, Benraad, TJ: Mild dehydration and atrial natriuretic peptide in young and elderly subjects. *Hormone and metabolic research = Hormon- und Stoffwechselforschung = Hormones et metabolisme*, 23: 435-437, 1991.
 119. Mentes, JC, Wakefield, B, Culp, K: Use of a urine color chart to monitor hydration status in nursing home residents. *Biological research for nursing*, 7: 197-203, 2006.
 120. Perrier, ET, Johnson, EC, McKenzie, AL, Ellis, LA, Armstrong, LE: Urine colour change as an indicator of change in daily water intake: a quantitative analysis. *European Journal of Nutrition*, 55: 1943-1949, 2016.
 121. Shephard, MD, Penberthy, LA, Fraser, CG: Short- and long-term biological variation in analytes in urine of apparently healthy individuals. *Clinical chemistry*, 27: 569-573, 1981.
 122. Fletcher, SJ, Slaymaker, AE, Bodenham, AR, Vucevic, M: Urine colour as an index of hydration in critically ill patients. *Anaesthesia*, 54: 189-192, 1999.
 123. Hooper, L, Bunn, DK, Abdelhamid, A, Gillings, R, Jennings, A, Maas, K, Millar, S, Twomlow, E, Hunter, PR, Shepstone, L, Potter, JF, Fairweather-Tait, SJ: Water-loss (intracellular) dehydration assessed using urinary tests: how well

- do they work? Diagnostic accuracy in older people. *The American journal of clinical nutrition*, 104: 121-131, 2016.
124. Fortes, MB, Diment, BC, Di Felice, U, Gunn, AE, Kendall, JL, Esmaeelpour, M, Walsh, NP: Tear fluid osmolarity as a potential marker of hydration status. *Medicine and science in sports and exercise*, 43: 1590-1597, 2011.
125. De Lorenzo, RA, Morris, MJ, Williams, JB, Haley, TF, Straight, TM, Holbrook-Emmons, VL, Medina, JS: Does a simple bedside sonographic measurement of the inferior vena cava correlate to central venous pressure? *J Emerg Med*, 42: 429-436, 2012.
126. Sridhar, H, Mangalore, P, Chandrasekaran, VP, Manikam, R: Caval Aorta Index and Central Venous Pressure Correlation in Assessing Fluid Status! “Ultrasound Bridging the Gap”. *ISRN Emergency Medicine*, 2012: 5, 2012.
127. Naghipour, B, Faridaalae, G: Correlation between Central Venous Pressure and Inferior Vena Cava Sonographic Diameter; Determining the Best Anatomic Location. *Emergency*, 4: 83-87, 2016.
128. Kulkarni, AP, Janarthanan, S, Harish, MM, Suhail, S, Chaudhari, H, Agarwal, V, Patil, VP, Divatia, JV: Agreement between inferior vena cava diameter measurements by subxiphoid versus transhepatic views. *Indian journal of critical care medicine : peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine*, 19: 719-722, 2015.
129. Saul, T, Lewiss, RE, Langsfeld, A, Radeos, MS, Del Rios, M: Inter-rater reliability of sonographic measurements of the inferior vena cava. *J Emerg Med*, 42: 600-605, 2012.
130. Luboch, M, Los, M, Szmygel, L, Kosiak, W: Sonographic assessment of the inferior vena cava/aorta index measured with the transducer placed in the anterior median line and right anterior axillary line - a comparison. *Journal of ultrasonography*, 14: 280-286, 2014.
131. Barbier, C, Loubieres, Y, Schmit, C, Hayon, J, Ricome, JL, Jardin, F, Vieillard-Baron, A: Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive care medicine*, 30: 1740-1746, 2004.
132. Lang, RM, Badano, LP, Mor-Avi, V, Afilalo, J, Armstrong, A, Ernande, L, Flachskampf, FA, Foster, E, Goldstein, SA, Kuznetsova, T, Lancellotti, P, Muraru, D, Picard, MH, Rietzschel, ER, Rudski, L, Spencer, KT, Tsang, W, Voigt, JU: Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *European heart journal cardiovascular Imaging*, 16: 233-270, 2015.
133. Blehar, DJ, Dickman, E, Gaspari, R: Identification of congestive heart failure via respiratory variation of inferior vena cava diameter. *The American journal of emergency medicine*, 27: 71-75, 2009.
134. Nakao, S, Come, PC, McKay, RG, Ransil, BJ: Effects of positional changes on inferior vena caval size and dynamics and correlations with right-sided cardiac pressure. *The American journal of cardiology*, 59: 125-132, 1987.
135. Ghane, MR, Gharib, M, Ebrahimi, A, Saeedi, M, Akbari-Kamrani, M, Rezaee, M, Rasouli, H: Accuracy of early rapid ultrasound in shock (RUSH) examination performed by emergency physician for diagnosis of shock etiology in critically ill patients. *Journal of emergencies, trauma, and shock*, 8: 5-10, 2015.
136. Bagheri-Hariri, S, Yekesadat, M, Farahmand, S, Arbab, M, Sedaghat, M, Shahlafar, N, Takzare, A, Seyedhossieni-Davarani, S, Nejati, A: The impact of

- using RUSH protocol for diagnosing the type of unknown shock in the emergency department. *Emergency radiology*, 22: 517-520, 2015.
137. Lyon, M, Blaivas, M, Brannam, L: Sonographic measurement of the inferior vena cava as a marker of blood loss. *The American journal of emergency medicine*, 23: 45-50, 2005.
138. Katzarski, KS, Nisell, J, Randmaa, I, Danielsson, A, Freyschuss, U, Bergstrom, J: A critical evaluation of ultrasound measurement of inferior vena cava diameter in assessing dry weight in normotensive and hypertensive hemodialysis patients. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*, 30: 459-465, 1997.
139. Weekes, AJ, Tassone, HM, Babcock, A, Quirke, DP, Norton, HJ, Jayarama, K, Tayal, VS: Comparison of serial qualitative and quantitative assessments of caval index and left ventricular systolic function during early fluid resuscitation of hypotensive emergency department patients. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 18: 912-921, 2011.
140. Tchernodrinski, S, Lucas, BP, Athavale, A, Candotti, C, Margeta, B, Katz, A, Kumapley, R: Inferior vena cava diameter change after intravenous furosemide in patients diagnosed with acute decompensated heart failure. *Journal of clinical ultrasound : JCU*, 43: 187-193, 2015.
141. Krause, I, Birk, E, Davidovits, M, Cleper, R, Blieden, L, Pinhas, L, Gamzo, Z, Eisenstein, B: Inferior vena cava diameter: a useful method for estimation of fluid status in children on haemodialysis. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 16: 1203-1206, 2001.
142. Brennan, JM, Ronan, A, Goonewardena, S, Blair, JE, Hammes, M, Shah, D, Vasaiwala, S, Kirkpatrick, JN, Spencer, KT: Handcarried ultrasound measurement of the inferior vena cava for assessment of intravascular volume status in the outpatient hemodialysis clinic. *Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN*, 1: 749-753, 2006.
143. Celebi Yamanoglu, NG, Yamanoglu, A, Parlak, I, Pinar, P, Tosun, A, Erkuran, B, Aydinok, G, Torlak, F: The role of inferior vena cava diameter in volume status monitoring; the best sonographic measurement method? *The American journal of emergency medicine*, 33: 433-438, 2015.
144. Dipti, A, Soucy, Z, Surana, A, Chandra, S: Role of inferior vena cava diameter in assessment of volume status: a meta-analysis. *The American journal of emergency medicine*, 30: 1414-1419 e1411, 2012.
145. Cheriex, EC, Leunissen, KM, Janssen, JH, Mooy, JM, van Hooff, JP: Echography of the inferior vena cava is a simple and reliable tool for estimation of 'dry weight' in haemodialysis patients. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*, 4: 563-568, 1989.
146. Jauregui, J, Nelson, D, Choo, E, Stearns, B, Levine, AC, Liebmann, O, Shah, SP: The BUDDY (Bedside Ultrasound to Detect Dehydration in Youth) study. *Critical ultrasound journal*, 6: 15, 2014.
147. Prekker, ME, Scott, NL, Hart, D, Sprenkle, MD, Leatherman, JW: Point-of-care ultrasound to estimate central venous pressure: a comparison of three techniques. *Critical care medicine*, 41: 833-841, 2013.
148. Avcil, M, Kapci, M, Dagli, B, Omurlu, IK, Ozluer, E, Karaman, K, Yilmaz, A, Zencir, C: Comparison of ultrasound-based methods of jugular vein and inferior vena cava for estimating central venous pressure. *International journal of clinical and experimental medicine*, 8: 10586-10594, 2015.

149. Gui, J, Guo, J, Nong, F, Jiang, D, Xu, A, Yang, F, Chen, Q, Lin, Y: Impact of individual characteristics on sonographic IVC diameter and the IVC diameter/aorta diameter index. *The American journal of emergency medicine*, 33: 1602-1605, 2015.
150. Chen, L, Kim, Y, Santucci, KA: Use of ultrasound measurement of the inferior vena cava diameter as an objective tool in the assessment of children with clinical dehydration. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 14: 841-845, 2007.
151. Goldhammer, E, Mesnick, N, Abinader, EG, Sagiv, M: Dilated inferior vena cava: a common echocardiographic finding in highly trained elite athletes. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*, 12: 988-993, 1999.
152. Tsutsui, RS, Borowski, A, Tang, WH, Thomas, JD, Popovic, ZB: Precision of echocardiographic estimates of right atrial pressure in patients with acute decompensated heart failure. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*, 27: 1072-1078.e1072, 2014.
153. Beard, DA, Feigl, EO: Understanding Guyton's venous return curves. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 301: H629-H633, 2011.
154. Magder, S: Bench-to-bedside review: An approach to hemodynamic monitoring - Guyton at the bedside. *Critical Care*, 16: 236-236, 2012.
155. Kent, A, Patil, P, Davila, V, Bailey, JK, Jones, C, Evans, DC, Boulger, CT, Adkins, E, Balakrishnan, JM, Valiyaveedan, S, Galwankar, SC, Bahner, DP, Stawicki, SP: Sonographic evaluation of intravascular volume status: Can internal jugular or femoral vein collapsibility be used in the absence of IVC visualization? *Annals of thoracic medicine*, 10: 44-49, 2015.
156. Uthoff, H, Siegemund, M, Aschwanden, M, Hunziker, L, Fabbro, T, Baumann, U, Jaeger, KA, Imfeld, S, Staub, D: Prospective comparison of noninvasive, bedside ultrasound methods for assessing central venous pressure. *Ultraschall in der Medizin (Stuttgart, Germany : 1980)*, 33: E256-262, 2012.
157. Donahue, SP, Wood, JP, Patel, BM, Quinn, JV: Correlation of sonographic measurements of the internal jugular vein with central venous pressure. *The American journal of emergency medicine*, 27: 851-855, 2009.
158. Cho, RJ, Williams, DR, Leatherman, JW: Measurement of Femoral Vein Diameter by Ultrasound to Estimate Central Venous Pressure. *Annals of the American Thoracic Society*, 13: 81-85, 2016.
159. Kent, A, Bahner, DP, Boulger, CT, Eiferman, DS, Adkins, EJ, Evans, DC, Springer, AN, Balakrishnan, JM, Valiyaveedan, S, Galwankar, SC, Njoku, C, Lindsey, DE, Yeager, S, Roelant, GJ, Stawicki, SP: Sonographic evaluation of intravascular volume status in the surgical intensive care unit: a prospective comparison of subclavian vein and inferior vena cava collapsibility index. *The Journal of surgical research*, 184: 561-566, 2013.
160. Zhu, P, Zhang, X, Luan, H, Feng, J, Cui, J, Wu, Y, Zhao, Z: Ultrasonographic measurement of the subclavian vein diameter for assessment of intravascular volume status in patients undergoing gastrointestinal surgery: comparison with central venous pressure. *The Journal of surgical research*, 196: 102-106, 2015.
161. Zengin, S, Al, B, Genc, S, Yildirim, C, Ercan, S, Dogan, M, Altunbas, G: Role of inferior vena cava and right ventricular diameter in assessment of volume

- status: a comparative study: ultrasound and hypovolemia. *The American journal of emergency medicine*, 31: 763-767, 2013.
162. Enright, K, Beattie, T, Taheri, S: Use of a hand-held bladder ultrasound scanner in the assessment of dehydration and monitoring response to treatment in a paediatric emergency department. *Emergency medicine journal : EMJ*, 27: 731-733, 2010.
163. Kyle, UG, Bosaeus, I, De Lorenzo, AD, Deurenberg, P, Elia, M, Manuel Gomez, J, Lilienthal Heitmann, B, Kent-Smith, L, Melchior, JC, Pirlich, M, Scharfetter, H, A, MWJS, Pichard, C: Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 23: 1430-1453, 2004.
164. Martinoli, R, Mohamed, EI, Maiolo, C, Cianci, R, Denoth, F, Salvadori, S, Iacopino, L: Total body water estimation using bioelectrical impedance: a meta-analysis of the data available in the literature. *Acta diabetologica*, 40 Suppl 1: S203-206, 2003.
165. Patel, RV, Matthie, JR, Withers, PO, Peterson, EL, Zarowitz, BJ: Estimation of total body and extracellular water using single- and multiple-frequency bioimpedance. *The Annals of pharmacotherapy*, 28: 565-569, 1994.
166. Armstrong, LE, Kavouras, SA, Walsh, NP, Roberts, WO: Diagnosing dehydration? Blend evidence with clinical observations. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 2016.
167. Cheuvront, SN, Kenefick, RW: Dehydration: Physiology, Assessment, and Performance Effects. In: *Comprehensive Physiology*. John Wiley & Sons, Inc., 2011.
168. Lachs, MS, Feinstein, AR, Cooney, LM, Jr., Drickamer, MA, Marottoli, RA, Pannill, FC, Tinetti, ME: A simple procedure for general screening for functional disability in elderly patients. *Annals of internal medicine*, 112: 699-706, 1990.
169. Barthel Activities of Daily Living (ADL) Index. *Occasional paper (Royal College of General Practitioners)*: 24-24, 1993.
170. Wade, DT, Collin, C: The Barthel ADL Index: a standard measure of physical disability? *International disability studies*, 10: 64-67, 1988.
171. Lawton, MP, Brody, EM: Assessment of Older People: Self-Maintaining and Instrumental Activities of Daily Living. *The Gerontologist*, 9: 179-186, 1969.
172. Brennan, JM, Blair, JE, Goonewardena, S, Ronan, A, Shah, D, Vasaiwala, S, Kirkpatrick, JN, Spencer, KT: Reappraisal of the use of inferior vena cava for estimating right atrial pressure. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*, 20: 857-861, 2007.

7 ANHANG

Checkliste zur Untersuchung des Dehydratationsrisikos (DRAC)

Dehydration Risk Appraisal Checklist

Instruction:

The information on this form may be collected from direct observation, from chart review, or from MDS information that has been collected. Many of the items on this checklist have MDS identifiers next to them reflecting that information from MDS can be used to complete this checklist. The total number of risk factors should be totaled. The higher the number of risk factors checked, the higher the risk for hydration problems. Please check all that apply.

Addressograph

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> > 85 years | <input type="checkbox"/> BMI < 21 or > 27 |
| <input type="checkbox"/> Female | [BMI = weight (kg)/height (m) ²] |

Significant Health Conditions/Situations

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Dementia/ + screen for cognitive impairment | <input type="checkbox"/> Renal Disease |
| <input type="checkbox"/> Depression/ + screen for depression | <input type="checkbox"/> Cardiac Arrhythmias |
| <input type="checkbox"/> CVA | <input type="checkbox"/> Malnutrition |
| <input type="checkbox"/> Diabetes | <input type="checkbox"/> History of dehydration |
| <input type="checkbox"/> Urinary Incontinence | <input type="checkbox"/> History of repeated infections |
| <input type="checkbox"/> Major Psychiatric Disorders | <input type="checkbox"/> ≥ 4 chronic health conditions |
| <input type="checkbox"/> Urinary Incontinence | <input type="checkbox"/> Fever |
| <input type="checkbox"/> Vomiting | <input type="checkbox"/> Diarrhea |
| <input type="checkbox"/> NPO status | |

Medications

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> > 4 medications | <input type="checkbox"/> Diuretics |
| <input type="checkbox"/> Laxatives | <input type="checkbox"/> Psychotropics: Antipsychotics, |
| <input type="checkbox"/> Steroids | Antidepressants, Anxiolytics |
| <input type="checkbox"/> ACE Inhibitors | |

Intake Behaviours

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Requires assistance to drink | <input type="checkbox"/> Semi-dependent with feeding |
| <input type="checkbox"/> Has difficulty swallowing/Chokes | <input type="checkbox"/> Fluid intake of < 1500ml/day |
| <input type="checkbox"/> Can drink independently but forgets | <input type="checkbox"/> Spills |
| <input type="checkbox"/> Poor eater (eats < 50% of food) | <input type="checkbox"/> Receives tube feedings |
| <input type="checkbox"/> Receiving IV fluid therapy | <input type="checkbox"/> Holds food/fluid in mouth |
| <input type="checkbox"/> Drools | <input type="checkbox"/> Spits out food/fluid |

Laboratory Indicators

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Urine specific gravity > 1.020 | <input type="checkbox"/> Serum sodium > 150 meq/L |
| <input type="checkbox"/> Urine colour dark yellow > 4 | <input type="checkbox"/> Serum osmolality >300 mmol/Kg |
| <input type="checkbox"/> BUN/Creatinine > 20:1 | <input type="checkbox"/> Hematocrit > normal |

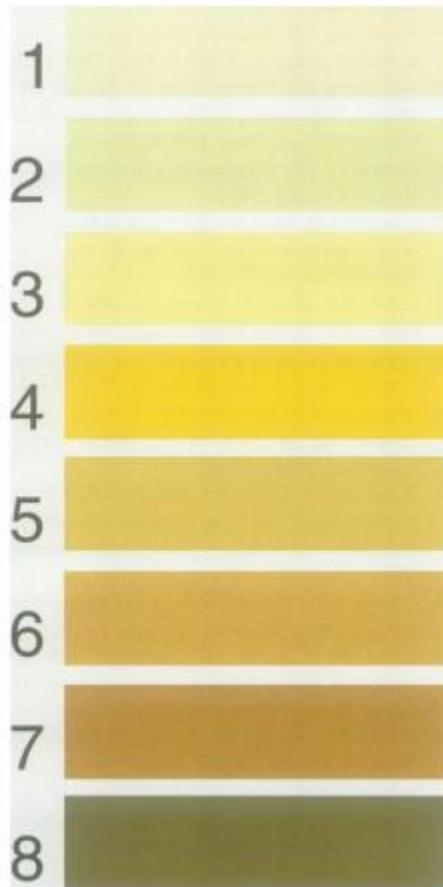
Date of Assessment: _____ Assessor: _____

References:

Mentes, J. C. & The Iowa Veterans Affairs Nursing Research Consortium. (2004). *Evidence-Based Practice Guideline: Hydration management*. Iowa City, IA: The University of Iowa Gerontological Nursing Interventions Research Center Research Translation and Dissemination Core.

Mentes, J. C. & Iowa-Veterans Affairs Research Consortium. (2000). Hydration management. *Journal of Gerontological Nursing*, 6-15.

Farbskala von Armstrong zur Beurteilung des Urins



The Urine Color Chart shown here will assess your hydration status (level of dehydration) in extreme environments. To use this chart, match the color of your urine sample to a color on the chart. If the urine sample matches #1, #2, or #3 on the chart, you are well hydrated. If your urine color is #7 or darker, you are dehydrated and should consume fluids.

The scientific validation of this color chart may be found in the *International Journal of Sport Nutrition*, Volume 4, 1994, pages 265-279¹⁹⁴ and Volume 8, 1998, pages 345-355.¹⁹⁵ Adapted by permission from Larry Armstrong, 2000, *Performing In Extreme Environments*, (Champaign, IL: Human Kinetics).¹⁹⁶

Anmerkung: Im klinischen Einsatz ist die Nutzung der originalen Farbskala wegen eventueller Farbabweichungen sinnvoll.

Erhebungsbogen

Erhebungsbogen
Beitrag der abdominalen Sonographie zur Diagnostik einer Störung
im Flüssigkeitshaushalt bei älteren Patienten

Name – Klartext:

Diese Seite separat im Sekretariat der IV. Med. Klinik archivieren

Erhebungsbogen
Beitrag der abdominalen Sonographie zur Diagnostik einer Störung
im Flüssigkeitshaushalt bei älteren Patienten

Maske für Variablen in der ZNA

Immobilität	<input type="checkbox"/> Mobil <input type="checkbox"/> Rollator <input type="checkbox"/> Rollstuhl <input type="checkbox"/> Bettlägerig <input type="checkbox"/> Sonstige:	
Sturz aktuell	Ja=1, Nein=0	
Kognition	eingeschränkt? Ja=1, Nein=0	
Delir	Ja=1, Nein=0	
Harninkontinenz	Ja=1, Nein=0	
Stuhlinkontinenz	Ja=1, Nein=0	
Malnutrition	<input type="checkbox"/> unauffälliger Aspekt <input type="checkbox"/> Frailty-Sark. <input type="checkbox"/> adipöser EZ	
Körpergröße (cm) Pass		
Körpergewicht aktuell (kg)		
Körpergewicht (letzte 4 Wochen)	<input type="checkbox"/> bekannt <input type="checkbox"/> unbekannt <input type="checkbox"/> unsicher - geschätzt	
Gewichtsverlauf letzte 6 Monate	<input type="checkbox"/> konstant <input type="checkbox"/> Zunahme bis 5 kg <input type="checkbox"/> Zunahme über 5kg <input type="checkbox"/> Abnahme bis 5 kg <input type="checkbox"/> Abnahme über 5kg	
PEG / MS	Ja=1, Nein=0	
Visus	<input type="checkbox"/> eingeschränkt <input type="checkbox"/> Sehhilfe <input type="checkbox"/> nicht eingeschränkt	
Akuis	<input type="checkbox"/> eingeschränkt <input type="checkbox"/> Hörgerät <input type="checkbox"/> nicht eingeschränkt	
Befragung Trinkmenge tgl.	(Angabe in l/die)	
Befragung Miktion	<input type="checkbox"/> Polyurie <input type="checkbox"/> Pollakisurie <input type="checkbox"/> Inkontinenz <input type="checkbox"/> durstet wg. Angst Inkontinenz	
Befragung Mundtrockenheit	Ja - nein	
Befragung Durstgefühl	<input type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> selten Durst <input type="checkbox"/> muss sich zum Trinken anhalten	
Befragung Sturzfrequenz letzte 6 Monate		

Medikamente

Anzahl Med.	Anzahl	
Anzahl FRIDS	Anzahl	
Neuroleptika	Ja=1, Nein=0 Anzahl	
Benzodiazepine	Ja=1, Nein=0 Anzahl	
Diuretika	Ja=1, Nein=0 Anzahl	
Anticholinerg aktive Med.	Ja=1, Nein=0 Anzahl	

Funktionalität

Immobilität	<input type="checkbox"/> Mobil <input type="checkbox"/> Rollator <input type="checkbox"/> Rollstuhl <input type="checkbox"/> Bettlägerig <input type="checkbox"/> Sonstige:	
Sturz aktuell	Ja=1, Nein=0	
Kognition	eingeschränkt? Ja=1, Nein=0	
Delir	Ja=1, Nein=0	
Harninkontinenz	Ja=1, Nein=0	
Stuhlinkontinenz	Ja=1, Nein=0	
Malnutrition	<input type="checkbox"/> unauffälliger Aspekt <input type="checkbox"/> Frailty-Sark. <input type="checkbox"/> adipöser EZ	
Körpergröße (cm) Pass		
Körpergewicht aktuell (kg)		
Körpergewicht (letzte 4 Wochen)	<input type="checkbox"/> bekannt <input type="checkbox"/> unbekannt <input type="checkbox"/> unsicher - geschätzt	
Gewichtsverlauf letzte 6 Monate	<input type="checkbox"/> konstant <input type="checkbox"/> Zunahme bis 5 kg <input type="checkbox"/> Zunahme über 5kg <input type="checkbox"/> Abnahme bis 5 kg <input type="checkbox"/> Abnahme über 5kg	
PEG / MS	Ja=1, Nein=0	
Visus	<input type="checkbox"/> eingeschränkt <input type="checkbox"/> Sehhilfe <input type="checkbox"/> nicht eingeschränkt	
Akuis	<input type="checkbox"/> eingeschränkt <input type="checkbox"/> Hörgerät <input type="checkbox"/> nicht eingeschränkt	
Befragung Trinkmenge tgl.	(Angabe in l/die)	
Befragung Miktion	<input type="checkbox"/> Polyurie <input type="checkbox"/> Pollakisurie <input type="checkbox"/> Inkontinenz <input type="checkbox"/> durstet wg. Angst Inkontinenz	
Befragung Mundtrockenheit	Ja - nein	
Befragung Durstgefühl	<input type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> selten Durst <input type="checkbox"/> muss sich zum Trinken anhalten	
Befragung Sturzfrequenz letzte 6 Monate		

Untersuchung

Klin. Zeichen (selbst erhoben)	Klinisch: <input type="checkbox"/> trockene Haut <input type="checkbox"/> trockene Schleimhaut <input type="checkbox"/> trockene Achselhöhlen <input type="checkbox"/> stehende Hautfalten <input type="checkbox"/> Agitiertheit <input type="checkbox"/> Somnolenz <input type="checkbox"/> Dyspnoe <input type="checkbox"/> Halsvenenstauung <input type="checkbox"/> Pleuraerguss <input type="checkbox"/> RG Lunge <input type="checkbox"/> Ödeme	
Mund/Zähne	<input type="checkbox"/> Prothese (ok) <input type="checkbox"/> Prothese (locker – Fehlfunktion) <input type="checkbox"/> Karies <input type="checkbox"/> Parodontitis <input type="checkbox"/> Stomatitis / Aphten <input type="checkbox"/> sonstiges (Freitext)	
Zeit Aufnahme - Untersuchung		
Zeit Infusion - Untersuchung		

Laborwerte entnommen aus der elektronischen Akte (erster gemessener Wert)

Variable	Beschreibung	
Kalium	Wert:___	
Natrium	Wert:___	
Harnstoff	Wert:___	
Kreatinin	Wert:___	
Albumin	Wert:___	
Hämoglobin	Wert:___	
Hkt		
CRP	Wert:___	

Einschätzung ZNA-Mitarbeiter

Einschätzung Arzt ZNA	Eurolämie () Hypovolämie () Hypervolämie ()	
Führender Befund Flüssigkeitshaushalt laut Arzt ZNA	() Oedeme () Pleuraerguss () RGLunge () Halsvenenstauung () trockene Haut () trockene Schleimhaut () trockene Achselhöhlen () stehende Hautfalten () Agitiertheit () Somnolenz () Hypotonie () Laborwerte () Blutdruck- Kreislaufverhalten () Dyspnoe () anderes (Freitext)	Freitext - Kommentar

Maßnahmen ZNA und weiteres Procedere

Maßnahme ZNA	() Monitoring () Infusion: () Diuretika () and. Medikamente: () Sonstige: Röntgen, Sono, CT, MRT	
Infusionsmenge / ZNA in l		
Aufenthalt ZNA insges, (Stunden)		
Veränderung Flüssigkeitshaushalt (Einschätzung Mitarbeiter ZNA)	() stabil () Besserung nach Infusion () Besserung nach Diuretika	
Veränderung Therapieregime nach Sono-Befund	() nein () stopp Infusion () Esk. Diuretika () Esk. Flüssigkeitssubst.	
Stat. Aufnahme	Ja=1, Nein=0	
Begründung stat. Aufnahme	() Störung im Flüssigkeitshaushalt () Sonstige:	
Verlegung	() nach hause () stat. Aufnahme () Intensivstation () Tod	

Geriatrisches Screening nach Lachs

PROBLEM		UNTERSUCHUNG	PATHOLOGISCHES RESULTAT	
1.	Sehen	Fingerzahl mit Brille in 2 m Entfernung erkennen Nahvisus oder Lesen einer Überschrift <i>Hat sich Ihre Sehfähigkeit in letzter Zeit verschlechtert?</i>	Kein korrektes Erkennen bzw. Lesen möglich oder die Frage wird mit JA beantwortet	<input type="radio"/>
2.	Hören	Flüstern der folgenden Zahlen in ca. 50 cm Entfernung nach Ausatmung in das angegebene Ohr, während das andere zugehalten wird: 6 1 9 - linkes Ohr 2 7 3 - rechtes Ohr	Mehr als eine Zahl wird falsch erkannt	<input type="radio"/>
3.	Arme	Bitten Sie den Patienten, beide Hände hinter den Kopf zu legen und einen Kugelschreiber vom Tisch/Bettdecke aufzuheben	Mindestens eine Aufgabe wird nicht gelöst	<input type="radio"/>
4.	Beine	Bitten Sie den Patienten aufzustehen, einige Schritte zu gehen und sich wieder zu setzen.	Patient ist nicht in der Lage, eine dieser Tätigkeiten selbständig auszuführen	<input type="radio"/>
5.	Blasenkontinenz	<i>Konnten Sie in letzter Zeit den Urin versehentlich nicht halten?</i>	JA	<input type="radio"/>
6.	Stuhlkontinenz	<i>Konnten Sie in letzter Zeit den Stuhl versehentlich nicht halten?</i>	JA	<input type="radio"/>
7.	Ernährung	Schätzen des Patientengewichts	Nicht normalgewichtig (Untergewicht?)	<input type="radio"/>
8a.	Kognitiver Status	Nennen Sie dem Patienten die folgenden Begriffe und bitten Sie ihn, sie sich zu merken: Apfel – Pfennig – Tisch Bitten Sie den Patienten die Begriffe zu wiederholen.		
9.	Aktivität	<i>Können sie sich selbst anziehen? Können Sie mindestens eine Treppe steigen? Können Sie selbst einkaufen gehen?</i>	Eine oder mehr Frage(n) wird mit NEIN beantwortet	<input type="radio"/>
10.	Depression	<i>Fühlen Sie sich oft traurig oder niedergeschlagen?</i>	JA (ggf. eigener Eindruck)	<input type="radio"/>
8b.	Kognitiver Status	Fragen Sie nach den Begriffen aus 8.a Apfel - Pfennig - Tisch	Einen oder mehrere Begriffe vergessen	<input type="radio"/>
11.	Soziale Unterstützung	<i>Haben Sie Personen, auf die Sie sich verlassen und die Ihnen zu Hause regelmäßig helfen können?</i> Wenn ja, bitte Namen notieren:	NEIN	<input type="radio"/>
12.	Allgemeine Risikofaktoren	<i>Wann waren Sie zum letzten Mal im Krankenhaus?</i>	Weniger als 3 Monate (ungeplant)	<input type="radio"/>

ADL (zu Hause)

Erhebungsbogen b) Barthel Index (BI)

	Punkte:
Essen	
• Unabhängig, isst selbständig, benutzt Geschirr und Besteck	10
• Braucht etwas Hilfe, z.B. Fleisch oder Brot schneiden	5
• Nicht selbständig, auch wenn o.g. Hilfe gewährt wird	0
Bett/(Rollstuhltransfer	
• Unabhängig in allen Phasen der Tätigkeit	15
• Geringe Hilfen oder Beaufsichtigung erforderlich	10
• Erhebliche Hilfe beim Transfer, Lagewechsel, Liegen/Sitz selbständig	5
• Nicht selbständig, auch wenn o.g. Hilfe gewährt wird	0
Waschen	
• Unabhängig beim Waschen von Gesicht, Händen; Kämmen, Zähneputzen	5
• Nicht selbständig bei o.g. Tätigkeit	0
Toilettenbenutzung	
• Unabhängig in allen Phasen der Tätigkeit (incl. Reinigung)	10
• Benötigt Hilfe, z.B. wg. unzureich. Gleichgewichtes od. bei Kleidung/Reinig.	5
• Nicht selbständig, auch wenn o.g. Hilfe gewährt wird	0
Baden	
• Unabhängig bei Voll- oder Duschbad in allen Phasen der Tätigkeit	5
• Nicht selbständig bei o.g. Tätigkeit	0
Gehen auf Flurebene bzw. Rollstuhlfahren	
• Unabhängig beim Gehen über 50 m, Hilfsmittel erlaubt, nicht Gehwagen	15
• Geringe Hilfe oder Überwachung erforderlich, kann mit Hilfsm. 50 m gehen	10
• Nicht selbständig beim Gehen, kann aber Rollstuhl selbständig bedienen, auch um Ecken und an einen Tisch heranfahren, Strecke mind. 50 m	5
• Nicht selbständig beim Gehen oder Rollstuhlfahren	0
Treppensteigen	
• Unabhängig bei der Bewältigung einer Treppe (mehrere Stufen)	10
• benötigt Hilfe oder Überwachung beim Treppensteigen	5
• Nicht selbständig, kann auch mit Hilfe nicht Treppe steigen	0
An- und Auskleiden	
• Unabhängig beim An- und Auskleiden (ggf. auch Korsett oder Bruchband)	10
• Benötigt Hilfe, kann aber 50% der Tätigkeit selbständig durchführen	5
• Nicht selbständig, auch wenn o.g. Hilfe gewährt wird	0
Stuhlkontrolle	
• Ständig kontinent	10
• Gelegentlich inkontinent, maximal einmal/Woche	5
• Häufiger/ständig inkontinent	0
Urinkontrolle	
• Ständig kontinent, ggf. unabhängig bei Versorgung eines DK/Cystofix	10
• Gelegentlich inkontinent, max. einmal/Tag, Hilfe bei ext. Hamableitung	5
• Häufiger/ ständig inkontinent	0

IADL (zu Hause)**Telefon:**

Benutzt Telefon aus eigener Initiative	1
Wählt einige bekannte Nummern	1
Nimmt ab, wählt nicht selbständig	1
Benutzt das Telefon überhaupt nicht.....	0

Einkaufen:

Kauft selbständig die meisten benötigten Sachen ein.....	1
Tätigt wenige Einkäufe	0
Benötigt bei jedem Einkauf Begleitung.....	0
Unfähig zum Einkaufen	0

Kochen:

Plant und kocht erforderliche Mahlzeiten selbständig	1
Kocht erforderliche Mahlzeiten nur nach Vorbereitung durch Drittpersonen	0
Kocht selbständig, hält aber benötigte Diät nicht ein.....	0
Benötigt vorbereitete und servierte Mahlzeiten	0

Haushalt:

Hält Haushalt instand oder benötigt zeitweise Hilfe bei schweren Arbeiten.....	1
Führt selbständig kleine Hausarbeiten aus	1
Führt selbständig kleine Hausarbeiten aus, kann aber die Wohnung nicht rein halten	1
Benötigt Hilfe in allen Haushaltsverrichtungen	1
Nimmt überhaupt nicht teil an tgl. Verrichtungen im Haushalt.....	0

Wäsche:

Wäscht sämtliche eigene Wäsche.....	1
Wäscht kleine Sachen	1
Gesamte Wäsche muß auswärts versorgt werden.....	0

Transportmittel:

Benutzt unabhängig öffentliche Verkehrsmittel, eigenes Auto.....	1
Bestellt und benützt selbständig Taxi, benützt aber keine öffentlichen Verkehrsmittel	1
Benützt öffentliche Verkehrsmittel in Begleitung.....	1
Beschränkte Fahrten in Taxi oder Auto in Begleitung.....	0
Reist überhaupt nicht.....	0

Medikamente:

Nimmt Medikamente in genauer Dosierung und zum korrekten Zeitpunkt eigenverantwortlich	1
Nimmt vorbereitete Medikamente korrekt.....	0
Kann korrekte Einnahme von Medikamenten nicht handhaben.....	0

Geldhaushalt:

Regelt finanzielle Geschäfte selbständig (Budget, Schecks, Einzahlungen, Gang zur Bank)	1
Erfledigt täglich kleine Ausgaben. Benötigt Hilfe bei Einzahlungen, Bankgeschäften.....	1
Ist nicht mehr fähig mit Geld umzugehen	0

Gesamtpunktzahl ____ / 8

Sonographie

VCI transversal	AO	VC Diameter	VC-Diameter (K)	Aorta Diameter	Qualität
			Aorta Kaliberschw	ASKL	
VCI längs (B)		Diameter max (M)	Diameter min (M)	Pulsatilität q	
		Diameter insp. (M)		Atemmodulation	
		V max (PW)	V max R (PW)	Pulskurve q	
V porta		Vmax	Vmax	Pulsatilität q	
				Flussrichtung	

Legende

- (1) gut
- (2) eingeschränkt, Messung aber möglich, Gefäßgrenzen noch erkennbar, einzelne Artefakte, Spektrum noch erkennbar
- (3) unsicher, Gefäßgrenzen schwer erkennbar, viele Artefakte, Spektrum unscharf
- (4) nicht möglich, Gefäß nicht sicher erkennbar, Spektrum nicht ableitbar

Qualität:

8 LEBENS LAUF

Personalien

Name:	Helen Diederich
Geburtsdatum:	13.07.1990
Geburtsort:	Münster
Familienstand:	ledig
Vater:	Prof. Dr. med. Stefan Diederich, Radiologe
Mutter:	Carmen Lührs-Diederich, Physiotherapeutin

Schulischer Werdegang

1996 - 2000	Ludgerus-Grundschule, Münster-Albachten
2000 - 2004	Mariengymnasium, Münster
2004 - 2009	Konrad-Heresbach-Gymnasium, Mettmann
27.06.2009	Abitur

Universitärer Werdegang

WS 2010 - SS 2013	Grundstudium der Humanmedizin an der Medizinischen Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg
22.03.2012	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg
SS 2013 – SS 2017	Hauptstudium der Humanmedizin an der Medizinischen Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg
14.04.2016	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg
Mai 2016 – April	Praktisches Jahr
11.05.2017	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg
17.05.2017	Approbation als Ärztin

9 DANKSAGUNG

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei Priv.-Doz. Dr. med. Burkhardt, meinem Doktorvater und Betreuer, der mir dieses schöne Dissertationsthema in meinem Interessensgebiet der Sonographie überlassen hat und mich mit Rat und Tat, Fachwissen und Methodik unterstützt hat. Vielen Dank für den stets verfügbaren Platz im Terminkalender und die ansteckende Begeisterung für die Sonographie. Die Betreuung war ausgezeichnet!

Ich möchte an dieser Stelle Frau Judith Jirka für ihre organisatorischen Fähigkeiten und die vielen herzlichen Gespräche beim Duft von Ingwer-Tee danken.

Auch dem Team des Zentralen Medizinischen Ultraschalls der UMM bin ich für das Vertrauen und die Unterstützung durch die Bereitstellung des mobilen Ultraschallgerätes sehr dankbar.

Großer Dank gebührt dem Team der ZNA des UMM, allen voran Prof. Dr. med. Grüttner und Priv.-Doz. Dr. med. Walter, die mir die Datenerhebung in der ZNA sowie insgesamt eine medizinisch sehr lehrreiche Zeit ermöglicht haben. Aber auch den Internisten und Internistinnen, den Schwestern und Pflegern der ZNA, die mich über den längeren Zeitraum der Datenerhebung von morgens bis abends mit ihrer Kompetenz und guten Laune begleitet haben, möchte ich meinen Dank aussprechen.

Von ganzem Herzen danke ich meinen Eltern, Carmen Lührs-Diederich und Prof. Dr. med. Stefan Diederich, die mir das Medizinstudium ermöglicht und mich auf meinem ganzen bisherigen Weg sowie auch bei der Erstellung der Dissertation liebevollst unterstützt haben. Ohne die Motivation und Liebe durch meine Eltern, meine Schwester, Kristin Diederich, meinen Freund, Johannes Heberer, „DIE WG“ und die besten Freunden, die ich mir wünschen kann, wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen. Vielen Dank Euch allen!