

**Aus dem Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie**

**Geschäftsführender Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Steffen Ruchholtz**

**Medizinische Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. Susanne Fuchs-Winkelmann**

des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg

**Einfluss einer Mangelernährung auf das Outcome  
nach hüftgelenksnaher Femurfraktur**  
Eine retrospektive, monozentrische Analyse

**Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten  
Humanmedizin**

dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg vorgelegt von

**Fahd Malek**

aus Pardi

Marburg, 2023

Angenommen vom Fachbereich der Philipps-Universität Marburg am 21.11.2023

Gedruckt mit der Genehmigung des Fachbereichs.

Dekanin: Frau Prof. Dr. D. Hilfiker-Kleiner

Referent: Herr Prof. Dr. C. Schöneberg

1. Korreferentin: Frau Prof. Dr. A. Viniol

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Hintergrund	1
1.2	Aktueller Stand der Wissenschaft	2
1.3	Proximale Femurfraktur	3
1.3.1	Schenkelhalsfraktur	4
1.3.2	Pertrochantäre Femurfraktur	6
1.4	Mangelernährung	8
1.4.1	Definition und Einteilung	8
1.4.2	Prävalenz	9
1.4.3	Klinische Relevanz	10
1.4.4	Ursachen und Risikofaktoren	10
1.4.5	Erfassung des Ernährungszustandes	11
1.5	Ortho-geriatrisches Co-Management	13
1.6	Weitere Grundlagen	16
1.6.1	Charlson-Komorbiditätsindex	16
1.6.2	ASA-Klassifikation	18
1.6.3	ISAR-Score	19
1.6.4	Komplikationsklassifikation nach Clavien-Dindo	20
<b>2</b>	<b>Ziel der Arbeit</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>23</b>
3.1	Patientenkollektiv	23
3.2	Studiendesign	23
3.2.1	Zielparameter	24
3.2.2	Kovariaten	24
3.2.3	Statistische Analyse	24
3.3	Ethik	25
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>26</b>
4.1	Baseline-Daten	26
4.1.1	Geschlechterverteilung des Patientenkollektivs	26
4.1.2	Verteilung des ASA-Scores im Gesamtkollektiv	26
4.1.3	Verteilung des ISAR-Scores im Gesamtkollektiv	27

4.1.4	BMI-Verteilung im Gesamtkollektiv .....	28
4.1.5	Serumalbuminspiegel bei Aufnahme .....	29
4.1.6	Antikoagulation, Gerinnung, Kreatininspiegel und Hämoglobinspiegel bei Aufnahme .....	30
4.1.7	Verteilung des Charlson-Komorbiditätsindex im Patientenkollektiv .....	31
4.1.8	Mortalität und Komplikationen im Gesamtkollektiv.....	32
<b>4.2</b>	<b>Univariate Analyse des BMI .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3</b>	<b>Univariate Analyse des Albumins.....</b>	<b>36</b>
<b>4.4</b>	<b>Patienten-Outcome.....</b>	<b>39</b>
<b>4.5</b>	<b>Multivariable logistische und lineare Regression .....</b>	<b>43</b>
4.5.1	Einfluss des Albumins.....	43
4.5.2	Einfluss des BMI .....	44
<b>5</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>Limitationen .....</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>56</b>
7.1	Deutsche Zusammenfassung .....	56
7.2	Summary .....	58
<b>8</b>	<b>Veröffentlichungen im Rahmen des Promotionsvorhabens.....</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>61</b>
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>75</b>
9.1	Lebenslauf .....	75
9.2	Verzeichnis der akademischen Lehrer/-innen.....	75
9.2.1	Ruhr-Universität Bochum.....	75
9.2.2	Univeristät Duisburg-Essen .....	75
9.3	Danksagung .....	76
9.4	Ehrenwörtliche Erklärung .....	77

## Abkürzungsverzeichnis

AO.....	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ASA .....	American Society of Anesthesiologists
BMI.....	Body-Mass-Index
CA-CCI.....	Combined Age Charlson Comorbidities Index
DGEM.....	Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin
DGOOC .....	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie
dl. ....	Deziliter
EK .....	Erythrozytenkonzentrat
g. ....	Gramm
HE .....	Hemiendoprothese
IQR.....	Interquartilsabstand
ISAR .....	Identification of Seniors at risk
kg .....	Kilogramm
KI .....	Konfidenzintervall
L.....	Liter
m. ....	Meter
mg .....	Milligramm
MNA .....	Mini Nutritional Assesment Score, Mini Nutritional Assesment Score
NRS.....	Nutritional Risk Screening, Nutritional Risk Screening
OR .....	Odds Ratio
SOP .....	Standard Operation Procedures
TEP .....	Total-Endoprothese
T-TAS .....	Total Thrombus Formation Analysis System
WHO.....	World Health Organization
ZVK.....	Zentraler Venenkatheter

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Studien mit der dazugehörigen Prävalenz und Anzahl der Patienten...	10
Tabelle 2: WHO-Unterteilung des Ernährungszustandes anhand des BMI .....	12
Tabelle 3: Parameter des Charlson-Komorbiditätsindex .....	17
Tabelle 4: Combined-Age-CCI.....	18
Tabelle 5: Combined-Age-CCI Ein-Jahres-Mortalitätsrisiko.....	18
Tabelle 6: ASA-Klassifikation.....	19
Tabelle 7: Komplikationsklassifikation nach Clavien-Dindo.....	21
Tabelle 8: Übersicht der Verteilung des ASA-Scores .....	27
Tabelle 9: Übersicht der Verteilung des ISAR-Scores .....	28
Tabelle 10: Antikoagulation, Quick-Wert, Niereninsuffizienz und Hämoglobinverteilung im Patientenkollektiv .....	31
Tabelle 11: Verteilung der Mortalität und Komplikationen im Gesamtkollektiv .	32
Tabelle 12: Vergleich der Baseline-Daten zwischen Patienten mit einem BMI $\geq 20$ kg/m <sup>2</sup> und BMI $< 20$ kg/m <sup>2</sup> .....	34
Tabelle 13: Vergleich der Baseline-Daten zwischen Patienten mit einem Albuminwert $> 35$ g/L und Albumin $\leq 35$ g/L .....	36
Tabelle 14: Vergleich der Behandlungsdaten zwischen den Patienten mit einem BMI $\geq 20$ kg/m <sup>2</sup> und $< 20$ kg/m <sup>2</sup> und Albumin $> 35$ g/L und $\leq 35$ g/L.....	40
Tabelle 15: Einfluss von Albumin auf die Ergebnisparameter.....	44
Tabelle 16: Einfluss vom BMI auf die Ergebnisparameter .....	45

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einteilung der proximalen Femurfrakturen in die verschiedenen Regionen .....	4
Abbildung 2: Schenkelhalsfraktur .....	6
Abbildung 3: Pertrochantäre Femurfraktur.....	8
Abbildung 4: ISAR-Notaufnahme-Screening.....	20
Abbildung 5: Geschlechterverteilung im Patientenkollektiv .....	26
Abbildung 6: Verteilung des ASA-Scores.....	27
Abbildung 7: Verteilung des ISAR-Scores.....	28
Abbildung 8: Verteilung des BMI bei Aufnahme. ....	29
Abbildung 9: Verteilung des Albuminspiegels im Patientenkollektiv .....	30
Abbildung 10: Verteilung des Charlson-Komorbiditätsindex im Patientenkollektiv. .....	32
Abbildung 11: Mortalität im Gesamtkollektiv.....	33
Abbildung 12: Verteilung der peri- und postoperativen Komplikationen .....	33

### **Gender-Erklärung**

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Dissertation auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Formulierungen gelten gleichermaßen für alle Geschlecht

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund

Im Zuge des demografischen Wandels in Deutschland nimmt die Anzahl jüngerer Menschen ab und die Anzahl älterer Menschen zu (Statistisches Bundesamt 2019). Das Statistische Bundesamt beschreibt, dass bereits „jede fünfte Person in Deutschland heute älter als 66 Jahre“ ist (Statistisches Bundesamt 2019). Die steigende Anzahl älterer Menschen führt dazu, dass die Gruppe der geriatrischen Patienten in Kliniken zunehmend größer wird und dementsprechend die Relevanz dieser Gruppe im klinischen Alltag immer weiter steigt. Seit 1991 ist die Zahl der 65-Jährigen von 12 Millionen auf 18,3 Millionen im Jahr 2020 angestiegen. Der Anteil der älteren Menschen ab 65 Jahren lag im Jahr 1991 bei 15 % und stieg auf 22 % im Jahr 2020 an. Zu der Gruppe der Hochbetagten zählen Personen ab 85 Jahren. Im Jahr 1991 betrug die Zahl der Hochbetagten 1,2 Millionen und stieg bis 2020 auf 2,5 Millionen an. Mit einem Anstieg von 52 % ist dies ein deutlich größerer Anstieg verglichen mit der Gruppe der älteren Menschen ab 65 Jahren (Statistisches Bundesamt 2019). Das Statistische Bundesamt teilte 2021 mit, dass die Zahl der Personen ab 67 Jahren voraussichtlich bis zum Jahr 2035 auf 20 Millionen ansteigen wird. Laut Prognose des Statistischen Bundesamtes soll der Altersquotient der Personen ab 67 Jahren bis zum Jahr 2035 auf einen Wert zwischen 43 % und 46 % ansteigen (Statistisches Bundesamt 2021). Dieser bedeutende Anstieg stellt Politik, Gesellschaft und vor allem Leistungsträger im Gesundheitswesen vor besondere Herausforderungen. Laut Dr. Gerd Rauch, Kongresspräsident des Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU) 2018 vom Berufsverband für Orthopädie und Unfallchirurgie, wird „[d]ie steigende Lebenserwartung und die vorwiegend sitzende Lebensweise [...] künftig für einen wachsenden Bedarf an orthopädischen und unfallchirurgischen Leistungen [sorgen]“ (DGOOC - Immer mehr ältere Patienten in Orthopädie und Unfallchirurgie 2022).

Mit zunehmendem Alter steigt das Risiko für Stürze (Walther et al. 2008). Laut der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) werden in den deutschen Krankenhäuser mehr als 400 000 Patienten nach einem

Sturz eingewiesen (DGOOC - Immer mehr ältere Patienten in Orthopädie und Unfallchirurgie 2022; Statistisches Bundesamt 2019).

Neben Alter und relevanten Komorbiditäten hat auch der Ernährungszustand eine wichtige Bedeutung bezüglich des klinischen Outcomes des Patienten, da ältere Patienten oft einen schlechteren Ernährungszustand aufweisen (Barthel et al. 2019). Laut der Leitlinie „Enterale Ernährung“ der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) ist der Ernährungsstatus „Grundlage und Ausdruck der Gesundheit“ (Pirlich et al. 2003). Somit gewinnt das Optimieren des Ernährungsstatus der Patienten im klinischen Alltag zunehmend an Bedeutung.

## 1.2 Aktueller Stand der Wissenschaft

Die Anzahl an Studien, die sich mit dem Einfluss von Mangelernährung auf hospitalisierte Patienten befassen, nimmt im derzeitigen Forschungsfeld kontinuierlich zu. Zahlreiche klinische Parameter, Laborwerte und Fragebögen sind verfügbar, um einen mangelhaften Ernährungszustand festzustellen. Geurden et al. zeigten in ihrer Studie, dass Mangelernährung besonders im Alter eine wichtige Rolle spielt. Bei Patienten, die zwecks elektiver Operation aufgenommen wurden, hatten 51,4 % ein erhöhtes Risiko für Mangelernährung und bei Patienten, die älter als 70 waren, war die Prävalenz mit 66 % noch höher (Geurden et al. 2015). Derzeit gibt es vereinzelte Studien, die den Einfluss der Mangelernährung auf geriatrische Traumapatienten untersucht haben, diese kommen jedoch zu unterschiedlichen Ergebnissen (Eschbach et al. 2018). In diversen Studien zeigte sich, dass Mangelernährung mit erhöhter Morbidität, Mortalität und erhöhten Gesundheitskosten assoziiert wird (Bharadwaj et al. 2016; Bell et al. 2016; Garcia et al. 2016). Bohl et al. untersuchten den Zusammenhang zwischen Albumin und Komplikationen in den ersten dreißig Tagen nach totalem Hüft- und Kniegelenkersatz. Die Studie ergab, dass Patienten mit Hypoalbuminämie im Vergleich zu Patienten mit normaler Albuminkonzentration ein erhöhtes Risiko für postoperative Wundinfektionen, Pneumonie sowie längere Krankenhausaufenthalte und stationäre Wiederaufnahmen aufwiesen (Bohl et al. 2016). Ähnliche Ergebnisse erzielte die Studie von Kishawi et al., in der Patienten mit einem niedrigen Albuminspiegel ein höheres Risiko für Infektionen, Sepsis, Pneumonie

und Myokardinfarkt aufwiesen (Kishawi et al. 2020). Ryan et al. untersuchten ein Gesamtkollektiv von 20 278 Patienten mit hüftgelenksnaher Fraktur. Sie zeigten, dass Hypoalbuminämie ein Prädiktor für stationäre Wiederaufnahme, verlängerte Aufenthaltsdauer, erhöhte Reintubationsrate und erhöhte Mortalität ist (Ryan et al. 2018). Vergleichbare Ergebnisse erzielten Garcia et al. in ihrer Studie, in der mangelernährte Patienten ein signifikant erhöhtes Risiko für Bluttransfusionen, Tod innerhalb von dreißig Tagen nach Operation und längere Krankenhausaufenthalte aufwiesen (Garcia et al. 2016).

### 1.3 Proximale Femurfraktur

Frakturen des proximalen Femurs sind eine der häufigsten Frakturen bei älteren Menschen (Darwich et al. 2021). Die Frakturen des proximalen Femurs werden unterteilt in Femurkopffrakturen, Schenkelhalsfrakturen und die Frakturen der trochantären Region (Raschke und Everding 2019) (Abbildung 1). Die Fraktur des Femurkopfs ist in der Regel eine Begleitverletzung bei manifester oder zurückliegender Hüftgelenksluxation (Bühren et al. 2016; Krämer et al. 2007). Die Schenkelhalsfrakturen und Frakturen der trochantären Region werden in separaten Abschnitten beschrieben (1.3.1 und 1.3.2). In Deutschland steigt die Inzidenz dieser Frakturen mit zunehmendem Alter von 0,06 % im Alter von 64 Jahren auf 1,32 % im Alter von 85 Jahren oder älter (Raschke und Everding 2019).

Die häufigsten Frakturen im Jahr 2019 waren Schenkelhalsfrakturen mit 81 570 erfassten Fällen und einer Inzidenz von 120/100 000 Einwohner in der Bevölkerung (Rupp et al. 2021). Die Inzidenz war bei Frauen mit 158/100 000 Einwohnerinnen höher als bei Männern mit 81/100 000 Einwohner (Rupp et al. 2021). Die höchste Inzidenz gab es bei Patienten ab 90 Jahren mit 1 828/100 000 Einwohner. Die pertrochantären Femurfrakturen hatten eine Inzidenz von 109/100 000 Einwohner (Rupp et al. 2021).

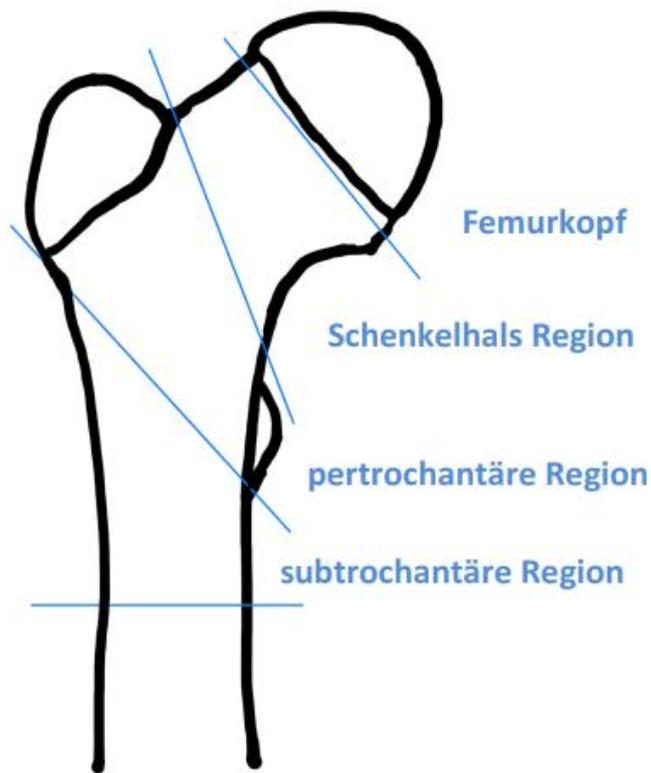


Abbildung 1: Einteilung der proximalen Femurfrakturen in die verschiedenen Regionen

### 1.3.1 Schenkelhalsfraktur

Anatomisch können die Schenkelhalsfrakturen in mediale Schenkelhalsfraktur (intrakapsulär) und basozervikale (laterale) Schenkelhalsfraktur (extrakapsulär) eingeteilt werden (Abbildung 2). Je nach Dislokationsrichtung und Stabilität wird zwischen Abduktionsfraktur, Adduktionsfraktur und Abscherfraktur unterschieden. Bei der Abduktionsfraktur kann die Belastungsfähigkeit erhalten bleiben und das Risiko der Kopfnekrose ist gering. Ein erheblich höheres Risiko der Kopfnekrose ergibt sich bei der Adduktionsfraktur, die meist mit Dislokation und Verkürzung des Beins mit Abkippen des Femurkopfes nach hinten (Retroversion) einhergeht. Häufig liegen bei diesen Frakturen ein dorsaler Spongiosadefekt und eine kortikale Trümmerzone vor. Biomechanisch ungünstig ist die Abscherfraktur, die sehr instabil ist und eine hohe Pseudarthrosegefahr mit sich bringt (Bühren et al. 2016). Pauwels entwickelte 1935 eine mechanische Klassifikation der Schenkelhalsfraktur. Die Einteilung erfolgt nach dem Winkel zwischen der

Bruchebene und der horizontalen Ebene. Es werden drei Typen unterschieden (Bühren et al. 2016; Raschke und Everding 2019):

- Pauwels Typ I:  $< 30^\circ$
- Pauwels Typ II:  $30\text{--}70^\circ$
- Pauwels Typ III:  $> 70^\circ$

Garden entwickelte 1961 eine Einteilung nach Dislokationsgrad, die prognostisch für die Entwicklung einer Femurkopfnekrose relevant ist. Dabei werden vier Typen unterschieden, die nach Raschke und Everding wie folgt beschrieben werden (Raschke und Everding 2019):

- Garden Typ I: valgisierende und eingestauchte Fraktur, der Winkel zwischen Kopftrabekel und medialer Kortikalis beträgt  $> 160^\circ$
- Garden Typ II: nicht dislozierte Fraktur
- Garden Typ III: teilweise dislozierte und varische Fraktur, Kontaktfläche ist medial erhalten
- Garden Typ IV: vollständig dislozierte Fraktur

Therapeutisch können eingestauchte und stabile Abduktionsfrakturen mit  $< 10^\circ$  Dislokation konservativ behandelt werden. Bei allen instabilen Frakturen oder  $> 10^\circ$  Dislokation sollte eine operative Therapie durchgeführt werden (Bühren et al. 2016). Bei den operativen Therapiemöglichkeiten wird grundlegend zwischen kopferhaltender Osteosynthese und hüftkopfersetzender Therapie unterschieden. Zu den kopferhaltenden Therapiemöglichkeiten gehören die Schraubenosteosynthese mit Spongiosaschrauben oder kanülierten Schrauben und die Versorgung mit einer dynamischen Hüftschraube. Bei der kopfersetzenden Therapie gibt es die Optionen einer Hemiprothese und einer Totalendoprothese. Abhängig vom Patientenalter, dem Zeitpunkt der Fraktur, der Knochenqualität, der Schwere der Fraktur und der Erfahrung des Operateurs wird eine individuelle Therapie angestrebt (Bühren et al. 2016).

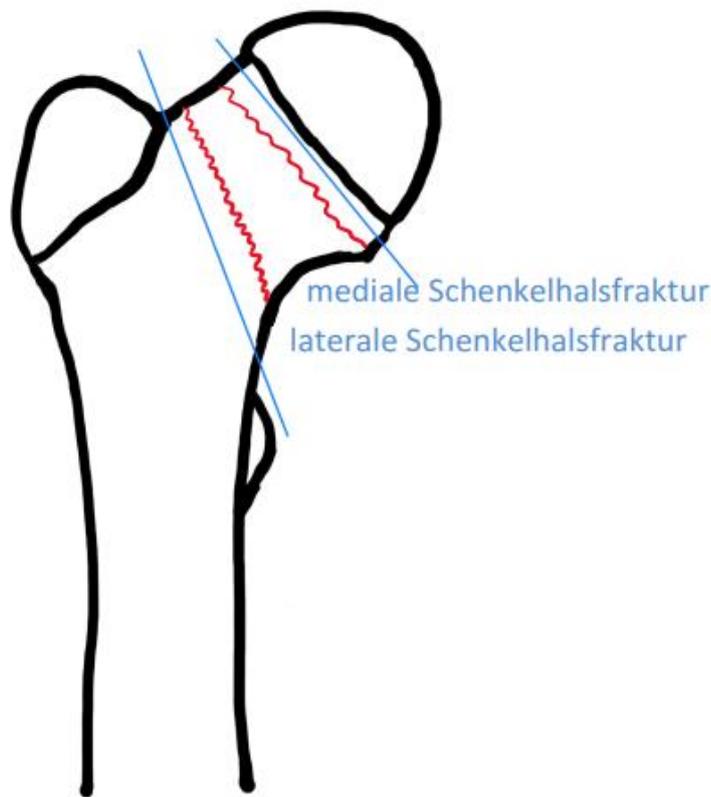


Abbildung 2: Schenkelhalsfraktur

### 1.3.2 Pertrochantäre Femurfraktur

Die Frakturen der pertrochantären Region werden anhand der AO-Klassifikation eingeteilt, die 1990 von Müller et al. beschrieben wurde (Müller et al. 1990). Pertrochantäre Femurfrakturen gehören zum Typ 31 A (Niethard et al. 2009). Die erste Nummer beschreibt dabei die Körperregionen, die in neun Nummern unterteilt werden. Das Femur ist durch die Nummer drei gekennzeichnet. Durch die zweite Nummer wird die Lokalisation des Frakturortes innerhalb der Region beschrieben. Proximale Segmente werden mit einer eins, diaphysäre mit einer zwei und distale mit einer drei gekennzeichnet. Femurfrakturen der pertrochantären Region gehören zu den proximalen Segmenten und werden daher mit der Nummer eins gekennzeichnet. Die Komplexität und der Schweregrad der Fraktur werden durch den Buchstaben an dritter Stelle bewertet, wobei sich diese in die Kategorien A, B und C unterteilen lassen. Die Unterteilung unterscheidet sich bei Schaftfrakturen und Gelenkfrakturen. Bei Schaftfrakturen beschreibt der Buchstabe A eine einfache Fraktur, B eine Keilfraktur und C eine komplexe Fraktur. Bei Gelenkfrakturen

beschreibt der Buchstabe A eine extraartikuläre Fraktur, B eine partielle Gelenkfraktur und C eine vollständige Gelenkfraktur. Die pertrochantäre Femurfraktur wird mit dem Buchstaben A beschrieben. Zusätzlich kann die pertrochantäre Femurfraktur in A1, A2, und A3 anhand der Fragmentbeschaffenheit und Stabilität unterteilt werden (Abbildung 3). Diese wurden nach Niethard et al., Müller et al. und Raschke und Everding wie folgt definiert (Müller et al. 1990; Bühren et al. 2016; Raschke und Everding 2019):

- Typ 31 A1: stabiler Frakturtyp, mediale Kortikalis ist einfach frakturiert, gute mediale Abstützung
- Typ 31 A2: instabiler Frakturtyp, Mehrfragmentfraktur, Mitbeteiligung des Trochanter minor, Trümmerzone zwischen Trochanter major und Trochanter minor
- Typ 31 A3: instabiler Frakturtyp, mediale und laterale Kortikalis ist frakturiert, inverse oder oblique Fraktur

Therapeutisch wird eine konservative Therapie in der Regel nicht durchgeführt. In fast allen Fällen wird eine chirurgische Behandlung angestrebt, um Schmerzfreiheit und eine frühe Belastungsfähigkeit des Patienten zu erreichen (Weigel 2011). Als Verfahrensweisen kommen dynamische Hüftschrauben, intramedullare Nagelosteosynthesen, Endoprothesen, Winkelplattenosteosynthesen oder proximale Femurplatten in Betracht (Bühren et al. 2016; Weigel 2011).

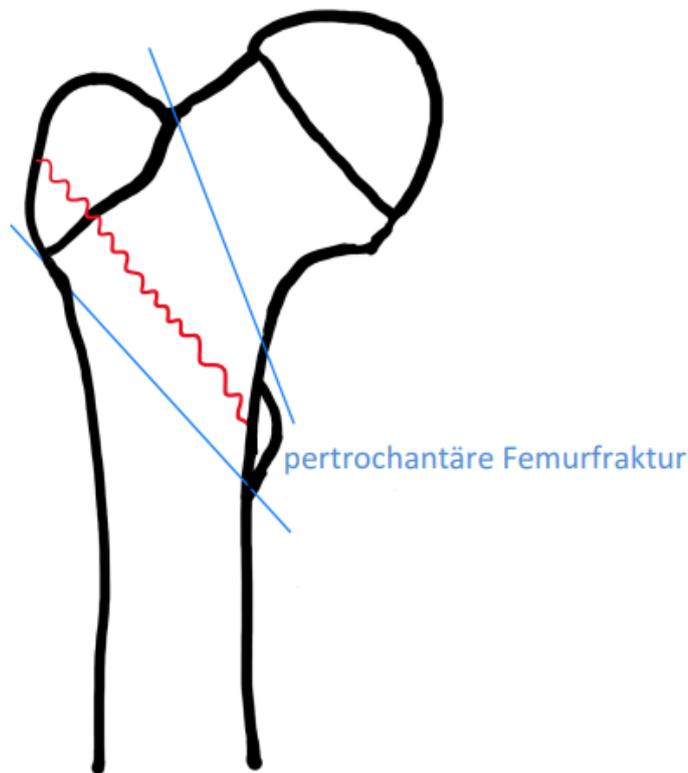


Abbildung 3: Petrochantäre Femurfraktur

## 1.4 Mangelernährung

### 1.4.1 Definition und Einteilung

Es gibt zahlreiche Definitionen für den Begriff der Mangelernährung. Löser et al. definierten Mangelernährung als „[a]lle Zustände, bei denen es zu einem Ungleichgewicht zwischen Nahrungszufuhr und Nährstoffbedarf, einer gestörten Nährstoffverwertung oder einem unkontrollierten Abbau von Körpersubstanz kommt“ (Löser et al. 2019). Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung definiert den Begriff als „Zustand, der aus einer mangelnden Zufuhr oder Aufnahme von Energie und Nährstoffen über die Nahrung entsteht, zu einer veränderten Körperzusammensetzung führt und mit messbaren Veränderungen körperlicher und mentaler Funktion verbunden ist“ (DGEM 2019). Die Leitlinie „Enterale Ernährung“ der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin unterteilt zudem den Zustand der Mangelernährung in „krankheitsassoziierte[n] Gewichtsverlust“, „Eiweißmangel“ und „spezifische[n] Nährstoffmangel“ (Pirlich et al. 2003). Krankheitsassoziiertes Gewichtsverlust ist beschrieben als „signifikanter

Gewichtsverlust mit Zeichen der Krankheitsaktivität“ (Pirlich et al. 2003). Entscheidend ist hierbei der Gewichtsverlust in Verbindung mit Hinweisen auf eine Erkrankung. Im Vergleich dazu ist der Eiweißmangel eine „Verringerung des Körpereiwweißbestandes“ (Pirlich et al. 2003). Der spezifische Nährstoffmangel ist ein „Defizit von essenziellen Nährstoffen wie z. B. Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente, essenzielle Fettsäuren“ (Pirlich et al. 2003). Davon abzugrenzen ist der Begriff der Unterernährung, der definiert ist durch die „Verringerung der Energiereserven“ (Pirlich et al. 2003). Löser et al. beschrieben den Begriff der Unterernährung als „Zustand einer unzureichenden Kalorienzufuhr mit primärer Reduktion der Körperfettmasse“ (Löser et al. 2019). Davon abzugrenzen ist die Sarkopenie, die beschrieben wird als „Verlust von Muskelmasse und -kraft im Rahmen von physiologischen Alterungsprozessen mit zunehmender Minderung der Lebensqualität, steigendem Grad der Behinderung und zunehmend funktionellen Defiziten“ (Löser et al. 2019).

#### 1.4.2 Prävalenz

Die Prävalenz von Mangelernährung unterscheidet sich je nach Studie erheblich. So zeigte sich in der Multicenter-Studie von Pirlich et al. eine Prävalenz von 22 % bei 794 untersuchten Patienten (Pirlich et al. 2005). Eine höhere Prävalenz zeigte sich in der Studie von Kyle et al. mit 31 % bei 1 760 untersuchten Patienten (Kyle et al. 2003). Im Rahmen einer Studie von 2001 untersuchte die Arbeitsgruppe von Löser ein Kollektiv von 1 917 Patienten. Dabei hatten 22 % der Studienteilnehmer einen unterdurchschnittlichen Ernährungsstatus (Löser 2001). Eine deutlich größere Anzahl von Patienten wurde 2007 von Tannen et al. untersucht. Insgesamt wurden 4 080 Patienten aus 22 beteiligten Krankenhäusern eingeschlossen. Die Prävalenz im Rahmen dieser Studie betrug 21 % (Tannen et al. 2008) (Tabelle 1).

Tabelle 1: Studien mit der dazugehörigen Prävalenz und Anzahl der Patienten

<b>Studie</b>	<b>Prävalenz</b>	<b>Anzahl der Patienten (n)</b>
Löser 2001	22 %	1.917
Kyle et al. 2003	31 %	1.760
Pirlich et al. 2005	22 %	794
Tannen et al. 2008	21 %	4.080

(Löser 2001; Kyle et al. 2003; Pirlich et al. 2005; Tannen et al. 2008)

### 1.4.3 Klinische Relevanz

Nach aktuellem Wissensstand haben die Früherkennung von Mangelernährung und die adäquate Anpassung der Ernährung an den Ernährungszustand einen signifikanten Einfluss auf die individuelle Mortalität, Morbidität, Behandlungstoleranz, Komplikationsraten, Behandlungsergebnis und die Lebensqualität der Patienten (Tucker und Miguel 1996; Stratton und Elia 2007; Löser 2001; Garcia et al. 2016). Zusätzlich führen sie in klinischen Studien zu einer signifikanten Verkürzung der Krankenhausverweildauer und einer signifikanten Reduzierung der individuellen Kosten (Tucker und Miguel 1996; Stratton und Elia 2007; Löser 2001; Garcia et al. 2016).

### 1.4.4 Ursachen und Risikofaktoren

Es gibt verschiedene Ursachen, die zur Entwicklung einer Mangelernährung beitragen können. Physiologisch verändert sich mit zunehmendem Alter der Magen-Darm-Trakt. So kommt es zu einer Abnahme der Motilität und der Magenentleerung sowie zu einer Senkung der Magensäureproduktion (Di Francesco et al. 2007). Diese Veränderungen führen zu einem verschlechterten Nahrungsaufschluss und frühzeitiger Sättigung. Zusätzlich kommt es biochemisch und physiologisch zu einer Abnahme der Hungersignale und einer Zunahme der Sättigungssignale (Di Francesco et al. 2007). Weitere Risikofaktoren für Mangelernährung können zudem Gebrechlichkeit im Alter, Polypharmazie, allgemeine Abnahme der körperlichen Funktionen, Verlust der Lebensfreude, Depression, Appetitlosigkeit, Schluckstörungen und neurologische Erkrankungen

wie Parkinson-Krankheit und Demenz sein (Fávaro-Moreira et al. 2016). Nicht zu vernachlässigen sind die sozialen Faktoren wie Armut und Isolation, die einen Zustand der Mangelernährung begünstigen können, weil z. B. das Beschaffen von ausreichenden Lebensmitteln durch die eingeschränkten finanziellen Möglichkeiten deutlich erschwert sein kann (Wysokiński et al. 2015).

#### 1.4.5 Erfassung des Ernährungszustandes

Zur Erfassung des Ernährungszustandes steht die gezielte Anamnese des Patienten im Vordergrund. Dabei sollten vor allem Gewichtsveränderungen, Ernährungsgewohnheiten und aktuelle Medikation detailliert erfragt werden (Valentini et al. 2013). Zusätzlich können ernährungsmedizinisch relevante und dynamische Größen wie Appetitveränderungen, gastrointestinale Symptome und geschätzte tägliche Nahrungsaufnahme einen wichtigen Hinweis auf einen Zustand der Mangelernährung geben (Pirlich et al. 2003). Eine gründliche körperliche Untersuchung einschließlich der Überprüfung des Zahn- und Schluckstatus kann ebenfalls wichtige Hinweise auf eine Mangelernährung liefern (Mueller et al. 2011). Zusätzlich ist mit apparativer Diagnostik die Messung des Körpergewichts und der Fettmasse möglich (Valentini et al. 2013; Pirlich et al. 2003).

##### 1.4.5.1 Body-Mass-Index

Da der Body-Mass-Index (BMI) einfach zu messen und zu berechnen ist, wird er am häufigsten verwendet, um das Risiko von Gesundheitsproblemen in Verbindung mit dem Körpergewicht einer Bevölkerung zu bewerten. Der BMI wurde im 19. Jahrhundert von Adolphe Quetelet entwickelt. In den 1970er-Jahren stellten Forscher insbesondere unter Verwendung von Daten und Berichten aus der Seven-Countries-Study fest, dass der BMI ein guter Indikator für Probleme im Zusammenhang mit Adipositas und Übergewicht ist (Organization 2000). Der BMI gilt als indirektes Maß der Fettmasse (Pirlich et al. 2003). Errechnet wird der BMI aus dem gemessenen Körpergewicht und der Körpergröße (Gewicht [kg]/Größe [m]<sup>2</sup>) (Pirlich et al. 2003).

Die World Health Organization unterteilt den Ernährungszustand anhand des BMI folgendermaßen (Organization 2000) (Tabelle 2):

*Tabelle 2: WHO-Unterteilung des Ernährungszustandes anhand des BMI, BMI, Body-Mass-Index; kg, Kilogramm; m, Meter; WHO, World Health Organization*

<b>BMI [kg]/[m<sup>2</sup>]</b>	<b>Ernährungszustand</b>
< 18,5	Untergewicht
18,5–24,9	Normalgewicht
25–29,9	Übergewicht
30–34,9	Adipositas Grad 1
35,0–39,9	Adipositas Grad 2
> 40	Adipositas Grad 3

*(World Health Organization 2000)*

Bei Kindern und Jugendlichen ist diese Einteilung nur begrenzt repräsentativ. Für diese Gruppen sollten zusätzlich das Alter und das Geschlecht mit den BMI-Perzentilen einer Stichprobe der Normalbevölkerung angegeben werden (A healthy lifestyle - WHO recommendations 2023). Die Fettmasse kann sich bei gleichem BMI deutlich unterscheiden, z. B besteht die Möglichkeit, dass eine Person mit regelmäßigen sportlichen Aktivitäten bei gleichem BMI deutlich weniger Fettmasse hat als eine Person mit keinen sportlichen Aktivitäten. In diesen Fällen ist eine differenzierte Diagnostik notwendig (World Health Organization 2000).

#### 1.4.5.2 Albumin

Albumin ist ein Protein mit einem Molekulargewicht von 66 Kilodalton und gehört zur Gruppe der Plasmaproteine. Es ist das häufigste Plasmaprotein mit einer Konzentration von 35–55 g/L und spielt eine zentrale Rolle im menschlichen Organsystem. Durch seine hohe Konzentration im Blutplasma ist das Albumin ein Schlüsselfaktor bei der Aufrechterhaltung des physiologischen kolloidosmotischen Drucks (Rassow 2016). Große Makromoleküle wie Kolloide und Proteine erzeugen einen Druck, der als kolloidosmotischer Druck bezeichnet wird (Silbernagl und Despopoulos 2001). Aufgrund des kolloidosmotischen Drucks entweicht nicht viel Wasser aus den Blutgefäßen in das Gewebe (Rassow 2016). Wenn die

Albuminkonzentration abfällt, ist diese Funktion gestört und es kann zu Flüssigkeitsansammlungen kommen, die sich im Bauchraum unter anderem als Aszites zeigen können (Rassow 2016).

Biochemisch dient das Albumin im Blut als wichtiges Transportprotein für viele Verbindungen. Es bindet unter anderem an freien Fettsäuren, Bilirubin, Calciumionen, Riboflavin, Hormonen und Medikamenten. Außerdem gilt das Albumin als wichtiger Puffer des Plasmas und reguliert die Balance von Säure und Base im Plasma (Vallner 1977).

Der untere Grenzwert des Normalwertes des Serumalbumins ist 35 g/L. Bei einer Serumalbuminkonzentration unter 35 g/L spricht man von einer Hypoalbuminämie (Sun et al. 2015; Pirlich et al. 2003).

Schwere Erkrankungen sind aus verschiedenen Gründen mit niedrigen Albuminspiegeln (Hypoalbuminämie) verbunden. Synthetisiert wird das Albumin in der Leber. Häufige Ursachen für eine Hypoalbuminämie sind Mangelernährung oder gestörte Synthese bei Lebererkrankungen (hauptsächlich Zirrhose oder akutes und chronisches Leberversagen) (Gatta et al. 2012; Arastéh 2009). Zusätzlich können Erkrankungen der Niere wie das nephrotische Syndrom durch einen übermäßigen Verlust von Albumin zu einer Hypoalbuminämie führen (Gatta et al. 2012; Arastéh 2009). Chronische oder massive Entzündungen, z. B. im Rahmen einer Sepsis, können ebenfalls durch den Verlust von zirkulierendem Albumin zu einem niedrigen Albuminspiegel führen (Gatta et al. 2012).

Des Weiteren sind verminderte Albuminspiegel häufig mit kritisch kranken Patienten, Infektionen und Tumorerkrankungen und einer schlechten Prognose assoziiert. (Wiedermann 2021; Mayerhöfer et al. 2021). Zudem ist Hypoalbuminämie sowohl mit einem schlechten Ernährungszustand als auch mit einem hohen Krankheitszustand verbunden (Selberg und Sel 2001).

## 1.5 Ortho-geriatrisches Co-Management

In der Orthopädie und Unfallchirurgie spielt die Versorgung geriatrischer Patienten eine immer wichtigere Rolle. Die Deutsche Gesellschaft für Geriatrie definiert geriatrische Patienten als solche, die im Allgemeinen über 70 Jahre alt sind und unter einer für Geriatrie typischen Multimorbidität leiden (Meckel 2022). Geriatrietypische Multimorbidität ist gekennzeichnet durch das Vorliegen von

mindestens zwei behandlungsbedürftigen Erkrankungen, die mit strukturellen oder funktionellen Störungen einhergehen und die Aktivitäten des täglichen Lebens beeinträchtigen können (Borchelt et al. 2004). Gleichzeitig kann die Selbständigkeit im Alltag eingeschränkt werden und ein hohes Risiko für eine Pflegebedürftigkeit kann entstehen (Borchelt et al. 2004).

Im Jahr 2014 beschrieben Mendelson et al. in ihrer Veröffentlichung „Principles of Comanagement and the geriatric fracture center“ die Grundsätze der Patientenbehandlung in einem optimierten geriatrischen Versorgungszentrum (Mendelson und Friedman 2014). Dabei handelt es sich um ein Modell, mit dessen Hilfe die Versorgung von Patienten mit Frakturen standardisiert werden kann. Es thematisiert die Wichtigkeit der gemeinsamen und interdisziplinären Entscheidungsfindung, um die klinischen Ergebnisse zu verbessern. Von der Aufnahme bis zur Entlassung sind sowohl das orthopädische Team als auch das geriatrische, Pflege- und Physiotherapie-Team etc. mitverantwortlich für das klinische Management des Patienten. Im Folgenden werden die fünf Grundprinzipien erläutert (Mendelson und Friedman 2014):

Prinzip 1: Die meisten Patienten profitieren von einer operativen Versorgung von Frakturen.

Nach operativer Stabilisierung erreichen Patienten oft schneller eine bessere Funktion und Schmerzlinderung als bei einer konservativen Behandlung. Die Entwicklung von Implantaten und die vermehrte Anwendung von Prothesen haben auch zu Verbesserungen der Behandlungsmöglichkeiten von Frakturen und zur Reduzierung von Komplikationen geführt (Bücking et al. 2018).

Eine Ruhigstellung kann bei Patienten zum Verlust der Selbstbestimmtheit führen und sollte vermieden werden (Bücking et al. 2018). Durch eine gemeinsame interdisziplinäre Entscheidungsfindung mit der Anästhesie kann zusätzlich das Operationsrisiko gesenkt und perioperativ eine Reduktion der Schmerzen erreicht werden.

Prinzip 2: Die Komplikationsrate ist geringer, je früher die Operation stattfindet.

Grundsätzlich sollte die chirurgische Stabilisation der Fraktur so früh wie möglich stattfinden. Innerhalb der ersten 24 Stunden, spätestens 48 Stunden nach Aufnahme, sollten die Patienten operativ versorgt werden, um das Risiko für Komplikationen so gering wie möglich zu halten.

Prinzip 3: Typische Komplikationen können durch regelmäßige interdisziplinäre Entscheidungsfindung vermieden werden.

Bücking et al. beschreiben den Begriff der Interdisziplinarität als „gemeinsame Verantwortung für den Patienten während des gesamten stationären Aufenthalts mit gemeinsamen Visiten“ (Bücking et al. 2018). Entscheidungen sollten in Zusammenarbeit mit Pflege, Physiotherapie und Sozialdienst getroffen werden, um eine interprofessionelle Zusammenarbeit sicherzustellen. Das Ziel besteht darin, durch gemeinsame und auf den Patienten ausgerichtete Therapien ein verbessertes klinisches Ergebnis zu erreichen.

Prinzip 4: Die Behandlungen erfolgen nach standardisierten Protokollen/SOPs.

Die Versorgung sollte nach standardisierten Protokollen (SOPs = Standard Operation Procedures) durchgeführt werden. Die Sicherheit und die Qualität der Behandlung werden durch SOPs verbessert. Abweichungen von der optimalen Therapie sollten vermieden werden. Nur in spezifischen und individuellen Fällen sollte von den SOPs abgewichen werden.

Prinzip 5: Bei stationärer Aufnahme beginnt bereits die Planung der Entlassung.

Bereits bei der Aufnahme von Patienten in die stationäre Behandlung sollte ein Plan für die Entlassung erstellt werden. Kommt es bei älteren Patienten zu Frakturen, führt dies häufig zu einer anhaltenden und erheblichen Einschränkung der Mobilität und Selbsthilfe (Bücking et al. 2018). Daher können die meisten Patienten nach einer Akutbehandlung nicht einfach nach Hause entlassen werden. Die

Entlassungsplanung sollte so früh wie möglich begonnen werden, da eine längere Vorlaufzeit benötigt wird um mögliche Weiterbehandlungen zu organisieren, wie eine Anschluss Heilbehandlung oder Bereitstellung von Hilfsmitteln für die häusliche Versorgung (Bücking et al. 2018).

Rapp et al. untersuchten zwischen 2014 und 2016 ein Patientenkollektiv von 58.001 älteren Patienten und verglichen die Mortalität zwischen den Patientengruppen mit ortho-geriatrischem Co-Management bei stationärer Aufnahme mit der Patientengruppe, bei der kein ortho-geriatrisches Co-Management bei stationärer Aufnahme angewendet wurde. Bei Patienten mit ortho-geriatrischem Co-Management zeigte sich eine 30-Tages Mortalität von 10,3 % (Rapp et al. 2020). Im Vergleich dazu zeigte sich eine höhere Mortalität bei Patienten ohne ortho-geriatrischem Co-Management mit einer 30-Tages-Mortalität von 13,4 % (Rapp et al. 2020). Die Mortalität nach Adjustierung war um 22 % geringer für Patienten in Krankenhäusern mit ortho-geriatrischem Co-Management (Rapp et al. 2020). Zusätzlich beschrieben Schoeneberg et al., dass frühzeitige geriatrische Rehabilitation die Mortalität senkt und die Rate der Osteoporose-Behandlungen erhöht (Schoeneberg et al. 2021). Dies gibt einen Hinweis darauf, dass ein multidisziplinäres und fachübergreifendes ortho-geriatrisches Co-Management zu niedriger Mortalität und besserem klinischen Outcome führen kann.

## 1.6 Weitere Grundlagen

### 1.6.1 Charlson-Komorbiditätsindex

Mary E. Charlson entwickelte 1987 den Charlson-Komorbiditätsindex (CCI). Ziel war eine Klassifizierung und Einstufung von prognostisch relevanten Nebenerkrankungen. Zusätzlich gilt er als Maß für das Ein-Jahres-Mortalitätsrisiko und die Krankheitslast (Charlson et al. 1987; Charlson et al. 1994). Gebildet wird der CCI aus neunzehn prognostisch relevanten Nebenerkrankungen. Die Komorbiditäten werden je nach Sterberisiko und Schweregrad der Erkrankung mit

einer Punktzahl von eins bis sechs gewichtet und anschließend zur Bildung des CCI-Gesamtwerts addiert (Charlson et al. 1987; Charlson et al. 1994) (Tabelle 3).

*Tabelle 3: Parameter des Charlson-Komorbiditätsindex*

<b>Begleiterkrankung</b>	<b>Punktwert</b>
Herzinfarkt	1
Herzinsuffizienz	1
Periphere arterielle Verschlusskrankheit	1
Zerebrovaskuläre Erkrankung	1
Demenz	1
Chronische Lungenerkrankung	1
Kollagenose	1
Gastroduodenale Ulkuskrankheit	1
Leichte Lebererkrankung	1
Diabetes mellitus (ohne Endorganschäden)	1
Hemiplegie	2
Moderate bis schwere Nierenerkrankung	2
Diabetes mellitus (mit Endorganschäden)	2
Tumorerkrankung (ohne Metastasen und innerhalb der letzten fünf Jahre)	2
Leukämie	2
Lymphom	2
Moderate bis schwere Lebererkrankung	3
Metastasierender solider Tumor	6
AIDS	6

*(Charlson et al. 1987; Charlson et al. 1994)*

Zusätzlich kann das Alter des Patienten hinzugefügt werden zur Bildung des CA-CCI (Combined Age-CCI) (Charlson et al. 1987) (Tabelle 4):

Tabelle 4: Combined-Age-CCI

Alter	Punktwert
50–59 Jahre	1
60–69 Jahre	2
70–79 Jahre	3
80–89 Jahre	4
90–99 Jahre	5

(Charlson et al. 1987)

Die Ein-Jahres-Mortalität ergibt sich nach Addieren der einzelnen Punktwerte (Charlson et al. 1987; Charlson et al. 1994) (Tabelle 5):

Tabelle 5: Combined-Age-CCI Ein-Jahres-Mortalitätsrisiko

Punktwerte	Ein-Jahres-Mortalitätsrisiko
0	12 %
1–2	26 %
3–4	52 %
> 5	85 %

(Charlson et al. 1987; Charlson et al. 1994)

Zusätzlich kann die Zehn-Jahres-Überlebensrate mit folgender Formel berechnet werden: Zehn-Jahres-Überlebensrate =  $0,983e^{(CCI*0,9)}$  (Charlson et al. 1987).

### 1.6.2 ASA-Klassifikation

Die American Society of Anesthesiologists (ASA)-Klassifikation wurde 1941 von Meyer Saklad, Ivan Taylor und E.A. Rovenstein in ihrer Publikation „Grading of Patients for Surgical Procedures“ erstmalig vorgeschlagen (Saklad 1941). Seither unterlag sie zahlreichen Modifizierungen. Ziel der Klassifikation ist es, die medizinischen Komorbiditäten eines Patienten vor der Anästhesie zu bewerten und das perioperative Risiko zu objektivieren. Abhängig von der Schwere der Systemerkrankung des Patienten wird ein ASA-Score zwischen eins und sechs vergeben. Im Folgenden sind die ASA-Stadien beschrieben (ASA Physical Status Classification System 2022) (Tabelle 6):

Tabelle 6: ASA-Klassifikation

<b>ASA-Stadium</b>	<b>Definition</b>
ASA 1	Normaler, gesunder Patient
ASA 2	Patient mit leichter Systemerkrankung
ASA 3	Patient mit schwerer Systemerkrankung
ASA 4	Patient mit schwerer Systemerkrankung und ständiger Lebensbedrohung
ASA 5	Moribunder Patient, der voraussichtlich ohne Operation nicht überlebt
ASA 6	Hirntoter Patient, dessen Organe für Spenderzwecke entfernt werden

(ASA Physical Status Classification System 2022); ASA, American Society of Anesthesiologists

### 1.6.3 ISAR-Score

Der ISAR-Score (Englisch: „Identification of Seniors at risk“) ist ein Screening zur Identifizierung geriatrischer Patienten bei der Krankenhausaufnahme. Seit 2012 wird das Instrument vom Bundesverband Geriatrie und Deutschen Gesellschaft für Gerontologie und Geriatrie für das Aufnahmescreening empfohlen. Bereits in der Notaufnahme sollte der ISAR-Fragebogen bei Patienten über 70 Jahren eingesetzt werden (Thiem et al. 2012). Der durchzuführende Test ist ein Bestandteil des geriatrischen Assessments und besteht aus sechs Fragen, die mit ‚Ja‘ oder ‚Nein‘ beantwortet werden können. Jedes ‚Ja‘ wird mit einem Punkt bewertet, so dass insgesamt bis zu sechs Punkte erreicht werden können (Abbildung 4)(Thiem et al. 2012):

Hilfebedarf	• Waren Sie vor der Erkrankung oder Verletzung, die Sie in die Klinik geführt hat, auf regelmäßige Hilfe angewiesen?
Akute Veränderung des Hilfebedarfs	• Haben Sie in den letzten 24 Stunden mehr Hilfe als zuvor benötigt?
Hospitalisation	• Waren Sie innerhalb der letzten sechs Monate für einen oder mehrere Tage im Krankenhaus
Sensorische Einschränkung	• Haben Sie Sehfehler, die normalerweise nicht mit einer Brille korrigiert werden?
Kognitive Einschränkung	• Haben sie Gedächtnisprobleme?
Multimorbidität	• Nehmen Sie pro Tag sechs oder mehr verschiedene Medikamente ein?

Abbildung 4: ISAR-Notaufnahme-Screening (Thiem et al. 2012)

#### 1.6.4 Komplikationsklassifikation nach Clavien-Dindo

Pierre-Alain Clavien publizierte 1992 eine Klassifikation, um chirurgische Komplikationen zu definieren und zu kategorisieren (Clavien et al. 1992). Die Klassifikation von Dindo et al. wurde 2004 modifiziert und in der Klassifikation nach Clavien-Dindo wurden zusätzlich lebensbedrohliche Komplikationen und Langzeitschäden miteinbezogen (Dindo et al. 2004). Abhängig vom Schweregrad der Komplikation des chirurgischen Eingriffes können diese in Grad eins, Grad zwei, Grad drei (3a, 3b), Grad vier (Grad 4, Grad 4b) und Grad fünf eingeteilt werden. Dabei entspricht Grad eins der leichtesten Komplikationsform und Grad fünf der schwersten Komplikationsform mit Tod des Patienten (Tabelle 7) (Dindo et al. 2004).

Tabelle 7: Komplikationsklassifikation nach Clavien-Dindo

<b>Grad</b>	<b>Definition</b>
Grad 1	Abweichungen vom normalen postoperativen Verlauf ohne Notwendigkeit einer Intervention, abgesehen vom Einsatz von Medikamenten wie Antiemetika, Antipyretika, Diuretika und Elektrolyten sowie Physiotherapie.
Grad 2	Medikamentöser Behandlungsbedarf mit nicht unter Grad 1 angeführten Medikamenten inklusive parenteraler Ernährung und Bluttransfusionen.
Grad 3	Chirurgischer, endoskopischer oder radiologischer Interventionsbedarf.
Grad 3a	Intervention ohne Vollnarkose.
Grad 3b	Intervention mit Vollnarkose.
Grad 4	Lebensbedrohliche Komplikationen mit intensivmedizinischem Behandlungsbedarf.
Grad 4a	Dysfunktion eines Organs.
Grad 4b	Dysfunktion multipler Organe.
Grad 5	Tod des Patienten.

(Dindo et al. 2004)

## 2 Ziel der Arbeit

In den letzten Jahren ist die Mangelernährung bei Patienten mit hüftgelenksnahen Femurfrakturen vermehrt in den wissenschaftlichen Fokus gerückt (Bell et al. 2014; Barthel et al. 2019; Eschbach et al. 2018; Neumann et al. 2022; Williams et al. 2021; O'Leary et al. 2021). Es bleibt aber weiterhin Gegenstand der aktuellen Diskussion, wie die Mangelernährung bei geriatrischen Patienten erfasst werden sollte. Bisher erfolgt ein systematisches Screening auf Mangelernährung nur bei einem geringen Anteil der Kliniken (Serón-Arbeloa et al. 2022; Áncer-Rodríguez et al. 2014). Das Nutritional Risk Screening (NRS) und das Mini Nutritional Assessment (MNA) wurden für das orthogeriatrische Assessment validiert (Almeida et al. 2012; Barthel et al. 2019; Goost et al. 2016; Murphy et al. 2000). Jedoch werden diese beiden Screening Verfahren nicht routinemäßig eingesetzt. Zumindest wird häufig der BMI in den Kliniken erfasst, ohne hieraus jedoch Konsequenzen zu ziehen. Bei zeitkritischen Operationen wie der Versorgung von hüftgelenksnahen Femurfrakturen ist eine präoperative Beseitigung des Risikofaktors Mangelernährung nicht möglich. Allerdings ist das Wissen, welchen Einfluss eine Mangelernährung auf das Outcome der Patienten hat, wichtig, um die Behandlung der Patienten auch postoperativ entsprechend zu steuern. Gegenstand aktueller Diskussion ist allerdings auch, ob sich der BMI zur Erfassung der Mangelernährung uneingeschränkt eignet. Insbesondere das sogenannte Adipositas-Paradoxon zeigt, dass das Körpergewicht des Patienten mit der Überlebenswahrscheinlichkeit zusammenhängt (Ades und Savage 2010; Banack und Stokes 2017; Protopapas 2016; Oreopoulos et al. 2008).

Daher werden in der vorliegenden Arbeit folgende Fragestellungen bearbeitet:

- 1) Wie hoch war die Prävalenz einer Mangelernährung im untersuchten Kollektiv, gemessen anhand des BMI und des Serumalbumins?
- 2) Welchen Einfluss hat ein reduzierter BMI auf das Outcome nach einer hüftgelenksnahen Femurfraktur?
- 3) Welchen Einfluss hat ein reduzierter Serumalbuminspiegel auf das Outcome?
- 4) Gibt es einen Unterschied beim Outcome zwischen den beiden Parametern für Mangelernährung?

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Patientenkollektiv

In die vorliegende Arbeit wurden sämtliche Patienten einbezogen, die im Zeitraum von 2017 bis 2019 bei einer vorliegenden medialen Schenkelhalsfraktur oder pertrochantären Femurfraktur operativ im Alfried Krupp Krankenhaus in Essen behandelt wurden. Die Behandlungsdaten und Labordaten wurden retrospektiv aus der jeweiligen Patientenakte ausgewertet. Hierbei handelt es sich um Routinedaten, die bei jedem Patienten erhoben werden. Insgesamt waren vier Doktoranden an der Datensammlung aus der Patientenakte beteiligt. Anschließend wurden eigenständige Fragestellungen für die jeweilige Dissertation durchgeführt. Im nächsten Schritt wurden diese Daten anonymisiert ausgewertet.

Die Einschlusskriterien waren Patienten mit einer medialen Schenkelhalsfraktur oder pertrochantären Femurfraktur, die im Zeitraum vom 1. Januar 2017 bis zum 31. Dezember 2019 behandelt wurden und zum Zeitpunkt der Behandlung 70 Jahre oder älter waren. In diesem Zeitraum wurden 856 Patienten behandelt. Patienten mit einer periprothetischen Fraktur, Hüftkopffraktur, subtrochantären Femurfraktur, fehlendem BMI oder fehlendem Serumalbuminwert wurden ausgeschlossen. Postoperativ wurde der Serumalbuminspiegel nicht gemessen. Routinemäßig als Teil der postoperativen Behandlung erhielten die Patienten eine hochkalorische Ernährung. Albumin-Substitution und parenterale Ernährung waren kein Bestandteil der routinemäßigen Behandlung.

Zunächst wurde ein univariater Vergleich der beiden Gruppen durchgeführt, um den Einfluss eines reduzierten Albumins und eines reduzierten BMI zu analysieren. Anschließend erfolgte eine multivariate Analyse, um den Einfluss eines reduzierten BMI und eines reduzierten Albumins zu analysieren. Hierfür wurden die Gruppen entsprechend adjustiert. Dabei wurden insbesondere Parameter berücksichtigt, die bereits als bekannte Einflussfaktoren auf das Ergebnis nach hüftgelenksnaher Femurfraktur gelten, wie beispielsweise Alter, Geschlecht oder Vorerkrankungen.

### 3.2 Studiendesign

### 3.2.1 Zielparameter

Primärer Zielparameter für diese Arbeit war die Gesamtmortalität während des stationären Aufenthaltes. Weitere Parameter für das Outcome waren peri- und postoperative Komplikationen, die nach der Klassifikation von Clavien-Dindo eingeteilt wurden (Clavien et al. 1992). Zusätzliche Zielparameter waren Pneumonie, Wundheilungsstörung, Harnwegsinfekt, die Menge an Blutverlust intraoperativ, die Menge an Gabe kristalloider Lösung intraoperativ, die Menge an Gabe kolloidaler Lösung und die Menge an Gabe von Erythrozytenkonzentraten. Außerdem wurde bestimmt, ob die Patienten intraoperativ Katecholamine bekamen, ob sie intraoperativ reanimiert werden mussten, ob eine intraoperative Gerinnungstherapie erfolgt ist und ob eine invasive Blutdruckmessung stattgefunden hat. Ein postoperativer Aufenthalt auf der Intensivstation war ebenfalls ein weiterer Zielparameter zur Bestimmung des Outcomes.

### 3.2.2 Kovariaten

Die vorliegende Arbeit beinhaltet die folgenden Kovariaten: Alter (Jahre), Geschlecht, Frakturtyp, Pflegeheim, ASA-Score (1–5), ISAR-Score (0–6), BMI, Albumin, vorhandene Antikoagulanzen in der Medikation, Quick-Wert, vorhandene Niereninsuffizienz, Hämoglobinwert, Charlson-Komorbiditätsindex, Zeitintervall von Aufnahme bis OP, OP-Verfahren und präoperative Gerinnungstherapie.

### 3.2.3 Statistische Analyse

Alle Berechnungen wurden zusammen mit einem Biostatistiker mit der Statistiksoftware R v. 4.0.2 (Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich) durchgeführt. Für deskriptive Analysen wurden kategoriale Daten als Zahlen und Prozentsätze dargestellt und kontinuierliche Variablen wurden als Median und Interquartilbereich (IQR) dargestellt. Vergleiche zwischen den Gruppen wurden unter Verwendung des Chi-Quadrat-Tests für kategoriale Variablen und des Wilcoxon-Tests für kontinuierliche Variablen durchgeführt. Um die Ergebnisse der Patienten nach ihrem Albuminwert und BMI zu überprüfen, wurden die Patienten in Gruppen sortiert. Lineare Modelle und logistische

Regressionsmodelle wurden verwendet, um den Einfluss von Mangelernährung auf die Ergebnisse zu untersuchen, nachdem der ISAR-Grad, der ASA-Grad, das Geschlecht, das Alter und die Art der proximalen Femurfraktur kontrolliert wurden. Die Ergebnisse werden als Regressionskoeffizienten ( $\beta$ ) für lineare Regression und Odds-Ratios (OR) für logistische Regression zusammen mit dem 95 %-Konfidenzintervall (KI) angegeben. Unterschiede wurden bei  $p < 0,05$  als statistisch signifikant angesehen.

### 3.3 Ethik

Eine schriftliche Einwilligung der Patienten wurde eingeholt. Diese Studie wurde in Übereinstimmung mit den ethischen Standards der Deklaration von Helsinki von 1964 und ihren späteren Änderungen durchgeführt. Nach den Richtlinien der zuständigen Landesärztekammer Nordrhein war für diese retrospektive anonyme Analyse (Aktenzeichen 70/2021) keine ethische Zustimmung erforderlich.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Baseline-Daten

Das Gesamtkollektiv bestand aus 856 Patienten. Als Baseline-Daten wurden folgende Parameter präoperativ erhoben: Alter (Jahre), Geschlecht, Frakturtyp, Pflegeheim, ASA-Score (1–5), ISAR-Score (0–6), BMI, Albumin, vorhandene Antikoagulation, Quick-Wert, vorhandene Niereninsuffizienz, Hämoglobinwert und Charlson-Komorbiditätsindex.

#### 4.1.1 Geschlechterverteilung des Patientenkollektivs

Aus Abbildung 5 ist zu entnehmen, dass Frauen mit 71 % (n = 609) eine deutlich größere Gruppe im Gesamtkollektiv darstellten als Männer mit 29 % (n = 247) (Abbildung 5).

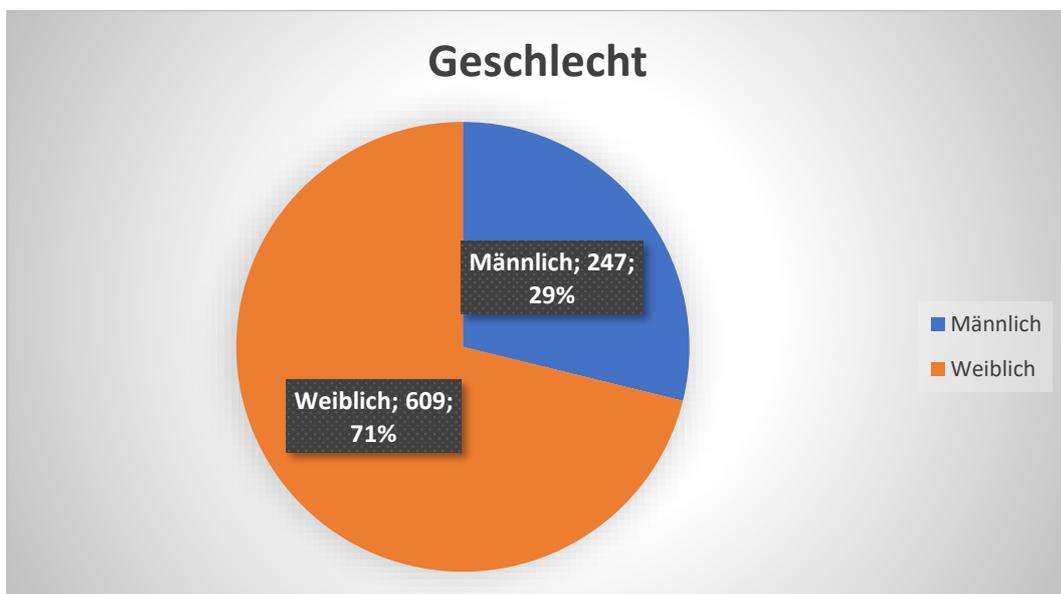


Abbildung 5: Geschlechterverteilung im Patientenkollektiv

#### 4.1.2 Verteilung des ASA-Scores im Gesamtkollektiv

Abbildung 6 und Tabelle 8 zeigen die Verteilung des ASA-Scores im Patientenkollektiv. Drei Patienten (0,4 %) hatten einen ASA-Score von eins und 143 Patienten (17 %) hatten einen ASA-Score von zwei. Die überwiegende Anzahl

an Patienten mit 73 % (n = 625) hatte einen ASA-Score von drei. Einen ASA-Score von vier hatten 85 Patienten (10 %). Kein Patient im Gesamtkollektiv hatte einen ASA-Score von fünf (0 %). Der Median betrug somit drei und der IQR (3–3) (Tabelle 8; Abbildung 6).

Tabelle 8: Übersicht der Verteilung des ASA-Scores

ASA	N = 856	%
1	3	0,0
2	143	17
3	625	73
4	85	10
5	0	0,0
Median (IQR)	3 (3–3)	

Anmerkungen: ASA, American Society of Anesthesiologists; IQR, Interquartilsabstand.

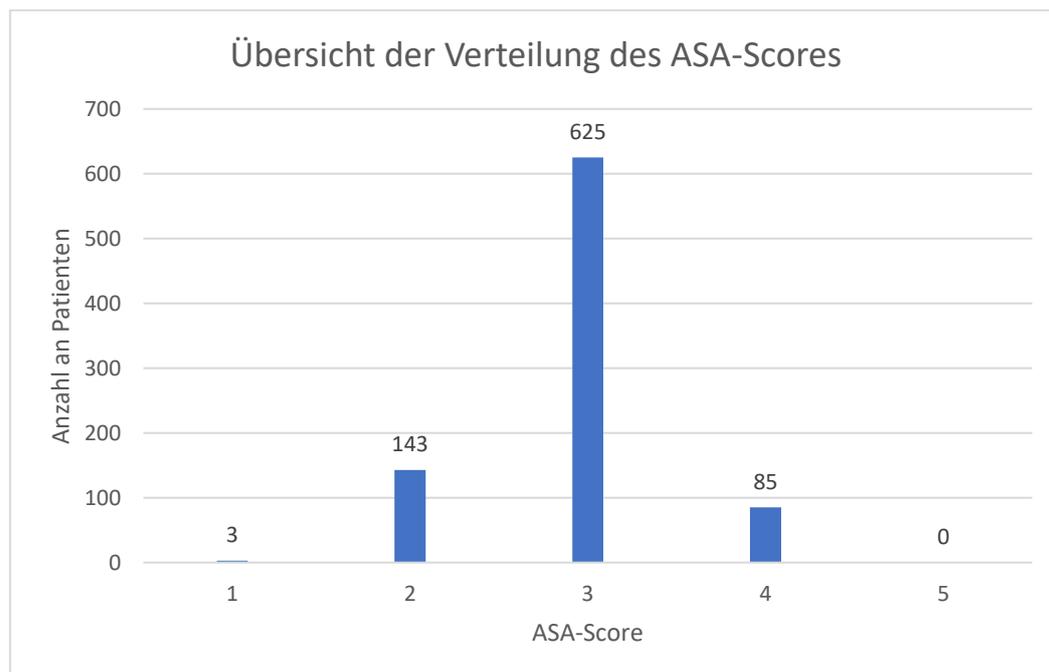


Abbildung 6: Verteilung des ASA-Scores. ASA, American Society of Anesthesiologists

#### 4.1.3 Verteilung des ISAR-Scores im Gesamtkollektiv

Aus den Grafiken geht hervor, dass die überwiegende Anzahl an Patienten einen ISAR-Score von null hatte (39 %). Darauf folgend hatten 134 Patienten (16 %) einen ISAR-Score von eins. Einen ISAR-Score von zwei hatten 129 Patienten (15 %). 122 Patienten (14 %) hatten einen ISAR-Score von drei und 88 Patienten

(10 %) hatten einen ISAR-Score von vier. Einen ISAR-Score von fünf fand sich bei 43 Patienten (5 %). Die kleinste Gruppe war die Patientengruppe mit einem ISAR-Score von sechs mit acht Patienten (1 %). Der Median lag bei eins und der IQR bei 0-3 (Tabelle 9; Abbildung 7).

Tabelle 9: Übersicht der Verteilung des ISAR-Scores

ISAR	n = 855	%
0	331	39
1	134	16
2	129	15
3	122	14
4	88	10
5	43	5
6	8	1
Median (IQR)	1 (0-3)	

Anmerkungen: ISAR, identification of Seniors at Risk; IQR, Interquartilsabstand

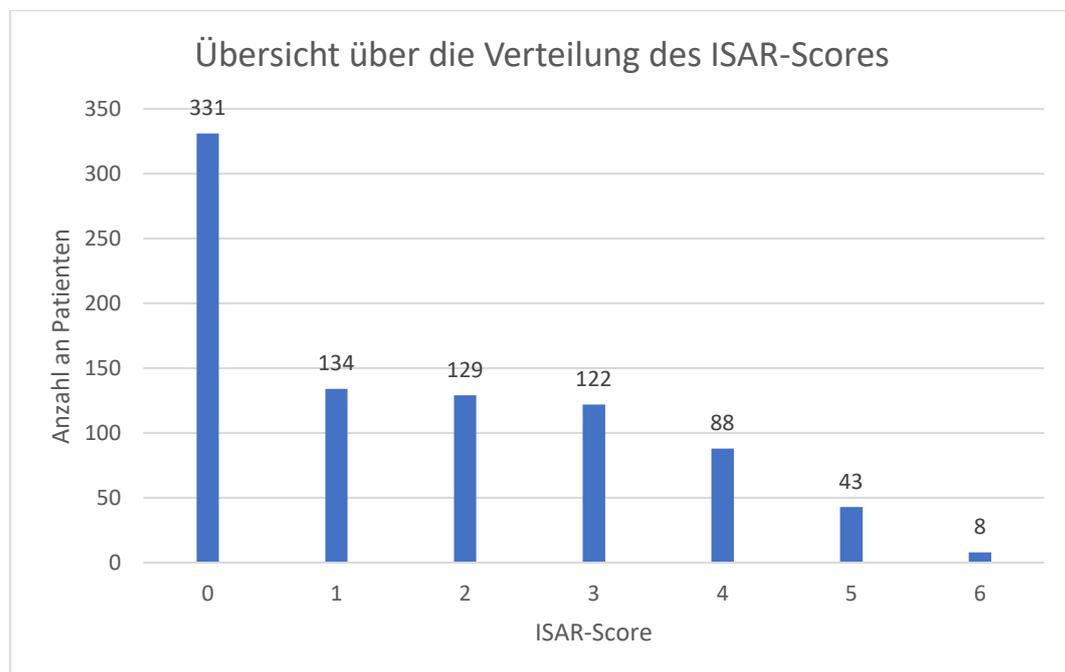


Abbildung 7: Verteilung des ISAR-Scores. ISAR, identification of Seniors at Risk

#### 4.1.4 BMI-Verteilung im Gesamtkollektiv

Abbildung 8 zeigt die Verteilung des BMI innerhalb des Patientenkollektivs. Aufgrund fehlender Daten wurden 22 % (n = 191) der Patienten ausgeschlossen.

Die Prävalenz der Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> betrug 14 % (n = 117), 38 % (n = 323) hatten einen BMI zwischen 20 kg/m<sup>2</sup> und 24,9 kg/m<sup>2</sup> und 20 % (n = 174) hatten einen BMI zwischen 25 kg/m<sup>2</sup> und 29,9 kg/m<sup>2</sup>. Einen BMI von oder über 30 kg/m<sup>2</sup> hatten 6 % (n = 51) der Patienten. Der arithmetische Mittelwert liegt bei 23,78. Der Median beträgt 23,40 und der IQR 23,40–25,90 (Abbildung 8).

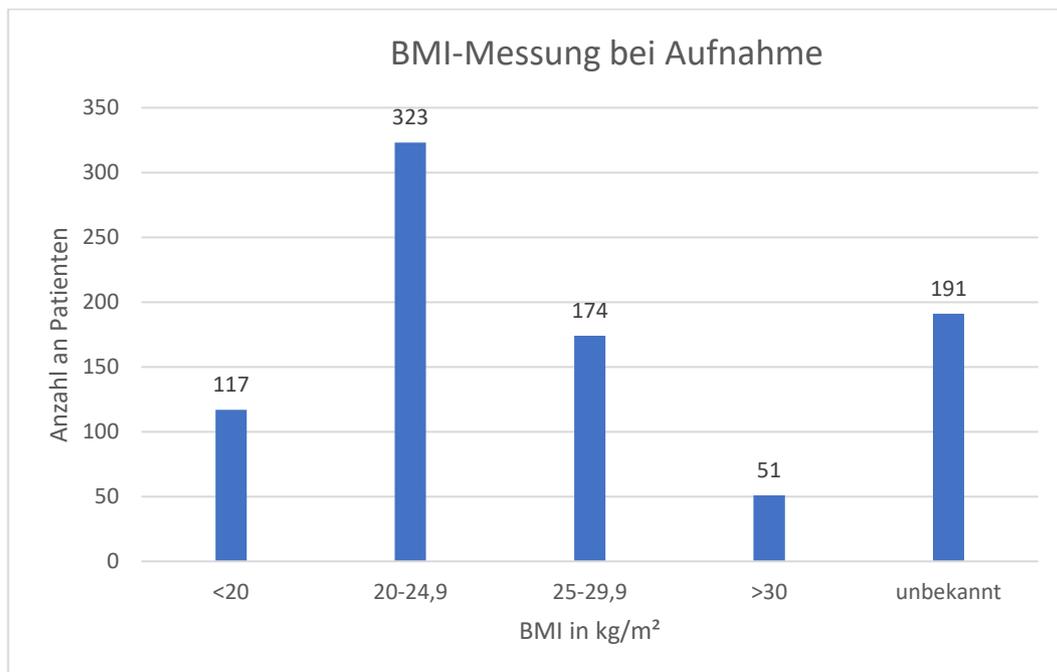


Abbildung 8: Verteilung des BMI bei Aufnahme. BMI, Body-Mass-Index

#### 4.1.5 Serumalbuminspiegel bei Aufnahme

Abbildung 9 illustriert die Verteilung des Serumalbuminspiegels präoperativ bei Aufnahme der Patienten. Aufgrund fehlender Datenerhebungen wurden 25 % (n = 214) der Patienten ausgeschlossen. Insgesamt wurde bei 632 Patienten der Serumalbuminwert bestimmt. Bei 63 % (n = 538) lag ein Serumalbumin-Spiegel von über 35g/L vor. 12,23 % (n = 107) der Patienten hatten einen Serumalbuminwert von  $\leq 35$  g/L. Aus dieser Gruppe hatten 8 % (n = 68) einen Serumalbuminwert zwischen 30 und 34,9 g/L und 4 % (n = 34) einen Spiegel zwischen 22-29,9g/L. Bei 0,23 % (n = 2) Patienten lag der Wert unter 22 g/L (2). Der Mittelwert betrug 39,12 mit einem Median von 39,8 und einem IQR von 36,80-42,50 (Abbildung 9).

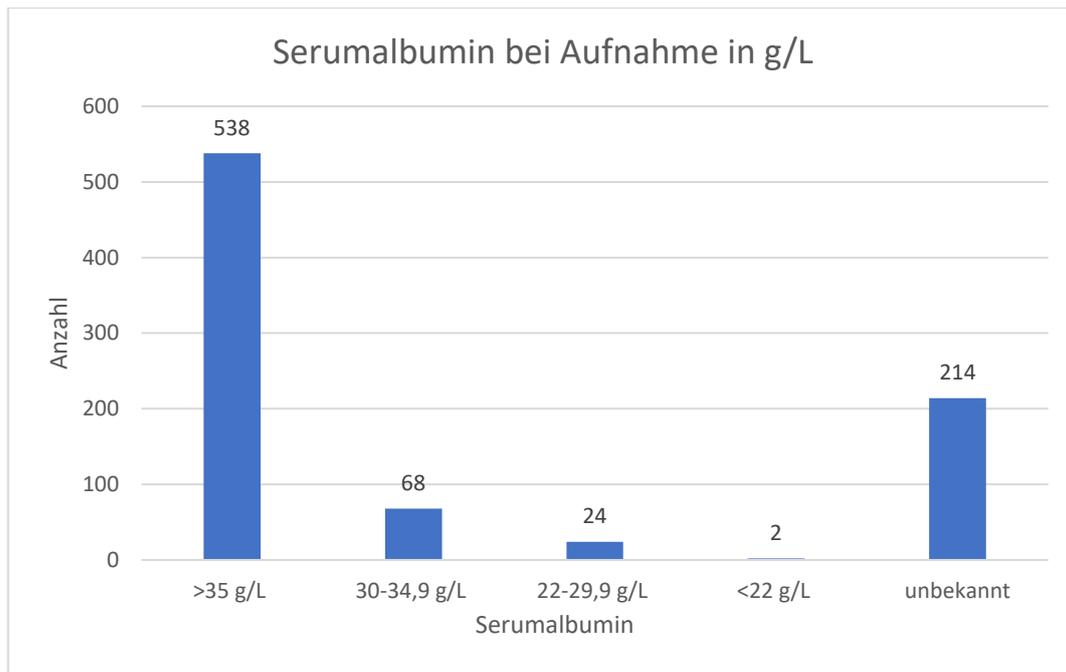


Abbildung 9: Verteilung des Albuminspiegels im Patientenkollektiv

#### 4.1.6 Antikoagulation, Gerinnung, Kreatininspiegel und Hämoglobinspiegel bei Aufnahme

Bei 45 % der Patienten bestand eine medikamentöse Antikoagulation bei Aufnahme und 55 % nahmen keine Medikamente zur Antikoagulation ein. Bei 46 % der Patienten betrug der Quick-Wert unter 30 % bei Aufnahme. 22 % hatten einen Quick-Wert zwischen 30% und 80% und 32 % einen Quick-Wert über 80%. Als Parameter für Niereninsuffizienz wurde der Kreatininwert gemessen. 73 % hatten einen Kreatininspiegel unter 1,2 mg/dL, 22 % zwischen 1,2 mg/dL bis 2 mg/dL und 4 % über 4 mg/dL. 1 % (n = 12) der Patienten hatten einen Hämoglobinwert unter 8 g/dL und 11 % (n = 94) einen Wert zwischen 8 g/dL und 10 g/dL. Der Großteil der Patienten mit 88 % (n = 750) hatte einen Hämoglobinwert über 10 g/dL (Tabelle 10).

Tabelle 10: Antikoagulation, Quick-Wert, Niereninsuffizienz und Hämoglobinverteilung im Patientenkollektiv

	N	%	Mittelwert/Median/ Standardabweichung IQR
<b>Antikoagulation</b>	n = 856		
Ja	386	45	
Nein	470	55	
<b>Quick (%)</b>	n = 856		Mittelwert: 89,49
< 30	394	46	Median: 93.50
30–80	186	22	IQR (78–108)
> 80	276	32	
<b>Niereninsuffizienz Kreatinin (mg/dL)</b>	n = 856		Mittelwert: 1.082
< 1,2	626	73	Median: 0,96
1,2–2	192	22	IQR (0,76–1,22)
> 2	38	4	
<b>Hämoglobin (g/dL)</b>	n = 856		Mittelwert: 12.20
< 8	12	1	Median: 12,30
8–10	94	11	IQR (11,18–13,40)
> 10	750	88	

Anmerkungen: mg, Milligramm; g, Gramm; dL, Deziliter; IQR, Interquartilsabstand

#### 4.1.7 Verteilung des Charlson-Komorbiditätsindex im Patientenkollektiv

Abbildung 10 zeigt, dass bei stationärer Aufnahme 22 % der Patienten einen CCI-Score von null aufwiesen. Mit 44 % (375) hatten die meisten Patienten einen CCI-Score von eins bis zwei. 24 % hatten einen CCI-Score von drei bis vier und 10 % einen Score über oder gleich fünf. Der Mittelwert betrug 2,096. Der Median lag bei zwei und der IQR zwischen eins und drei (Abbildung 10).

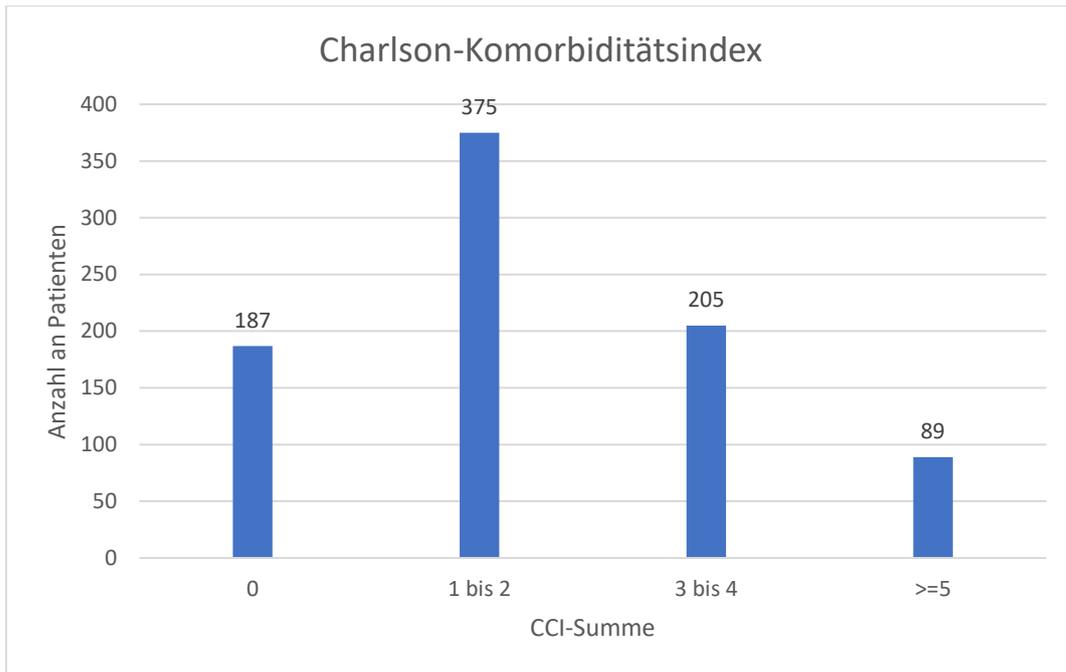


Abbildung 10: Verteilung des Charlson-Komorbiditätsindex im Patientenkollektiv. CCI, Charlson Comorbidity Index

#### 4.1.8 Mortalität und Komplikationen im Gesamtkollektiv

Abbildung 11 und Tabelle 11 zeigen die Mortalität im Gesamtkollektiv. Im Gesamtkollektiv sind insgesamt 45 Patienten verstorben. Somit lag die Mortalität im Gesamtkollektiv bei 5 % (Abbildung 11; Tabelle 11).

Tabelle 11: Verteilung der Mortalität und Komplikationen im Gesamtkollektiv

	N	%
<b>Verstorben</b>		
Ja	45	5 %
Nein	809	95 %
<b>Komplikationen nach Clavien-Dindo</b>		
Nein (0)	470	55 %
Ja $\geq 1$	384	45 %

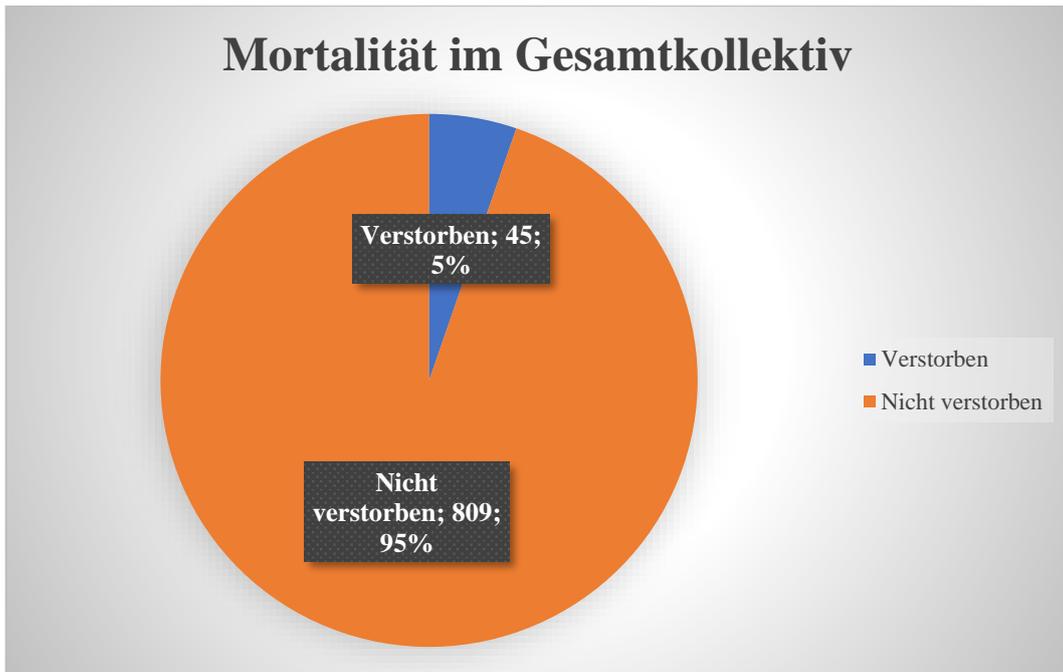


Abbildung 11: Mortalität im Gesamtkollektiv

Die Komplikationen wurden nach Clavien-Dindo klassifiziert. Bei der Mehrheit der Patienten mit 55 % traten keine Komplikationen ( $< 1$ ) auf. Bei den restlichen Patienten (45 %) traten Komplikationen auf, die nach Clavien-Dindo-Klassifikation als eins oder höher einzustufen waren (Abbildung 12; Tabelle 11).

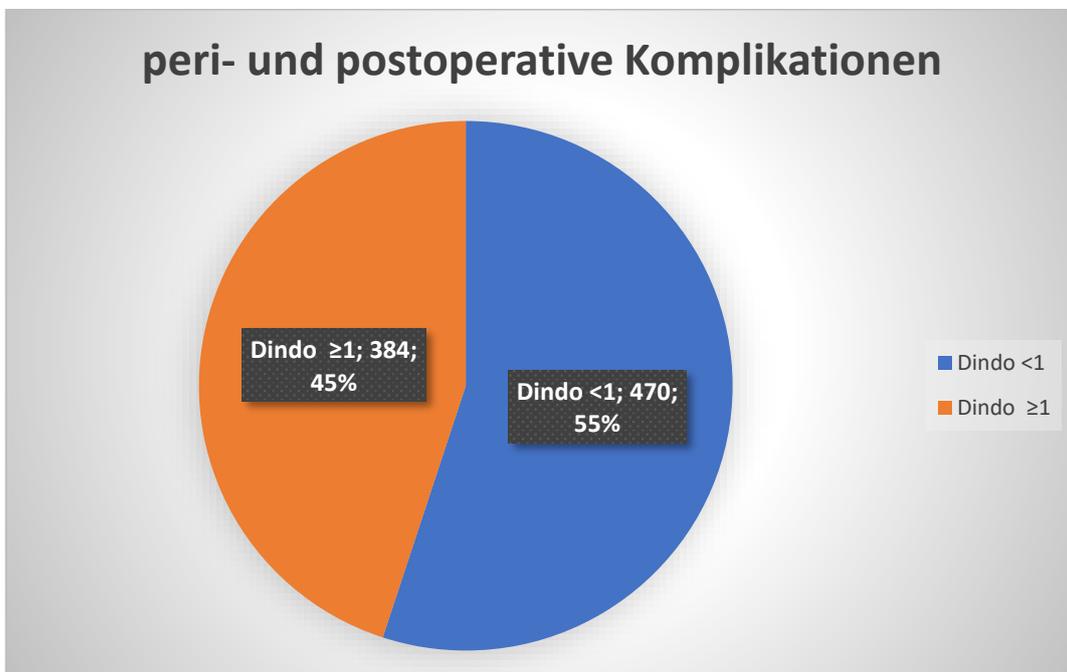


Abbildung 12: Verteilung der peri- und postoperativen Komplikationen

## 4.2 Univariate Analyse des BMI

Im Folgenden werden die Ergebnisse der univariaten Analyse des BMI beschrieben. Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> waren mehrheitlich weiblich und wiesen signifikant niedrigere Albumin-, Kreatinin- und Hämoglobinwerte auf als Patienten mit einem BMI über 20 kg/m<sup>2</sup> (Tabelle 12). Ansonsten zeigten sich in der Analyse der Baseline-Daten keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 12: Vergleich der Baseline-Daten zwischen Patienten mit einem BMI  $\geq 20$  kg/m<sup>2</sup> und BMI  $< 20$  kg/m<sup>2</sup>

	BMI < 20 kg/m <sup>2</sup>	BMI $\geq 20$ kg/m <sup>2</sup>	p-Value
<b>Anzahl an Fällen</b>	117	548	
<b>Alter</b> (in Jahren)			
Median	85	84	0,41
<b>Geschlecht</b>	n = 117	n = 548	
Männlich	20 (17,1 %)	170 (31 %)	< 0,01*
Weiblich	97 (82,9 %)	378 (69 %)	
<b>Frakturtyp</b>	n = 117	n = 548	
Schenkelhalsfraktur	53 (45 %)	299 (54,7 %)	0,09
Petrochantär	64 (55 %)	249 (45,3 %)	
<b>Operationstyp</b>			
<b>Schenkelhals</b>	n = 53	n = 299	
Nagel	1 (1,9 %)	6 (2 %)	0,32
HE	48 (90,6 %)	272 (91 %)	
TEP	1 (1,9 %)	12 (4 %)	
Andere	3 (5,7 %)	9 (3 %)	
<b>Petrochantär</b>	n = 64	n = 249	
Nagel	62 (96,9 %)	240 (96,4 %)	0,91
HE	2 (3,1 %)	8 (3,2 %)	
TEP	0 (0 %)	1 (0,4 %)	
Andere	0 (0 %)	0 (0 %)	
<b>ASA-Score</b>	n = 117	n = 548	
1	0 (0 %)	2 (0,4 %)	0,75
2	19 (16 %)	97 (17,7 %)	
3	89 (76 %)	395 (72 %)	
4	9 (8 %)	54 (9,9 %)	
5	0 (0 %)	0 (0 %)	

<b>ISAR</b>	n = 117	n = 548	
Median (IQR)	1 (0–2)	1 (0–3)	0,46
0	49 (41,9 %)	227 (41,5 %)	
1	24 (20,5 %)	82 (15 %)	
2	18 (15,4 %)	78 (14,3 %)	
3	8 (6,8 %)	75 (13,7 %)	0,4
4	12 (10,3 %)	49 (9 %)	
5	5 (4,3 %)	32 (5,9 %)	
6	1 (0,9 %)	4 (0,7 %)	
<b>Albumin (g/L)</b>	n = 103	n = 486	
Median (IQR)	38,6 (33,8–42,1)	40,1 (37,1–42,7)	0,01*
> 35	72 (61,5 %)	423 (87 %)	
30–34,9	15 (12,8 %)	45 (9,3 %)	< 0,01*
22–29,9	16 (13,7 %)	16 (3,3 %)	
< 22	0 (0 %)	2 (0,4 %)	
<b>Antikoagulation</b>	n = 117	n = 548	
Ja	43 (37 %)	249 (45,3 %)	0,11
Nein	74 (63 %)	299 (54,7 %)	
<b>Quick-Wert (%)</b>	n = 117	n = 548	
Median	98 (80–107)	93 (78–107)	0,44
< 30	62 (53 %)	236 (43,1 %)	0,14
30–80	22 (18,8 %)	131 (23,9 %)	
> 80	33 (28,2 %)	181 (33 %)	
<b>Hämoglobin (g/dl)</b>	n = 117	n = 548	
Median	11,7 (10,7–12,8)	12,4 (11,3–13,5)	< 0,01*
< 8	1 (0,9 %)	7 (1,3 %)	
8–10	17 (14,5 %)	56 (10,2 %)	0,38
> 10	99 (84,6 %)	485 (88,5 %)	
<b>Kreatinin (mg/dl)</b>	n = 117	n = 548	
Median (IQR)	0,85 (0,72–1,09)	0,97 (0,77–1,25)	< 0,01*
< 1,2	96 (82,1 %)	392 (71,5 %)	

1,2–2	18 (15,4 %)	130 (23,7 %)	0,06
> 2	3 (2,6 %)	26 (4,7 %)	
<b>CCI</b>	n = 117	n = 548	0,72
Median (IQR)	2 (1–3)	2 (1–3)	
0	26 (22,2 %)	121 (22,1 %)	0,48
1–2	58 (49,6 %)	241 (44 %)	
3–4	26 (22,2 %)	131 (23,9 %)	
≥ 5	7 (6 %)	55 (10 %)	

Anmerkungen: ASA-Score, American Society of Anesthesiologists; ISAR, Identification of Seniors at Risk; IQR, Interquartilsabstand; BMI, Body-Mass-Index; HE, Hemi-Endoprothese; TEP, Total-Endoprothese; mg, Milligramm; g, Gramm; kg, Kilogramm; m, Meter; L, Liter; dl, Deziliter; CCI, Charlson Comorbidity Index.  
\*signifikanter Unterschied

### 4.3 Univariate Analyse des Albumins

Aus Tabelle 13 geht hervor, dass eine Hypoalbuminämie (Albuminwert unter 35 g/L) mit einem signifikant höheren ASA-Score, einem niedrigeren BMI und einem niedrigeren Quick-Wert verbunden war. Zusätzlich zeigten die Patienten einen signifikant niedrigeren Hämoglobinwert und einen höheren Charlson-Komorbiditätsindex (CCI). Im Vergleich dazu zeigte sich in der BMI-Analyse kein signifikanter Unterschied in Bezug auf ASA-Score, Quick-Wert und Charlson-Komorbiditätsindex. Sowohl in der Hypoalbuminämie-Gruppe als auch in der Patientengruppe mit einem BMI < 20kg/m<sup>2</sup> zeigten sich signifikant niedrigere Hämoglobinwerte. Bezüglich Alter, Frakturtyp, Antikoagulation und ISAR-Score zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den beiden Gruppen (Tabelle 13).

Tabelle 13: Vergleich der Baseline-Daten zwischen Patienten mit einem Albuminwert > 35 g/L und Albumin ≤ 35 g/L

	<b>Albumin ≤ 35 g/L</b>	<b>Albumin &gt; 35 g/L</b>	<b>p-Value</b>
<b>Anzahl an Fällen</b>	107	535	
<b>Alter (in Jahren) Median</b>	85	85	0,67

<b>Geschlecht</b>	n = 117	n = 535	
Männlich	31 (29 %)	151 (28,2 %)	0,97
Weiblich	76 (71 %)	384 (71,8 %)	
<b>Frakturtyp</b>	n = 107	n = 535	
Schenkelhalsfraktur	49 (45,8 %)	288 (53,8 %)	0,16
Pertrochantär	58 (54,2 %)	247 (46,2 %)	
<b>Operationstyp</b>			
<b>Schenkelhals</b>	n = 49	n = 288	
Nagel	0 (0 %)	6 (2,1 %)	
HE	45 (91,8 %)	264 (91,7 %)	0,26
TEP	4 (8,2 %)	16 (5,6 %)	
Andere	0 (0 %)	2 (0,7 %)	
<b>Pertrochantär</b>	n = 58	n = 247	
Nagel	56 (96,6 %)	240 (97,2 %)	
HE	2 (3,4 %)	6 (2,4 %)	0,82
TEP	0 (0 %)	0 (0 %)	
Andere	0 (0 %)	1 (0,4 %)	
<b>ASA-Score</b>	n = 107	n = 534	
Median	3 (3–3)	3 (3–3)	< 0,01*
1	0 (0 %)	1 (0,2 %)	
2	10 (9,3 %)	92 (17,2 %)	
3	74 (69,2 %)	395 (73,8 %)	< 0,01*
4	23 (21,5 %)	47 (8,8 %)	
5	0 (0 %)	0 (0 %)	

<b>ISAR</b>	n = 105	n = 534	
Median (IQR)	1 (0–2)	1 (0–3)	0,4
0	40 (38,1 %)	214 (40,1 %)	
1	14 (13,3 %)	80 (15 %)	
2	17 (16,2 %)	88 (16,5 %)	
3	17 (16,2 %)	63 (11,8 %)	0,83
4	10 (9,5 %)	52 (9,7 %)	
5	7 (6,7 %)	33 (6,2 %)	
6	2 (1,9 %)	4 (0,7 %)	
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	n = 97	n = 492	
Median (IQR)	22,8 (19,5–23,4)	23,5 (21,1–25,9)	0,02*
< 20	31 (32 %)	72 (14,6 %)	
20–24,9	38 (39,2 %)	249 (50,6 %)	< 0,01*
25–29,9	21 (21,6 %)	134 (27,2 %)	
≥ 30	7 (7,2 %)	37 (7,5 %)	
<b>Antikoagulation</b>	n = 107	n = 535	
Ja	42 (39,3 %)	233 (43,6 %)	0,48
Nein	65 (60,7 %)	302 (56,4 %)	
<b>Quick-Wert (%)</b>	n = 107	n = 535	
Median	86 (74–102)	94 (80–109)	< 0,01*
< 30	35 (32,7 %)	257 (48,0 %)	
30–80	40 (37,4 %)	103 (19,3 %)	< 0,01*
> 80	32 (29,9 %)	175 (32,7 %)	
<b>Hämoglobin (g/dl)</b>	n = 107	n = 535	
Median	11,2 (10,2–12,5)	12,4 (11,5–13,5)	< 0,01*
< 8	3 (2,8 %)	6 (1,1 %)	
8–10	24 (22,4 %)	48 (9 %)	< 0,01*
> 10	80 (74,8 %)	481 (89,9 %)	

<b>Kreatinin (mg/dl)</b>	n = 107	n = 535	
Median (IQR)	1 (0,72–1,37)	0,95 (0,77–1,21)	0,56
< 1,2	67 (62,6 %)	398 (74,4 %)	
1,2–2	31 (29 %)	115 (21,5 %)	0,03*
> 2	9 (8,4 %)	22 (4,1 %)	
<b>CCI</b>	n = 107	n = 535	
Median (IQR)	2 (1–4)	2 (1–3)	0,02*
0	20 (18,7 %)	113 (21,1 %)	
1–2	35 (32,7 %)	243 (45,4 %)	0,19
3–4	35 (32,7 %)	130 (24,3 %)	
≥ 5	17 (15,9 %)	49 (9,2 %)	

Anmerkungen: ASA-Score, American Society of Anesthesiologists; ISAR, Identification of Seniors at Risk; IQR, Interquartilsabstand; BMI, Body Mass Index; HE, Hemi-Endoprothese, TEP, Total-Endoprothese; mg, Milligramm; g, Gramm; kg, Kilogramm; m, Meter; l, Liter; dl, Deziliter; CCI, Charlson Comorbidity Index.  
\*signifikanter Unterschied

#### 4.4 Patienten-Outcome

Nach der Auswertung der Daten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Zeit bis zur Operation und des Operationstyps zwischen den Gruppen. Ein deutlicher Unterschied in Bezug auf das Vorkommen einer Zementreaktion konnte ebenfalls nicht festgestellt werden. Die Patientengruppe mit einem Serumalbuminwert unter 35 g/L zeigte signifikante Unterschiede in Mortalität ( $p = 0,02$ ) und perioperativen Komplikationen ( $p = 0,04$ ). In der Patientengruppe mit einem Serumalbuminspiegel unter 35 g/L war die Mortalität im Vergleich mit den anderen Gruppen mit 10,3 % ( $p = 0,02$ ) signifikant höher. Zusätzlich war die Rate an perioperativen Komplikationen, die mit der Clavien-Dindo-Klassifikation eingeteilt wurden, ebenfalls höher mit 57,9 % ( $p = 0,04$ ) im Vergleich zu 46,7 % in der Patientengruppe mit normalem Albuminspiegel. In der BMI-Analyse ließ sich dieser erhebliche Unterschied in Mortalität ( $p = 0,25$ ) und perioperativen Komplikationen ( $p = 0,64$ ) nicht nachweisen. In beiden Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied bezüglich des Auftretens einer Pneumonie, einer Wundheilungsstörung und eines Harnwegsinfekts. Der intraoperative Blutverlust war zwischen den Albumin- und BMI-Gruppen uneinheitlich. In der

Hypoalbuminämie-Gruppe präsentierte sich ein signifikant höherer Blutverlust im Vergleich zur Patientengruppe mit einem Albuminspiegel über 35 g/L. In der BMI-Analyse zeigte sich ein höherer Blutverlust in der Patientengruppe mit einem BMI über 20 kg/m<sup>2</sup>. Eine Transfusion von Erythrozytenkonzentraten war häufiger bei Patienten mit einer Hypoalbuminämie. In der BMI-Analyse zeigte sich diesbezüglich kein signifikanter Unterschied. Patienten mit einer Hypoalbuminämie erhielten häufiger eine invasive Blutdruckmessung und einen zentralvenösen Katheter. Postoperativ bestand in beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied bezüglich des Aufenthaltes auf der Intensivstation (Tabelle 14).

Tabelle 14: Vergleich der Behandlungsdaten zwischen den Patienten mit einem BMI  $\geq 20\text{kg/m}^2$  und  $< 20\text{kg/m}^2$  und Albumin  $> 35\text{g/L}$  und  $\leq 35\text{g/L}$

	<b>BMI</b> <b>&lt; 20kg/m<sup>2</sup></b>	<b>BMI</b> <b><math>\geq 20\text{kgm}^2</math></b>	<b>p-</b> <b>Wert</b>	<b>Albumin</b> <b><math>\leq 35\text{g/L}</math></b>	<b>Albumin</b> <b><math>&gt; 35\text{g/L}</math></b>	<b>p-</b> <b>Wert</b>
<b>Zeit bis zur Operation</b> Durchschnitt (Stunden)	17,2	14,8	0,97	14,9	15,1	0,96
<b>Operations-</b> <b>typ</b>	n = 114	n = 540		n = 107	n = 525	
Nagel	63 (55,3 %)	246 (45,6 %)	0,10	56 (52,3%)	249 (47,4 %)	0,32
HE	50 (43,9 %)	280 (51,9 %)	0,12	47 (44 %)	270 (51,4 %)	0,26
TEP	1 (0,9 %)	14 (2,6 %)	0,43	4 (3,7 %)	6 (1,14 %)	0,12
<b>Zementreak-</b> <b>-tion</b>	n = 54	n = 306		n = 51	n = 293	
Ja	16 (29,6 %)	82 (26,8 %)	0,79	18 (35,3 %)	80 (27,3 %)	0,32
Nein	38 (70,4 %)	224 (73,2 %)		33 (64,7 %)	213 (72,7 %)	
<b>Komplikatio-</b> <b>-nen</b>	n = 117	n = 546		n = 107	n = 533	
Dindo = 0	60 (51,3 %)	296 (54,2 %)	0,64	45 (42,1 %)	284 (53,3 %)	0,04 *

Dindo $\geq 1$	57 (48,7 %)	250 (45,8 %)			249 (46,7 %)	
<b>Verstorben</b>	n = 117	n = 546		n = 107	n = 533	
Ja	9 (7,7 %)	25 (4,6 %)	0,25	11 (10,3 %)	22 (4,1 %)	0,02
Nein	108 (92,3 %)	521 (95,4 %)		96 (89,7 %)	511 (95,9 %)	*
<b>Pneumonie</b>	n = 117	n = 545		n = 107	n = 532	
Ja	9 (7,7 %)	33 (6 %)	0,65	7 (6,5 %)	33 (6,2 %)	1
Nein	108 (92,3 %)	512 (94 %)		100 (93,5 %)	499 (93,8 %)	
<b>Wundheilungsstörung</b>	n = 117	n = 546		n = 107	n = 533	
Ja	3 (2,6 %)	4 (0,7 %)	0,21	0 (0 %)	6 (1,1 %)	0,58
Nein	114 (97,4 %)	542 (99,3 %)		107 (100 %)	527 (98,9 %)	
<b>Harnwegsinfekt</b>	n = 117	n = 546		n = 107	n = 533	
Ja	24 (20,5 %)	101 (18,5 %)	0,71	23 (21,5 %)	106 (20 %)	0,81
Nein	93 (79,5 %)	445 (81,5 %)		84 (78,5 %)	427 (80 %)	
<b>Blutverlust</b>	n = 116	n = 546		n = 106	n = 535	
Median	100	100	0,04	200	100	0,02
(IQR)	(0–200)	(0–300)	*	(0–300)	(0–300)	*
$\leq 500$	114 (98,2 %)	513 (93,6 %)		95 (89,6 %)	510 (95,3 %)	
501–1000	2 (1,7 %)	31 (5,7 %)	0,26	10 (9,4 %)	22 (4,1 %)	0,06
1001–1500	0 (0 %)	2 (0,4 %)		1 (0,9 %)	1 (0,2 %)	
$\geq 1501$	0 (0 %)	2 (0,4 %)		0 (0 %)	2 (0,4 %)	
<b>Intraoperativ Kristalloide Lösung (ml)</b>	n = 116	n = 546		n = 106	n = 535	
Median	1000	1000	0,06	1000	1000	0,19

(IQR)	(500–1500)	(1000–1500)		(1000–1500)	(800–1500)	
≤ 500						
501–1000	41 (35,3 %)	123 (22,4 %)		24 (22,6 %)	133 (24,9 %)	
1001–1500	41 (35,3 %)	254 (46,4 %)	0,03 *	41 (38,7 %)	235 (44 %)	0,49
≥ 1501	22 (19 %)	117 (21,4 %)		27 (25,5 %)	115 (21,5 %)	
	12 (10,3 %)	54 (9,9 %)		14 (13,2 %)	52 (9,7 %)	
<b>Intraoperativ Kolloide Lösung (ml)</b>	n = 116	n = 548		n = 106	n = 535	
Median (IQR)	0 (0–500)	0 (0–500)	0,89	0 (0–500)	0 (0–500)	0,16
≤ 500	115 (99,1 %)	530 (96,7 %)		102 (96,2 %)	522 (97,6 %)	
501–1000	1 (0,9 %)	16 (2,9 %)	0,36	3 (2,8 %)	12 (2,2 %)	0,41
1001–1500	0 (0 %)	2 (0,4 %)		1 (0,9 %)	1 (0,2 %)	
≥ 1501	0 (0 %)	0 (0 %)		0 (0 %)	0 (0 %)	
<b>Intraoperativ Katecholamine</b>	n = 116	n = 548		n = 106	n = 535	
Ja	99 (85,3 %)	476 (86,9 %)	0,76	98 (92,5 %)	461 (86,2 %)	0,11
Nein	17 (14,7 %)	72 (13,1 %)		8 (7,5 %)	74 (13,8 %)	
<b>Intraoperative Reanimation</b>	n = 116	n = 548		n = 106	n = 535	
Ja	3 (2,6 %)	2 (0,4 %)	0,05	1 (0,9 %)	4 (0,7 %)	1
Nein	113 (97,4 %)	546 (99,6 %)		105 (99,1 %)	531 (99,3 %)	

<b>Transfusion (EK)</b>	n = 117	n = 546		n = 107	n = 533	
Median (IQR)	0 (0–0)	0 (0–0)	0,93	0 (0–1)	0 (0–0)	< 0,01*
0	91 (77,8 %)	428 (78,4 %)		72 (67,3 %)	423 (79,4 %)	
1	9 (7,7 %)	27 (5 %)	0,41	9 (8,4 %)	27 (5,1 %)	0,05
2	13 (11,1 %)	56 (10,3 %)		16 (15 %)	57 (10,7 %)	*
≥ 3	4 (3,4 %)	35 (6,4 %)		10 (9,3 %)	26 (4,9 %)	
<b>Invasive Blutdruckmessung</b>	n = 116	n = 548		n = 106	n = 535	
Ja	45 (38,8 %)	229 (41,8 %)	0,62	62 (58,5 %)	220 (41,1 %)	< 0,01*
Nein	71 (61,2 %)	319 (58,2 %)		44 (41,5 %)	315 (58,9 %)	
<b>ZVK</b>	n = 116	n = 548		n = 106	n = 535	
Ja	28 (24,1 %)	118 (21,5 %)	0,44	43 (40,6 %)	103 (19,3 %)	< 0,01*
Nein	88 (76 %)	430 (88,5 %)		63 (59,4 %)	432 (80,7 %)	
<b>Postoperativ Intensivaufenthalt</b>	n = 116	n = 548		n = 106	n = 535	
Ja	12 (10,3 %)	42 (7,7 %)	0,44	13 (12,3 %)	43 (8 %)	0,22
Nein	104 (89,7 %)	506 (92,3 %)		93 (87,7 %)	492 (92 %)	

Anmerkungen: ASA-Score, American Society of Anesthesiologists; ISAR, Identification of Seniors at Risk; IQR, Interquartilsabstand; BMI, Body Mass Index; HE, Hemi-Endoprothese; TEP, Total-Endoprothese; mg, Milligramm; g, Gramm; kg, Kilogramm; m, Meter; l, Liter; dl, Deziliter; EK, Erythrozytenkonzentrat; ZVK, Zentraler Venenkatheter. \*signifikanter Unterschied.

## 4.5 Multivariable logistische und lineare Regression

### 4.5.1 Einfluss des Albumins

Um den Einfluss des Albumins zu bestimmen, wurden eine logistische und lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Nach Adjustierung der Behandlungsparameter

für ASA-Grad, Geschlecht, Alter, Charlson-Komorbiditätsindex und Frakturtyp zeigte sich eine Tendenz zu einer höheren Mortalität bei Patienten mit einer Hypoalbuminämie. Der Odds-Ratio lag bei 1,96 und der p-Wert bei 0,10. Dieses Ergebnis war jedoch nicht signifikant. Bezüglich Komplikationen, intraoperativer Gabe von Kristalloiden, intraoperativer Gabe kolloider Lösung und postoperativem Intensivaufenthalt zeigte sich kein statistisch signifikanter Einfluss des Albumins (Tabelle 15).

*Tabelle 15: Einfluss von Albumin auf die Ergebnisparameter*

<b>Einfluss des Albumins auf</b>	<b>n</b>	<b>OR (95 % KI)</b>	<b>p-Wert</b>
Mortalität im Krankenhaus	640	1,96 (0,88–4,36)	0,10
Komplikationen (Dindo $\geq$ 1)	640	1,33 (0,85–2,06)	0,21
Intraoperative Kristalloide	641	1,46 (0,93–2,30)	0,10
Intraoperative Kolloide	641	1,45 (0,92–2,28)	0,11
Postoperativer Intensivaufenthalt	641	1,29 (0,63–2,62)	0,98

*Anmerkungen: Ergebnisse der logistischen und linearen Regressionsanalyse. Alle Regressionsmodelle wurden adjustiert für ASA-Grad, Geschlecht, Alter, CCI, Frakturtyp. OD, Odds Ratio; KI, Konfidenzintervall.*

#### 4.5.2 Einfluss des BMI

Analog zur Regressionsanalyse zur Bestimmung des Einflusses des Albumins wurden eine logistische und lineare Regressionsanalyse zur Bestimmung des Einflusses des BMI durchgeführt. Nach Adjustierung der Behandlungsparameter für ASA-Grad, Geschlecht, Alter, Charlson-Komorbiditätsindex und Frakturtyp zeigte sich eine Tendenz zu einer höheren Mortalität bei Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup>. Die Odds-Ratio betrug 2,01 und der p-Wert 0,11. Dieses Ergebnis war jedoch nicht signifikant. Bezüglich weiterer Behandlungsparameter wie Komplikationen, die nach der Clavien-Dindo-Klassifikation eingeteilt wurden, intraoperativer Gabe kristalloide Lösung, intraoperativer Gabe kolloider Lösung und postoperativem Intensivaufenthalt zeigte sich kein statistisch signifikanter

Einfluss des BMI. Im Vergleich zum Einfluss des Albumins war die Odds-Ratio bei Komplikationen und der intraoperativen Gabe von kristallinen und kolloidalen Lösungen beim Einfluss des BMI geringer. Bei Mortalität im Krankenhaus zeigte sich beim Einfluss des BMI eine gering höhere Odds-Ratio. Bezüglich des postoperativen Intensivaufenthalts zeigte sich eine höhere Odds-Ratio bei Berücksichtigung des BMI (1,58) im Vergleich zur Odds-Ratio des Albumins (1,29) (Tabelle 16).

Tabelle 16: Einfluss vom BMI auf die Ergebnisparameter

<b>Einfluss des BMI auf</b>	<b>n</b>	<b>OR (95 % KI)</b>	<b>p-Wert</b>
Mortalität im Krankenhaus	663	2,01 (0,86–4,68)	0,11
Komplikationen (Dindo $\geq$ 1)	663	1,12 (0,74–1,71)	0,59
Intraoperative Kristalloide	664	1,00 (0,64–1,58)	0,98
Intraoperative Kolloide	664	1,15 (0,74–1,78)	0,52
Postoperativer Intensivaufenthalt	664	1,58 (0,76–3,29)	0,21

Anmerkungen: Ergebnisse der logistischen und linearen Regressionsanalyse. Alle Regressionsmodelle wurden adjustiert für ASA-Grad, Geschlecht, Alter, CCI, Frakturtyp. OD, Odds Ratio; KI, Konfidenzintervall.

## 5 Diskussion

Das Ziel der Studie ist es, den Einfluss von Mangelernährung auf das Ergebnis von Patienten mit einer hüftgelenksnahen Femurfraktur, die operativ behandelt wurde, zu analysieren. Als Parameter für den Ernährungsstatus wurden der BMI und der Serumalbuminspiegel verwendet. Es wurde festgestellt, dass der Ernährungsstatus mit dem Outcome nach operativer Versorgung der proximalen Femurfraktur zusammenhängt. Die Hypoalbuminämie-Patientengruppe wies deutlich häufigere Komplikationen und eine höhere Mortalität auf im Vergleich zu der Patientengruppe mit einem normalen Albuminspiegel.

Im untersuchten Patientenkollektiv lag die Prävalenz der Mangelernährung, gemessen anhand des BMI, bei 14 %. Die Prävalenz der Mangelernährung gemessen anhand des Serumalbumins lag bei 12,23 %. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit zahlreichen ähnlichen Studien, in denen die Prävalenz der Mangelernährung in Krankenhäusern untersucht wurde. Tannen et al. untersuchten 2007 insgesamt 4 080 Patienten aus 22 beteiligten Krankenhäusern und insgesamt lag die Prävalenz der Mangelernährung im Gesamtkollektiv bei 21 % (Tannen et al. 2008). Im Vergleich zu der vorliegenden Analyse, in der ein Gesamtkollektiv von 856 Patienten untersucht wurde, ist das Gesamtkollektiv von Tannen et al. mit 4 080 Patienten deutlich größer. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam die Studie von Löser 2001 mit einer Prävalenz der Mangelernährung von 22 % aus insgesamt 1 917 Patienten (Löser 2001). Eine Multicenter-Studie von Pirlich et al. wies eine Prävalenz von 22 % aus einem Patientenkollektiv von 794 auf (Pirlich et al. 2005). In einer weiteren Multicenter-Studie untersuchten Pirlich et al. insgesamt 1 886 Patienten aus dreizehn Krankenhäusern in Deutschland im Jahr 2006 (Pirlich et al. 2006). Die Prävalenz der Mangelernährung betrug 27,4 % (Pirlich et al. 2006). Zur Erfassung des Ernährungszustandes wurde in den Studien von Pirlich et al. der Subjective-Global-Assessment-Bogen verwendet. In der vorliegenden Analyse wurde dieser nicht angewendet, was ein Grund für die unterschiedlichen Prävalenzen in den Studien von Pirlich et al. und der vorliegenden Analyse sein kann. Ein vergleichbares Ergebnis zeigte die Studie von Kyle et al., in der die Prävalenz der Mangelernährung bei einem Gesamtkollektiv aus 1 760 Patienten bei 31 % lag (Kyle et al. 2003). In der Studie von Kyle et al. wurde Mangelernährung

zusätzlich zu BMI und Serumalbumin auch durch fettfreie Masse und Körperfett mitbestimmt (Kyle et al. 2003). Zudem unterscheidet sich in der vorliegenden Analyse die Geschlechterverteilung. In der Studie von Kyle et al. war die Gruppe der Männer im Patientenkollektiv größer (Kyle et al. 2003). In der vorliegenden Analyse wurde Mangelernährung nicht zusätzlich durch fettfreie Masse und Körperfett bestimmt. Zusätzlich war in der vorliegenden Studie die Gruppe der Frauen größer (Abbildung 11).

Zahlreiche Studien zeigen bereits, dass Hypoalbuminämie mit Mortalität und Morbidität bei Patienten mit proximaler Femurfraktur assoziiert werden kann (Bohl et al. 2017; Ryan et al. 2018; Malafarina et al. 2018). Aus der vorliegenden Studie geht eine Mortalität von 10,3 % bei Patienten mit einer Hypoalbuminämie (Albumin  $\leq$  35g/L) hervor. Im Vergleich dazu beträgt die Mortalität bei Patienten mit einem normalen Serumalbuminspiegel (Albumin  $>$  35 g/L) 4,1 % ( $p = 0.02$ ). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch gleichartige Studien. So zeigte sich in der Studie von Bohl et al. eine Gesamtmortalität von 9,94 % bei Patienten mit einer Hypoalbuminämie verglichen mit 5,53 % bei Patienten mit einem physiologischen Serumalbuminspiegel (Bohl et al. 2017). Zu einem ähnlichen Schluss kam die Studie von Pimlott et al. mit einer Mortalität von 11 % in der Hypoalbuminämie-Patientengruppe im Vergleich zu 4 % bei Patienten mit einem normalen Albuminwert (Pimlott et al. 2011). Ryan et al. erzielten ein ähnliches Ergebnis und zeigten, dass Hypoalbuminämie ein Prädiktor für erhöhte Mortalität ist (Ryan et al. 2018). Aus der Literatur sind zusätzlich zur Mangelernährung auch andere Risikofaktoren für eine erhöhte Mortalität bei geriatrischen Patienten mit einer proximalen Femurfraktur bekannt. Höheres Alter, männliches Geschlecht, kognitive Beeinträchtigung, Delirium, Demenz, Depression, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Nierenerkrankungen und bösartige Erkrankungen sind weitere Risikofaktoren, die zu einer erhöhten Mortalität bei Patienten mit einer proximalen Femurfraktur führen können (Liu et al. 2018; Schoeneberg et al. 2021). In der Metaanalyse von Norring-Agerskov et al. zeigte sich zudem, dass ein ASA-Score von drei oder höher und ein Charlson-Komorbiditätsindex von eins oder höher ebenfalls die Prognose und Mortalität von Patienten mit einer proximalen Femurfraktur beeinflussen (Norrning-Agerskov et al. 2013). Aus diesem Grund erfolgte eine Regressionsanalyse, um den Einfluss des Albumins zu bestimmen. Nach Adjustierung der Behandlungsparameter für ASA-Grad, Geschlecht, Alter,

Charlson-Komorbiditätsindex und Frakturtyp zeigte sich eine Tendenz zu einer höheren Mortalität bei Patienten mit einer Hypoalbuminämie. Statistisch war dieser Effekt mit einem p-Wert von 0,10 zwar nicht signifikant, mit einer Odds-Ratio von 1,69 lässt sich die Tendenz einer erhöhten Mortalität allerdings zeigen (Tabelle 12).

Insgesamt lag die Prävalenz an Komplikationen im Gesamtkollektiv, die nach Clavien-Dindo einen Wert von  $\geq 1$  hatten, bei 45 % (Tabelle 11). Eine Komplikationsrate von 75 % wies die Studie von Flikweert et al. auf, in der 479 Patienten mit operativer Behandlung einer hüftgelenksnahen Fraktur untersucht wurden (Flikweert et al. 2018). Flikweert et al. verwendeten jedoch nicht die Clavien-Dindo Klassifikation, um die Komplikationen einzuteilen, was den Unterschied zur Komplikationsrate in der vorliegenden Analyse erklären könnte. In der vorliegenden Analyse hatten 57,9 % ( $p = 0,04$ ) der Patienten mit einer Hypoalbuminämie Komplikationen, die nach der Clavien-Dindo Klassifikation  $\geq 1$  einzustufen waren. Im Vergleich dazu lag die Komplikationsrate bei Patienten mit einem normalen Albuminwert bei 46,7 % ( $p = 0,04$ , Tabelle 14). Zahlreiche weitere Studien zeigen, dass Hypoalbuminämie mit einem erhöhten Risiko für Komplikationen zusammenhängt. Bohl et al. zeigten, dass Patienten mit Hypoalbuminämie ein erhöhtes Risiko für postoperative Wundinfektionen, Pneumonie sowie längere Krankenhausaufenthalte und stationäre Wiederaufnahmen aufwiesen (Bohl et al. 2016). Im Vergleich dazu zeigten sich in der vorliegenden Analyse keine signifikanten Unterschiede bezüglich Pneumonie und Wundheilungsstörungen im Patientenkollektiv (Tabelle 14). Ryan et al. zeigten, dass Hypoalbuminämie ein Prädiktor für stationäre Wiederaufnahme, verlängerte Aufenthaltsdauer und erhöhte Reintubationsrate ist (Ryan et al. 2018). Die Studie von Kiwshawi et al., in der Patienten mit einem niedrigen Albuminspiegel ein höheres Risiko für Infektionen, Sepsis, Pneumonie und Myokardinfarkt aufwiesen, erzielte ähnliche Ergebnisse (Kishawi et al. 2020). Zusätzlich zeigten Li et al., dass ein niedriger Serumalbuminwert mit einem erhöhten Risiko für Komplikationen zusammenhängt (Li et al. 2019).

Aus den Baseline-Daten geht hervor, dass die Patientengruppe mit einem BMI unter  $20 \text{ kg/m}^2$  größtenteils aus Frauen mit 82,9 % ( $p < 0,01$ ) bestand (Tabelle 9). Zahlreiche Studien unterstützen das Ergebnis, dass Frauen im Vergleich zu

Männern im Durchschnitt einen niedrigeren BMI aufweisen (Zhang et al. 2019). Beispielsweise war in der Studie von Zhang et al. die Prävalenz von Untergewicht bei Frauen 5,3 % im Vergleich zu 3,2 % bei Männern (Zhang et al. 2019)

Die Baseline-Daten ergaben, dass Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> zudem signifikant niedrigere Albuminwerte aufwiesen. Soleymanian et al. erzielten ein vergleichbares Ergebnis und zeigten einen Zusammenhang zwischen dem Albuminwert und dem BMI (Soleymanian und Ghods 2011). Zusätzlich zeigte sich in den vorliegenden Baseline-Daten, dass Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> niedrigere Hämoglobinwerte haben. In der Literatur lässt sich der Zusammenhang zwischen niedrigerem BMI und Hämoglobinwert ebenfalls bestätigen. So zeigte Kamruzzaman in seiner Studie, dass ein niedriger BMI mit einem niedrigeren Hämoglobinwert zusammenhängt, sodass untergewichtige Frauen mit einem BMI unter 18,5 kg/m<sup>2</sup> ein höheres Risiko einer Anämie haben (Kamruzzaman 2021).

Des Weiteren ist zu beachten, dass die präoperativen Hämoglobinwerte bei Patienten mit einer Hypoalbuminämie signifikant niedriger waren. Patienten mit einer Hypoalbuminämie hatten einen signifikant niedrigeren Hämoglobin-Median mit 11,2 g/dL im Vergleich zu dem 12,3 g/dl Hämoglobin-Median bei Patienten mit normalem Serumalbuminspiegel ( $p < 0,01$ ). Mitrache et al. untersuchten in ihrer Studie die Prävalenz von Anämie und ihren Zusammenhang mit dem Ernährungszustand bei geriatrischen Patienten (Mitrache et al. 2001). Sie zeigten, dass Anämie signifikant mit den Parametern von Mangelernährung korreliert und somit Mangelernährung ein wichtiger Faktor bei der Entwicklung von Anämie bei geriatrischen Menschen sein kann (Mitrache et al. 2001).

Zusätzlich war die Prothrombinzeit mit 86 % niedriger in der Hypoalbuminämie-Patientengruppe verglichen mit den Patienten mit normalen Serumalbuminspiegel, die eine durchschnittliche Prothrombinzeit von 94 % hatten ( $p < 0,01$ ).

Diese Pathologie spiegelt sich in den intra- und postoperativen Blutverlusten und Transfusionsraten von Erythrozytenkonzentraten wider. Patienten mit einer Hypoalbuminämie hatten signifikant höhere intra- und postoperative Blutverlusten ( $p = 0,02$ ) und signifikant höhere Transfusionsraten ( $p < 0,01$ ). Nakanishi et al. untersuchten in ihrer Studie den Zusammenhang zwischen Mangelernährung und Gerinnungsstörungen. Mithilfe des T-TAS® (Total Thrombus Formation Analysis System) zur Analyse der Thrombusbildung zeigten sie, dass Patienten mit einer Mangelernährung einen niedrigeren T-TAS-Wert

haben und somit die Thrombusbildung in dieser Patientengruppe schwächer ausgebildet ist (Nakanishi et al. 2022). Zudem geht aus ihrer Analyse hervor, dass das Blutungsrisiko bei Patienten mit einer Mangelernährung höher ist (Nakanishi et al. 2022). Es ist jedoch zu beachten, dass als Screeningmittel zur Evaluation der Mangelernährung der Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) verwendet wurde. In der vorliegenden Analyse wurde dieses Mittel nicht zum Screening von Mangelernährung eingesetzt.

Eine reduzierte Prothrombinzeit kann medikamentös induziert oder auch Zeichen einer Synthesestörung der Gerinnungsfaktoren sein (Koch et al. 2017; Mladěnka et al. 2022).

Bezüglich der Einnahme von Antikoagulanzen zeigten sich jedoch keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Daher sollte die niedrigere Prothrombinzeit als weiterer Indikator für Mangelernährung diskutiert werden. Die Gerinnungsfaktoren II, VII, IX und X sind von der Aufnahme von Vitamin K abhängig. Eine verminderte Vitamin K-Aufnahme durch Mangelernährung könnte zu einer geringeren Synthese von Gerinnungsfaktoren und dementsprechend zu einer kürzeren Prothrombinzeit führen (Mladěnka et al. 2022). Ferner kann eine strukturelle Lebererkrankung, z. B. im Rahmen einer Leberzirrhose, zu einer Gerinnungskompromittierung und dementsprechend zu einer kürzeren Prothrombinzeit führen (Koch et al. 2017).

Daten über den Zusammenhang zwischen einem BMI und den Parametern des Outcomes nach proximaler Femurfraktur sind vergleichsweise selten. Jedoch wiesen einige Studien eine höhere Mortalitätsrate bei Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> nach. So zeigte sich in der Studie von Akinleye et al. eine Mortalität von 8,12 % bei untergewichtigen Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> (Akinleye et al. 2018). Ein ähnliches Ergebnis ergab die Studie von Tiuhonen et al., in der ein BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> ebenfalls als Risikofaktor für eine erhöhte Mortalitätsrate bei geriatrischen Patienten mit einer hüftgelenksnahen Femurfraktur eingestuft wurde (Tiuhonen et al. 2022). Die vorliegende Analyse deutet jedoch auf keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Einflusses des BMI hin. Es zeigte sich lediglich eine Tendenz zur erhöhten Mortalität bei Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup>. Aus der Literatur geht der umstrittene Begriff des Adipositas-Paradoxon (Englisch: obesity paradox) hervor. Er beschreibt, dass

normalgewichtige Patienten bei einigen Erkrankungen eine schlechtere Überlebenswahrscheinlichkeit aufweisen als übergewichtige Patienten (Banack und Stokes 2017; Ades und Savage 2010). Oreopoulos et al. zeigten in ihrer Studie, dass Übergewicht mit einer niedrigeren Mortalität bei Patienten mit Herzinsuffizienz zusammenhing (Oreopoulos et al. 2008). Protopapas veröffentlichte 2016 eine Metaanalyse, die achtzehn Studien mit insgesamt 1 027 711 Patienten beinhaltete, die eine Koronararterien-Bypass-Operation hatten. Aus der Analyse ging hervor, dass untergewichtige Patienten die höchste Mortalität und übergewichtige Patienten die niedrigste Mortalität hatten (Protopapas 2016). In der  $< 20 \text{ kg/m}^2$  BMI-Gruppe zeigte sich ein signifikant höherer Blutverlust ( $p = 0,04$ ), jedoch war die Transfusionsrate nicht erhöht. In der Literatur unterscheiden sich die Ergebnisse in den einzelnen Studien bezüglich des Zusammenhangs zwischen BMI und der Menge an intraoperativem Blutverlust. Wang et al. untersuchten im Rahmen ihrer Studie 1 007 Patienten, die eine Koronararterien-Bypass-Operation hatten, und zeigten, dass Patienten mit Untergewicht einen signifikant höheren Blutverlust im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten hatten (Wang et al. 2017). Die Transfusionsrate war bei untergewichtigen Patienten ebenfalls signifikant höher (Wang et al. 2017). Die erhöhte Transfusionsrate bei untergewichtigen Patienten lässt sich jedoch nicht in der vorliegenden Analyse zeigen. Im Vergleich zeigte die Studie von Bowditch und Villar, dass Patienten mit einem BMI über  $30 \text{ kg/m}^2$ , die eine Hüftgelenks-Endoprothese erhalten haben, einen signifikant höheren Blutverlust hatten verglichen mit Patienten mit einem BMI unter  $30 \text{ kg/m}^2$  (Bowditch und Villar 1999). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Cao et al., in deren Studie erhöhter BMI mit erhöhtem Blutverlust zusammenhing (Cao et al. 2021). Zusätzlich ließ sich aus unseren Daten eine Tendenz zur häufigeren intraoperativen Reanimation bei Patienten mit einem niedrigeren BMI erkennen. Aufgrund der niedrigen Patientenzahl in der Gruppe mit einem BMI  $< 20 \text{ kg/m}^2$  sollte dieser Zusammenhang jedoch kritisch betrachtet werden. Ansonsten konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Patientengruppe mit einem BMI höher als  $20 \text{ kg/m}^2$  und der Patientengruppe mit einem BMI unter  $20 \text{ kg/m}^2$  festgestellt werden. Es ist jedoch zu beachten, dass die Angaben des BMI auf der Aussage der Patienten präoperativ basieren. Eine exakte Bestimmung des BMI konnte bei Vorliegen einer hüftgelenksnahen Femurfraktur nicht erfolgen, weil eine apparative Messung der Körpergröße und des

Körpergewichts durch die Fraktur erheblich erschwert war. Zudem mussten die Patienten zeitnah operiert werden, weshalb ein ausführliches Assessment und eine exakte Messung der Körpergröße und des Körpergewichts nicht immer möglich war. Dementsprechend beruhte die Berechnung des BMI auf Angaben der Patienten. Jedoch sind verlässlichere Angaben zum Körpergewicht und zur Körpergröße nicht immer möglich, weil oftmals geriatrische Patienten bei stationärer Aufnahme kognitiv eingeschränkt sind (Mai und Flerchinger 2021). Daher sollten die Werte mit dieser Limitation betrachtet werden.

Der Vergleich der Hypoalbuminämie-Gruppe und der Patientengruppe mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> zeigte, dass Patienten mit einer Hypoalbuminämie zusätzlich einen höheren CCI-Score und ASA-Grad aufweisen. Darüber hinaus sind der präoperativ gemessene Hämoglobinwert und die Prothrombinzeit niedriger. Im Vergleich zu der Patientengruppe mit einem niedrigen BMI zeigten sich bei Patienten mit einem niedrigen Albuminspiegel eine erhöhte Anzahl von Komplikationen und eine höhere Mortalität. Hypoalbuminämie wirkt somit als ein verlässlicherer Parameter für Mangelernährung als ein niedriger BMI-Wert. Dies steht im Einklang mit zahlreichen anderen Angaben in der Literatur, in denen darauf hingewiesen wird, dass der alleinige BMI-Wert nicht ausreichend ist, um eine Mangelernährung bei Traumapatienten zu diagnostizieren (Almeida et al. 2012; Goost et al. 2016). Zusätzlich werden andere Testverfahren wie Mini Nutritional Assessment (MNA) und Nutritional Risk Screening (NRS 2002) für ein präziseres Screening der Mangelernährung empfohlen (Almeida et al. 2012; Goost et al. 2016; Murphy et al. 2000). Während der Aufnahme ist jedoch ein ausführliches Assessment präoperativ nicht immer möglich, da Patienten mit einer hüftgelenksnahen Femurfraktur zeitnah operiert werden sollten, um die Mortalität zu senken (Korbmacher et al. 2021; Hack et al. 2017). In der Studie von Mai und Flerchinger wurden von 7 311 stationären Patienten über 65 Jahren 11,7 % untersucht, wobei die Prävalenz kognitiver Einschränkungen 20,7 % betrug (Mai und Flerchinger 2021). Dies verdeutlicht, dass geriatrische Patienten oftmals kognitiv beeinträchtigt sind und dies während des stationären Aufenthaltes besonders berücksichtigt werden sollte. Für diese Patientengruppe veröffentlichte die European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) eine

hilfreiche Leitlinie, um die Entscheidungsfindung zu vereinfachen (Volkert et al. 2015).

In dieser Analyse wird der Zusammenhang zwischen Mortalität und Hypoalbuminämie bei Patienten mit einer proximalen Femurfraktur verdeutlicht. Jedoch ist Mangelernährung nicht der einzige Parameter, der die Mortalitätsrate erhöht. Im Alter gibt es verschiedene, komplexe Vorgänge, die die Mortalitätsrate erhöhen können, und der Ernährungsstatus ist nur ein Teil davon. Jedoch zeigen die Ergebnisse, dass bei einer Behandlung von geriatrischen Patienten die Erfassung des Ernährungsstatus nicht zu vernachlässigen ist. Während des stationären Aufenthaltes sollte die Ernährung angemessen an den Ernährungsstatus des Patienten angepasst werden.

Es gibt Hinweise darauf, dass eine Unterstützung der Ernährung und eine Verbesserung des Ernährungszustandes die Mortalitätsrate und Wundinfektionsrate nach einer operativen Versorgung einer proximalen Femurfraktur verringert. So wies die Studie von He et al. nach, dass Patienten mit angemessener Nahrungsergänzung während des stationären Aufenthaltes ein geringeres Auftreten von Wundinfektionen und periprothetischen Gelenkinfektionen aufwiesen (He et al. 2019; Duncan et al. 2006). Die Studie von Duncan et al. zeigte außerdem, dass die Mortalitätsrate bei Patienten, die zusätzlich durch einen diätischen Berater betreut wurden, signifikant niedriger war (Duncan et al. 2006). Somit sollten sich weitere Studien auf die Versorgung im postoperativen stationären Aufenthalt fokussieren, um die Mortalitätsrate bei mangelernährten Patienten weiter zu senken und die Versorgung des Patienten während des stationären Aufenthaltes bestmöglich zu verbessern.

## 6 Limitationen

Diese Studie ist zunächst eine retrospektive Studie, die potenziellen Verzerrungen unterliegen könnte. Eine dieser Verzerrungen ist die Stichprobenverzerrung (Englisch: selection bias), wodurch die Repräsentanz der Ergebnisse eingeschränkt werden kann. Zusätzlich können Störfaktoren (Englisch: confounders) im Datenmaterial unzureichend dokumentiert werden oder komplett fehlen. Unzureichend dokumentierte und fehlende Angaben in der Patientenakte können zu weiteren Verzerrungen führen. Dies ist eine monozentrische Studie und interne Verfahren können die Aussagekraft der Ergebnisse und Schlussfolgerungen einschränken. Eine weitere Limitation ist die Stichprobengröße. Für zuverlässigere Aussagen zu den Ergebnissen könnte eine größere Stichprobengröße erforderlich sein. Bei 25 % (n = 214) des Gesamtkollektives war keine Bestimmung des Serumalbumins möglich (Abbildung 9). Dies könnte zu weiteren Verzerrungen führen und die Aussagekraft des Serumalbuminwertes einschränken. Zusätzlich könnte eine unvollständige Anamnese bezüglich z. B. Vordiagnosen zu Verzerrungen im CCI führen. Während der Aufnahme der Patienten wurde zudem kein systematisches Screening mit einem Ernährungstool durchgeführt. Zahlreiche Studien empfehlen Testverfahren wie Mini Nutritional Assessment (MNA) und Nutritional Risk Screening (NRS 2002) für ein präziseres Screening der Mangelernährung in der Notaufnahme (Almeida et al. 2012; Barthel et al. 2019; Goost et al. 2016).

Die Körpergröße und das Körpergewicht wurden zumeist anamnestisch erfragt und bei kognitiver Einschränkung des Patienten fremdeingeschätzt. Durch die hüftgelenksnahe Femurfraktur war eine apparative Messung der Körpergröße und des Körpergewichtes erheblich erschwert und wurde in der Regel nicht durchgeführt. In der Folge könnten die Ergebnisse durch fehlerhafte und unpräzise Angaben verfälscht worden sein. Insgesamt war bei 22 % (n = 191) der Patienten keine Bestimmung des BMI möglich, was zu einer kleineren Stichprobengröße führte (Abbildung 8). Eine weitere Limitation ist, dass Komplikationen und zahlreiche Zielparameter anhand des Entlassungsbriefes eruiert wurden. Durch unvollständige und fehlerhafte Angaben im Entlassungsbrief könnte es zu weiteren Verzerrungen des Ergebnisses kommen und der Einfluss der Mangelernährung auf das postoperative Ergebnis verfälscht werden. Verglichen mit der neueren Literatur

stimmen die vorliegenden Daten und Ergebnisse in den meisten Fällen jedoch überein.

## 7 Zusammenfassung

### 7.1 Deutsche Zusammenfassung

*Hintergrund:* Im Zuge des demografischen Wandels in Deutschland nimmt die Anzahl jüngerer Patienten ab und die Anzahl älterer Patienten zu. Die zunehmende Zahl älterer Menschen führt dazu, dass die Gruppe der geriatrischen Patienten in den Kliniken zunehmend größer wird und dementsprechend die Relevanz dieser Gruppe im klinischen Alltag immer weiter steigt. Im Alter nimmt die Anzahl der möglichen Frakturen erheblich zu. Mangelernährung im Alter ist ein bekannter Risikofaktor für eine erhöhte Anzahl an Komplikationen und Mortalität. Ziel der Arbeit ist es, den Einfluss von Mangelernährung anhand der Parameter Albumin und BMI auf das Outcome von Patienten mit hüftgelenksnaher Fraktur zu bestimmen.

*Methoden:* In der retrospektiven Arbeit wurden die Daten von sämtlichen Patienten im Zeitraum 2017 bis 2019, die eine mediale Schenkelhalsfraktur oder eine pertrochantäre Femurfraktur aufwiesen und operativ behandelt wurden, analysiert. Komplikationen und andere Behandlungsdaten wurden aus der jeweiligen Patientenakte ausgewertet. Eingeschlossen waren Patienten mit einer hüftgelenksnahen Femurfraktur, die 70 Jahre alt oder älter waren. Patienten mit einer periprothetischen Fraktur, fehlendem BMI oder fehlendem Serumalbuminwert wurden nicht miteingeschlossen.

*Ergebnisse:* Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> waren häufiger weiblich. Patienten mit einer Hypoalbuminämie hatten einen signifikant höheren ASA-Score, einen höheren Wert im Charlson-Komorbiditätsindex, niedrigere Hämoglobinwerte und einen niedrigeren Quick-Wert. Im Vergleich zu Patienten mit einem normalen Albuminspiegel zeigte sich bei Patienten mit einer Hypoalbuminämie eine deutlich erhöhte Rate von Komplikationen (57,9 % vs. 46,7 %, p = 0,04) und Mortalität (10,3 % vs. 4,1 %, p = 0,02). Im Vergleich waren Mortalität und Komplikationen bei Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> nicht signifikant höher als bei Patienten mit einem BMI über 20 kg/m<sup>2</sup>. Zusätzlich waren der Blutverlust und die Rate an

Transfusionen mit Erythrozytenkonzentraten bei Patienten mit einer Hypoalbuminämie höher. Bei Patienten mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> zeigte sich ein höheres Risiko für eine notwendige Reanimation intraoperativ (2,6 % vs. 0,4 %, p = 0,05). In der Regressionsanalyse nach Adjustierung ließen sich diese Ergebnisse jedoch nicht bestätigen.

*Schlussfolgerung:* Hypoalbuminämie könnte ein Hinweis auf Patienten mit niedrigem Hämoglobinwert, kürzerer Prothrombinzeit und höherem ASA-Score sein. Hypoalbuminämie steht im Zusammenhang mit einer höheren Rate an Mortalität und postoperativen Komplikationen. Im Vergleich zu BMI ist Albumin ein zuverlässigerer Parameter zur Bestimmung des Ergebnisses nach operativer Versorgung einer hüftgelenksnahen Femurfraktur. Jedoch ist Albumin kein unabhängiger Faktor und muss stets im Zusammenhang mit anderen Risikofaktoren und Komorbiditäten betrachtet werden. Verglichen mit einem BMI unter 20 kg/m<sup>2</sup> waren niedrige Albuminwerte mit einem höheren Charlson-Komorbiditätsindex und ASA-Score verbunden.

## 7.2 Summary

*Background:* In the course of demographic change in Germany, the number of younger patients is decreasing, and the number of older patients is increasing. The increasing number of older people means that the group of geriatric patients in the clinic is growing and accordingly the relevance of this group is increasing in everyday clinical practice. With increasing age, the number of fractures increases significantly. Malnutrition in old age is a known risk factor for a higher rate of complications and mortality. The aim of the work is to determine the impact of malnutrition on the prognosis of hip fracture patients based on albumin and BMI.

*Methods:* In the retrospective work, we analyzed data from all patients in the period 2017 to 2019 with a fracture of the proximal femur who were treated surgically. Complications and other treatment data were evaluated from hospital information systems and the respective patient chart. Patients with a fracture of the proximal femur who were 70 years of age or older were included. Patients who were missing their BMI, serum albumin value or had a periprosthetic fracture were not included.

*Results:* A significant majority of patients with a BMI lower than 20 kg/m<sup>2</sup> were females. The hypoalbuminemia patient group had significantly higher ASA scores, higher Charlson Comorbidity Index scores, lower hemoglobin levels and lower prothrombin time. In patients with hypoalbuminemia, there was a significantly higher rate of mortality (10.3 % vs. 4.1 %,  $p = 0.02$ ) and complications (57.9 % vs. 46.7 %,  $p = 0.04$ ) compared to patients with a normal albumin level. In comparison, mortality and complications were not significantly higher in patients with a BMI below 20 kg/m<sup>2</sup> than in patients with a BMI above 20 kg/m<sup>2</sup>. In addition, blood loss and the rate of red blood cell transfusions were higher in patients with hypoalbuminemia. Patients who had a BMI less than 20 kg/m<sup>2</sup> had an increased chance of needing for intraoperative cardiopulmonary resuscitation (2.6 % vs. 0.4 %,  $p = 0.05$ ). However, the regression analysis was unable to support these findings.

*Conclusions:* Patients who have a lower hemoglobin value, shorter prothrombin time, or higher ASA grade may be more susceptible to hypoalbuminemia. It is

linked to a increased mortality rate and postsurgical complications. Compared to BMI, albumin is a more reliable parameter for determining the outcome after surgical treatment of a hip fracture. Albumin is not a standalone variable and should be considered in connection with other risk factors and comorbidities. Low albumin levels were linked to higher Charlson Comorbidity Index and ASA scores when compared to a BMI under 20 kg/m<sup>2</sup>.

## 8 Veröffentlichungen im Rahmen des Promotionsvorhabens

Bastian Pass, **Fahd Malek**, Moritz Rommelmann, Rene Aigner, Tom Knauf, Daphne Eschbach, Bjoern Hussmann, Alexander Maslaris, Sven Lendemans, Carsten Schoeneberg: The Influence of Malnutrition Measured by Hypalbuminemia and Body Mass Index on the Outcome of Geriatric Patients with a Fracture of the Proximal Femur

*Medicina* **2022**, Nov 7;58(11):1610. doi: 10.3390/medicina58111610

## 9 Literaturverzeichnis

1. ASA Physical Status Classification System (2022). Online verfügbar unter <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system>, zuletzt aktualisiert am 17.04.2022, zuletzt geprüft am 17.04.2022.
2. A healthy lifestyle - WHO recommendations (2023). Online verfügbar unter <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>, zuletzt aktualisiert am 08.02.2023, zuletzt geprüft am 23.02.2023.
3. Ades, Philip A.; Savage, Patrick D. (2010): The obesity paradox: perception vs knowledge. In: *Mayo Clinic proceedings* 85 (2), S. 112–114. DOI: 10.4065/mcp.2009.0777.
4. Akinleye, Sheriff D.; Garofolo, Garret; Culbertson, Maya Deza; Homel, Peter; Erez, Orry (2018): The Role of BMI in Hip Fracture Surgery. In: *Geriatric orthopaedic surgery & rehabilitation* 9, 2151458517747414. DOI: 10.1177/2151458517747414.
5. Almeida, Ana Isabel; Correia, Marta; Camilo, Maria; Ravasco, Paula (2012): Nutritional risk screening in surgery: valid, feasible, easy! In: *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* 31 (2), S. 206–211. DOI: 10.1016/j.clnu.2011.10.003.
6. Áncer-Rodríguez, Patricia R.; Porrata-Mauri, Carmen; Hernández-Triana, Manuel; Salinas-Zamora, Karla; Bernal-García, Verónica; Trejo-Guzmán, Samantha et al. (2014): Nutritional screening and prevalence of hospital malnutrition risk. University Hospital of the UANL, Monterrey. In: *Medicina Universitaria* 16 (65), S. 165–170. Online verfügbar unter <https://www.elsevier.es/en-revista-medicina-universitaria-304-articulo-nutritional-screening-prevalence-hospital-malnutrition-X1665579614676013>.

7. Arastéh, Keikawus (2009): Innere Medizin. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).
8. Banack, H. R.; Stokes, A. (2017): The 'obesity paradox' may not be a paradox at all. In: *International journal of obesity (2005)* 41 (8), S. 1162–1163. DOI: 10.1038/ijo.2017.99.
9. Barthel, J.; Fischer, M.; Aigner, R.; Hack, J.; Bücking, B.; Ruchholtz, S.; Eschbach, D. (2019): Erfassung von Mangelernährung bei geriatrischen Traumapatienten : Eine erneute Bestandsaufnahme. In: *Der Unfallchirurg* 122 (11), S. 864–869. DOI: 10.1007/s00113-018-0595-3.
10. Bell, J. J.; Bauer, J. D.; Capra, S.; Pulle, R. C. (2014): Concurrent and predictive evaluation of malnutrition diagnostic measures in hip fracture inpatients: a diagnostic accuracy study. In: *European journal of clinical nutrition* 68 (3), S. 358–362. DOI: 10.1038/ejcn.2013.276.
11. Bell, Jack J.; Pulle, Ranjeev C.; Crouch, Alisa M.; Kuys, Suzanne S.; Ferrier, Rebecca L.; Whitehouse, Sarah L. (2016): Impact of malnutrition on 12-month mortality following acute hip fracture. In: *ANZ journal of surgery* 86 (3), S. 157–161. DOI: 10.1111/ans.13429.
12. Bharadwaj, Shishira; Ginoya, Shaiva; Tandon, Parul; Gohel, Tushar D.; Guirguis, John; Vallabh, Hiren et al. (2016): Malnutrition: laboratory markers vs nutritional assessment. In: *Gastroenterology report* 4 (4), S. 272–280. DOI: 10.1093/gastro/gow013.
13. Bohl, Daniel D.; Shen, Mary R.; Hannon, Charles P.; Fillingham, Yale A.; Darrith, Brian; Della Valle, Craig J. (2017): Serum Albumin Predicts Survival and Postoperative Course Following Surgery for Geriatric Hip Fracture. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 99 (24), S. 2110–2118. DOI: 10.2106/JBJS.16.01620.
14. Bohl, Daniel D.; Shen, Mary R.; Kayupov, Erdan; Della Valle, Craig J. (2016): Hypoalbuminemia Independently Predicts Surgical Site Infection, Pneumonia, Length of Stay, and Readmission After Total Joint Arthroplasty. In: *The Journal of arthroplasty* 31 (1), S. 15–21. DOI: 10.1016/j.arth.2015.08.028.

15. Borchelt M, Kolb G, Lübke N, Lüttje D, Meyer AK, Nikolaus T, Pientka L, von Renteln-Kruse W, Schramm A, Siegel NR, Steinhagen-Thiessen E, Vogel W, Wehmeyer J, Wrobel N: Abgrenzungskriterien der Geriatrie V1.3. In: *Gemeinsame Arbeitsgruppe der Bundesarbeitsgemeinschaft der Klinisch-Geriatriischen Einrichtungen e.V., der Deutschen Gesellschaft für Geriatrie e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Gerontologie und Geriatrie e.V.* 2004.
16. Bowditch, M. G.; Villar, R. N. (1999): Do obese patients bleed more? A prospective study of blood loss at total hip replacement. In: *Annals of The Royal College of Surgeons of England* 81 (3), S. 198–200. Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2503181/>.
17. Bücking, Benjamin; Liener, Ulrich; Bliemel, Christopher; Ruchholtz, Steffen (2018): Unfallchirurgisch-geriatriisches Co-Management in der Alterstraumatologie. In: *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date* 13 (04), S. 343–356. DOI: 10.1055/s-0043-118309.
18. Bühren, Volker; Keel, Marius; Marzi, Ingo (2016): Checkliste Traumatologie. Unter Mitarbeit von Peter Augat. 8., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag (Checklisten der aktuellen Medizin).
19. Cao, Guorui; Yang, Xiuli; Yue, Chen; Tan, Honglue; Xu, Hong; Huang, Zeyu et al. (2021): The effect of body mass index on blood loss and complications in simultaneous bilateral total hip arthroplasty: A multicenter retrospective study. In: *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)* 29 (3), 23094990211061209. DOI: 10.1177/23094990211061209.
20. Charlson, Mary; Szatrowski, Ted P.; Peterson, Janey; Gold, Jeffrey (1994): Validation of a combined comorbidity index. In: *Journal of Clinical Epidemiology* 47 (11), S. 1245–1251. DOI: 10.1016/0895-4356(94)90129-5.
21. Charlson, Mary E.; Pompei, Peter; Ales, Kathy L.; MacKenzie, C.Ronald (1987): A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. In: *Journal of Chronic Diseases* 40 (5), S. 373–383. DOI: 10.1016/0021-9681(87)90171-8.

22. Clavien, P. A.; Sanabria, J. R.; Strasberg, S. M. (1992): Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. In: *Surgery* 111 (5), S. 518–526.
23. Darwich, Ali; Assaf, Elio; Klein, Roman; Gravius, Sascha; Wöfl, Christoph G.; Jawhar, Ahmed (2021): Einflussfaktoren auf die Mortalität bei Patienten mit hüftgelenknahen Frakturen an einem regionalen Traumazentrum. In: *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 54 (6), S. 561–570. DOI: 10.1007/s00391-021-01869-9.
24. DGEM (2019): Definition: Mangelernährung. Online verfügbar unter <https://www.dgem.de/definition-mangelern%C3%A4hrung>, zuletzt aktualisiert am 16.05.2022, zuletzt geprüft am 20.02.2023.
25. DGOOC - Immer mehr ältere Patienten in Orthopädie und Unfallchirurgie (2022). Online verfügbar unter <https://dgooc.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilungen-zum-dkou/875-immer-mehr-aelttere-patienten-in-orthopaedie-und-unfallchirurgie>, zuletzt aktualisiert am 23.04.2022, zuletzt geprüft am 23.04.2022.
26. Di Francesco, Vincenzo; Fantin, Francesco; Omizzolo, Francesca; Residori, Luigi; Bissoli, Luisa; Bosello, Ottavio; Zamboni, Mauro (2007): The anorexia of aging. In: *Digestive diseases (Basel, Switzerland)* 25 (2), S. 129–137. DOI: 10.1159/000099477.
27. Dindo, Daniel; Demartines, Nicolas; Clavien, Pierre-Alain (2004): Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. In: *Annals of surgery* 240 (2), S. 205–213. DOI: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae.
28. Duncan, Donna Georgina; Beck, Susan Janet; Hood, KerENZA; Johansen, Antony (2006): Using dietetic assistants to improve the outcome of hip fracture: a randomised controlled trial of nutritional support in an acute trauma ward. In: *Age and ageing* 35 (2), S. 148–153. DOI: 10.1093/ageing/afj011.
29. Eschbach, D.; Bliemel, C.; Aigner, R.; Rolfes, C.; Ruchholtz, S.; Buecking, B. (2018): Mangelernährung bei geriatrischen Traumapatienten.

- In: *Arthritis und Rheuma* 38 (02), S. 97–102. DOI: 10.1055/s-0038-1649288.
30. Fávaro-Moreira, Nádia Cristina; Krausch-Hofmann, Stefanie; Matthys, Christophe; Vereecken, Carine; Vanhauwaert, Erika; Declercq, Anja et al. (2016): Risk Factors for Malnutrition in Older Adults: A Systematic Review of the Literature Based on Longitudinal Data. In: *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)* 7 (3), S. 507–522. DOI: 10.3945/an.115.011254.
31. Flikweert, E. R.; Wendt, K. W.; Diercks, R. L.; Izaks, G. J.; Landsheer, D.; Stevens, M.; Reininga, I. H. F. (2018): Complications after hip fracture surgery: are they preventable? In: *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society* 44 (4), S. 573–580. DOI: 10.1007/s00068-017-0826-2.
32. Garcia, Grant H.; Fu, Michael C.; Dines, David M.; Craig, Edward V.; Gulotta, Lawrence V. (2016): Malnutrition: a marker for increased complications, mortality, and length of stay after total shoulder arthroplasty. In: *Journal of shoulder and elbow surgery* 25 (2), S. 193–200. DOI: 10.1016/j.jse.2015.07.034.
33. Gatta, Angelo; Verardo, Alberto; Bolognesi, Massimo (2012): Hypoalbuminemia. In: *Internal and emergency medicine* 7 Suppl 3, S193–9. DOI: 10.1007/s11739-012-0802-0.
34. Geurden, B.; Franck, E.; Weyler, J.; Ysebaert, D. (2015): The Risk of Malnutrition in Community-Living Elderly on Admission to Hospital for Major Surgery. In: *Acta chirurgica Belgica* 115 (5), S. 341–347. DOI: 10.1080/00015458.2015.11681126.
35. Goost, Hans; Vidakovic, Eva; Deborre, Christoph; Randau, Thomas; Wirtz, Dieter C.; Burger, Christof et al. (2016): Malnutrition in geriatric trauma patients: Screening methods in comparison. In: *Technology and health care : official journal of the European Society for Engineering and Medicine* 24 (2), S. 225–239. DOI: 10.3233/THC1112.
36. Hack, J.; Bücking, B.; Eschbach, D.; Ruchholtz, S. (2017): Hüftendoprothetik nach Trauma. In: *Trauma Berufskrankh* 19 (S2), S. 192–197. DOI: 10.1007/s10039-017-0246-x.

37. He, Yaoquan; Xiao, Jun; Shi, Zhanjun; He, Jinwen; Li, Tao (2019):  
Supplementation of enteral nutritional powder decreases surgical site infection, prosthetic joint infection, and readmission after hip arthroplasty in geriatric femoral neck fracture with hypoalbuminemia. In: *Journal of orthopaedic surgery and research* 14 (1), S. 292. DOI: 10.1186/s13018-019-1343-2.
38. Kamruzzaman, Md (2021): Is BMI associated with anemia and hemoglobin level of women and children in Bangladesh: A study with multiple statistical approaches. In: *PloS one* 16 (10), e0259116. DOI: 10.1371/journal.pone.0259116.
39. Kishawi, Deena; Schwarzman, Garrett; Mejia, Alfonso; Hussain, Awais K.; Gonzalez, Mark H. (2020): Low Preoperative Albumin Levels Predict Adverse Outcomes After Total Joint Arthroplasty. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 102 (10), S. 889–895. DOI: 10.2106/JBJS.19.00511.
40. Korbmacher, J. G.; Schulze-Raestrup, U.; Nowak, H.; Smektala, R. (2021): Proximale osteosynthetisch versorgte Femurfrakturen: Der Versorgungszeitpunkt verzögert sich bei vorbestehender Antikoagulation : Ergebnisse der Daten der externen stationären Qualitätssicherung aus Nordrhein-Westfalen mit einer Fallzahl von 24.786 Fällen im Rahmen sekundärer Datennutzung. In: *Der Unfallchirurg* 124 (8), S. 642–650. DOI: 10.1007/s00113-020-00923-2.
41. Krämer, Jürgen; Grifka, Joachim; Kleinert, Heinrich (2007): Orthopädie, Unfallchirurgie. 8., neubearb. und erw. Aufl. Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).
42. Kyle, U.G; Pirlich, M.; Schuetz, T.; Luebke, H.J; Lochs, H.; Pichard, C. (2003): Prevalence of malnutrition in 1760 patients at hospital admission: a controlled population study of body composition. In: *Clinical Nutrition* 22 (5), S. 473–481. DOI: 10.1016/S0261-5614(03)00049-9.
43. Li, Shaoguang; Zhang, Jianzheng; Zheng, Huayong; Wang, Xiaowei; Liu, Zhi; Sun, Tiangsheng (2019): Prognostic Role of Serum Albumin, Total Lymphocyte Count, and Mini Nutritional Assessment on Outcomes After

- Geriatric Hip Fracture Surgery: A Meta-Analysis and Systematic Review.  
In: *The Journal of arthroplasty* 34 (6), S. 1287–1296. DOI:  
10.1016/j.arth.2019.02.003.
44. Liu, Yan; Wang, Zhiqian; Xiao, Wenliang (2018): Risk factors for mortality in elderly patients with hip fractures: a meta-analysis of 18 studies. In: *Aging clinical and experimental research* 30 (4), S. 323–330. DOI: 10.1007/s40520-017-0789-5.
45. Löser, C. (2001): Mangelernährung im Krankenhaus--Prävalenz, klinische Folgen, Budgetrelevanz. In: *Deutsche medizinische Wochenschrift (1946)* 126 (24), S. 729–734. DOI: 10.1055/s-2001-15034.
46. Löser, Christian; Jordan, Angela; Wegner, Ellen (2019): Mangel- und Unterernährung. Strategien und Rezepte: wieder zu Kräften kommen und zunehmen. 2. Auflage. Stuttgart: TRIAS. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1943443>.
47. Mai, Tobias; Flerchinger, Christa (2021): Prävalenz kognitiver Beeinträchtigungen in der pflegerischen Akutversorgung – Analyse und Vergleich von Routinedaten. In: *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 54 (3), S. 264–271. DOI: 10.1007/s00391-020-01722-5.
48. Malafarina, Vincenzo; Reginster, Jean-Yves; Cabrerizo, Sonia; Bruyère, Olivier; Kanis, John A.; Martinez, J. Alfredo; Zulet, M. Angeles (2018): Nutritional Status and Nutritional Treatment Are Related to Outcomes and Mortality in Older Adults with Hip Fracture. In: *Nutrients* 10 (5). DOI: 10.3390/nu10050555.
49. Mayerhöfer, Timo; Wiedermann, Christian J.; Joannidis, Michael (2021): Einsatz von Albumin : State of the art. In: *Medizinische Klinik, Intensivmedizin Und Notfallmedizin* 116 (8), S. 655–664. DOI: 10.1007/s00063-021-00875-4.
50. Meckel, Nina (2022): Was ist Geriatrie? Online verfügbar unter <https://www.dggeriatrie.de/nachwuchs/91-was-ist-geriatrie.htm>, zuletzt aktualisiert am 15.04.2022, zuletzt geprüft am 15.04.2022.

51. Mendelson, Daniel Ari; Friedman, Susan M. (2014): Principles of comanagement and the geriatric fracture center. In: *Clinics in geriatric medicine* 30 (2), S. 183–189. DOI: 10.1016/j.cger.2014.01.016.
52. Mitrache, C.; Passweg, J. R.; Libura, J.; Petrikkos, L.; Seiler, W. O.; Gratwohl, A. et al. (2001): Anemia: an indicator for malnutrition in the elderly. In: *Annals of hematology* 80 (5), S. 295–298. DOI: 10.1007/s002770100287.
53. Mueller, Charles; Compher, Charlene; Ellen, Druyan Mary (2011): A.S.P.E.N. clinical guidelines: Nutrition screening, assessment, and intervention in adults. In: *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition* 35 (1), S. 16–24. DOI: 10.1177/0148607110389335.
54. Müller, Maurice E.; Koch, Peter; Nazarian, Serge; Schatzker, Joseph (1990): The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones. Unter Mitarbeit von Urs Heim, Serge Nazarian, Peter Koch und Joseph Schatzker. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6489225>.
55. Murphy, M. C.; Brooks, C. N.; New, S. A.; Lumbers, M. L. (2000): The use of the Mini-Nutritional Assessment (MNA) tool in elderly orthopaedic patients. In: *European journal of clinical nutrition* 54 (7), S. 555–562. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1601055.
56. Nakanishi, Nobuhiro; Kaikita, Koichi; Ishii, Masanobu; Kuyama, Naoto; Tabata, Noriaki; Ito, Miwa et al. (2022): Malnutrition-associated high bleeding risk with low thrombogenicity in patients undergoing percutaneous coronary intervention. In: *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD* 32 (5), S. 1227–1235. DOI: 10.1016/j.numecd.2022.01.016.
57. Neumann, C. J.; Schulze-Raestrup, U.; Müller-Mai, C. M.; Smektala, R. (2022): Entwicklung der stationären Versorgungsqualität operativ behandelter Patienten mit einer proximalen Femurfraktur in Nordrhein-Westfalen : Eine Analyse über 61.249 Behandlungsverläufe auf Grundlage der Daten der externen stationären Qualitätssicherung. In: *Unfallchirurgie*

- (Heidelberg, Germany) 125 (8), S. 634–646. DOI: 10.1007/s00113-021-01065-9.
58. Niethard, Fritz U.; Pfeil, Joachim; Biberthaler, Peter (2009): Orthopädie und Unfallchirurgie. 78 Tabellen ; [inklusive Video CD-ROM]. 6., vollst. überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).
59. Noring-Agerskov, Debbie; Laulund, Anne Sofie; Lauritzen, Jes Bruun; Duus, Benn Rønnow; van der Mark, Susanne; Mosfeldt, Mathias; Jørgensen, Henrik Løvendahl (2013): Metaanalysis of risk factors for mortality in patients with hip fracture. In: *Danish medical journal* 60 (8), A4675.
60. O'Leary, Lawrence; Jayatilaka, Lara; Leader, Ross; Fountain, James (2021): Poor nutritional status correlates with mortality and worse postoperative outcomes in patients with femoral neck fractures. In: *The bone & joint journal* 103-B (1), S. 164–169. DOI: 10.1302/0301-620X.103B1.BJJ-2020-0991.R1.
61. Oreopoulos, Antigone; Padwal, Raj; Kalantar-Zadeh, Kamyar; Fonarow, Gregg C.; Norris, Colleen M.; McAlister, Finlay A. (2008): Body mass index and mortality in heart failure: a meta-analysis. In: *American heart journal* 156 (1), S. 13–22. DOI: 10.1016/j.ahj.2008.02.014.
62. Organization, World Health (2000): Obesity. Preventing and managing the global epidemic ; report of a WHO Consultation ; [1999, Geneva]. Geneva: World Health Organization (WHO technical report series, 894). Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=284780>.
63. Pimlott, Bryan J.; Jones, C. Allyson; Beaupre, Lauren A.; Johnston, D. W. C.; Majumdar, Sumit R. (2011): Prognostic impact of pre-operative albumin on short-term mortality and complications in patients with hip fracture. In: *Archives of gerontology and geriatrics* 53 (1), S. 90–94. DOI: 10.1016/j.archger.2010.06.018.
64. Pirlich, M.; Schwenk, A.; Müller, M. J. (2003): DGEM-Leitlinie Enterale Ernährung: Ernährungsstatus. In: *Akt Ernähr Med* 28, S. 10–25. DOI: 10.1055/s-2003-36934.

65. Pirlich, Matthias; Schütz, Tatjana; Kempfs, Martin; Luhman, Niklas; Minko, Natalie; Lübke, Heinrich Josef et al. (2005): Social risk factors for hospital malnutrition. In: *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)* 21 (3), S. 295–300. DOI: 10.1016/j.nut.2004.06.023.
66. Pirlich, Matthias; Schütz, Tatjana; Norman, Kristina; Gastell, Sylvia; Lübke, Heinrich Josef; Bischoff, Stephan C. et al. (2006): The German hospital malnutrition study. In: *Clinical Nutrition* 25 (4), S. 563–572. DOI: 10.1016/j.clnu.2006.03.005.
67. Protopapas, Aristotle D. (2016): Does Body Mass Index Affect Mortality in Coronary Surgery? In: *The open cardiovascular medicine journal* 10, S. 240–245. DOI: 10.2174/1874192401610010240.
68. Rapp, Kilian; Becker, Clemens; Todd, Chris; Rothenbacher, Dietrich; Schulz, Claudia; König, Hans-Helmut et al. (2020): The Association Between Orthogeriatric Co-Management and Mortality Following Hip Fracture. In: *Deutsches Arzteblatt international* 117 (4), S. 53–59. DOI: 10.3238/arztebl.2020.0053.
69. Raschke, Michael; Everding, Jens (2019): SOP Proximale Femurfraktur. In: *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date* 14 (02), S. 120–126. DOI: 10.1055/a-0602-6125.
70. Rassow, Joachim (2016): Biochemie. Unter Mitarbeit von Rainer Deutzmann, Karin Hauser und Roland Netzker. 4. Auflage. Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).
71. Rupp, Markus; Walter, Nike; Pfeifer, Christian; Lang, Siegmund; Kerschbaum, Maximilian; Krutsch, Werner et al. (2021): The Incidence of Fractures Among the Adult Population of Germany—an Analysis From 2009 through 2019. In: *Deutsches Arzteblatt international* 118 (40), S. 665–669. DOI: 10.3238/arztebl.m2021.0238.
72. Ryan, Sean; Politzer, Cary; Fletcher, Amanda; Bolognesi, Michael; Seyler, Thorsten (2018): Preoperative Hypoalbuminemia Predicts Poor Short-term Outcomes for Hip Fracture Surgery. In: *Orthopedics* 41 (6), e789-e796. DOI: 10.3928/01477447-20180912-03.

73. Saklad, Meyer (1941): GRADING OF PATIENTS FOR SURGICAL PROCEDURES. In: *Anesthesiology* 2 (3), S. 281–284. DOI: 10.1097/00000542-194105000-00004.
74. Schoeneberg, Carsten; Pass, Bastian; Volland, Ruth; Knobe, Matthias; Eschbach, Daphne; Ketter, Vanessa et al. (2021): Four-month outcome after proximal femur fractures and influence of early geriatric rehabilitation: data from the German Centres of Geriatric Trauma DGU. In: *Archives of osteoporosis* 16 (1), S. 68. DOI: 10.1007/s11657-021-00930-9.
75. Selberg, O.; Sel, S. (2001): The adjunctive value of routine biochemistry in nutritional assessment of hospitalized patients. In: *Clinical Nutrition* 20 (6), S. 477–485. DOI: 10.1054/clnu.2001.0427.
76. Serón-Arbeloa, Carlos; Labarta-Monzón, Lorenzo; Puzo-Foncillas, José; Mallor-Bonet, Tomas; Lafita-López, Alberto; Bueno-Vidales, Néstor; Montoro-Huguet, Miguel (2022): Malnutrition Screening and Assessment. In: *Nutrients* 14 (12). DOI: 10.3390/nu14122392.
77. Silbernagl, Stefan; Despopoulos, Agamemnon (2001): Taschenatlas der Physiologie. Gemeinschaftsausg., 5., komplett überarb. und neu gestaltete Aufl. Stuttgart, New York, München: Thieme; Dt. Taschenbuch-Verl. (Flexibles Taschenbuch).
78. Soleymanian, Tayebbeh; Ghods, Ahad (2011): The deleterious effect of metabolic acidosis on nutritional status of hemodialysis patients. In: *Saudi journal of kidney diseases and transplantation : an official publication of the Saudi Center for Organ Transplantation, Saudi Arabia* 22 (6), S. 1149–1154.
79. Statistisches Bundesamt (2019): Demografischer Wandel in Deutschland: Ursachen und Folgen. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/_inhalt.html), zuletzt aktualisiert am 01.08.2019, zuletzt geprüft am 23.04.2022.
80. Statistisches Bundesamt (2021): Bis 2035 wird die Zahl der Menschen ab 67 Jahre um 22&nbsp;% steigen. Online verfügbar unter

[https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/09/PD21\\_459\\_12411.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/09/PD21_459_12411.html), zuletzt aktualisiert am 30.09.2021, zuletzt geprüft am 23.04.2022.

81. Stratton, Rebecca J.; Elia, Marinos (2007): A review of reviews: A new look at the evidence for oral nutritional supplements in clinical practice. In: *Clinical Nutrition Supplements* 2 (1), S. 5–23. DOI: 10.1016/j.clnu.2007.04.004.
82. Sun, Jia-Kui; Sun, Fang; Wang, Xiang; Yuan, Shou-Tao; Zheng, Shu-Yun; Mu, Xin-Wei (2015): Risk factors and prognosis of hypoalbuminemia in surgical septic patients. In: *PeerJ* 3, e1267. DOI: 10.7717/peerj.1267.
83. Tannen, A.; Schütz, T.; Dassen, T.; van Nie-Visser, N.; Meijers, J.; Halfens, R. (2008): Mangelernährung in deutschen Pflegeheimen und Krankenhäusern - Pflegebedarf und pflegerische Versorgung. In: *Akt Ernähr Med* 33 (04), S. 177–183. DOI: 10.1055/s-2008-1067454.
84. Thiem, U.; Greuel, H. W.; Reingraber, A.; Koch-Gwinner, P.; Püllen, R.; Heppner, H. J.; Pfisterer, M. (2012): Positionspapier zur Identifizierung geriatrischer Patienten in Notaufnahmen in Deutschland: consensus for the identification of geriatric patients in the emergency care setting in Germany. In: *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* 45 (4), S. 310–314. DOI: 10.1007/s00391-012-0342-2.
85. Tiihonen, Raine; Helkamaa, Teemu; Nurmi-Lüthje, Ilona; Kaukonen, Juha-Pekka; Kataja, Matti; Lüthje, Peter (2022): Patient-specific factors affecting survival following hip fractures-a 14-year follow-up study in Finland. In: *Archives of osteoporosis* 17 (1), S. 107. DOI: 10.1007/s11657-022-01148-z.
86. Tucker, H. N.; Miguel, S. G. (1996): Cost containment through nutrition intervention. In: *Nutrition reviews* 54 (4 Pt 1), S. 111–121. DOI: 10.1111/j.1753-4887.1996.tb03885.x.
87. Valentini, L.; Volkert, D.; Schütz, T.; Ockenga, J.; Pirlich, M.; Druml, W. et al. (2013): Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM). In: *Akt Ernähr Med* 38 (02), S. 97–111. DOI: 10.1055/s-0032-1332980.

88. Vallner, J. J. (1977): Binding of drugs by albumin and plasma protein. In: *Journal of pharmaceutical sciences* 66 (4), S. 447–465. DOI: 10.1002/jps.2600660402.
89. Volkert, Dorothee; Chourdakis, Michael; Faxen-Irving, Gerd; Frühwald, Thomas; Landi, Francesco; Suominen, Merja H. et al. (2015): ESPEN guidelines on nutrition in dementia. In: *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* 34 (6), S. 1052–1073. DOI: 10.1016/j.clnu.2015.09.004.
90. Walther, L. E.; Nikolaus, T.; Schaaf, H.; Hörmann, K. (2008): Schwindel und Stürze im Alter. Teil 1: Epidemiologie, Pathophysiologie, vestibuläre Diagnostik und Sturzrisiko. In: *HNO* 56 (8), 833-41; quiz 842. DOI: 10.1007/s00106-008-1797-8.
91. Wang, Mingya; Chen, Ming; Ao, Hushan; Chen, Sipeng; Wang, Zhifa (2017): The Effects of Different BMI on Blood Loss and Transfusions in Chinese Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting. In: *Annals of thoracic and cardiovascular surgery : official journal of the Association of Thoracic and Cardiovascular Surgeons of Asia* 23 (2), S. 83–90. DOI: 10.5761/atcs.oa.16-00219.
92. Wiedermann, Christian J. (2021): Hypoalbuminemia as Surrogate and Culprit of Infections. In: *International journal of molecular sciences* 22 (9). DOI: 10.3390/ijms22094496.
93. Williams, David G. A.; Ohnuma, Tetsu; Haines, Krista L.; Krishnamoorthy, Vijay; Raghunathan, Karthik; Sulo, Suela et al. (2021): Association between early postoperative nutritional supplement utilisation and length of stay in malnourished hip fracture patients. In: *British journal of anaesthesia* 126 (3), S. 730–737. DOI: 10.1016/j.bja.2020.12.026.
94. Wysokiński, Adam; Sobów, Tomasz; Kłoszewska, Iwona; Kostka, Tomasz (2015): Mechanisms of the anorexia of aging-a review. In: *Age (Dordrecht, Netherlands)* 37 (4), S. 9821. DOI: 10.1007/s11357-015-9821-x.
95. Zhang, Jiao; Xu, Lingzhong; Li, Jiajia; Sun, Long; Qin, Wenzhe; Ding, Gan et al. (2019): Gender differences in the association between body mass index and health-related quality of life among adults:a cross-

sectional study in Shandong, China. In: *BMC public health* 19 (1), S. 1021. DOI: 10.1186/s12889-019-7351-7.

## 9 Anhang

### 9.1 Lebenslauf

### 9.2 Verzeichnis der akademischen Lehrer/-innen

#### 9.2.1 Ruhr-Universität Bochum

Meine akademischen Lehrer waren die Damen und Herren:

Brand-Saberi, Burger, Düring, Erdmann, Faustmann, Förster, Funke, Hasenbring  
Keudell, Kienitz, Krieger, Lemm, Linke, Manahan-Vaughan, Maricic, Napirei,  
Obermann, Petrasch-Parwez, Platta, Pott, Rassow, Schliebs, Sitek, Strauch, Tatzelt  
Theis, Theiß.

#### 9.2.2 Universität Duisburg-Essen

Meine akademischen Lehrer waren die Damen und Herren:

Bajanowski, Buderath, Buer, Burggraf, Dammann, Dissemmond, Dobrev, Dodel, Dolf, Dudda, Dührsen, Dziobaka, Eisenberger, Feldhaus, Fender, Fiedler, Göthert, Hadaschik, Herbstreit, Hoyer, Jäger, Kauther, Kehrmann, Kimmig, Knipp, Möller, Mosel, Neumann, Rassaf, Rehme, Reinhardt, Scherbaum, Schmidt, Siffert, Sörgel, Steinmetz, Sure, Totzeck, Treckmann, Verheyen, Weber, Wedemeyer, Wegner, Wendt, Weymann, Witzke.

### 9.3 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Promotion unterstützt und motiviert haben.

Zunächst geht mein herzlicher Dank an meinen Doktorvater, Herr Prof. Dr. med. Carsten Schöneberg, der diese Arbeit betreut hat. Ich bedanke mich bei Herr Prof. Dr. Carsten Schöneberg und Herr Dr. med. Bastian Paß für die zahlreichen hilfreichen Kommentare und Kritiken.

Ich möchte mich bedanken bei Cedric Jüssen, Jan Kanho, Jonas Straßdat und Vinh-Phuc Tran für die hilfreichen Verbesserungsvorschläge.

Ein besonderer Dank geht an meine Familie und an meinen Eltern, Shahin und Shabbir Malek, die mir immer zur Seite standen. Ich bin Ihnen für ihre Geduld, Unterstützung und Rücksichtnahme sehr dankbar.

Zu guter Letzt danke ich meiner zukünftigen Ehefrau Alisha, die mich während der Fertigstellung dieser Arbeit immer unterstützt hat und mir stets liebevoll motivierend zur Seite stand.

## 9.4 Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel:

**Einfluss einer Mangelernährung auf das Outcome nach hüftgelenksnaher Femurfraktur - Eine retrospektive, monozentrische Analyse**

in der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie unter Leitung von Prof. Dr. med. Carsten Schöneberg mit Unterstützung durch Dr. med. Bastian Paß ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- oder ausländischen Medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Ich versichere, dass ich sämtliche wörtlichen oder sinngemäßen Übernahmen und Zitate kenntlich gemacht habe.

Mit dem Einsatz von Software zur Erkennung von Plagiaten bin ich einverstanden.

Vorliegende Arbeit wurde in folgenden Publikationsorganen veröffentlicht:

Bastian Pass, Fahd Malek, Moritz Rommelmann, Rene Aigner, Tom Knauf, Daphne Eschbach, Bjoern Hussmann, Alexander Maslaris, Sven Lendemans, and Carsten Schoeneberg; The Influence of Malnutrition Measured by Hypalbuminemia and Body Mass Index on the Outcome of Geriatric Patients with a Fracture of the Proximal Femur *Medicina* 2022, Nov 7;58(11):1610. doi: 10.3390/medicina58111610 PMID: 36363567

**Ort, Datum, Unterschrift Doktorand**

Die Hinweise zur Erkennung von Plagiaten habe ich zur Kenntnis genommen.

**Ort, Datum, Unterschrift Referent**