

Aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie,
Muskuloskelettales Universitätszentrum München (MUM),
Klinikum der Universität München, LMU München

Direktor: Prof. Dr. med. Boris Holzapfel, PhD

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Wolfgang Böcker

**Multimodale Versorgungskonzepte in der geriatrischen Traumatologie:
Einfluss von Krankenhausstrukturen, biomechanischen und klinischen
Faktoren auf postoperative Mobilisation und sekundäre Frakturprävention**

Kumulative Habilitationsschrift zur Erlangung der

Venia Legendi für

Orthopädie und Unfallchirurgie



Medizinische Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München

vorgelegt von

Dr. med. Johannes Gleich

München 2025

Inhaltsverzeichnis

<i>Wissenschaftlicher Hintergrund</i>	3
<i>Ziel des Habilitationsprojektes</i>	6
<i>Liste der zur kumulativen Habilitation beitragenden Publikationen</i>	8
<i>Teilprojekte der Habilitation – Ergebnisse, Diskussion und Bedeutung für das Fachgebiet</i>	9
Publikation A	9
Publikation B	13
Publikation C	16
Publikation D	20
Publikation E	23
Publikation F	26
<i>Zusammenfassung und Ausblick</i>	31
<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	33
<i>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</i>	34
<i>Literaturverzeichnis</i>	35
<i>Danksagung</i>	42
<i>Anhang</i>	43
Curriculum Vitae	43
Vollständiges Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen	45
Verzeichnis der abgehaltenen Lehrveranstaltungen	53
Eidesstattliche Versicherung	57

Wissenschaftlicher Hintergrund

Proximale Femurfrakturen sowie Fragilitätsfrakturen des Beckens (FFP) sind typische Verletzungen orthogeriatischer Patienten und zum einen unmittelbar mit funktionellen Einschränkungen, zum anderen im weiteren Verlauf auch mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität assoziiert (41). Die demografische Entwicklung lässt eine kontinuierliche Zunahme dieser Frakturen erwarten, wodurch die klinische Relevanz weiter steigt und die bereits begonnene, flächendeckende Implementierung sogenannter Alterstraumazentren unabdingbar sein wird (6, 30).

Bereits 2008 wurden durch das sogenannte „Rochester Modell“ sechs Kriterien definiert, die in einem Alterstraumazentrum erfüllt sein sollen (8):

- Die meisten Patienten mit hüftgelenknaher Femurfraktur profitieren von einer operativen Frakturversorgung, um eine rasche, vollbelastende Mobilisierung zu ermöglichen
- Je früher eine operative Versorgung erfolgt, desto geringer ist das Risiko, immobilitätsbedingte Komplikationen zu entwickeln
- Mit der Aufnahme des Patienten beginnt die Entlassplanung und Festlegung des individuellen Therapieziels
- Interdisziplinarität mit regelmäßigen Treffen aller Beteiligten (inkl. Pflege, Physiotherapie etc.) verhindert iatrogene Komplikationen
- Standardisierte Behandlungspfade verringern eine ungerechtfertigte Varianz der therapeutischen Konzepte
- Eine partizipative, chirurgisch und internistisch/geriatriische Behandlungsführung ist unabdingbar für den Erfolg des Modells

Trotz der vor mehr als 15 Jahren postulierten Behandlungsgrundsätze, der im weiteren Verlauf in einigen Ländern etablierten Leitlinien für die Behandlung von Schenkelhals- und trochantären Femurfrakturen sowie zahlreicher wissenschaftlicher Evaluationen, bestehen weiterhin Defizite in der Versorgung orthogeriatrischer Patienten. Eine einfache Erklärung hierfür kann in patientenspezifischen Risikofaktoren, wie vorbestehender Pflegebedürftigkeit, Alter und internistischen Komorbiditäten gesucht und gefunden werden (9).

Allerdings müssen auch zahlreiche systembedingte Prädiktoren betrachtet werden. So variiert die Definition einer frühen chirurgischen Behandlung zwischen einzelnen Ländern: In Deutschland ist das Zeitfenster für die Versorgung einer hüftgelenksnahen Femurfraktur durch einen Beschluss des gemeinsamen Bundesausschusses seit 01.01.2021 auf 24 Stunden nach Aufnahme festgelegt, wohingegen eine Leitlinie aus Großbritannien dieses Zeitfenster auf bis zu 48 Stunden ausdehnt (1, 29). Unabhängig davon, ob die Operation in 24 oder 48 Stunden erfolgt, trägt eine frühzeitige operative Behandlung entscheidend zur Vermeidung weiterer Komplikationen bei, da Immobilität und Bettlägerigkeit beispielweise das Risiko für eine systemische Infektion, ein Delir oder einen Dekubitus erhöhen (21, 42).

Hat der Patient die erste vulnerable Phase peri- und postoperativ überstanden, muss ein weiterer Behandlungsfokus auf die sekundäre Frakturprophylaxe, also das Auftreten einer zusätzlichen Fraktur bei einem neuerlichen Sturzereignis, gelegt werden. Daher ist die Durchführung einer laborchemischen, osteologischen Basisdiagnostik während des stationären Aufenthaltes obligat. Bei Diagnosestellung einer manifesten Osteoporose sollte zudem zeitnah eine spezifische Osteoporosetherapie eingeleitet werden. Auch nach der Entlassung aus dem stationären Bereich sollte eine kontinuierliche, leitliniengerechte Osteoporosetherapie

sichergestellt werden, beispielsweise durch die ambulante Anbindung an einen „Fracture Liaison Service“ (3).

Ziel des Habilitationsprojektes

Die Habilitationsschrift soll durch die Kombination von Registeranalysen, klinischen Studien und biomechanischen Untersuchungen die Versorgung älterer Frakturpatienten gezielter auf individuelle Risikofaktoren abstimmen und langfristig deren funktionelles Outcome verbessern. Daher bestehen folgende Schwerpunkte:

1. Einfluss des Versorgungslevels einer Klinik auf die präoperative Wartezeit und das funktionelle Outcome bei proximaler Femurfraktur

- Analyse des Zusammenhangs zwischen Krankenhausgröße, Zeit bis zur Operation und funktionellen Ergebnissen nach proximalen Femurfrakturen.
- Untersuchung der Frage, ob längere präoperative Wartezeiten eine nachteilige Wirkung auf die postoperative Mobilisation haben.

2. Optimierung interdisziplinärer Behandlungsstrategien in der Alterstraumatologie bei Patienten mit proximaler Femurfraktur

- Vergleich verschiedener orthogeriatrischer Behandlungsmodelle hinsichtlich ihres Einflusses auf postoperative Mobilisation, Langzeitmobilität und Sekundärprävention von Frakturen.
- Evaluation, inwiefern eine verstärkte Einbindung von Geriatern den Behandlungsablauf verbessern kann.

3. Bedeutung der Knochendichte für die Implantatstabilität

- Untersuchung, ob die lumbale Knochendichte als Prädiktor für die Verankerungsstabilität von Implantaten (z. B. im Bereich der Symphyse) geeignet ist.
- Analyse, ob eine ortsspezifische Knochendichtemessung eine bessere Aussagekraft für das Frakturrisiko und die Implantatstabilität bietet.

4. Einfluss der Frakturmorphologie auf die funktionelle Prognose bei proximaler Femurfraktur

- Analyse des Einflusses verschiedener Frakturtypen (z. B. stabile vs. Instabile trochantäre Frakturen) auf Mobilität, Pflegebedarf und Komplikationsraten.
- Evaluation, ob spezifische chirurgische Strategien (z. B. Refixation des Trochanter minor) das Outcome bei instabilen Frakturen verbessern können.

5. Prädiktion der postoperativen Mobilisation durch einfache klinische Tests

- Validierung der Handkraft als Marker für die postoperative Mobilisationsfähigkeit und Langzeitprognose bei älteren Frakturpatienten.
- Entwicklung eines prädiktiven Modells basierend auf funktionellen Tests (z.B. Handkraftmessung, Ganganalyse), um postoperative Mobilisationsprobleme frühzeitig zu erkennen und gezielt zu behandeln.

6. Diagnostik und Sekundärprävention bei Beckenfragilitätsfrakturen

- Analyse der Häufigkeit unbehandelter osteologischer Grunderkrankungen (Osteoporose, Osteomalazie) bei orthogeriatrischen Patienten mit Fragilitätsfrakturen (FFP) des Beckens.
- Bewertung des aktuellen Stands laborchemischer und instrumenteller Diagnostik (Vitamin-D-Spiegel, DXA-Messung) und deren Integration in standardisierte Behandlungsprotokolle.
- Entwicklung eines diagnostisch-therapeutischen Algorithmus zur frühzeitigen Identifikation und Behandlung metabolischer Knochenerkrankungen im Rahmen der Versorgung von FFP.

Liste der zur kumulativen Habilitation beitragenden Publikationen**Publikation A**

Gleich J, Neuerburg C, Schoeneberg C, Knobe M, Bocker W, Rascher K, et al. Time to surgery after proximal femur fracture in geriatric patients depends on hospital size and provided level of care: analysis of the Registry for Geriatric Trauma (ATR-DGU). European journal of trauma and emergency surgery: official publication of the European Trauma Society. 2023;49(4):1827-33. **(IF 2023 = 1,9)** (13)

Publikation B

Gleich J*, Fleischhacker E*, Rascher K, Friess T, Kammerlander C, Bocker W, et al. Increased Geriatric Treatment Frequency Improves Mobility and Secondary Fracture Prevention in Older Adult Hip Fracture Patients-An Observational Cohort Study of 23,828 Patients from the Registry for Geriatric Trauma (ATR-DGU). J Clin Med. 2021;10(23). (***Geteilte Erstautorenschaft, IF 2021 = 4,964**) (10)

Publikation C

Schwaabe F*, **Gleich J***, Linhart C, Keppler AM, Woiczinski M, Kammerlander C, et al. How relevant is lumbar bone mineral density for the stability of symphyseal implants? A biomechanical cadaver study. European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society. 2022;48(4):3101-8. (***Geteilte Erstautorenschaft, IF 2022 = 2,1**) (36)

Publikation D

Gleich J, Neuerburg C, Linhart C, Keppler AM, Pfeufer D, Kammerlander C, et al. Inferior Outcome after Unstable Trochanteric Fracture Patterns Compared to Stable Fractures in the Elderly. J Clin Med. 2021;10(2). **(IF 2021 = 4,964)** (12)

Publikation E

Gleich J, Pfeufer D, Keppler AM, Mehaffey S, Furmetz J, Bocker W, et al. Identification of hip fracture patients at risk for postoperative mobilisation complications via handgrip strength assessment. Arch Orthop Trauma Surg. 2022;142(6):997-1002. (IF 2022 = 2,3) (14)

Publikation F

Gleich J, Kussmaul AC, Steiner E, Bocker W, Neuerburg C, Linhart C. High prevalence of missed information related on bone health in orthogeriatric patients with fragility fractures of the pelvis-an institutional register-based analysis. Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA. 2022;33(4):901-7. (IF 2022 = 4,0) (11)

Teilprojekte der Habilitation – Ergebnisse, Diskussion und Bedeutung für das Fachgebiet**Publikation A**

Gleich J, Neuerburg C, Schoeneberg C, Knobe M, Bocker W, Rascher K, et al. Time to surgery after proximal femur fracture in geriatric patients depends on hospital size and provided level of care: analysis of the Registry for Geriatric Trauma (ATR-DGU). European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society. 2023;49(4):1827-33. (13)

Zusammenfassung

Proximale Femurfrakturen betreffen überwiegend ältere Patienten und können einen drastischen Wendepunkt in ihrem Leben darstellen. Um Komplikationen zu vermeiden und die Mortalität zu reduzieren, empfehlen Fachgesellschaften eine operative Versorgung innerhalb von 24-48 Stunden nach Aufnahme (19, 26). Aufgrund der hohen Inzidenz werden diese Frakturen in Krankenhäusern unterschiedlicher Größe und Versorgungsstufen behandelt, was sich auf die Zeit bis zur Operation auswirken kann.

In dieser multizentrischen Auswertung des „AltersTraumaRegisters DGU®“ wurde der Einfluss des Versorgungslevels deutscher Traumazentren auf die Zeit bis zur Operation, das klinische Outcome sowie die Mobilität von geriatrischen Patientinnen und Patienten mit proximaler Femurfraktur untersucht. Analysiert wurden Daten von 19712 Patienten aus 80 zertifizierten AltersTraumaZentren, die in den Jahren 2016 bis 2019 im ATR-DGU erfasst wurden. Berücksichtigt wurden die Zeit bis zur operativen Versorgung, die innerklinische Mortalität, die Mobilisierung am ersten postoperativen Tag, die Gehfähigkeit am 7. postoperativen Tag sowie der Beginn einer Osteoporosetherapie im Rahmen des stationären Aufenthaltes. Die teilnehmenden Krankenhäuser wurden anhand deren Definition im „TraumaNetzwerk DGU®“ in Traumazentren der Stufen I, II und III eingeteilt, darunter 19 Level-I-Zentren und 61 Level-II/III-Zentren (I=überregionales Traumazentrum, II=regionales Traumazentrum, III=lokales Traumazentrum). Zudem wurden Begleitverletzungen sowie die Einnahme und Art von Antikoagulantien berücksichtigt. Der Einfluss der Versorgungsstufe auf die genannten Parameter wurde mittels linearer und logistischer Regressionsanalysen untersucht.

28,6 % der Patienten wurden in Stufe-I-Traumazentren behandelt, 37,7 % in Stufe-II- und 33,7 % in Stufe-III-Zentren. Es gab keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich

Alter, Geschlecht und ASA-Score. Für die weitere Analyse wurden die Kliniken in Stufe-I- sowie -II/III-Zentren gruppiert. Die durchschnittliche Zeit bis zur Operation betrug 19,2 Stunden (IQR 9,0-29,8) in Stufe-I-Zentren und 16,8 Stunden (IQR 6,5-24) in Stufe-II/III-Zentren ($p < 0,001$). Innerhalb der ersten 24 Stunden nach Aufnahme wurden 64,7 % der Patienten in Stufe-I-Zentren und 75,0 % in Stufe-II/III-Zentren operiert ($p < 0,001$). Während eine längere Operationszeit in Zentren mit höherer Versorgungsstufe keinen signifikanten Einfluss auf die innerklinische Mortalität hatte (OR 0,90, 95 %-KI 0,78-1,04), zeigte sich ein negativer Effekt auf die Gehfähigkeit am 7. postoperativen Tag (OR 1,28, 95 %-KI 1,18-1,38). Auch die frühzeitige Mobilisation am ersten postoperativen Tag war in Level-II/III-Zentren häufiger (83,3 % vs. 67,1 %). Eine Osteoporosetherapie wurde häufiger während der Behandlung in einem Stufe-I-Zentrum initiiert (72,4% vs. 62,6%, $p < 0,001$).

Impact of treatment in a level I trauma center on...	N	β	95%-CI	p-value
Time to surgery in hours⁺	19019	4.81	[3.96; 5.66]	<0.001
Hospital stay in days⁺	17981	-0.51	[-0.80; -0.23]	<0.001
	N	OR		
Inhouse mortality~	19130	0.90	[0.78; 1.04]	0.155
No walking ability 7 days after surgery~	18426	1.28	[1.18; 1.38]	<0.001

Tabelle 1: Multivariable, lineare and logistische Regressionsanalyse, die den Einfluss einer Versorgung in einem Stufe-I-Zentrum auf die o.g. Parameter untersucht (alle Modelle wurden für Geschlecht, Alter, ASA-Score, Begleitverletzungen und vorbestehende Antikoagulation korrigiert; + lineare Regressionsanalyse ~ logistische Regressionsanalyse); Tabelle entnommen aus: (13)

Diese Studie analysiert Daten von fast 20000 geriatrischen Patienten mit proximaler Femurfraktur, die in Krankenhäusern unterschiedlicher Versorgungsstufen behandelt wurden. Es zeigte sich, dass größere Krankenhäuser eine längere Wartezeit bis zur Operation aufweisen als kleinere Kliniken. Während dies keinen unmittelbaren Einfluss auf die innerklinische Mortalität hatte, war die Gehfähigkeit eine Woche nach der Operation in Krankenhäusern mit höherer Versorgungsstufe / längerer präoperativer Wartezeit schlechter.

Die beobachteten Verzögerungen in der operativen Versorgung in Level-I-Zentren lassen sich nicht durch patientenbezogene Faktoren erklären, da sich die Gruppen hinsichtlich Alter, ASA-Klassifikation, Begleitverletzungen und Antikoagulation nicht signifikant unterschieden. Vielmehr deuten die Ergebnisse auf strukturell-logistische Ursachen wie begrenzte OP-Kapazitäten, konkurrierende Notfalleingriffe oder geringere Priorisierung geriatrischer Frakturpatienten in Einrichtungen der Maximalversorgung hin. Diese Annahme wird durch frühere Studien gestützt, die einen Zusammenhang zwischen Krankenhausgröße und Operationsverzögerung zeigten (22). Die Einleitung einer antiosteoporotischen Therapie erfolgte postoperativ häufiger in Level-I-Zentren, was auf eine stärkere Implementierung präventivmedizinischer Maßnahmen in diesen Einrichtungen hinweist (2).

Die Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit, auch in Häusern der Maximalversorgung strukturelle Anpassungen vorzunehmen, um eine frühzeitige chirurgische Versorgung geriatrischer Frakturpatienten sicherzustellen. Gleichzeitig unterstreicht die Studie, dass hohe Versorgungsqualität nicht allein an die Krankenhausgröße gebunden ist. Vielmehr muss das Augenmerk auf standardisierte, interdisziplinäre Behandlungsprotokolle, klare OP-Priorisierung und frühzeitige Mobilisation gerichtet werden.

Publikation B

Gleich J*, Fleischhacker E*, Rascher K, Friess T, Kammerlander C, Bocker W, et al. Increased Geriatric Treatment Frequency Improves Mobility and Secondary Fracture Prevention in Older Adult Hip Fracture Patients-An Observational Cohort Study of 23,828 Patients from the Registry for Geriatric Trauma (ATR-DGU). J Clin Med. 2021;10(23). (* Geteilte Erstautorenschaft) (10)

Zusammenfassung

Eine interdisziplinäre, geriatrische und traumatologische Versorgung älterer Patienten mit proximaler Femurfraktur ist aufgrund der alternden Bevölkerung unerlässlich. Dennoch besteht weiterhin Uneinigkeit über das effektivste Modell in diesem Versorgungskonzept. Je nach Klinik erfolgt eine traumatologische Behandlungsführung mit geriatrischen Visiten in unterschiedlicher Frequenz, oder - auf eigenen alterstraumatologischen Stationen - von Beginn an gemeinsam und partizipativ durch Traumatologen und Geriater (27).

Ziel dieser Kohortenstudie war es, verschiedene Formen der orthogeriatrischen Behandlung zu vergleichen, insbesondere hinsichtlich ihres Einflusses auf die postoperative Mobilisation, Mobilität und Prävention von Folgefrakturen. Eingeschlossen wurden Patienten ab 70 Jahren mit operativ versorgter proximaler Femurfraktur, die Datenerhebung erfolgte vom Krankenhausaufenthalt bis zu einem 120-Tage-Follow-up im AltersTraumaRegister DGU®. Die Patienten wurden in zwei Gruppen unterteilt: Gruppe 1 mit einer geriatrischen Visitenfrequenz von genau zwei Mal pro Woche, Gruppe 2 mit höherer Frequenz.

Von den 23828 eingeschlossenen Patienten aus 95 verschiedenen Krankenhäusern waren 72 % weiblich, das mediane Alter betrug 85 Jahre (IQR 80-89). Eine verstärkte Beteiligung von Geriater: innen zeigte einen signifikant positiven Einfluss auf die

Mobilisation am ersten postoperativen Tag (OR 1,1, CI 1,1-1,2) und die Mobilität sieben Tage nach der Operation (OR 1,1, CI 1,1-1,2). Zudem wurde bei einer intensivierten geriatrischen Betreuung die Einleitung einer Osteoporosetherapie während des Krankenhausaufenthalts deutlich häufiger durchgeführt (OR 2,5, CI 2,4-2,7) sowie eine geriatrische frührehabilitative Komplexbehandlung häufiger begonnen (OR 1,3, CI 1,2-1,4). Diese Effekte blieben auch nach 120 Tagen Follow-up bestehen.

Impact of geriatric treatment frequency				
on...	N	OR	95%-CI	p-value
Mobilization 1 day after surgery	23383	1.07	[1.00; 1.14]	0.040
Walking ability 7 days after surgery	22768	1.14	[1.07; 1.22]	<0.001
Osteoporosis treatment 7 days after surgery°	22735	2.54	[2.40; 2.70]	<0.001
Initiation of early complex geriatric care	20422	1.32	[1.24; 1.39]	< 0.001
Discharge to home	21496	1.05	[0.98; 1.11]	0.162
Inhouse mortality	23615	1.09	[0.96; 1.22]	0.167
	N	β		
Time to surgery (hours)	23468	-0.03	[-0.84; 0.77]	0.934

Tabelle 2: Multivariable, logistische und lineare Regressionsanalyse des Einflusses einer erhöhten geriatrischen Behandlungsfrequenz auf o.g. Outcomeparameter im Rahmen des stationären Aufenthaltes (ausgehend von einer Behandlungsfrequenz zweimal pro Woche; alle Modelle wurden für Alter, Geschlecht und ASA-Score korrigiert, °dieses Model wurde zusätzlich für „vorbestehende Osteoporosetherapie“ korrigiert). Tabelle entnommen aus: (10)

Die Studie untersucht den Einfluss unterschiedlich ausgeprägter geriatrischer Mitbehandlung auf den Behandlungsverlauf älterer Patientinnen und Patienten mit proximaler Femurfraktur. Die Analyse von fast 24000 Patienten zeigt, dass eine intensivere geriatrische Mitbehandlung signifikant mit einer höheren Mobilisationsrate am ersten postoperativen Tag sowie mit einer besseren Mobilität innerhalb der ersten Woche assoziiert war. Ebenso war die Einleitung einer spezifischen Osteoporosetherapie während des stationären Aufenthalts häufiger in der Gruppe mit höherer geriatrischer Präsenz. Diese Unterschiede blieben auch nach 120 Tagen Follow-up bestehen, sowohl im Hinblick auf die Gehfähigkeit als auch auf die fortgeführte Osteoporosebehandlung, was auf einen nachhaltigen Einfluss hinweist. Interessanterweise zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Frequenz geriatrischer Mitbehandlung und der innerklinischen Mortalität oder der 120-Tage-Sterblichkeit. Auch die Zeit bis zur Operation unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gruppen. Diskutiert werden die positiven Auswirkungen einer höheren interdisziplinären Betreuungsfrequenz insbesondere auf Mobilität, Rehabilitation und sekundäre Frakturprävention. Frühzeitige Mobilisierung gilt als zentraler Prognosefaktor für funktionelle Erholung nach hüftgelenknaher Femurfraktur (32). Die vorliegenden Ergebnisse fügen sich damit in die internationale Studienlage ein, die ebenfalls eine Zunahme der funktionellen Unabhängigkeit und eine Reduktion von Komplikationen bei strukturierter orthogeriatrischer Mitbehandlung belegt (38). Die nachweislich bessere Initiierung einer Osteoporosetherapie ist vor dem Hintergrund der hohen Refrakturrate und der prognostischen Relevanz solcher Interventionen besonders bedeutsam (31, 44). Der fehlende Unterschied hinsichtlich Mortalitätsraten ist möglicherweise auf die standardisierten Versorgungsstrukturen in allen beteiligten Zentren zurückzuführen. Da aufgrund der Zertifizierungskriterien keine

Vergleichsgruppe ohne orthogeriatrische Mitbehandlung in das Register aufgenommen wurde, lässt sich nicht abschließend beurteilen, ob bereits die Grundstruktur der ATZ-DGU eine Mortalitätsverbesserung gegenüber konventionellen Versorgungsmodellen bewirkt.

Diese Studie stellt eine umfassende Registeranalyse zur Auswirkung der Intensität orthogeriatrischer Mitbehandlung auf postoperative Kernoutcomes bei älteren Patienten mit hüftgelenknaher Femurfraktur dar. Sie liefert belastbare Evidenz dafür, dass nicht nur das „Ob“, sondern auch das „Wie intensiv“ einer geriatrischen Ko-Behandlung klinisch bedeutsame Unterschiede im Behandlungserfolg bewirken kann. Die Ergebnisse stärken die Forderung nach flächendeckender Implementierung strukturierter, interdisziplinärer Versorgungskonzepte sowie der Integration geriatrischer Expertise in die klinische Routineversorgung. Darüber hinaus wird die Bedeutung spezialisierter Register für Versorgungsforschung und Qualitätssicherung unterstrichen.

Publikation C

Schwaabe F*, **Gleich J***, Linhart C, Keppler AM, Woiczinski M, Kammerlander C, et al. How relevant is lumbar bone mineral density for the stability of symphyseal implants? A biomechanical cadaver study. European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society. 2022;48(4):3101-8.

(* Geteilte Erstautorenschaft) (36)

Zusammenfassung

Der Verlust von Knochenmasse und -Struktur im Rahmen einer Osteoporose gilt als ein wichtiger Risikofaktor für Implantatlockerungen, die die Stabilität chirurgischer Implantate beeinträchtigen können (15). Es ist jedoch unklar, ob die mittels lumbaler

Knochendichtemessung (BMD) ermittelte Knochendichte eine Vorhersagekraft für die Stabilität von Implantaten an einer anderen Entität besitzt. Diese Studie untersucht die Fixationsstärke von Kortikalisschrauben in menschlichen Kadaverpräparaten mit unterschiedlicher BMD am Beispiel der Symphyse.

Die lumbale Knochendichte von zehn menschlichen Kadaverpräparaten wurde mithilfe der quantitativen Computertomographie (qCT) bestimmt. Ein BMD-Grenzwert von 120 mg Ca-Ha/mL wurde festgelegt, um die Proben in zwei Gruppen einzuteilen. In jeden oberen Schambeinast wurde eine Kortikalisschraube eingebracht.

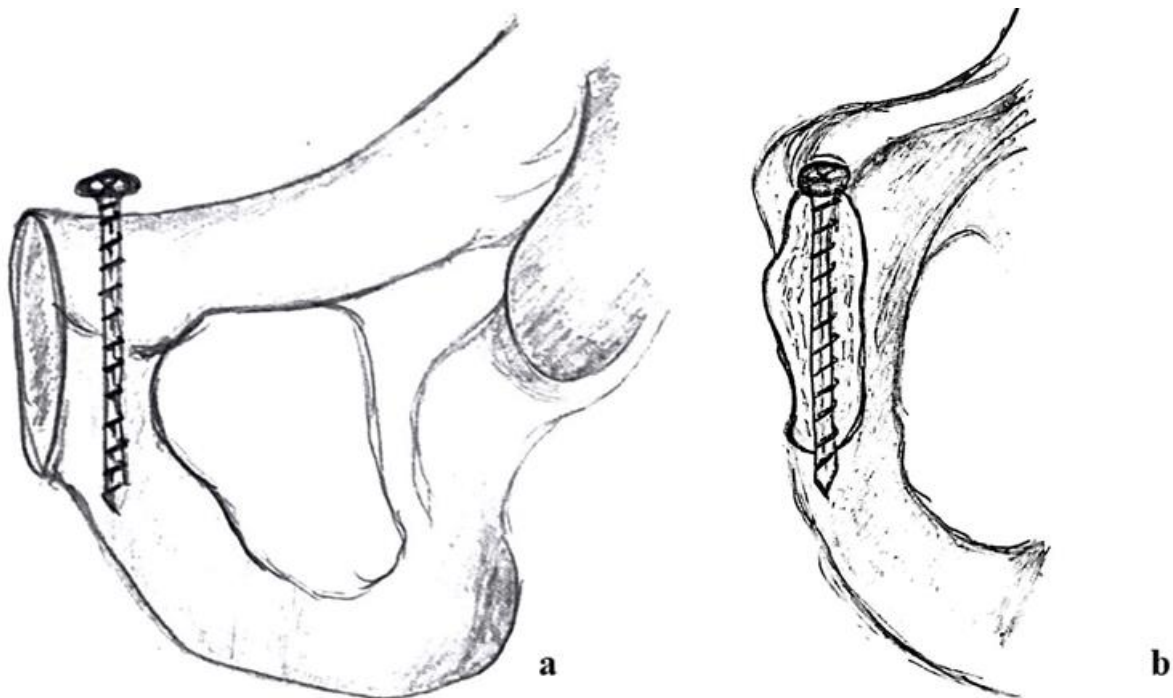


Abbildung 1: Darstellung der geplanten Schraubenposition in frontaler (a) und sagittaler Ansicht (b). Die Schrauben wurden in axialer Richtung mit konstanter Geschwindigkeit herausgezogen, wobei ein Versagen definiert wurde, sobald ein Kraftabfall festgestellt wurde kontinuierlich gemessen. Abbildung entnommen aus: (36)



Abbildung 2: Präparat in die Instron-Prüfmaschine eingespannt und montiert während des Prüfzyklus (a), sowie nach dem Schraubenausriß (b). Abbildung entnommen aus: (36)

Die Auswertung der zehn humanen Beckenpräparate zeigte, dass sich trotz signifikanter Unterschiede in der Knochendichte ($BMD < 120 \text{ mg Ca-Ha/mL}$ vs. $\geq 120 \text{ mg Ca-Ha/mL}$) keine signifikanten Unterschiede in der maximalen Ausreißkraft der Schrauben ergaben. Die mediane Spitzenkraft in Gruppe 1 betrug $231,88 \text{ N}$ und in Gruppe 2 $228,08 \text{ N}$ ($p = 0,481$). Auch die Korrelation zwischen BMD und Ausreißkraft war mit $r = 0.160$ nur gering und nicht signifikant ausgeprägt. Demgegenüber zeigte sich ein deutlicher negativer Zusammenhang zwischen dem Alter der Körperspender und der BMD ($r = -0.641$), was auf eine altersabhängige Abnahme der Knochenqualität hinweist und die Validität des Untersuchungsmodells unterstützt.

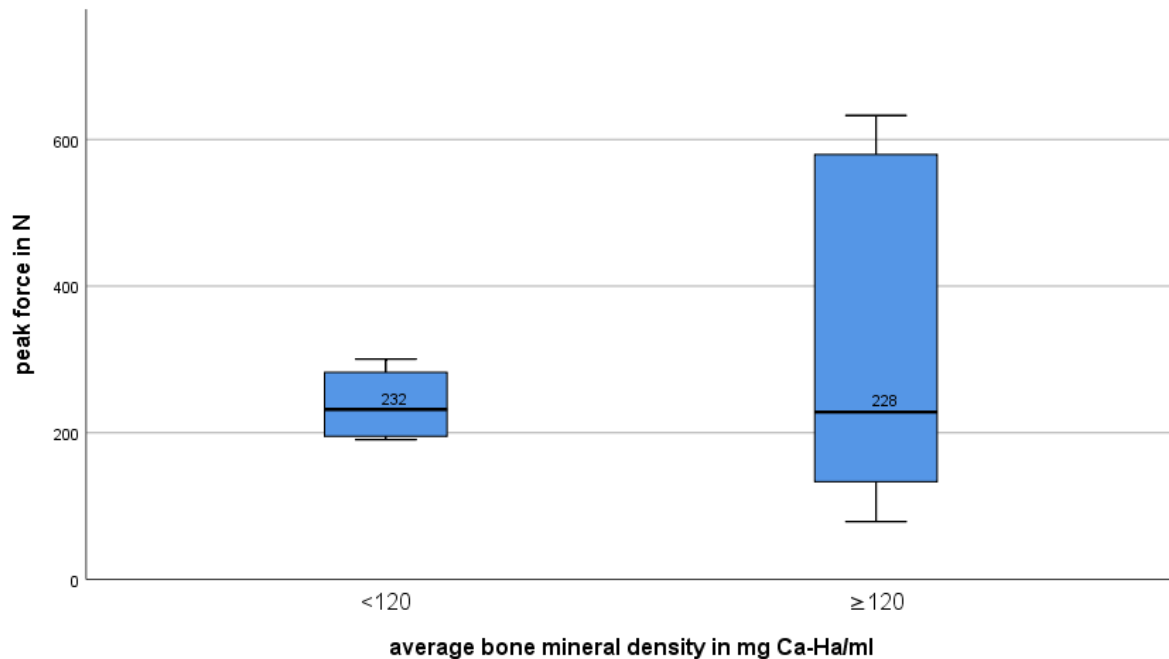


Abbildung 3: Vergleich der durchschnittlichen Knochendichte zwischen den Gruppen 1 und 2 unter Berücksichtigung des Schwellenwerts. Abbildung entnommen aus: (36)

Diese Studie untersucht, ob die lumbal gemessene Knochendichte ein geeigneter Prädiktor für die Stabilität chirurgischer Implantate an einer anderen Entität ist, hier am Beispiel der Symphyse. Anhand von zehn Kadaverpräparaten wurde die Fixationskraft von Kortikalisschrauben analysiert. Trotz signifikanter Unterschiede in der Knochendichte zwischen den Gruppen zeigte sich kein relevanter Einfluss auf die Ausreißfestigkeit der Schrauben. Dies deutet darauf hin, dass der hohe Anteil an Kortikalis im Bereich der Symphyse für eine ausreichende Fixation sorgt. Die Ergebnisse sprechen gegen eine klinisch relevante Prädiktion der Schraubenstabilität im Bereich der Symphyse durch lumbale Knochendichtewerte. Mögliche Erklärungen hierfür liegen in der unterschiedlichen Zusammensetzung des Knochens: Während die Lendenwirbelkörper überwiegend aus spongiösem Knochen bestehen, ist dieser Anteil im Bereich der Symphyse deutlich zu Gunsten der Kortikalis verschoben (37). Der überwiegende Kontakt der Schrauben mit kompaktem Knochen könnte somit unabhängig von der trabekulären Knochendichte zu einer vergleichbaren Fixation

führen. Weitere Arbeiten konnten zudem zeigen, dass Knochendichtewerte lokal am Ort der Osteosynthese erhoben werden sollten, da Messungen an entfernten anatomischen Regionen nur begrenzt übertragbar sind (5). Die Daten dieser Untersuchung bestätigen diese Annahmen und unterstreichen die eingeschränkte Übertragbarkeit lumbaler Knochendichtewerte auf die Stabilität von Schraubenimplantaten in Kortikalis-dominanten Regionen wie der Symphyse. Zudem wird deutlich, dass Osteoporose kein homogenes, den gesamten Knochen gleichmäßig betreffendes Krankheitsbild ist, sondern regionalspezifisch verläuft.

Die Einbindung site-spezifischer Knochendichtemessungen - z. B. mittels CT-basierter HU-Analyse oder qCT in der Zielregion - könnte künftig eine wertvolle Ergänzung für die präoperative Planung darstellen. Darüber hinaus weist die Studie auf die Notwendigkeit hin, biomechanische Konzepte zur Verbesserung der Implantatstabilität bei verminderter Knochenqualität weiterzuentwickeln. Optionen wie die Zementaugmentation oder alternative, mikrobewegungsfähige Fixationsverfahren wie Tape-Suture-Konstrukte könnten in zukünftigen Studien vertieft untersucht werden (4). In Anbetracht der demografischen Entwicklung mit steigender Inzidenz osteoporoseassoziierten Frakturen kommt dieser Differenzierung in der operativen Therapie eine hohe klinische Relevanz zu.

Publikation D

Gleich J, Neuerburg C, Linhart C, Keppler AM, Pfeufer D, Kammerlander C, et al. Inferior Outcome after Unstable Trochanteric Fracture Patterns Compared to Stable Fractures in the Elderly. J Clin Med. 2021;10(2). (12)

Zusammenfassung

Es wurden bereits verschiedene Risikofaktoren identifiziert, die das Behandlungsergebnis älterer Patienten nach einer proximalen Femurfraktur beeinflussen. Ziel dieser Studie ist es, den Einfluss der Frakturmorphologie bei per- und subtrochantären Femurfrakturen auf die postoperative Mobilität und das Auftreten von Komplikationen zu untersuchen.

In die Studie wurden 92 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 84 Jahren eingeschlossen. Die Frakturen wurden gemäß der AO/OTA-Klassifikation in stabile (AO 31A1.2/3) und instabile (AO 31A2.2/3/31A3.1-3) Muster unterteilt (25). Zwölf Monate nach einer Marknagelosteosynthese erfolgte eine Nachuntersuchung zur Erhebung der Ergebnisse hinsichtlich Mobilität und Alltagsaktivitäten (Parker Mobility Score (PMS)/Barthel-Index (BI)) sowie Komplikationen (erhöhter Pflegebedarf, Wiederaufnahmen ins Krankenhaus, Mortalitätsrate).

Die funktionellen Ergebnisse nach 12 Monaten, gemessen mittels Parker Mobility Score und Barthel Index, zeigten einen signifikanten Rückgang mit zunehmender Frakturinstabilität (PMS A1: 6,3; A3: 4,3; BI A1: 81; A3: 57). Es bestand eine stark positive Korrelation zwischen Mobilität und Alltagsfähigkeit ($R^2 = 0,773$; $p < 0,001$). Ebenso nahmen OP-Dauer, Anteil an offenen Repositionen und postoperativer Hb-Abfall signifikant mit wachsender Frakturkomplexität zu. Auch die Komplikationsraten stiegen: Während bei stabilen Frakturen keine Reoperationen erforderlich waren, lagen diese bei A2-Frakturen bei 10 % und bei A3-Frakturen bei 27 %. Die Rehospitalisierungsrate war in der Gruppe der A3-Frakturen mit 54 % am höchsten. Die Pflegebedürftigkeit stieg in allen Gruppen signifikant an, besonders bei den instabilen Frakturtypen. Die Mortalitätsrate lag in allen Gruppen über 20 %, ohne signifikanten Unterschied zwischen den Subgruppen.

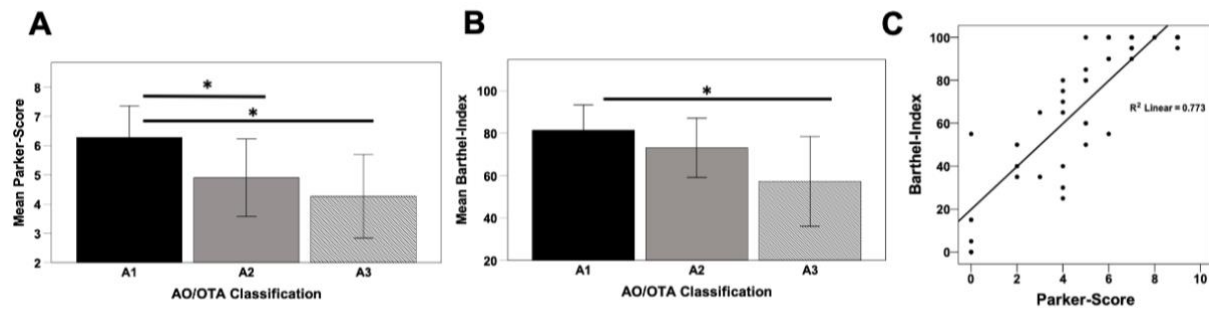


Abbildung 4: Durchschnittswerte des Parker Mobility Score (A) und des Barthel-Index (B) in Bezug auf die AO/OTA-Klassifikation 12 Monate postoperativ sowie deren Korrelation (C); * $p < 0,05$; Abbildung entnommen aus: (12)

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass instabile per- und subtrochantäre Femurfrakturen mit schlechteren funktionellen Ergebnissen, höherem Versorgungsaufwand und erhöhter Komplikationsrate assoziiert sind - trotz identischer Versorgung mit standardisierter intramedullärer Nagelosteosynthese und unmittelbar postoperativ möglicher Vollbelastung. Die Zunahme chirurgischer Invasivität (längere OP-Zeiten, häufigere offene Repositionen) sowie der höhere Blutverlust bei instabilen Frakturtypen dürften zu den beobachteten funktionellen Einbußen beitragen und wurden bereits von anderen Autoren beschrieben (45). Die Ergebnisse bestätigen die klinische Relevanz der Frakturklassifikation und verdeutlichen, dass proximale Femurfrakturen bzw. per- und subtrochantäre Femurfrakturen nicht als homogene Entität behandelt werden sollten, um Prognose, Nachsorge und Therapieziele realistisch einzuschätzen (16).

Der Einfluss des Trochanter-minor-Fragments bleibt weiterhin unklar. Während biomechanische Studien eine bedeutende Rolle für die posteromediale Stabilität vermuten lassen, liefern klinische Untersuchungen keine einheitlichen funktionellen Resultate (7, 35). Die Frage, ob eine Refixation des Trochanter minor zu einer Verbesserung der postoperativen Mobilität führt, bleibt somit offen und stellt eine zentrale Hypothese für zukünftige Studien dar. Auch mikrobewegungsbedingte

Instabilität und daraus resultierende Mobilitätseinschränkungen könnten zur funktionellen Verschlechterung beitragen. Die Studienergebnisse stützen die Annahme, dass Frakturstabilität ein unabhängiger Prädiktor für Rehospitalisierung und Verlust an Selbstständigkeit ist. Zudem unterstreichen sie die Notwendigkeit prospektiver Studien, um operative Behandlungsstrategien und Rehabilitationsprotokolle gezielt an Frakturtyp und Patientenbedürfnisse anzupassen.

Publikation E

Gleich J, Pfeufer D, Keppler AM, Mehaffey S, Furmetz J, Bocker W, et al. Identification of hip fracture patients at risk for postoperative mobilisation complications via handgrip strength assessment. Arch Orthop Trauma Surg. 2022;142(6):997-1002. (14)

Zusammenfassung

Die Behandlung älterer Patienten nach hüftgelenksnaher Femurfraktur ist komplex und erfordert unter anderem eine frühzeitige postoperative Mobilisation, um Komplikationen zu vermeiden. Einfache klinische Instrumente zur Vorhersage von Mobilisations- oder Belastungsschwierigkeiten nach einer proximalen Femurfraktur sind bisher kaum verfügbar. Die Analyse der Handkraft könnte hierfür eine praktikable Methode sein (34). In dieser Studie wurde die Hypothese aufgestellt, dass Patienten mit eingeschränkter Handkraft Schwierigkeiten haben, postoperative Belastungsvorgaben einzuhalten.

84 Patienten im Alter von ≥ 65 Jahren mit einer proximalen Femurfraktur (per- / subtrochantär, $n = 45$; Schenkelhalsfraktur, $n = 39$), die in ein zertifiziertes Alterstraumazentrum eingeliefert wurden, wurden in diese prospektive Studie eingeschlossen. Fünf Tage nach der Operation (je nach Frakturtyp

Marknagelosteosynthese oder endoprothetischer Gelenkersatz, jeweils unmittelbar postoperativ vollbelastbar) erfolgte eine standardisierte Messung der Handkraft sowie eine Ganganalyse mittels in den Schuhsohlen integrierter Kraftsensoren.

Die durchschnittliche Handkraft betrug 19,28 kg; 59,5 % der Patientinnen und Patienten erfüllten die Kriterien für eine zugrundeliegende Sarkopenie gemäß EWGSOP2 (European Working Group on Sarcopenia in Older People - Revision 2). Die Handkraft korrelierte signifikant positiv mit dem Parker Mobility Score ($r = 0,287$), dem Barthel Index ($r = 0,306$) und der durchschnittlichen Spitzkraftbelastung des betroffenen Beines während der Mobilisation ($r = 0,259$). Eine nur geringe Korrelation bestand zur postoperativen Ganggeschwindigkeit ($r = 0,157$). Die multivariate Regressionsanalyse bestätigte diese Ergebnisse nach Adjustierung für Alter, Geschlecht und BMI. Patientinnen und Patienten mit niedriger Handkraft belasteten das betroffene Bein signifikant geringer und erreichten schlechtere Werte in den funktionellen Scores.

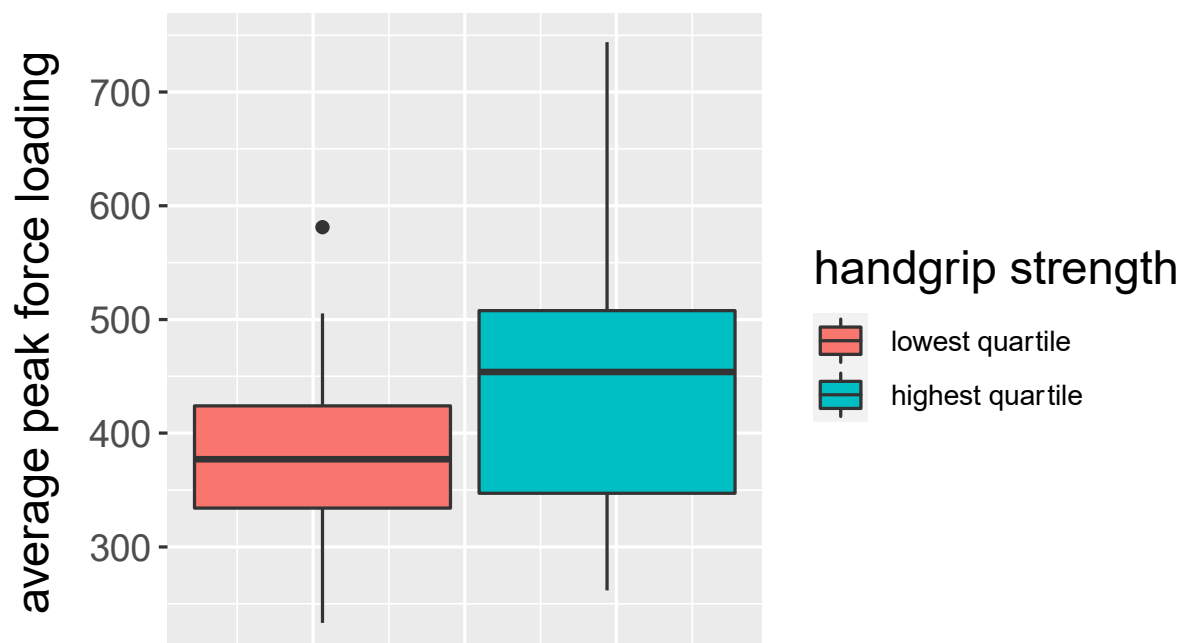


Abbildung 5: Boxplot zur Darstellung der durchschnittlichen Spitzenkraft (N) bei Belastung des Beins im Vergleich zwischen dem niedrigsten und höchsten Quartil der Handkraft; Abbildung entnommen aus: (14)

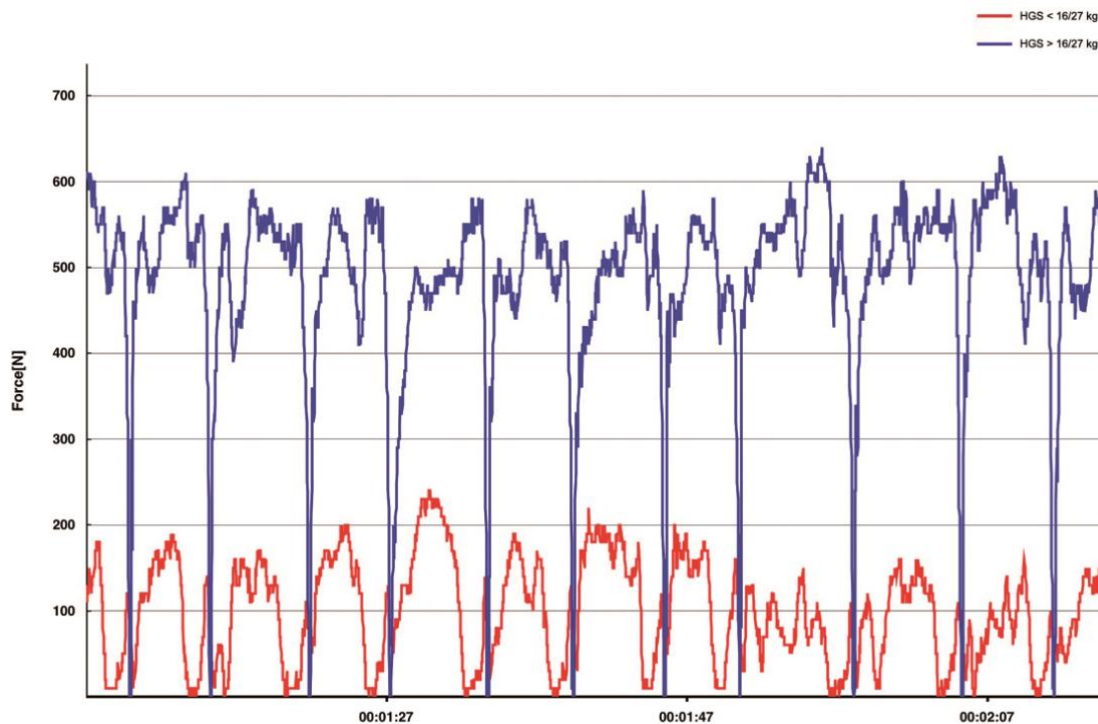


Abbildung 6: Exemplarische Darstellung der Belastungsmessung am betroffenen Bein bei zwei männlichen Probanden mit Handkraft oberhalb (blau) bzw. unterhalb (rot) des EWGSOP2-Cut-off-Werts (x-Achse: Zeit in Sekunden, y-Achse: Belastung in N); Abbildung entnommen aus (14)

Diese Studie untersucht, ob die Handkraft als Prädiktor für postoperative Mobilisationsprobleme nach einer hüftgelenknahen Femurfraktur genutzt werden kann. 84 Patienten wurden fünf Tage nach der Operation hinsichtlich ihrer Handkraft und Gangparameter analysiert. Es zeigte sich eine positive Korrelation zwischen Handkraft und Mobilitätsmaßen wie Belastungsfähigkeit, Parker Mobility Score und Barthel-Index.

Die Ergebnisse der Studie belegen, dass die Handkraft ein einfach messbarer und klinisch relevanter Prädiktor für die postoperativen Mobilisationsfähigkeiten orthogeriatrischer Patientinnen und Patienten ist. Die signifikante Korrelation zwischen Handkraft und objektiver Gewichtsbelastung auf das betroffene Bein unterstreicht den Einfluss der Muskelkraft auf die Fähigkeit, postoperativen Mobilisationsanweisungen

zu folgen (17). Die hohe Prävalenz von Sarkopenie in dieser Kohorte weist zudem auf einen dringenden Bedarf an präoperativer Risikostratifikation und gezielten Interventionen hin. Insbesondere für Patienten mit reduzierter Handkraft könnten therapeutische Strategien wie ein modifiziertes operatives Vorgehen (z. B. gelenkersetzende Verfahren bei durch das operative Verfahren notwendige, durch den Patienten jedoch eingeschränkt umsetzbare Teilbelastungsfähigkeit) oder ein individualisierter Rehabilitationsplan mit erhöhter physiotherapeutischer Unterstützung und hochkalorischer Nahrungssupplementation sinnvoll sein (39). Zudem zeigt die Studie, dass herkömmliche subjektive Scores wie der PMS und BI zwar praktikabel, aber durch objektive Verfahren wie die sensorgestützte Ganganalyse sinnvoll ergänzt werden sollten (20). Der, im Vergleich zu anderen Studien, geringe Zusammenhang zwischen Handkraft und Ganggeschwindigkeit unmittelbar postoperativ könnte durch postoperative Schmerzen und Unsicherheit beeinflusst sein (28).

Aufbauend auf den hier erhobenen Daten kann ein prädiktives Modell für postoperatives Mobilisationsverhalten entwickelt werden, das auf leicht erfassbaren Parametern wie Handkraft, Ganggeschwindigkeit und Gewichtsbelastung basiert. Solch ein Modell hätte das Potenzial, postoperative Komplikationen frühzeitig zu erkennen, Therapieentscheidungen zu individualisieren und die sekundäre Frakturprävention zu verbessern.

Publikation F

Gleich J, Kussmaul AC, Steiner E, Bocker W, Neuerburg C, Linhart C. High prevalence of missed information related on bone health in orthogeriatric patients with fragility fractures of the pelvis-an institutional register-based analysis. Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European

Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA.
2022;33(4):901-7. (11)

Zusammenfassung

Fragilitätsfrakturen des Beckens (FFP) treten häufig bei älteren Menschen auf. Die Abklärung und Behandlung zugrunde liegender Knochenerkrankungen wie Osteoporose oder Osteomalazie wird dabei oft vernachlässigt (40).

Diese Studie ist die erste, die das Ausmaß fehlender Informationen zur Knochengesundheit bei orthogeriatrischen Patienten mit Fragilitätsfrakturen des Beckens untersucht hat. Sie analysierte die Häufigkeit und Ursachen unbehandelter Osteoporose und/oder Osteomalazie anhand laborchemischer und instrumenteller Diagnostik. Es wurde eine retrospektive Analyse von Daten aus einem klinikinternen Patientenregister durchgeführt. Eingeschlossen waren 456 Patienten ab 80 Jahren, die zwischen 2003 und 2019 mit einer Fragilitätsfraktur des Beckens (fragility fracture of the pelvis, FFP) in ein Traumazentrum der Maximalversorgung aufgenommen wurden.

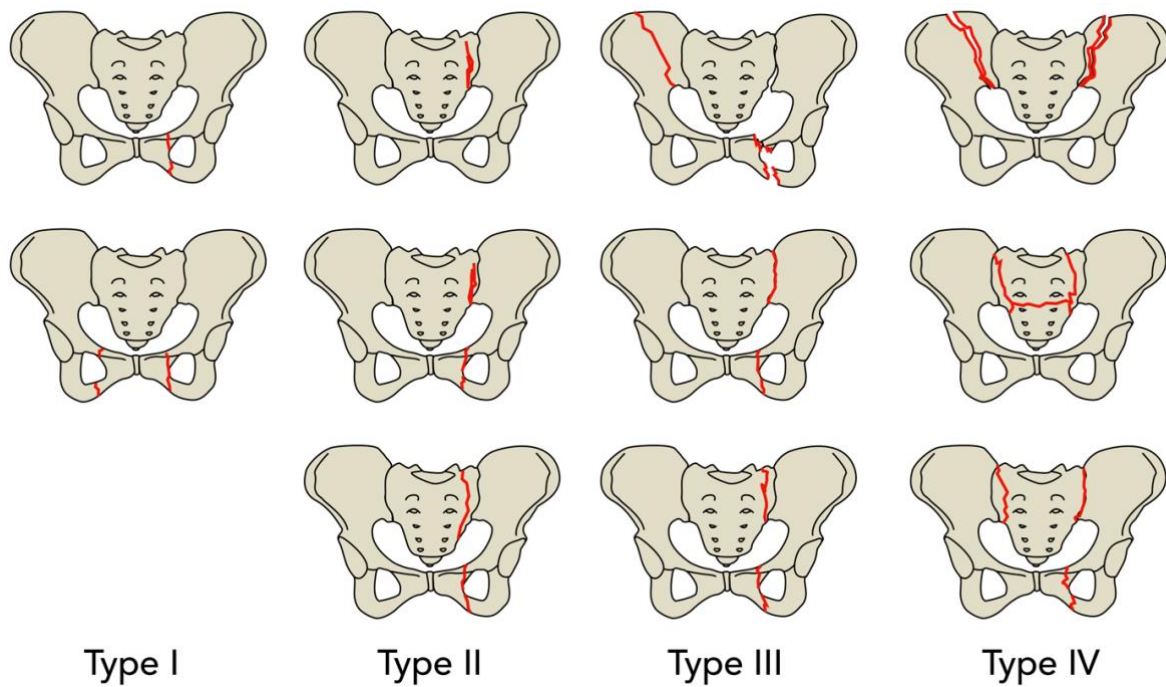


Abbildung 7: Klassifikation der Fragilitätsfrakturen des Beckens nach Rommens et al.: FFP Typ I: Isolierte Verletzung des vorderen Beckenrings; FFP Typ II: Nicht dislozierte Verletzung des hinteren Beckenrings; FFP Typ III: Dislozierte, einseitige Verletzung des hinteren Beckenrings (bei Typ II und III meist zusätzlich Beteiligung des vorderen Beckenrings); FFP Typ IV: Dislozierte, beidseitige Verletzung des hinteren Beckenrings; Abbildung entnommen aus: (11)

Die häufigste Frakturform stellte mit 66,7 % der Fälle der FFP-Typ II dar. Trotz der bekannten Relevanz metabolischer Knochenerkrankungen in dieser Patientengruppe erfolgte lediglich bei 37,1 % der Betroffenen eine Bestimmung des Serum-Vitamin-D-Spiegels; eine duale Röntgenabsorptiometrie (DXA) wurde nur bei 21,7 % durchgeführt.

Unter den diagnostisch untersuchten Patientinnen und Patienten wiesen 62,7 % einen relevanten Vitamin-D-Mangel auf. Des Weiteren fanden sich bei 45,8 % Hinweise auf eine Osteomalazie, während bei 46,5 % die Kriterien einer manifesten Osteoporose erfüllt waren. Eine signifikante Korrelation zwischen dem Typ der Beckenfraktur und dem Ausmaß des Vitamin-D-Mangels konnte nicht festgestellt werden.

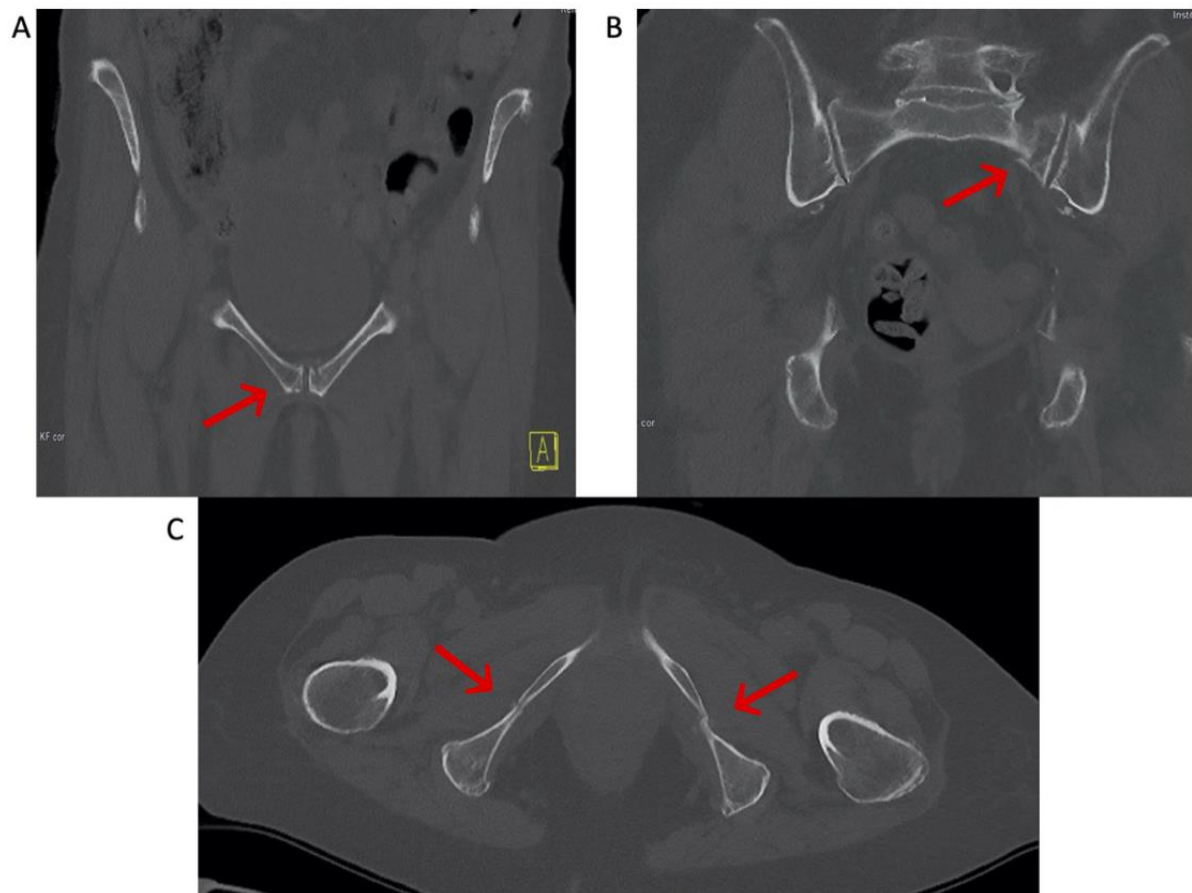


Abbildung 8: CT-Aufnahmen einer 83-jährigen Patientin mit einer linksseitigen FFP-IIIc-Fraktur (A: koronare Ansicht der Fraktur des oberen Schambeins; B: koronare Ansicht der Sakrumfraktur; C: axiale Ansicht der Fraktur des unteren Schambeins); Abbildung entnommen aus: (11)

Diese Ergebnisse unterstreichen eine strukturelle Schwäche in der aktuellen orthogeriatrischen Versorgung: die mangelnde Integration standardisierter Diagnostik zur Erfassung der Knochenstoffwechselgesundheit bei älteren Patientinnen und Patienten mit Indikatorfrakturen, hier am Beispiel der Beckenfragilitätsfrakturen. Angesichts der hohen Prävalenz relevanter metabolischer Knochenerkrankungen erscheint diese diagnostische Zurückhaltung klinisch nicht gerechtfertigt. Die Tatsache, dass ein erheblicher Anteil der untersuchten Patientinnen und Patienten unbehandelte oder unerkannt gebliebene Osteomalazie und/oder Osteoporose aufwies, verweist auf eine verpasste Chance zur Sekundärprävention.

Ein weiterer bedeutsamer Befund ist das Fehlen eines Zusammenhangs zwischen Frakturtyp und Vitamin-D-Spiegel, was darauf hindeutet, dass die metabolische Knochenstörung als systemisches Problem betrachtet werden muss - unabhängig vom konkreten Verletzungsmuster. Während die operative Versorgung der FFP mittlerweile weitgehend standardisiert ist, fehlt es im Bereich der medikamentösen Sekundärprävention weiterhin an klar definierten interdisziplinären Leitlinien (24, 44). Insbesondere die differenzialdiagnostische Abgrenzung zwischen Osteoporose und Osteomalazie wird in der Praxis bislang unzureichend berücksichtigt, obwohl sie essenziell für eine adäquate pharmakologische Therapie ist.

Zusammenfassung und Ausblick

Die geriatrische Traumatologie wird auch in Zukunft einen großen Tätigkeitsbereich der muskuloskelettalen Chirurgie ausmachen. Sei es bei periprothetischen Frakturen, der im Volksmund gefürchteten Schenkelhalsfraktur oder bei Fragilitätsfrakturen des Beckens, der behandelnde Chirurg oder die behandelnde Chirurgin muss neben der reinen Frakturversorgung immer die jeweiligen Komorbiditäten eines teils komplex vorerkrankten Patientenkollektives im Blick behalten und hierfür idealerweise ein interdisziplinäres Behandlungskonzept erstellen (43). Durch die oben beschriebenen Forschungsarbeiten konnten bestehende Behandlungskonzepte kritisch hinterfragt und zudem Ansätze aufgezeigt werden, wie dabei einzelne Aspekte verbessert werden können.

Registerarbeiten bleiben unabdinglich, wenn Fragestellungen nationaler Tragweite betrachtet werden sollen. Die Forschungsarbeit zum Einfluss der Versorgungslevels einer Klinik auf die präoperative Wartezeit könnte bei einer zukünftigen Revision des aktuellen GBA-Beschlusses zur Versorgung hüftgelenknaher Femurfrakturen Beachtung finden. Die aufgezeigten, häufig systembedingten Schwachstellen, könnten dabei den Fokus auf spezielle Vorhaltekapazitäten oder eine Anpassung der strengen Zeitvorgaben je nach Klinikgröße richten. Die zweite Registerstudie konnte die Notwendigkeit einer konsequenten geriatrischen Mitbehandlung während des gesamten Klinikaufenthaltes zeigen. Dies sind im Rahmen der laufenden Krankenhausreform wichtige Daten, um die personelle sowie materielle Ausstattung einzelner Abteilungen richtig und zukunftsfähig zu steuern.

Reduzierte Mobilität und Knochenqualität bleiben Hauptprobleme des alterstraumatologischen Patienten bereits vor und vor allem nach einem Sturzereignis (18). Die weiteren Studien konnten hierzu aufzeigen, dass trotz der per se klaren Ätiologie der einzelnen Frakturen (bei den Fragilitätsfrakturen des Beckens bereits

anhand der Namensgebung) häufig eine adäquate osteologische Abklärung im Rahmen des stationären Aufenthaltes ausbleibt. Eine Sekundärprophylaxe wird damit verzögert oder gar unmöglich, da ein älterer Patient häufig Arzt-fern lebt und dies nach dem Klinikaufenthalt aggravieren kann. Die Adaption der chirurgischen Versorgung mit topographie-spezifischer Bestimmung der Knochendichte und Anpassung an die jeweilige Frakturmorphologie kann dies während des stationären Aufenthaltes mildern (23). Auch die frühzeitige Identifikation besonders gefährdeter Patienten für ein Mobilitätsdefizit mittels der vergleichsweise einfach zu bestimmenden Handkraft kann hierzu einen Beitrag leisten (33).

Die Ergebnisse dieser kumulativen Habilitation belegen somit, dass eine qualitativ hochwertige Versorgung geriatrischer Frakturpatienten nur durch ein feinjustiertes Zusammenspiel aus strukturellen Voraussetzungen, interdisziplinärer Zusammenarbeit und patientenindividueller Risikostratifikation möglich ist. Es zeigt sich, dass bereits einfach durchführbare Assessments wichtige prognostische Informationen liefern können und dabei unmittelbare Relevanz für Therapieentscheidungen und Rehabilitationsstrategien haben.

Langfristig muss das Ziel eine Versorgung bleiben, die nie allein auf die Fraktur fixiert ist, sondern den geriatrischen Patienten als Ganzes begreift, mit all seinen funktionellen, kognitiven und metabolischen Herausforderungen.

Abkürzungsverzeichnis

AO/OTA	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Orthopaedic Trauma Association
ASA	American Society of Anesthesiologists (Score zur Narkose-Risikoklassifikation)
ATR-DGU	AltersTraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie
BI	Barthel-Index
BMD	Bone Mineral Density (Knochendichte)
CT	Computertomographie
Ca-Ha	Calcium-Hydroxyapatit
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
DXA	Dual-Energy X-ray Absorptiometry
EWGSOP2	European Working Group on Sarcopenia in Older People – Revision 2
FFP	Fragilitätsfraktur des Beckens (engl.: Fragility Fracture of the Pelvis)
GBA	Gemeinsamer Bundesausschuss
HU	Hounsfield Units (Maßeinheit in der CT)
IF	Impact Factor
IQR	Interquartilsabstand
OP	Operation
OR	Odds Ratio
PMS	Parker Mobility Score
qCT	quantitative Computertomographie

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der geplanten Schraubenposition in frontaler (a) und sagittaler Ansicht (b). Die Schrauben wurden in axialer Richtung mit konstanter Geschwindigkeit herausgezogen, wobei ein Versagen definiert wurde, sobald ein Kraftabfall festgestellt wurden kontinuierlich gemessen. Abbildung entnommen aus: (36).....	17
Abbildung 2: Präparat in die Instron-Prüfmaschine eingespannt und montiert während des Prüfzyklus (a), sowie nach dem Schraubenausriss (b). Abbildung entnommen aus: (36)	18
Abbildung 3: Vergleich der durchschnittlichen Knochendichte zwischen den Gruppen 1 und 2 unter Berücksichtigung des Schwellenwerts. Abbildung entnommen aus: (36).....	19
Abbildung 4: Durchschnittswerte des Parker Mobility Score (A) und des Barthel-Index (B) in Bezug auf die AO/OTA-Klassifikation 12 Monate postoperativ sowie deren Korrelation (C); *p < 0,05; Abbildung entnommen aus: (12)...	22
Abbildung 5: Boxplot zur Darstellung der durchschnittlichen Spitzenkraft (N) bei Belastung des Beins im Vergleich zwischen dem niedrigsten und höchsten Quartil der Handkraft; Abbildung entnommen aus: (14).....	24
Abbildung 6: Exemplarische Darstellung der Belastungsmessung am betroffenen Bein bei zwei männlichen Probanden mit Handkraft oberhalb (blau) bzw. unterhalb (rot) des EWGSOP2-Cut-off-Werts (x-Achse: Zeit in Sekunden, y-Achse: Belastung in N); Abbildung entnommen aus (14)	25
Abbildung 7: Klassifikation der Fragilitätsfrakturen des Beckens nach Rommens et al.: FFP Typ I: Isolierte Verletzung des vorderen Beckenrings; FFP Typ II: Nicht dislozierte Verletzung des hinteren Beckenrings; FFP Typ III: Dislozierte, einseitige Verletzung des hinteren Beckenrings (bei Typ II und III meist zusätzlich Beteiligung des vorderen Beckenrings); FFP Typ IV: Dislozierte, beidseitige Verletzung des hinteren Beckenrings; Abbildung entnommen aus: (11)	28
Abbildung 8: CT-Aufnahmen einer 83-jährigen Patientin mit einer linksseitigen FFP-IIIc-Fraktur (A: koronare Ansicht der Fraktur des oberen Schambeins; B: koronare Ansicht der Sakrumfraktur; C: axiale Ansicht der Fraktur des unteren Schambeins); Abbildung entnommen aus: (11)	29
 Tabelle 1: Multivariable, lineare and logistische Regressionsanalyse, die den Einfluss einer Versorgung in einem Stufe-1-Zentrum auf die o.g. Parameter untersucht (alle Modelle wurden für Geschlecht, Alter, ASA-Score, Begleitverletzungen und vorbestehende Antikoagulation korrigiert; + lineare Regressionsanalyse ~ logistische Regressionsanalyse); Tabelle entnommen aus: (13).....	11
Tabelle 2: Multivariable, logistische und lineare Regressionsanalyse des Einflusses einer erhöhten geriatrischen Behandlungsfrequenz auf o.g. Outcomeparameter im Rahmen des stationären Aufenthaltes (ausgehend von einer Behandlungsfrequenz zweimal pro Woche; alle Modelle wurden für Alter, Geschlecht und ASA-Score korrigiert, *dieses Model wurde zusätzlich für „vorbestehende Osteoporosetherapie“ korrigiert). Tabelle entnommen aus: (10)	14

Literaturverzeichnis

1. 2019 surveillance of Hip fracture: management (NICE guideline CG124). London 2019.
2. Alarcon T, Ojeda-Thies C, Saez-Lopez P, Gomez-Campelo P, Navarro-Castellanos L, Otero-Puime A, et al. Usefulness of a national hip fracture registry to evaluate the profile of patients in whom antiosteoporotic treatment is prescribed following hospital discharge. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2020;31(7):1369-75.
3. Barton DW, Piple AS, Smith CT, Moskal SA, Carmouche JJ. The Clinical Impact of Fracture Liaison Services: A Systematic Review. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2021;12:2151459320979978.
4. Cavalcanti Kussmaul A, Schwaabe F, Kistler M, Gennen C, Andress S, Becker CA, et al. Novel minimally invasive tape suture osteosynthesis for instabilities of the pubic symphysis: a biomechanical study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022;142(9):2235-43.
5. Choe HS, Lee JH, Min DK, Shin SH. Comparison of vertebral and femoral bone mineral density in adult females. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(6):1928-31.
6. Court-Brown CM, Clement ND, Duckworth AD, Biant LC, McQueen MM. The changing epidemiology of fall-related fractures in adults. *Injury*. 2017;48(4):819-24.
7. Ehrnthaller C, Olivier AC, Gebhard F, Durselen L. The role of lesser trochanter fragment in unstable pertrochanteric A2 proximal femur fractures - is refixation of the lesser trochanter worth the effort? *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2017;42:31-7.
8. Friedman SM, Mendelson DA, Kates SL, McCann RM. Geriatric co-management of proximal femur fractures: total quality management and protocol-

driven care result in better outcomes for a frail patient population. Journal of the American Geriatrics Society. 2008;56(7):1349-56.

9. Gadgaard NR, Varnum C, Nelissen R, Vandenbroucke-Grauls C, Sorensen HT, Pedersen AB. Comorbidity and risk of infection among patients with hip fracture: a Danish population-based cohort study. Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA. 2023;34(10):1739-49.

10. Gleich J, Fleischhacker E, Rascher K, Friess T, Kammerlander C, Bocker W, et al. Increased Geriatric Treatment Frequency Improves Mobility and Secondary Fracture Prevention in Older Adult Hip Fracture Patients-An Observational Cohort Study of 23,828 Patients from the Registry for Geriatric Trauma (ATR-DGU). J Clin Med. 2021;10(23).

11. Gleich J, Kussmaul AC, Steiner E, Bocker W, Neuerburg C, Linhart C. High prevalence of missed information related on bone health in orthogeriatric patients with fragility fractures of the pelvis-an institutional register-based analysis. Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA. 2022;33(4):901-7.

12. Gleich J, Neuerburg C, Linhart C, Keppler AM, Pfeufer D, Kammerlander C, et al. Inferior Outcome after Unstable Trochanteric Fracture Patterns Compared to Stable Fractures in the Elderly. J Clin Med. 2021;10(2).

13. Gleich J, Neuerburg C, Schoeneberg C, Knobe M, Bocker W, Rascher K, et al. Time to surgery after proximal femur fracture in geriatric patients depends on hospital size and provided level of care: analysis of the Registry for Geriatric Trauma (ATR-

DGU). European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society. 2023;49(4):1827-33.

14. Gleich J, Pfeufer D, Keppler AM, Mehaffey S, Furmetz J, Bocker W, et al. Identification of hip fracture patients at risk for postoperative mobilisation complications via handgrip strength assessment. Arch Orthop Trauma Surg. 2022;142(6):997-1002.

15. Goldhahn J, Suhm N, Goldhahn S, Blauth M, Hanson B. Influence of osteoporosis on fracture fixation--a systematic literature review. Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA. 2008;19(6):761-72.

16. Haentjens P, Boonen S. Type of Fracture Is an Independent Determinant of Long-Term Mortality in Older Patients With Hip Fracture: Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. Journal of Clinical Densitometry. 2014;17(3):422.

17. Kammerlander C, Pfeufer D, Lisitano LA, Mehaffey S, Bocker W, Neuerburg C. Inability of Older Adult Patients with Hip Fracture to Maintain Postoperative Weight-Bearing Restrictions. The Journal of bone and joint surgery American volume. 2018;100(11):936-41.

18. Keppler AM, Holzschuh J, Pfeufer D, Gleich J, Neuerburg C, Kammerlander C, et al. Mobility improvement in the first 6 postoperative weeks in orthogeriatric fracture patients. European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society. 2022;48(4):2867-72.

19. Kim RG, An VVG, Petchell JF. Hip fracture surgery performed out-of-hours-A systematic review and meta-analysis. Injury. 2021.

20. Klenk J, Wekenmann S, Schwickert L, Lindemann U, Becker C, Rapp K. Change of Objectively-Measured Physical Activity during Geriatric Rehabilitation. Sensors (Basel). 2019;19(24).

21. Klestil T, Röder C, Stotter C, Winkler B, Nehrer S, Lutz M, et al. Impact of timing of surgery in elderly hip fracture patients: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*. 2018;8(1):13933.
22. Kristensen MT, Foss NB, Ekdahl C, Kehlet H. Prefracture functional level evaluated by the New Mobility Score predicts in-hospital outcome after hip fracture surgery. *Acta Orthop*. 2010;81.
23. Li N, Yuan Y, Yin L, Yang M, Liu Y, Zhang W, et al. Site-Specific Differences in Bone Mineral Density of Proximal Femur Correlate with the Type of Hip Fracture. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(11).
24. Maier GS, Kolbow K, Lazovic D, Horas K, Roth KE, Seeger JB, et al. Risk factors for pelvic insufficiency fractures and outcome after conservative therapy. *Arch Gerontol Geriatr*. 2016;67:80-5.
25. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *Journal of orthopaedic trauma*. 2018;32 Suppl 1:S1-S170.
26. Moja L, Piatti A, Pecoraro V, Ricci C, Virgili G, Salanti G, et al. Timing matters in hip fracture surgery: patients operated within 48 hours have better outcomes. A meta-analysis and meta-regression of over 190,000 patients. *PloS one*. 2012;7(10):e46175.
27. Neuerburg C, Forch S, Gleich J, Bocker W, Gosch M, Kammerlander C, et al. Improved outcome in hip fracture patients in the aging population following co-managed care compared to conventional surgical treatment: a retrospective, dual-center cohort study. *BMC Geriatr*. 2019;19(1):330.
28. Orwig D, Magaziner J, Fielding RA, Zhu H, Binder EF, Cawthon PM, et al. Application of SDOC Cut-points for Low Muscle Strength for Recovery of Walking Speed After Hip Fracture. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2020.

29. Osterhoff G, TraumaNetzwerk W, TraumaNetzwerk O, Schaser KD, Kleber C. [Potential consequences of the German hospital reform and the resolution of the Federal Joint Committee on the treatment of proximal femoral fractures for the Federal State of Saxony : Improvement or hazard for the quality of care?]. *Unfallchirurgie (Heidelb)*. 2025;128(1):29-37.
30. Rapp K, Becker C, Todd C, Rothenbacher D, Schulz C, König HH, et al. The Association Between Orthogeriatric Co-Management and Mortality Following Hip Fracture. *Deutsches Arzteblatt international*. 2020;117(4):53-9.
31. Ryg J, Rejnmark L, Overgaard S, Brixen K, Vestergaard P. Hip fracture patients at risk of second hip fracture: a nationwide population-based cohort study of 169,145 cases during 1977-2001. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. 2009;24(7):1299-307.
32. Said CM, Delahunt M, Ciavarella V, Al Maliki D, Boys AM, Vogrin S, et al. Factors Impacting Early Mobilization Following Hip Fracture: An Observational Study. *J Geriatr Phys Ther*. 2021.
33. Salis F, Buffoli I, Belfiori M, Bellisai A, Gianoglio B, Marongiu G, et al. Handgrip strength as a predictor of one-year mortality in elderly patients with fragility hip fracture. *Aging Clin Exp Res*. 2025;37(1):112.
34. Savino E, Martini E, Lauretani F, Pioli G, Zagatti AM, Frondini C, et al. Handgrip strength predicts persistent walking recovery after hip fracture surgery. *Am J Med*. 2013;126(12):1068-75 e1.
35. Schenkel M, Kaniewska M, Buhler T, Anderson S, Eid K. No difference in flexion power despite iliopsoas fatty degeneration in healed hip fractures with large lesser trochanter displacement. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28(7):1313-9.
36. Schwaabe F, Gleich J, Linhart C, Keppler AM, Woiczinski M, Kammerlander C, et al. How relevant is lumbar bone mineral density for the stability of symphyseal

implants? A biomechanical cadaver study. *European journal of trauma and emergency surgery* : official publication of the European Trauma Society. 2022;48(4):3101-8.

37. Seebeck J, Goldhahn J, Stadele H, Messmer P, Morlock MM, Schneider E. Effect of cortical thickness and cancellous bone density on the holding strength of internal fixator screws. *J Orthop Res*. 2004;22(6):1237-42.

38. Sheehan KJ, Goubar A, Almilaji O, Martin FC, Potter C, Jones GD, et al. Discharge after hip fracture surgery by mobilisation timing: secondary analysis of the UK National Hip Fracture Database. *Age Ageing*. 2021;50(2):415-22.

39. Sieber CC. Malnutrition and sarcopenia. *Aging Clin Exp Res*. 2019;31(6):793-8.

40. Smith CT, Barton DW, Piple AS, Carmouche JJ. Pelvic Fragility Fractures: An Opportunity to Improve the Undertreatment of Osteoporosis. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2021;103(3):213-8.

41. Tan CMP, Park DH, Chen YD, Jagadish MU, Su S, Premchand AXR. Mortality rates for hip fracture patients managed surgically and conservatively in a dedicated unit in Singapore. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022;142(1):99-104.

42. Uzoigwe CE, Burnand HG, Cheesman CL, Aghedo DO, Faizi M, Middleton RG. Early and ultra-early surgery in hip fracture patients improves survival. *Injury*. 2013;44(6):726-9.

43. Van Heghe A, Mordant G, Dupont J, Dejaeger M, Laurent MR, Gielen E. Effects of Orthogeriatric Care Models on Outcomes of Hip Fracture Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Calcif Tissue Int*. 2022;110(2):162-84.

44. Wu CH, Tu ST, Chang YF, Chan DC, Chien JT, Lin CH, et al. Fracture liaison services improve outcomes of patients with osteoporosis-related fractures: A systematic literature review and meta-analysis. *Bone*. 2018;111:92-100.

45. Zhang P, He J, Fang Y, Chen P, Liang Y, Wang J. Efficacy and safety of intravenous tranexamic acid administration in patients undergoing hip fracture surgery for hemostasis: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(21):e6940.

Danksagung

Mein aufrichtiger Dank gilt zunächst Herrn Prof. Dr. med. Wolfgang Böcker und Herrn Prof. Dr. med. Boris Holzapfel, die mir im Rahmen meiner Habilitation ihr Vertrauen geschenkt und mir die wissenschaftliche Entwicklung in einem hochprofessionellen und gleichzeitig kollegialen Umfeld ermöglicht haben.

Besonders danken möchte ich Herrn Prof. Dr. med. Carl Neuerburg, der mich seit dem Studium auf meinem klinischen und wissenschaftlichen Weg kontinuierlich begleitet, gefördert und geprägt hat. Sein Vertrauen, seine unermüdliche Unterstützung und seine klare Haltung in Forschung und Klinik sind mir ein großes Vorbild.

Mein Dank gilt außerdem den Arbeitsgruppen Alterstraumatologie und Schulterchirurgie, in deren Rahmen viele der in dieser Arbeit enthaltenen Projekte entstanden sind. Für die inspirierende Zusammenarbeit und wertvolle fachliche wie persönliche Unterstützung danke ich insbesondere PD Dr. med. Tobias Helfen, PD Dr. med. Evi Fleischhacker, PD Dr. med. Alexander Keppler sowie PD Dr. med. Christoph Linhart.

Nicht zuletzt danke ich meiner Familie für ihren Rückhalt, ihre Geduld und ihre liebevolle Unterstützung auf diesem langen Weg. Besonders danke ich meiner Verlobten Lana Kempkens, deren Vertrauen, Verständnis und Zuspruch in entscheidenden Momenten für mich von unschätzbarem Wert waren.

Anhang

Curriculum Vitae

Veröffentlichung nur in gedruckter Version

Vollständiges Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen*Originalarbeiten als Erst- oder Letztautor*

Gleich J, Steiner E, Ehrnthaller C, Degen N, Lampert C, Böcker W, et al. CT-Based Evaluation of Hounsfield Units-A Novel Screening Tool for Undiagnosed Osteoporosis in Patients with Fragility Fractures of the Pelvis. Journal of Clinical Medicine. 2025;14(10):3346. (IF 2025 noch nicht veröffentlicht, IF 2024 = 3,0)

Gleich J, Neuerburg C, Schoeneberg C, Knobe M, Bocker W, Rascher K, et al. Time to surgery after proximal femur fracture in geriatric patients depends on hospital size and provided level of care: analysis of the Registry for Geriatric Trauma (ATR-DGU). European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society. 2023;49(4):1827-33. (IF 2023 = 1,9)

Gleich J*, Fleischhacker E*, Rascher K, Friess T, Kammerlander C, Bocker W, et al. Increased Geriatric Treatment Frequency Improves Mobility and Secondary Fracture Prevention in Older Adult Hip Fracture Patients-An Observational Cohort Study of 23,828 Patients from the Registry for Geriatric Trauma (ATR-DGU). J Clin Med. 2021;10(23). (*Geteilte Erstautorenschaft, IF 2021 = 4,964)

Der Habilitand war bei dieser Arbeit maßgeblich an der Auswertung und Interpretation der Daten beteiligt, weiterhin hat er in gemeinschaftlicher Arbeit mit der zweiten Erstautorin das Manuskript verfasst.

Schwaabe F*, **Gleich J***, Linhart C, Keppler AM, Woiczinski M, Kammerlander C, et al. How relevant is lumbar bone mineral density for the stability of symphyseal implants? A biomechanical cadaver study. European journal of trauma and emergency

surgery : official publication of the European Trauma Society. 2022;48(4):3101-8. (*
Geteilte Erstautorenschaft, IF 2022 = 2,1)

Der Habilitand war bei dieser Arbeit maßgeblich an der Auswertung der Daten beteiligt,
außerdem hat er in gemeinschaftlicher Arbeit mit der zweiten Erstautorin das
Manuskript verfasst.

Gleich J, Kussmaul AC, Steiner E, Bocker W, Neuerburg C, Linhart C. High prevalence
of missed information related on bone health in orthogeriatric patients with fragility
fractures of the pelvis-an institutional register-based analysis. Osteoporosis
international : a journal established as result of cooperation between the European
Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA.
2022;33(4):901-7.(IF 2022 = 4,0)

Gleich J, Pfeufer D, Keppler AM, Mehaffey S, Furmetz J, Bocker W, et al. Identification
of hip fracture patients at risk for postoperative mobilisation complications via handgrip
strength assessment. Arch Orthop Trauma Surg. 2022;142(6):997-1002. (IF 2022 =
2,3)

Gleich J, Neuerburg C, Linhart C, Keppler AM, Pfeufer D, Kammerlander C, et al.
Inferior Outcome after Unstable Trochanteric Fracture Patterns Compared to Stable
Fractures in the Elderly. J Clin Med. 2021;10(2). (IF 2021 = 4,964)

Gleich J, Pfeufer D, Zeckey C, Bocker W, Gosch M, Kammerlander C, et al.
Orthogeriatric treatment reduces potential inappropriate medication in older trauma
patients: a retrospective, dual-center study comparing conventional trauma care and

co-managed treatment. European journal of medical research. 2019;24(1):4. (IF 2019 = 1,826)

Diese Publikation ist teil der kumulativen Dissertation des Habilitanden und wird daher nicht zur Habilitation herangezogen.

Originalarbeiten als Koautor

Lampert C, Pachmann F, Rieger J, Zhang Y, **Gleich J**, Stumpf M, et al. Isolated posterior stabilization of the pelvic ring in type III/IV fragility fractures of the pelvis are beneficial compared to 360 degrees antero-posterior surgical approaches. A dual-center cohort analysis. Injury. 2025;56(2):112043. (IF 2025 noch nicht veröffentlicht, IF 2023 = 2,2)

Fleischhacker E, Sprecher CM, Milz S, Saller MM, Wirz R, Zboray R, Parrilli A, **Gleich J**, et al. Inflammatory tissue response in human soft tissue is caused by a higher particle load near carbon fiber-reinforced PEEK compared to titanium plates. Acta Biomater. 2024;180:128-39. (IF 2024 noch nicht veröffentlicht, IF 2023 = 9,4)

Linhart C, Mehrens D, Gellert LM, Ehrnthaller C, **Gleich J**, Lampert C, et al. Gluteal Muscle Fatty Atrophy: An Independent Risk Factor for Surgical Treatment in Elderly Patients Diagnosed with Type-III Fragility Fractures of the Pelvis. J Clin Med. 2023;12(22). (IF 2023 = 3,0)

Lisitano L, Rottinger T, Wiedl A, Rau K, Helling S, Cifuentes J, Jehs B, Härting M, Feitelson LM, **Gleich J**, et al. Plain X-ray is insufficient for correct diagnosis of tibial shaft spiral fractures: a prospective trial. European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society. 2023;49(6):2339-45. (IF 2023 = 1,9)

Fleischhacker E, Siebenburger G, **Gleich J**, Helfen T, Bocker W, Ockert B. Open reduction and internal fixation of displaced head-split type humeral fractures and role of the rotator-interval approach. Shoulder & elbow. 2023;15(2):159-65. (IF 2023 = 1,5)

Faust LM, Lerchenberger M, **Gleich J**, Linhart C, Keppler AM, Schmidmaier R, et al. Predictive Value of Prognostic Nutritional Index for Early Postoperative Mobility in Elderly Patients with Pertrochanteric Fracture Treated with Intramedullary Nail Osteosynthesis. J Clin Med. 2023;12(5). (IF 2023 = 3,0)

Fleischhacker E, **Gleich J**, Smolka V, Neuerburg C, Bocker W, Helfen T. The Influence of Adherence to Orthosis and Physiotherapy Protocol on Functional Outcome after Proximal Humeral Fracture in the Elderly. J Clin Med. 2023;12(5). (IF 2023 = 3,0)

Gewiess J, Sprecher C, Milz S, **Gleich J**, Helfen T. Osseous microarchitecture in frequent fracture zones of the distal clavicle. JSES Int. 2023;7(1):98-103. (IF 2023 = 2,9)

Fleischhacker E, Siebenburger G, **Gleich J**, Bocker W, Gilbert F, Helfen T. The Accuracy of Distal Clavicle Fracture Classifications-Do We Need an Amendment to Imaging Modalities or Fracture Typing? J Clin Med. 2022;11(19). (IF 2022 = 3,9)

Faust LM, Keppler AM, Suero E, **Gleich J**, Lisitano L, Bocker W, et al. The grade of instability in fragility fractures of the pelvis correlates with impaired early mobilization. European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society. 2022;48(5):4053-60. (IF 2022 = 2,1)

Fleischhacker E, Sprecher CM, Milz S, Saller MM, **Gleich J**, Siebenburger G, et al. Functional outcomes before and after implant removal in patients with posttraumatic shoulder stiffness and healed proximal humerus fractures: does implant material (PEEK vs. titanium) have an impact? - a pilot study. BMC Musculoskelet Disord. 2022;23(1):95. (IF 2022 = 2,3)

Keppler AM, Holzschuh J, Pfeufer D, **Gleich J**, Neuerburg C, Kammerlander C, et al. Mobility improvement in the first 6 postoperative weeks in orthogeriatric fracture patients. European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society. 2022;48(4):2867-72. (IF 2022 = 2,1)

Audige L, Aghlmandi S, Grobet C, Stojanov T, Muller AM, Felsch Q, **Gleich J**, et al. Prediction of Shoulder Stiffness After Arthroscopic Rotator Cuff Repair. The American journal of sports medicine. 2021;49(11):3030-9. (IF 2021 = 7,01)

Siebenburger G, Fleischhacker E, **Gleich J**, Helfen T, Bocker W, Ockert B. Supraspinatus Tenotomy in Reverse Shoulder Arthroplasty for Fractures: A Comparative Cohort Study. Geriatr Orthop Surg Rehabil. 2021;12:21514593211019973. (IF 2021 = 1,924)

Fleischhacker E, Siebenburger G, Helfen T, **Gleich J**, Bocker W, Ockert B. Varus malposition relates to functional outcomes following open reduction and internal fixation for proximal humeral fractures: A retrospective comparative cohort study with minimum 2 years follow-up. *Injury*. 2021;52(3):506-10. (IF 2021 = 2,687)

Helfen T, Siebenburger G, Fleischhacker E, **Gleich J**, Bocker W, Ockert B. Operative treatment of 2-part surgical neck type fractures of the proximal humerus in the elderly: Cement augmented locking plate PHILOS vs. proximal humerus nail multiloc(R). *Injury*. 2020;51(10):2245-52. (IF 2020 = 2,586)

Neuerburg C, Forch S, **Gleich J**, Bocker W, Gosch M, Kammerlander C, et al. Improved outcome in hip fracture patients in the aging population following co-managed care compared to conventional surgical treatment: a retrospective, dual-center cohort study. *BMC Geriatr*. 2019;19(1):330. (IF 2019 = 3,077)

Diese Publikation ist teil der kumulativen Dissertation des Habilitanden und wird daher nicht zur Habilitation herangezogen.

Übersichtsarbeiten

Gleich J, Helfen T, Böcker W. DMP und die Frakturversorgung – Proximale Humerusfrakturen. *Osteologie*. 2024;33(04):260-4. (IF 2024 noch nicht veröffentlicht, IF 2023 = 0,2)

Gleich J, Helfen T, Lampert C. [Treatment concepts for the medial clavicle and the sternoclavicular joint]. *Unfallchirurgie (Heidelb)*. 2024;127(11):783-7. (IF 2024 noch nicht veröffentlicht, IF 2023 = 0,6)

Fleischhacker E, **Gleich J**, Hesse E, Bucking B, Liener UC, Neuerburg C. [Individual aspects in elderly patients with fragility fractures]. Radiologe. 2021;61(12):1107-14. (IF 2021 = 0,803)

Gleich J, Milz S, Ockert B. [Principles of tendon healing at the shoulder and consequences for their treatment : Importance of platelet-rich plasma and regenerative medicine]. Unfallchirurg. 2021;124(2):89-95. (IF 2021 = 0,918)

Bohm E, **Gleich J**, Siebenburger G, Bocker W, Ockert B. [Rotator cuff tear : Indications and pathology-specific reconstructive procedures]. Unfallchirurg. 2021;124(2):108-16. (IF 2021 = 0,918)

Gleich J, Neuerburg C. [72/f-Stumbling fall onto the hips : Preparation for the medical specialist examination: part 42]. Unfallchirurg. 2021;124(Suppl 1):112-6. (IF 2021 = 0,918)

Gleich J, Furmetz J, Kamla C, Pedersen V, Bocker W, Keppler AM. [Gluteal compartment syndrome after immobilization following opioid abuse]. Unfallchirurg. 2020;123(6):496-500. (IF 2020 = 1,0)

Gleich J, Fleischhacker E, Siebenburger G, Helfen T, Bocker W, Ockert B. [Painful shoulder: Frequent shoulder diseases, diagnosis and therapy]. MMW Fortschr Med. 2019;161(17):62-73. (CiteScore 2019 = 0,1)

Neuerburg C, Keppler AM, Fleischhacker E, **Gleich J**, Kammerlander C. Part 4: Fracture Care Service Models – Building a Senior Trauma Centre. In: Senior Trauma Patients – An integrated approach / (Editors: Pape H-C, Kates SL, Hierholzer C, Bischoff-Ferrari HA) Springer Verlag 2022. ISBN 978-3-030-91482-0, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-91483-7>

Gleich J, Fürmetz J. Kapitel „Patellafrakturen“, „Zuggurtung der Patella“, „Schrauben- oder Plattenosteosynthese der Patella“, „Patellateilentfernung und Patellectomie“ erschienen in „Referenz Orthopädie und Unfallchirurgie - Knie“; Herausgeber: Andreas Roth, Julian Fürmetz, Wolfgang Böcker. 1. Auflage; Georg Thieme Verlag

Evi Fleischhacker, **Johannes Gleich**, Eric Hesse, Benjamin Bücking, Ulrich C. Liener, Carl Neuerburg. „Spezieller Aspekte bei Frakturen des fragilen Knochens“ erschienen in „Kompendium bildgebende Frakturdiagnostik“, Seite 47 - 67; Herausgeber: Marc-Andre Weber, Thomas Mittlmeier. 1. Auflage. Springer Verlag.

Gleich J, Kammerlander C. Kapitel „Proximale Humerusfraktur“ erschienen in „Fälle Geriatrie“; Herausgeber: Klaus Hager, Hans-Jürgen Heppner, Olaf Krause. 1. Auflage. Elsevier Verlag

Verzeichnis der abgehaltenen Lehrveranstaltungen

Veranstaltungsnummer	Titel der Lehrveranstaltung / Veranstaltungsreihe	Datum / Semester	UE (a 45 min.) / Semesterwochenstunden
7M2401	Untersuchungskurs L3-U3	SS 2019	6 UE
7M2801	Untersuchungskurs L5-U5	SS 2019	6 UE
7M1334	Seminar Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	WS 2019/2020	4 UE
7M1336	Übung Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	WS 2019/2020	4 UE
7M1321	Blockvorlesung Muskuloskelettales System und Schmerzmedizin (Q14)	WS 2019/2020	2 UE
7M2401	Untersuchungskurs L3-U3	WS 2019/2020	4 UE
7M2801	Untersuchungskurs L5-U5	WS 2019/2020	6 UE
7M1334	Seminar Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	SS 2020	4 UE
7M1336	Übung Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	SS 2020	4 UE
7M2801	Untersuchungskurs L5-U5	SS 2020	4 UE
7M1321	Blockvorlesung Muskuloskelettales System und Schmerzmedizin (Q14)	SS 2020	4 UE
7M1334	Seminar Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	WS 2020/2021	4 UE
7M1336	Übung Unfallchirurgie im	WS 2020/2021	4 UE

	Muskuloskelettalen System		
7M1366	Blockpraktikum Chirurgie	WS 2020/2021	6 UE
7M2801	Untersuchungskurs L5-U5	WS 2020/2021	4 UE
7M2801	Untersuchungskurs L5-U5	SS 2021	6 UE
7M1321	Blockvorlesung Muskuloskelettalen System und Schmerzmedizin (Q14)	SS 2021	2 UE
7M1334	Seminar Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	SS 2021	4 UE
7M1334	Seminar Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	WS 2021/2022	4 UE
7M1321	Blockvorlesung Muskuloskelettalen System und Schmerzmedizin (Q14)	WS 2021/2022	2 UE
7M3202	ambu II Ambulante Medizin: Unterricht am Patienten	SS 2022	2 UE
7M1321	Blockvorlesung Muskuloskelettalen System und Schmerzmedizin (Q14)	SS 2022	2 UE
7Z5006	Blockpraktikum: Allgemeine und spezielle Chirurgie für Studenten der Zahnmedizin	SS 2022	4 UE
7M1334	Seminar Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	WS 2022/2023	4 UE
7M1336	Übung Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	WS 2022/2023	4 UE
7M1325	Übung Orthopädie im Muskuloskelettalen System	WS 2022/2023	6 UE

7P0238	Nahtkurs	WS 2022/2023	4 UE
7M1334	Seminar Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	SS 2023	4 UE
7M1336	Übung Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	SS 2023	4 UE
7Z5006	Blockpraktikum: Allgemeine und spezielle Chirurgie für Studenten der Zahnmedizin	SS 2023	4 UE
7M1325	Übung Orthopädie im Muskuloskelettalen System	SS 2023	8 UE
7Z5006	Blockpraktikum: Allgemeine und spezielle Chirurgie für Studenten der Zahnmedizin	WS 2023/2024	4 UE
7M1334	Seminar Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	WS 2023/2024	4 UE
7M1336	Übung Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	WS 2023/2024	2 UE
7P0194	Red Flags Seminarreihe für PJler	WS 2023/2024	2 UE
7M1321	Blockvorlesung Muskuloskelettalen System und Schmerzmedizin (Q14)	SS 2024	2 UE
7P0238	Nahtkurs	SS 2024	4 UE
7M1334	Seminar Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	SS 2024	4 UE
7M1334	Seminar Unfallchirurgie im Muskuloskelettalen System	WS 2024/2025	4 UE

7P0194	Red Seminarreihe PJler	Flags für	WS 2024/2025	2 UE
--------	------------------------------	--------------	-----------------	------

Eidesstattliche Versicherung

Hiermit erkläre ich, Dr. med. Johannes Gleich, dass ich die vorliegende schriftliche Habilitationsleistung selbständig verfasst und die Herkunft des verwendeten oder zitierten Materials ordnungsgemäß kenntlich gemacht habe. Zudem erkläre ich, dass ich außer dem derzeitigen, kein weiteres Habilitationsgesuch für das Fach Orthopädie und Unfallchirurgie oder ein anderes Fach an der Ludwig-Maximilians-Universität München oder einer anderen Hochschule eingereicht habe und mir bisher kein akademischer Grad entzogen wurde. Weiterhin ist kein Verfahren gegen mich anhängig, welches die Entziehung eines akademischen Grades zur Folge haben könnte.

München, den 08.07.2025

Dr. med. Johannes Gleich