

OSTEOLOGIE 2024

Datum/Ort:

14.–16. März 2024, Wiesbaden

Kongresspräsident:

 Prof. Dr. Dr. Knut A. Grötz, Prof. Dr. Christopher Niedhart,
 Prof. Dr. Dr. Oliver Ristow

Inhalt

- 110 Freie Vorträge 1
- 113 Freie Vorträge 2
- 115 Nachwuchsforschungspreissymposium
- 117 Posterbegehung 1
- 120 Posterbegehung 2
- 123 Posterbegehung 3
- 126 Posterbegehung 4
- 128 Posterbegehung 5
- 130 Posterbegehung 6

1. Freie Vorträge 1

V 1.1 Deep-Learning KI in der Detektion von Wirbelkörperfrakturen aus CT Untersuchungen des Abdomens und des Thorax

Autorinnen/Autoren Ramy Sedra¹, Christoph Salzlechner², Richard Ljuhar³, Jörn Balzer⁴, Andreas A. Kurth¹

Institute 1 Marien Klinikum Mainz, Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie, Mainz; 2 Image Biopsie Lab, Wien; 3 Image Biopsie Lab, Wien; 4 Marien Klinikum Mainz, Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Mainz

DOI 10.1055/s-0044-1782049

Einleitung: In allen Leitlinien für die Osteoporose gelten Wirbelkörperfrakturen als einer der höchsten Risikofaktoren für weitere klinische osteoporosebedingte Frakturen. Trotzdem werden viele Wirbelkörperfrakturen, gerade bei älteren PatientInnen, nicht erkannt und verlaufen stumm. Täglich werden CT Untersuchungen des Abdomens und des Thorax durchgeführt und meistens wird die Wirbelsäule dabei nicht mit beurteilt. Das Vorhandensein von Wirbelkörperfrakturen/multiplen Wirbelkörperfrakturen kann aber entscheidend für die frühe Einleitung einer notwendigen Therapie der Osteoporose sein. In einer Pilotstudie konnte die Beta Version einer Deep-Learning Software für Künstliche Intelligenz retrospektiv angewendet werden.

Methode: Die KI Software „Flamingo“ (Imagebiopsy Lab, Wien) erkennt Wirbelfrakturen aus thorakalen und abdominalen Computertomographien (CT). Sie kann auf bereits vorhandene CT-Scans angewendet werden und sagt mithilfe eines 3-dimensionalen neuronalen Faltungsnetzwerks für jedes Voxel eine Klassenwahrscheinlichkeit voraus. Diese retrospektive Analyse umfasste 30 Probanden mit thorakalen und/oder abdominalen CT-Untersuchungen. 3 Datensätze konnten nicht ausgewertet werden, damit standen 27 unselektierte CT Untersuchungen von Thorax und Abdomen unserer Klinik anonymisiert zur Verfügung. In die Analyse mit einbezogen wurden die Wirbelkörper Th 1 bis L5, wenn auf den CTs miterfasst. Die CT-Studien wurden verblindet von einem Radiologen und einem Orthopäden unabhängig voneinander auf Frakturen untersucht und nach der Genant-Klassifikation klassifiziert. Anschließend wurden die CT-Untersuchungen von „Flamingo“ analysiert und nach der Genant Klassifikation eingeteilt. Keine Fraktur (Genant 0), geringe Fraktur (Genant I), mäßige Fraktur (Genant II) und schwere Fraktur (Genant III) klassifiziert.

Ergebnisse: Es standen Datensätze von 27 Probanden (Durchschnittsalter 72 Jahre, 22,2 % Männer) zur Verfügung. Es wurden insgesamt 225 Wirbelkörper analysiert und beurteilt. „Flamingo“ hat bei 10 Probanden insgesamt 13 Frakturen identifiziert und bei 212 Wirbelkörpern keine Fraktur. Bei 4 Patienten wurden multiple Wirbelkörperfrakturen detektiert. Die Deformierungen nach Genant erbrachte: Genant I 2, Genant II 8, Genant III 3. Die verblindete Auswertung des Radiologen und des Orthopäden erbrachte eine 92 % Übereinstimmung mit den in „Flamingo“ gefundenen Wirbelkörperfrakturen und der Genant Klassifikation. „Flamingo“ hat 1 Wirbelkörper als frakturiert erkannt, der nicht frakturiert war. Jedoch war eine radiologische Abnormalität (Zyste) erkennbar. In der ursprünglichen Routine-Beurteilung der CT Untersuchungen

wurden die multiplen Wirbelkörper erkannt, die niedrigen Deformitäten Genant 1 und 2 nur zu 40%.

Diskussion: Die KI Software „Flemingo“ zeigte in dieser kleinen Pilotstudie eine gleich hohe Detektionsrate wie trainierte Ärzte, die mit der Fragestellung konfrontiert sind. In der Routine Auswertung von CT mit anderen Fragestellungen werden oftmals die Wirbelkörperfrakturen nicht erkannt oder erwähnt. Die Anwendung von „Flemingo“ in der Routine könnte die Zahl der nicht diagnostizierten Frakturen verringern und damit das Risiko für osteoporose-bedingte Frakturen der untersuchten Patienten genauer einschätzen.

Korrespondenzadresse: Ramy Sedra, Marien Klinikum Mainz, Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie, An der Goldgrube 11, 55131 Mainz, Deutschland, E-Mail: ahakurth@t-online.de

V 1.2 Erheblich verbesserte Identifizierung von Hochrisikopatienten durch eine modifizierte Strategie zur Fraktur-Risikoabschätzung

Autorinnen/Autoren Claus-Christian Glüer¹, Klaus Engelke², Friederike Thomasius³, William D. Leslie⁴

Institute 1 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, UKSH, Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Sektion Biomedizinische Bildgebung, Kiel; 2 Friedrich Alexander Universität Erlangen Nürnberg, Medizin 3, Erlangen; 3 Frankfurter Hormon- und Osteoporosezentrum, Frankfurt; 4 University of Manitoba, Departments of Internal and Radiology, Winnipeg
DOI 10.1055/s-0044-1782050

Einleitung: Die bisher verfolgten Strategien schöpfen das Potenzial zur Identifizierung von Hochrisikopatienten nicht aus. Es wird eine modifizierte Strategie vorgeschlagen, gemäß den Leitlinien des DVO: Risikoabschätzung auf Basis von (i) Hüftfrakturen (HF) und Wirbelkörperfrakturen (WKF) anstelle sonstiger osteoporotischer Frakturen (sOF), (ii) mehr klinische Risikofaktoren (kRFs), (iii) Knochenflächendichte (aBMD) und Trabecular Bone Score (TBS) der Lendenwirbelsäule (LWS) zusätzlich zur aBMD der Gesamt-Hüfte (iv) und ein Vorhersagezeitraum von 3 bzw 1 anstelle von 10 Jahren. Ziel: Zu prüfen, ob diese Strategie zu einer Verbesserung der Frakturvorhersage führt.

Step	Change type	AUC HF	Increase AUC HF	AUC VF	Increase AUC VF	AUC oOF	Increase AUC oOF
0	Basic 3-yr model w/o DXA	0.830		0.727		0.624	
1	disaggregating FRAX prior fx	n.b.	n.b.	0.748 ¹	0.021	n.b.	n.b.
2	expanded secondary osteop.	0.837 ²	0.007	n.b.	n.b.	0.630 ³	0.006
3	neuro cRFs	0.848 ⁴	0.011	0.766 ⁵	0.018	n.b.	n.b.
Step 3 vs 0	Best 3-yr model w/o DXA	0.848	0.018	0.766	0.039	0.630	0.006
4	& aBMD hip/pt	0.884	0.036	0.783	0.017	0.659	0.029
5	& aBMD lumbar spine	n.b.	n.b.	0.790	0.007	n.b.	n.b.
6	& TBS lumbar spine	n.b.	n.b.	0.795	0.005	0.664	0.005
Step 6 vs 3	Best 3-yr model with DXA	0.884	0.036	0.795	0.029	0.664	0.034
Step 6 vs 0	Total improvement 3-yr model		0.054		0.068		0.040
7	1-yr vs 3-yr model with DXA	0.907	0.023	0.850	0.055	0.679	0.015
Step 7 vs 0	Total improvement 1-yr model		0.077		0.123		0.055

¹ predictors: prior VF, prior non-VF

² predictors: insulin dep diabetes, not insulin dep diabetes, hypogonadism, sec. liver disease

³ predictors: insulin dep diabetes, celiac disease

⁴ predictors: Parkinson, multiple sclerosis, dementia, seizure

⁵ predictors: Parkinson, muscular dystrophy, stroke, seizure

AUC: area under receiver operating characteristic (ROC) curve; n.b.: no added clinical benefit

► Tab. 1

Methode: Die Analysen erfolgten im Manitoba BMD Register. Ein erweiterter Satz von Risikofaktoren für das HF- oder WKF-Risiko wurde auf der Grundlage einer systematischen Literatursuche (2267 Veröffentlichungen, Oxford-Evidenzkriterien) der Leitlinienkommission des DVO ausgewählt, sofern im BMD-Register von Manitoba verfügbar. Cox-Modelle zur Vorhersage von 3-Jahres HF, WKF und sOF wurden in 7 Schritten erstellt. Voraussetzung für Einschluss der Faktoren des jeweiligen Schritts war eine signifikante Verbesserung und ein klinisch relevanter Anstieg der AUC > 0.005: (0) = Ausgangsniveau; 8 kRF aus

FRAX (ohne sekundäre Osteoporose) → (1) Aufschlüsselung der FRAX-Vorfrakturen in Frakturtypen Untergruppen → (2) kRFs aus sekundärer Osteoporose (aus FRAX und auch weitere) → (3) kRFs aus neurologischen Erkrankungen → (4) Hinzufügen der aBMD der Gesamt-Hüfte → (5) Hinzufügen der aBMD der LWS → (6) Hinzufügen des TBS; (7) Vergleich des hieraus resultierenden 3-Jahres-Frakturrisikomodells mit demselben Modell für das 1- und 10-Jahres-Frakturrisiko.

Ergebnisse: Die Stichprobe umfasste 56.129 Frauen; über 3 Jahre wurden 292 HF, 260 klinische WKF und 1556 sOF erfasst. Die Tab. 1 zeigt die Verbesserungen der AUC, sofern die Verbesserungsvoraussetzungen erfüllt wurden. Insgesamt verbesserten sich die 3-Jahres-AUCs um +0,054 (von 0,830 auf 0,884) für HF und um +0,068 (von 0,727 auf 0,795) für WKF. Im Vergleich zu den 3-Jahres-Risikomodellen waren die AUCs nach 1 Jahr höher, und zwar um +0,023 (auf 0,907) für HF und um +0,055 (auf 0,850) für WKF. Im Gegensatz dazu war die 10-Jahres-AUC mit 0,825 (-0,059 im Vergleich zur 3-Jahres-AUC) für HF und mit 0,771 (-0,024) für WKF wesentlich niedriger. Für sOFs waren die AUCs in allen Stufen durchweg niedriger als für HF und WK.

Diskussion: Vier Strategieänderungen: (i) Beschränkung auf das HF- und WKF-Risiko; (ii) mehr klinischer Risikofaktoren; (iii) Einbeziehung von aBMD und TBS der LWS (für WKF); (iv) Bewertung des 3-Jahres Risikos (und des imminenten Risikos über 1 Jahr) anstelle des 10-Jahres Risikos, verbesserten die Risikoprofilierung erheblich. Dies unterstützt die Strategie zur Identifizierung von Hochrisikopersonen der aktuellen Leitlinie des DVO.

Keywords: Frakturrisiko, Osteoporose, Risikorechner, Leitlinien

Korrespondenzadresse: Claus-Christian Glüer, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, UKSH, Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Sektion Biomedizinische Bildgebung, Am Botanischen Garten 14, 24118 Kiel, Deutschland, E-Mail: glueer@rad.uni-kiel.de

V 1.3 Generierung eines humanen 3D-Knochenmodells zur Simulation von Glukokortikoid-induzierter Osteoporose in vitro

Autorinnen/Autoren Moritz Pfeiffenberger¹, Johannes Plank¹, Alexandra Damerau¹, Timo Gaber¹, Frank Buttgerit¹

Institut 1 Charité Universitätsmedizin Berlin, Rheumatologie, Rheumatologie, Berlin
DOI 10.1055/s-0044-1782051

Einleitung: Osteoporose ist eine weit verbreitete Knochenerkrankung, die durch eine geringe Knochenmasse, Knochenbrüchigkeit und allgemeine Veränderungen der Knochenarchitektur gekennzeichnet ist. Diese Krankheit kann zu Knochenbrüchen, Schmerzen und letztlich zu einer eingeschränkten Mobilität und damit zu einer verminderten Lebensqualität führen. Die Glucocorticoid-induzierte Osteoporose (GIOP) ist die häufigste Form der sekundären Osteoporose. Dies ist in der Rheumatologie von besonderer Bedeutung, da diese Medikamente sehr häufig zur Behandlung von Patienten mit entzündlichen rheumatischen und muskuloskeletalen Erkrankungen eingesetzt werden

Methode: Unser Modell umfasst knochenbildende Osteoblasten und knochen-resorbierende Osteoklasten, um den Knochenumbau zu ermöglichen. Wir erstellten ein Osteoklasten-Differenzierungsprotokoll und kultivierten die Zellen 21 Tage lang in α -MEM-Medium, 5 % FCS, 5 % humanes AB-Serum, 2 mmol L-Glutamin, 25 ng/ml M-CSF und 50 ng/ml RANKL. Für die Struktur des Knochenmodells, wurden mesenchymale Stromazellen (MSCs) auf β -TCP differenziert. Anschließend wurden Osteoklasten hinzugefügt und die Modelle mit Methylprednisolon behandelt, um Osteoporose zu induzieren. Die knochenbildende und -resorbierende Aktivität wurde mit Hilfe μ CT, der Analyse des Überstandes auf charakteristische Proteine und der Immunhistologie überwacht.

Ergebnisse: Multinuklearität, typische β -Actin-Ringbildung, zelluläre Aktivität durch TRAP-Färbung und Funktionalität in Resorptionstests bewiesen die Funktionalität der Osteoklasten. Unser Protokoll ermöglichte uns die Passagierung der Zellen ohne Zellverlust oder Funktionseinbußen. Um das unbehandelte

Knochenmodell zu etablieren, haben wir Osteoklasten auf ein vorbesiedeltes β -TCP-Konstrukt (3 Wochen) ausgesät und die Co-Kultur für weitere 7 Tage kultiviert. Mit μ CT konnten wir die Homöostase zwischen Knochenbildung und -resorption zeigen. Darüber hinaus analysierten wir den Überstand und wiesen eine deutliche Sekretion von RANKL, OPG, MMP-9 sowie freiem Phosphat und Kalzium nach. Diese Ergebnisse bestätigten die Funktionalität sowohl der Osteoklasten als auch der aus MSC stammenden Osteoblasten in unserem 3D-Modell. Anschließend übertrugen wir unser unbehandeltes Modell auf das Osteoporose-simulierende Modell, indem wir es mit Methylprednisolon behandelten, und konnten eine Störung der Knochenhomöostase zugunsten der Osteoklastenaktivität nachweisen. Sobald unser Modell vollständig etabliert ist, werden wir es für präklinische In-vitro-Experimente nutzen, um verfügbare Medikamente gegen Osteoporose zu untersuchen.

Diskussion: Letztendlich werden wir eine in vitro 3D-Ko-Kultur von Osteoblasten und Osteoklasten erhalten, die den menschlichen Knochen simuliert und in der Lage ist, wichtige Aspekte der GIOP in vitro nach einer Behandlung mit Glukokortikoiden zu imitieren.

Keywords: osteoporose, in vitro

Korrespondenzadresse: Moritz Pfeiffenberger, Charité Universitätsmedizin Berlin, Rheumatologie, Rheumatologie, Chariteplatz 1, 10117 Berlin, Deutschland, E-Mail: moritz.pfeiffenberger@charite.de

V 1.4 Vergleich der Knochendichte und Fragilitätsscore des proximalen Femurs zwischen Frakturrisikogruppen untersucht mit Radiofrequenz-echographische Multispektrometrie (REMS)

Autorinnen/Autoren Elena Bischoff¹, Fabian Bischoff², Stoyanka Vladeva³, Hristo Gigov⁴, Plamen Kinov⁵

Institute 1 Universität „Prof. Dr. Assen Zvatarov“ – Burgas, Bulgarien, Burgas; 2 Rheumatologische Praxis Stara Zagora, Bulgarien, Stara Zagora; 3 Trakia Universität, Medizinische Fakultät, Stara Zagora, Bulgar, Stara Zagora; 4 Medizinische Universität – Plewen, Medizinische Fakultät, Plewen, Bulgarien, Plewen; 5 Universitätsklinik „Königin Giovanna“ – Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Sofia, Bulgari, Sofia
DOI 10.1055/s-0044-1782052

Einleitung: Osteoporose ist eng mit dem Risiko für Fragilitätsfrakturen verknüpft (1). Eine neue Betrachtungsweise mittels REMS Methode auf die Bewertung von Knochenstrukturen bezieht neben der Knochendichte auch die Knochenqualität mit ein. Daraus können Frakturrisikogruppen abgeleitet werden welche von R1 bis R7 variieren. Eine hohe Risikogruppe entspricht einem höherem Frakturrisiko. Die Risikogruppe widerspiegelt das individuelle Frakturrisiko für Major osteoporotic fractures (MOF) in % innerhalb von 5 Jahren (2).

Methode: 125 Frauen haben eine REMS basierte Untersuchung des proximalen Femurs bekommen. Patientencharakteristiken wie Alter, Body mass index (BMI) und Menopausenstatus, sowie Untersuchungscharakteristiken wie BMD in g/cm², T-score, Z-score in Standardabweichungen (SD), FS und Fracture risk assessment tool (FRAX) für MOF und für Hüftfrakturen (HF) wurden analysiert. Anhand der Kombination von FS und T-Score wurde im REMS Bericht eine Interpretationstabelle erstellt, in der der Patient zu einer der Frakturrisikogruppe von R1 bis R7 zugeordnet wird. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Kruskal-Wallis Test mit einem Signifikanzniveau $p < 0.05$. Untersucht wurden die Unterschiede der Patientencharakteristiken und Untersuchungscharakteristiken zwischen den Risikogruppen.

Ergebnisse: Das durchschnittliche Alter der Frauen war 60 Jahre (J.) (30-80 J.) und der durchschnittliche BMI war 32,4 kg/m² (21,4-49,2 kg/m²). 80 Frauen (64%) waren postmenopausal. Alter ($p < 0.001$) und BMI ($p = 0.006$) zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Frakturrisikogruppen. Ansteigend von R1 bis R7 steigt auch das Patientenalter an. Umgekehrt verhält es sich mit dem BMI, hier zeigt sich von R1 bis R7 ein Abfall. BMD, T-score und Z-score sind von R1 bis R7 signifikant gesunken ($p < 0.001$ für BMD und T-score und $p = 0.005$ für Z-score). Der durchschnittliche T-score entspricht in unserer Untersuchung nur

in der letzten Risikogruppe (R7) einer Osteoporose (-3.1 SD). FS, FRAX für MOF und für HF sind signifikant von R1 bis R7 gestiegen ($p < 0.001$).

Diskussion: Wir konnten in unserer Arbeit zeigen, dass es signifikante Unterschiede zwischen den Frakturrisikogruppen R1 bis R7, bezogen auf die Auswertung mittels REMS, gibt. Mit steigender Einteilung in die R-Gruppe erhöht sich neben dem Patientenalter auch das Risiko für MOF und HF. Reziprok kommt es zu fallenden BMI und T-Score Werten. Der Einbezug der Knochenqualität ist somit ein wichtiger Parameter in Diagnostik und Therapiemonitoring. Literatur: 1. Kirilov et al (2020). SAT0473 COMPARISON OF THE FRACTURE RISK IN WOMEN WITH AND WITHOUT SCOLIOSIS THROUGH DUAL-ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY. 2. Pisani et al (2023). Aging Clinical and Experimental Research, 35(4), 763-773.

Keywords: Knochendichte, Fragilitätsscore, proximales Femur, REMS, Knochenqualität

Korrespondenzadresse: Elena Bischoff, Universität „Prof. Dr. Assen Zvatarov“ – Burgas, Bulgarien, Bul. Prof. Yakim Yakimov 1, 8010 Burgas, Bulgarien, E-Mail: elenabischoffmd@web.de

V 1.5 Vergleichende Bewertung der spongiösen Knochendichte in Hounsfield-Einheiten im lumbalen nativen CT-Schnittbild zur Osteoporosediagnostik und Frakturrisikobestimmung durch verschiedene Untersucher

Autorinnen/Autoren Julian Ramin Andresen¹, Guido Schröder², Claus Maximilian Kullen³, Christoph Kopetsch³, Thomas Haider¹, Hans-Christof Schober⁴, Reimer Andresen³

Institute 1 Medizinische Universität Wien, Universitätsklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinische Abteilung für Unfallchirurgie, Wien; 2 Universitätsmedizin Rostock Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Rostock; 3 Westküstenklinikum Heide, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universitäten Kiel, Lübeck und Hamburg, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie/Neuroradiologie, Heide; 4 OrthoCoast, Praxis für Orthopädie und Osteologie, Wolgast
DOI 10.1055/s-0044-1782053

Einleitung: Ein zunehmender Verlust an Knochenmineralgehalt (KMG) am Achsen skelett führt zu einer Osteoporose und Frakturen. Inwieweit eine untersucherunabhängige Abschätzung zum Ausmaß der Schwere einer Osteoporose in der Wirbelsäule mittels Dichtebestimmung in Hounsfield-Einheiten (HE) möglich ist, sollte überprüft werden. Lassen sich aus den HE-Werten quantitative KMG-Werte berechnen war die nächste Frage.

Methode: Es wurden 225 PatientInnen (Pat) mit einem Durchschnittsalter (DSA) von $64,9 \pm 13,1$ Jahren und einem Body Mass Index (BMI) von $26,8 \pm 6,8$ kg/m², hiervon 37 Männer mit einem DSA von $60,0 \pm 14,3$ Jahren und einem BMI von $28,4 \pm 5,7$ kg/m² und 188 Frauen mit einem DSA von $65,8 \pm 12,7$ Jahren und einem BMI von $26,5 \pm 7,0$ kg/m², mit der Frage nach dem Vorhandensein einer Osteoporose untersucht. Die Zuweisungen erfolgten aus den Ambulanzen für bariatrische Chirurgie, der Gynäkologie, Geriatrie, Neurochirurgie, Orthopädie und Traumatologie. Eine Bestimmung des KMG in mg/cm³ erfolgte mittels QCT in Höhe von LWK 1, LWK 2 und LWK 3. Es erfolgte nach Anonymisierung durch drei erfahrenen Radiologen eine zusätzliche Messung der Spongiosadichte in HE in denselben Wirbelkörpern (insgesamt 675 Wirbelkörper), jeweils durch eine im mittervertebralen spongiösen Raum manuell positionierte ellipsoide ROI im sagittal reformierten CT-Schnittbild. In zusätzlich durchgeführten lateralen Röntgenaufnahmen der BWS und LWS erfolgte die Detektion von Wirbelkörperfrakturen. Bei klinischem Verdacht auf Insuffizienzfrakturen im Sakrum wurden MRT-Untersuchungen mit ausgewertet.

Ergebnisse: Der mediane KMG betrug $73,2$ (57,05-104,17) mg/cm³ und der mediane HE $89,93$ (67,90-126,95). Bei einer Korrelation von $0,986$ ($p < 0,001$) lassen sich nach folgender Formel: $X_q = 0,8 + 0,81 \times HE$ quantitative Werte in mg/cm³ errechnen. Bei HE-Werten kleiner $69,84$ und einem KMG der LWS unterhalb von $59,54$ mg/cm³ fanden sich, bei einer Effektstärke von $0,89$, sig-

nifikant vermehrte Sinterungsfrakturen im mittleren thorakalen, thorakolumbalen und sakralen Bereich. Bei 137/225 Pat fand sich mindestens eine Sinterungsfraktur, wobei cranial von BWK 5 keine Fraktur detektiert wurde. Bei 17/225 Pat fanden sich zusätzlich Sakrumfrakturen, diese Pat zeigten mit einem medianen KMG von 41,81 (16,2-53,7) mg/cm³ die signifikant niedrigsten Werte. Unabhängig von den Untersuchern wurden vergleichbare HE-Werte bestimmt ($p > 0,05$).

Diskussion: Die spongiösen Dichtemessungen in HE-Werten können in mg/cm³ umgerechnet werden, um eine quantitative Einschätzung der Demineralisation, Osteoporose-Schwere und des Frakturrisikos zu ermöglichen. Bei einer spongiösen Dichte < 70 HE sind vermehrte Sinterungsfrakturen zu erwarten. Die Auswertung allein anhand von HE-Werten im nativen CT-Schnittbild erscheint unter Berücksichtigung der gewonnenen Ergebnisse möglich, wobei erfahrene Untersucher zu vergleichbaren Ergebnissen gelangen.

Keywords: Achsenskelett, Hounsfield-Einheit, Insuffizienzfraktur, Knochen-dichtebestimmung, Knochenmineralgehalt, Osteoporose, QCT

Korrespondenzadresse: Julian Ramin Andresen, Medizinische Universität Wien, Universitätsklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinische Abteilung für Unfallchirurgie, Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien, Österreich, E-Mail: ramin.andresen@meduniwien.ac.at

2. Freie Vorträge 2

V 2.1 Improved Skeletal Dynamics in Adults Treated With Palopegteriparatide for Hypoparathyroidism: 52-Week Analysis of Phase 3 PaTHway Trial

Autorinnen/Autoren Elena Tsourdi¹, Aliya A. Khan², Mishaela R. Rubin³, Dolores M. Shoback⁴, Schwarz Peter⁵, Lynn Kohlmeier⁶, Andrea Palermo⁷, Bart L. Clarke⁸, Erik Eriksen⁹, Filomena Cetani¹⁰, Rajesh Jain¹¹, Carol Zhao¹², Bryant Lai¹², Jenny Ukena¹², Christopher T. Sibley¹², Michael Ominsky¹², Aimee D. Shu¹², Lars Rejnmark¹³

Institute 1 Technische Universität Dresden Medical Center, Dresden; 2 McMaster University, Hamilton; 3 Columbia University, New York; 4 UCSF/VA Medical Center, San Francisco; 5 Rigshospitalet, Copenhagen; 6 Endocrinology and Spokane Osteoporosis, Spokane; 7 Unit of Metabolic Bone and Thyroid Disorders, Fondazione Policlinico Campus Bio-medico, Campus Bio-medico University, Unit of Metabolic Bone and Thyroid Disorders and Unit of Endocrinology and Diabetes, Rome; 8 Mayo Clinic, Rochester; 9 Oslo University Hospital, Oslo; 10 University Hospital of Pisa, Endocrine Unit, Pisa; 11 University of Chicago, Chicago; 12 Ascendis Pharma Inc, Palo Alto; 13 Aarhus University Hospital, Aarhus N
DOI 10.1055/s-0044-1782054

Introduction: Evaluate the temporal changes in and relationship between skeletal endpoints in response to palopegteriparatide (TransCon PTH), a pro-drug with sustained release of PTH(1-34), in individuals with chronic hypoparathyroidism.

Methods: PaTHway is a phase 3 trial of TransCon PTH with a randomized, placebo-controlled 26-week blinded period and 156-week open-label extension. Serum bone turnover markers (BTM) of bone formation (procollagen type 1 N-terminal propeptide [P1NP]) and bone resorption (C-telopeptide [CTx]) were assessed at baseline and weeks 12, 26, 38, and 52. Bone mineral density (BMD) was assessed by DXA at the lumbar spine, total hip, and distal 1/3 radius at baseline, weeks 26 and 52. Skeletal endpoints are reported herein for participants randomized to TransCon PTH with week 52 data (n = 59).

Results: At baseline, participants in the TransCon PTH group had a mean (SD) age of 49 (13) years; 75% were female, 41% of whom were postmenopausal. Through week 52, 81% (48/59) maintained normal serum calcium (8.3-10.6 mg/dL) and independence from conventional therapy (≤ 600 mg/day of elemental calcium and no active vitamin D). TransCon PTH treatment initially increased CTx and P1NP; responses peaked by week 12 and 26, respectively, and

then declined through week 52 (Figure). From weeks 26 to 52, BTM decreased most in those with the highest values at week 26. Mean baseline BMD was high, as expected in hypoparathyroidism. With exposure to TransCon PTH over 52 weeks, mean BMD Z-scores and T-scores declined from above 0 toward age- and/or sex-matched norms at the lumbar spine and total hip, with a smaller magnitude of change from week 26 to 52 (Figure). Changes in BMD at the spine and hip were consistent across age, sex, and postmenopausal status, and at week 26 were inversely correlated with changes in P1NP and CTx at week 12 (R: -0.23 to -0.48).

Discussion: TransCon PTH treatment resulted in mobilization of calcium from the low bone turnover state in adults with hypoparathyroidism. Increases in BTM were correlated with declines from disease-elevated BMD at baseline. After week 26, BTM normalized toward sex and menopausal status appropriate levels and corresponded to lesser declines in BMD through week 52, similar to the results through week 110 in the Phase 2 PaTH Forward trial. These 52-week results reflect temporal changes trending toward a new skeletal steady state closer to age-appropriate norms with continued use of TransCon PTH in hypoparathyroidism.

Keywords: hypoparathyroidism, parathyroid hormone, hormone replacement
Korrespondenzadresse: Elena Tsourdi, Technische Universität Dresden Medical Center, Fiedlerstraße 27, 01307 Dresden, Germany, E-Mail: Elena.Tsourdi@ukdd.de

V 2.2 Calcium isotope composition in serum and urine for the assessment of bone calcium balance (BCaB) – results from a post-market surveillance clinical follow-up study on 2409 participants

Autorinnen/Autoren Anton Eisenhauer¹, Alexander Heuser², Michael Lutz¹, Michael Müller³, Julius Oehme¹

Institute 1 osteolabs GmbH, Kiel; 2 GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Kiel; 3 Universitäts Klinikum Schleswig-Holstein, Kiel
DOI 10.1055/s-0044-1782055

Introduction: Calcium (Ca) isotope marker (CIM) measured in serum ($\delta 44/42\text{Ca}$ -serum) and urine ($\delta 44/42\text{Ca}$ -urine) have been demonstrated in earlier studies (c.f. Eisenhauer et al. 2019, David et al. 2023) with a restricted number of participants to be a sensitive, reliable and minimal invasive BCaB marker. The purpose of this surveillance study was to further refine and confirm the validity of the CIM approach to a larger randomized number of people not selected based on specific criteria, but rather showing a wide range of diseases and therapies.

Methods: The 2409 participants of this surveillance study were undergoing commercially available CIM testing by osteolabs GmbH in 2020-2023 with a respective informed consent before participation. Urine was self-collected, while blood was collected in a hospital or doctor's office and stored for transport in suitable containers. Individual data were reported: current medical conditions, the last four years fracture history, current medication and intake of supplements e.g. vitamin D and Ca. Chemical preparation and mass-spectrometer procedures followed standardized procedures. Ca isotopes were measured using a Neptune Plus (Thermo Fisher Scientific) applying a medium mass resolution ($m/\Delta m \sim 4000$). The sample-standard-bracketing approach was applied matching the sample to the international NIST SRM 915a standard. The Ca isotope ratio is expressed in the δ -notation as $\delta 44/42\text{Ca}$ in per mill (‰) relative to the above standard. The long-term reproducibility of the Ca isotope data is $\pm 0.06\%$.

Results: Results were in full accordance with earlier interpretations of the CIM and related threshold values for BCaB. All diseases, therapies or diets, positively or negatively affecting the musculoskeletal metabolism, were sensitively reflected by a change of the CIM value in serum ($\delta 44/42\text{Ca}$ -serum) and urine ($\delta 44/42\text{Ca}$ -urine). Osteoporosis, osteolytic metastases, hyperthyroidism, specific medications, and antihormone therapies associated with a negative BCaB were reflected by CIM values significantly below the threshold value. Osteopro-

tective medications such as bisphosphonates, denosumab, and romosozumab which are associated with a positive BCaB were reflected by CIM values significantly above the threshold values. The study revealed also that the $\delta^{44}/\delta^{42}\text{Ca}$ -urine of vegans is the highest compared to non-vegans possibly reflecting a low calcium intake with increased PTH secretion.

Discussion: Study results confirm that the CIM values qualify as a strong and independent marker reflecting BCaB. The high CIM sensitivity allows the early risk assessment of diseases interfering with the musculoskeletal system before symptoms appear. Furthermore, CIM qualifies for a near real-time therapy monitoring to ensure a sufficient osteoprotective therapy and contributes to a general reduction in fracture risk.

Korrespondenzadresse: Anton Eisenhauer, osteolabs GmbH, Wischhofstr. 1, 24148 Kiel, Deutschland, E-Mail: a.eisenhauer@geomar.de

Conflict of interest Gründer der osteolabs GmbH

V 2.3 Blood vessel invasion at chondro-osseous interfaces is impaired in absence of Syndecan-1 in bone growth and fracture healing

Autorinnen/Autoren Richard Stange¹, Christian Arras², Nils Roters¹, Daniel Kronenberg¹, Gabriele Bixel³, Ralf Adams³, Melanie Timmen¹

Institute 1 University Hospital Münster, Institute of Musculoskeletal Medicine, Department of Regenerative Musculoskeletal Medicine, Münster; 2 University Medical Centre Hamburg-Eppendorf, Department of Trauma, Hand and Reconstructive Surgery, Hamburg; 3 Max Planck Institute for Molecular Biomedicine, Münster

DOI 10.1055/s-0044-1782056

Introduction: Neoangiogenesis drives the replacement of mineralized cartilage by trabecular bone during bone growth regulated by molecules like e.g. VEGF, OPG and RANKL. The Heparan sulfate proteoglycan Syndecan-1 (Sdc1) while interacting with VEGF and OPG, plays a role in the communication of osteoclasts and osteoblasts and in the development of blood vessels. To understand the function of Sdc1 in enchondral ossification we analysed bone structure and vessel development in bone growth and fracture healing in mice deficient in Sdc1.

Methods: Femora of C57BL/6 WT (n = 11) and Sdc1^{-/-} (n = 13) mice (male/female) were used for native bone analysis at 4 month age. Female mice (WT n = 6-14, Sdc1^{-/-} n = 6-8, per time point) underwent midshaft femur fracture stabilized using an intramedullary nail and healed for up to 28 days. Bone structure was analysed using microCT scans with a resolution of 9µm. Fracture callus composition was quantified after Alcian Blue staining as callus area, fibrous tissue, cartilage and trabecular bone in 5µm thick slices. Vascularisation was visualised using an anti-Endomucin antibody in 80µm thick cryosections. Bone marrow isolates (WT/Sdc1^{-/-}) were used to generate endothelial progenitor cells by sequential cultivation on fibronectin. Microvessel development was analysed 4h after plating on matrigel.

Results: Bone structure in 4 month old male Sdc1 deficient mice was significantly reduced compare to age matched male WT, whereas female mice of both genotypes did not differ. Sdc1 deficient mice showed a significant less number of vessel buds at the chondro-osseous border at the growth plate at the age of 4 month compared to WT mice in male and female mice. During fracture healing, callus development was delayed with regard to cartilage area at day 7 and trabecular bone area at day 14. A decreased number of vessel buds invading at the borderline of cartilage to bone in the callus were counted in Sdc1 deficient callus tissue. Quantification of microvessel outgrowth of endothelial cells from bone marrow in matrigel revealed a decreased amount of sprouting, but increased length of microvessels of Sdc1^{-/-} cells compared to WT.

Discussion: Syndecan-1 has a significant impact on neoangiogenesis at the chondro-osseous border of the native bone as well as during bone healing in the callus area. This emphasises the importance to further characterise the

mechanism, how Syndecan-1 regulates the process of endothelial invasion during enchondral ossification.

Keywords: Fracture healing, vascularization, Syndecan-1, regeneration

Korrespondenzadresse: Richard Stange, University Hospital Münster, Institute of Musculoskeletal Medicine, Department of Regenerative Musculoskeletal Medicine, Waldeyer Straße 1, 48149 Münster, Deutschland, E-Mail: richard.stange@ukmuenster.de

V 2.4 Vitamin D – Mangel in der Endoprothetik: Prävalenz und Risikofaktoren

Autorinnen/Autoren Miledi Hoxha¹, Tizian Heinz¹, Maximilian Rudert¹, Konstantin Horas¹

Institut 1 König Ludwig Haus Würzburg, Orthopädie, Würzburg

DOI 10.1055/s-0044-1782057

Einleitung: Vitamin D-Mangelerscheinungen stellen ein weltweites Gesundheitsproblem von enormem Ausmaß dar. Mehrere Studien konnten zeigen, dass erniedrigte Vitamin D-Spiegel auch innerhalb des orthopädischen Patientenkollektivs in Deutschland omnipräsent sind. Diese Erscheinung ist direkt mit negativen Einflüssen auf eine Vielzahl orthopädischer Krankheitsbilder assoziiert. Ziel dieser Studie ist es, die Prävalenz des Vitamin D-Mangels für die endoprothetische Patientengruppe in Deutschland auf Basis einer großen Kohorte zu erfassen. Darüber hinaus sollen es die Untersuchungen ermöglichen, Risikopatienten für einen Vitamin D-Mangel entsprechend zu identifizieren.

Methode: Serumspiegel von 25-Hydroxyvitamin D (25OHD) wurden bei allen Patienten mit geplanter endoprothetischer Versorgung (Hüfte, Knie oder Schulter) präoperativ gemessen. Eingeschlossen wurden sowohl Patientengruppen mit endoprothetischer Primärimplantation als auch mit geplanten endoprothetischen Wechseleingriffen (Revisionseingriffe). Demographische und perioperative Daten sowie Begleiterkrankungen wurden aus den Krankenakten erfasst. Die Prävalenz von ausreichendem (≥ 30 ng/ml), insuffizientem (20–29 ng/ml) und defizientem (< 20 ng/ml) Vitamin D-Spiegel in diesem Patientenkollektiv wurde bestimmt.

Ergebnisse: Innerhalb von 6 Monaten wurden 541 Patienten eingeschlossen. 76 % der eingeschlossenen Patienten [Totale Anzahl mit Mangel N = 193, Totale Anzahl mit Insuffizienz N = 222] zeigten präoperativ erniedrigte Serumspiegel von Vitamin-D. In der Kohorte mit geplanter Prothesenimplantation der Schulter zeigt sich anteilig die höchste Vitamin D-Mangelversorgung (Schulter-TEP = 95 %, Knie-TEP = 76 %, Hüft-TEP = 76 %). Auch ergaben sich signifikante Unterschiede der mittleren Vitamin D-Spiegel in der Differenzierung nach Primär- und Revisionseingriffen (Primär = 23,2 ng/ml, Revision = 21,1 ng/ml, p = 0,02). Bei Wechseleingriffen aufgrund periprothetischer Infektionen war nur in 15 % der versorgten Patienten ein ausreichender Vitamin D-Spiegel präoperativ zu finden (55 % defizient, 30 % insuffizient). Deutlich erniedrigte Vitamin D-Spiegel waren auch bei Patienten mit einem BMI über 40, hohem Alter (> 80) und bei Rauchern zu finden.

Diskussion: Die Prävalenz von Vitamin D-Mangel ist in der endoprothetischen Patientengruppe hoch. Patienten mit geplanter Prothesenimplantation der Schulter sowie vor geplanten Revisionseingriffen der großen Gelenke weisen ein erhöhtes Risikoprofil für präoperativ erniedrigte Vitamin D-Spiegel auf. Des Weiteren ist ein regelmäßiger Nikotinabusus, höheres Patientenalter (> 80 Jahre) und Adipositas (\geq Adipositas Grad 3) häufiger mit Vitamin D-Mangel assoziiert.

Keywords: Endoprothetik, Vitamin D Mangel: Prävalenz, Vitamin D Mangel: Risikofaktoren

Korrespondenzadresse: Miledi Hoxha, König Ludwig Haus Würzburg, Orthopädie, Friedenstraße 2, 97072 Würzburg, Deutschland, E-Mail: miledihoxha@gmail.com

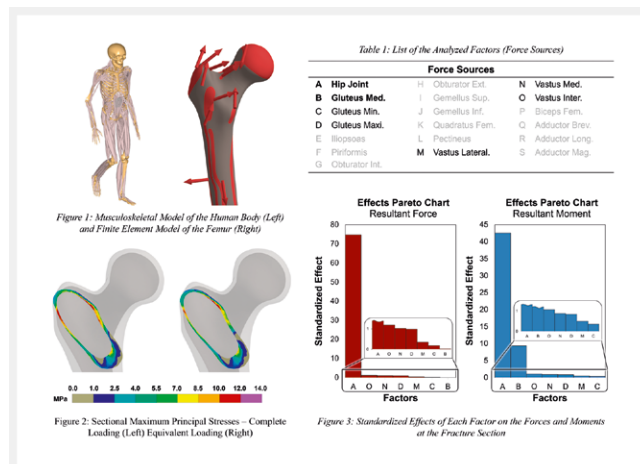
V 2.5 Design of realistic loading for experimental testing of petrochanteric fractures using factorial analysis

Autorinnen/Autoren André Blumer Sanchez¹, Stefan Maas¹, Slawomir Kedziora¹, Torsten Gerich², Jens Kelm³

Institute 1 Universität de Luxembourg, Luxembourg; 2 Centre Hospitalier de Luxembourg, Luxembourg; 3 Universität des Saarlandes, Germany
DOI 10.1055/s-0044-1782058

Introduction: Biomechanical experiments of the hip joint often only consider the loading of the femoral head, neglecting the effects generated by the muscle forces, due to the complex nature of the loading case at the femur. This study aims to examine the significance of neglecting the influence of the muscles to the loading of the bone, while proposing a more realistic setup for experimental testing of petrochanteric femoral fractures. From the finite element simulations, a factorial analysis is done to assess the significance of the contribution of each individual muscle to the overall sectional forces and moments at the critical region of the femur.

Methods: Firstly, the forces acting on the bone are defined through numerical simulations using a musculoskeletal model of the human body, capable of estimating muscle and joint forces based on motion capture data. A total of 18 muscle forces and the hip joint contact force are calculated for 7 scenarios of different body movements. These forces are then applied to a CT scan based finite element model of the femur, to simulate the stresses on the bone under real load. The assessment is done at a typical cross section of petrochanteric fractures.



► **Abb. 1**

Results: The factorial analysis reveals that from all the muscle forces acting on the femur, the gluteus medius is the most dominant and is considered statistically significant to the reactions being generated at the fracture section. It was observed that when the muscles are disregarded, there is a slight increase of the sectional reaction forces, while the moments are significantly reduced. This shows that the muscle forces are in fact contributing to the torque generated at the section of the fracture. Based on these results, a simplified loading case with only two force actuators was elaborated, generating an equivalent stress state at the fracture section when compared to the complete loading with all the muscles forces included.

Discussion: It is possible to perform a very realistic stress state at the region of interest of the bone by statistically analyzing the significance of the muscles and joint forces.

Keywords: Musculoskeletal Model, Finite Element, Factorial Analysis, Petrochanteric Fracture

Korrespondenzadresse: André Blumer Sanchez, Université de Luxembourg, 6 Rue Richard Coudenhove-Kalergi, 1359 Luxembourg, Luxembourg, E-Mail: andre.sanchez@uni.lu

3. Nachwuchsforschungspreissymposium

V 3.1 CD9 Einfluss auf die Morphologie und Aktivität von humanen Osteoklasten

Autorinnen/Autoren Kai O. Böker¹, Leonie K. Frein von Saß¹, Arndt F. Schilling¹, Wolfgang Lehmann¹

Institut 1 Universitätsmedizin Göttingen, Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie, Göttingen
DOI 10.1055/s-0044-1782059

Einleitung: Osteoporose und damit eine Überaktivität von Osteoklasten ist nach wie vor eine häufige Ursache für Knochenbrüche bei älteren Patienten. Einer der ersten Schritte in der Osteoklastenbildung ist die Fusion von monozytären Vorläuferzellen. Das Tetraspanin CD9 ist im Allgemeinen für die Fusion von Plasmamembranen und damit auch für die Entwicklung von Osteoklasten unerlässlich. Es ist z.B. bekannt, dass hochdosiertes RANKL zu einer erhöhten CD9-Expression führt. In diesem Projekt haben wir getestet, ob eine stabile, initiale CD9-Überexpression selbst zu vergrößerten und/oder überaktiven Osteoklasten führen kann.

Methode: Die humane Monozytenzelllinie THP-1 wurde mit einem lentiviralen CD9-GFP Vektor transduziert. Die Überexpression von CD9 wurde durch Genexpression und Western-Blot-Analyse nachgewiesen. Unter Verwendung von RANKL und M-CSF wurden die THP-1 Zellen auf Kunststoff und auf Rinderknochenscheiben zu reifen Osteoklasten differenziert. Morphologie und Aktivität wurden mit TRAP + DAPI-Färbung nach 7 Tagen und Toluidinblau-Färbung von Knochenscheiben nach 28 Tagen analysiert. hPBCMs wurden aus menschlichen Buffy Coats isoliert und nach CD14+ sortiert. Die Monozyten wurden im Anschluss mit einem lentiviralen CD9-GFP Vektor transduziert. Die Analyse von Morphologie und Aktivität erfolgte analog zu den THP-1-Zellen. Für die Bestimmung der Zellgröße und der Resorptionsfläche pro Knochenscheibe wurde ein interaktives maschinelles Lernprogramm trainiert.

Ergebnisse: CD9 transduzierte THP-1-Zellen zeigten eine signifikante CD9-Überexpression auf mRNA-Ebene und Proteinebene. Zellen mit CD9-Überexpression wiesen eine signifikant höhere Anzahl von Zellkernen auf als die Kontrollzellen, während sich die Zelloberfläche verkleinerte. Weder die THP-1-Wildtyp- noch die transduzierten Zellen zeigten nach der Kultivierung auf Knochenscheiben Anzeichen von Resorption. Nach CD9-GFP Transduktion von CD14+ hPBCMs wurde ein starkes GFP-Signal in der Fluoreszenzmikroskopie beobachtet. Eine CD9 Überexpression führte zu einer erhöhten Anzahl an Zellkernen und einer verminderten Zelloberfläche. Die quantitative Analyse der Knochenresorption zeigte keinen signifikanten Unterschied in der gesamten resorbierten Fläche, der durchschnittlichen Größe der Resorptionsfläche oder dem durchschnittlichen Durchmesser der Resorptionsgräben.

Diskussion: Zusammengefasst fördert CD9 die Fusion und erhöht die Anzahl der Zellkerne pro Osteoklast, hat aber keinen Einfluss auf die Aktivität dieser Zellen. Dies deutet darauf hin, dass die Anzahl der Zellkerne nicht direkt mit der Aktivität der Osteoklasten zusammenhängt.

Keywords: Osteoklasten, Resorption, CD9, Tetraspanin, Remodeling

Korrespondenzadresse: Kai O. Böker, Universitätsmedizin Göttingen, Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie, Robert-Koch-Straße 40, 37075 Göttingen, Deutschland, E-Mail: kai.boeker@med.uni-goettingen.de

V 3.2 Bedeutung des β_2 -Adrenozeptors auf Chondrozyten für den Knochenmetabolismus und für das Knochenlängenwachstum

Autorinnen/Autoren Melanie Rebecca Kuhn¹, Melanie Haffner-Luntzer¹, Sandra Dieterich¹, Elena Kempfer², Anita Ignatius¹, Stefan Oskar Reber², Miriam Eva Angelica Tschaffon-Müller¹

Institute 1 Institut für Unfallchirurgische Forschung und Biomechanik, Universitätsklinikum Ulm, Ulm; 2 Sektion für Molekulare Psychosomatik, Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie, Universitätsklinikum Ulm, Ulm

DOI 10.1055/s-0044-1782060

Einleitung: Katecholamine haben einen bedeutenden Einfluss auf den Knochen. So konnte bereits gezeigt werden, dass Tumore, die Katecholamine sezernieren, das Risiko für Osteoporose erhöhen. Dem β_2 -Adrenozeptor wird eine kausale Bedeutung für die katecholaminergen Effekte auf den Knochen zugeschrieben. So zeigen Mäuse mit einem systemischen Knockout des β_2 -Adrenozeptors eine erhöhte Knochenmasse. Auch ein osteoblastenspezifischer Knockout dieses Rezeptors führt zu einer erhöhten Knochenmasse. Was bisher unklar ist, ist die Bedeutung des β_2 -Adrenozeptors auf Chondrozyten für den Knochen. Das Ziel dieser Studie war es daher, die Bedeutung dieses adrenergen Rezeptors auf Chondrozyten für den Knochenmetabolismus und für das Knochenlängenwachstum im Mausmodell zu untersuchen, indem gezielt in Chondrozyten der β_2 -Adrenozeptor deletiert wurde. Der Einfluss dieses Knockouts auf den Knochenphänotyp wurde sowohl an männlichen als auch an weiblichen Mäusen untersucht.

Methode: Männliche und weibliche $Adrb2^{flox/flox}/Col2a1-Cre$ Mäuse mit Knockout des β_2 -Adrenozeptors auf Chondrozyten ($Adrb2-KO$) wurden zusammen mit den $Adrb2^{flox/flox}$ Kontrolltieren im Alter zwischen 11 und 12 Wochen euthanasiert. Um den Einfluss des Knockouts auf den Knochenmetabolismus zu untersuchen, erfolgte eine Mikro-Computertomographie- (μCT) -Analyse der Femora sowie die histologische Quantifizierung der Osteoblasten und Osteoklasten. Für die Untersuchung des Einflusses des Knockouts auf das Knochenlängenwachstum wurde die Knochenlänge der Femora bestimmt und in histologischen Knochenschnitten die Wachstumsfuge genauer analysiert. Statistik: Student's t-test. $p < 0,05$, $n = 4-8$.

Ergebnisse: Die männlichen $Adrb2-KO$ Mäuse zeigten im Vergleich zu den Kontrolltieren eine verkürzte Femurlänge (14,6 vs 15,7 mm; $p < 0,0001$). Diese Beobachtung ging mit einer verbreiterten hypertrophen Zone in der Wachstumsfuge einher (31,9 vs 25,2 μm ; $p < 0,01$). Auch war der Anteil an Kollagen Typ 10⁺ hypertrophen Chondrozyten in der Wachstumsfuge erhöht (35,1 vs 23,2 %; $p < 0,05$). Die μCT -Analyse sowie die Quantifizierung der Osteoblasten und Osteoklasten ergab keine Unterschiede. Die weiblichen $Adrb2-KO$ Mäuse zeigten eine leicht reduzierte Femurlänge (14,2 vs 14,8 mm; $p < 0,05$). In der Wachstumsfuge, bei der μCT -Analyse sowie bei der Quantifizierung der Knochenzellen ergaben sich keine Unterschiede.

Diskussion: Es konnte gezeigt werden, dass der β_2 -Adrenozeptor auf Chondrozyten einen bedeutenden Einfluss auf das Knochenlängenwachstum hat, nicht jedoch auf den Knochenmetabolismus. Das reduzierte Wachstum der männlichen Mäuse scheint auf einen schnelleren Übergang von proliferierenden zu hypertrophen Chondrozyten in der Wachstumsfuge zurückzuführen zu sein. Weitere Forschung ist nötig, um die hierfür zugrunde liegenden molekularen Mechanismen weiter aufzudecken und mögliche geschlechtsspezifische Unterschiede zu untersuchen.

Keywords: β_2 -Adrenozeptor, Katecholamine, Chondrozyten, Knochenmetabolismus, Knochenlängenwachstum

Korrespondenzadresse: Melanie Rebecca Kuhn, Institut für Unfallchirurgische Forschung und Biomechanik, Universitätsklinikum Ulm, Helmholtzstraße 14, 89081 Ulm, Deutschland, E-Mail: melanie-1.kuhn@uni-ulm.de

V 3.3 The role of iron in heterotopic ossification

Autorinnen/Autoren Sven Spangenberg¹, Lorenz Hofbauer¹, Martina Rauner¹, Ulrike Baschant¹

Institut 1 Department of Medicine III & Center for Healthy Aging, Medical Faculty and University Hospital Carl Gustav Carus, Dresden University of Technology, Dresden

DOI 10.1055/s-0044-1782061

Introduction: Heterotopic ossification (HO) is bone formation at abnormal anatomical sites, developing in three main stages: inflammation, chondrogenesis and osteogenesis. Bone morphogenetic protein (BMP) signaling plays an important role in the pathogenesis of HO. As the BMP pathway has also emerged as an important regulator of iron homeostasis, we aimed to investigate the impact of iron levels on HO development.

Methods: For this purpose, wild type mice were fed with either low (< 10 ppm Fe), normal (200 ppm Fe) or high (25,000 ppm Fe) iron diet for 8 weeks starting from weaning on. HO was then induced by injection of recombinant BMP-2 into the M. tibialis anterior. Bone formation in the muscle was assessed after 14 days by μCT analysis. Iron measurements of the inner organs and the muscle were performed at day 0 and 14 after HO induction. Additionally, a proteome cytokine profiler was performed at day 3.

Results: High iron diet in WT mice led to a 2.6-fold increase in HO 14 days after BMP-2 injection ($p < 0.05$), while low iron diet led to a 65 %-decrease of bone formation ($p < 0.05$) compared to normal iron diet. In mice fed with high iron diet, iron accumulated in the inner organs such as liver (2001.61 vs 280.66 μg Fe/g dry tissue, $p < 0.001$) and spleen (3680.68 vs 1427.70 μg Fe/g dry tissue, $p < 0.01$) as well as in the muscle (0.14 vs 0.69 μg Fe/ mg protein, $p < 0.001$). Analyzing the proteome in the inflammatory phase of HO mice fed with a high iron diet, we found several pro-inflammatory cytokines increased, e.g. IL-33 (1.67-fold change, $p < 0.01$), IFN γ (2-fold increase, $p < 0.05$), IL-6 (1.75-fold increase, $p < 0.05$) and Osteoprotegerin (2.26-fold change, $p < 0.05$).

Discussion: Iron levels especially, high iron levels affect the development of HO, most likely already in the early inflammatory stage of HO by increasing pro-inflammatory cytokines.

Keywords: heterotopic bone formation, iron levels, BMP signaling

Korrespondenzadresse: Sven Spangenberg, Department of Medicine III & Center for Healthy Aging, Medical Faculty and University Hospital Carl Gustav Carus, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden, Germany, E-Mail: sven.spangenberg@ukdd.de

V 3.4 Exploring the role of Transferrin receptor 1 for iron uptake in bone

Autorinnen/Autoren Vanessa Passin¹, Maria Ledesma-Colunga¹, Lorenz Christian Hofbauer¹, Martina Rauner¹

Institut 1 Department of Medicine III & Center for Healthy Aging, Medical Faculty and University Hospital Carl Gustav Carus, Dresden University of Technology, Dresden

DOI 10.1055/s-0044-1782062

Introduction: Maintaining balanced iron levels is essential for health. Iron circulates in the body primarily bound to the transport molecule transferrin, ensuring a stable, non-reactive state, and facilitating its delivery to tissues. Transferrin receptor 1 (Tfr1) plays a key role in mediating the cellular uptake of transferrin-bound iron. While Tfr1 is essential for iron uptake in hematopoietic tissues and skeletal muscle, it is dispensable for iron acquisition in hepatocytes or intestinal epithelial cells. Bone health also heavily relies on balanced iron levels, with both iron overload and deficiency contributing to increased fracture risk. In this study, we investigated the significance of Tfr1 for iron uptake and cellular function in osteoblasts and osteoclasts.

Methods: We examined the bone characteristics of mice with cell-specific Tfr1^{fl/fl};Ox:Cre+ (osteoprogenitors) and Tfr1^{fl/fl};LysM:Cre+ (osteoclast pre-

cursors) conditional knockout. Using μ CT and histomorphometry, we assessed bone microarchitecture in the femur and fourth vertebral body (L4) in male and female mice at 12 weeks of age. Additionally, systemic bone turnover markers PINP and TRAcP5b were analyzed. To mimic postmenopausal osteoporosis, ovariectomy was performed on 10-week-old female mice. Moreover, bone marrow-derived cells from Tfr1^{fl/fl};Ox:Cre+ and Tfr1^{fl/fl};LysM:Cre+ mice were cultured in vitro and differentiated into osteoblasts or osteoclasts, respectively, to assess cellular iron status as well as cellular differentiation and function.

Results: Our findings indicate that specific deletion of Tfr1 in osteoprogenitors in males resulted in increased bone mass at the axial skeleton [L4 BV/TV: 1.2-fold; $p < 0.01$] with decreased bone formation rate [2.2-fold; $p < 0.05$] as well as decreased levels of serum bone turnover markers [PINP: 1.3-fold; $p < 0.01$, TRAcP5b: 1.5-fold; $p < 0.01$]. Similarly, an increased bone mass in the appendicular skeleton [femoral BV/TV: 1.5-fold; $p < 0.01$] and a decrease in bone turnover markers was found in females. Despite increased bone mass resulting from Tfr1 deficiency in osteoprogenitors, it did not mitigate the loss of bone mass following ovariectomy. At the cellular level, Tfr1-deficient osteoblasts showed decreased protein levels of the iron storage protein ferritin [1.3-fold; $p < 0.05$] but did not exhibit changes in the mRNA expression of Alpl, Col1a1 or Bglap nor in the mineralization capacity. Conversely, Tfr1 deficiency in osteoclast precursors did not alter the bone phenotype of male and female mice nor the differentiation or activity of osteoclasts *ex vivo*.

Discussion: Taken together, our study reveals that Tfr1 might be important for iron uptake in osteoblasts to maintain proper bone turnover. However, the deletion of Tfr1 in osteoclasts did not affect bone microarchitecture. These results highlight distinct strategies for iron acquisition employed by various cell types in order to maintain cellular iron homeostasis.

Keywords: Tfr1, Iron, Osteoblast, Osteoclast

Korrespondenzadresse: Vanessa Passin, Department of Medicine III & Center for Healthy Aging, Medical Faculty and University Hospital Carl Gustav Carus, Dresden University of Technology, Dresden, Fetscher Str. 74, 01307 Dresden, Deutschland, E-Mail: vanessa.passin@ukdd.de

V 3.5 Osseous Adaptations in High-Performance Athletes

Autorinnen/Autoren Robert Munzinger¹, Felix von Brackel¹, Florian Barvencik¹, Ralf Oheim¹, Michael Amling¹

Institut 1 Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Institut für Osteologie & Biomechanik, Fachbereich Osteologie, Hamburg

DOI 10.1055/s-0044-1782063

Introduction: The favorable impact of physical exercise on bone health has been well-documented in numerous studies. Furthermore, insights into the mechanisms governing mechanical-stress-induced adaptations have been gained. Yet, a significant knowledge gap remains regarding how bones adapt in structure and metabolism to the rigorous demands and competition-induced stress experienced by competitive high-performance athletes in different disciplines.

Methods: In this study, we sought answers by conducting a comprehensive assessment of bone health in 82 high-performance athletes across various sports disciplines, among which 43 are elite athletes competing at international level. Our evaluation involved serum and urine analyses, dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), and high-resolution peripheral quantitative computed tomography (HR-pQCT) which was used for further quantitative analysis looking at intramuscular fat and muscle density. The sports disciplines under scrutiny included basketball, soccer, handball, field hockey, sprinting, middle to long-distance running, horseback riding and tennis.

Results: Although our serum analysis revealed no substantial variations in bone turnover parameters, noteworthy disparities emerged in DXA T- and Z-scores and trabecular HR-pQCT parameters (Tb.BV/TV, Tb.vBMD, Tb.N). Particularly endurance runners differed significantly from the other disciplines. In general, we could see a clear trend in BMD, where strength-based athletes (spinal T-

score: 1.8 ± 1.1) scored significantly higher ($p < 0.0001$) than endurance-based athletes (spinal T-score: -1.5 ± 1.7). Furthermore, the two groups differed in blood hemoglobin, where the strength athletes showed higher values than the endurance athletes (strength: 14.6 ± 1.2 g/dl; endurance: 13.7 ± 0.3 g/dl; $p < 0.05$).

Discussion: Our findings shed light on the bone adaptations occurring in high-performance competitive athletes. Particularly, endurance athletes with prolonged bone loading are characterized by low bone mineral density. At the same time, they exhibit low hemoglobin levels, which is suboptimal for competition. One of the principal factors contributing to these differences may be relative energy deficiency in sport (RED-S), a condition more prevalent in sports emphasizing a high power-to-weight ratio. Our results underscore the significance of recognizing and addressing factors like RED-S to optimize bone health in endurance elite athletes and provides insights into the intricate interplay between physical demands, competition stress, and bone health, highlighting the need for tailored monitoring and treatment strategies.

Keywords: RED-S, Exercise, Bone Adaptation, Sport, HR-pQCT

Korrespondenzadresse: Robert Munzinger, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Institut für Osteologie & Biomechanik, Fachbereich Osteologie, Lottestraße 59, 22529 Hamburg, Deutschland, E-Mail: r.munzinger@uke.de

1. Posterbegehung 1

P 01 Kortikale Ultraschallspektroskopie diskriminiert Fragilitätsfrakturen in Frauen und Männern besser als die Knochenmineraldichte

Autorinnen/Autoren Gabriele Armbrecht¹, Kay Raum², Angela Galindo², Nadège Elnare Leprêtre², Edgar Wiebe², Ziyuan Liu², Hossein Aghamiry²
Institute 1 Charité Campus Benjamin Franklin, Zentrum für Muskel und Knochenforschung, Berlin; 2 Charité Universitätsmedizin Berlin, Center for Biomedicine, Berlin

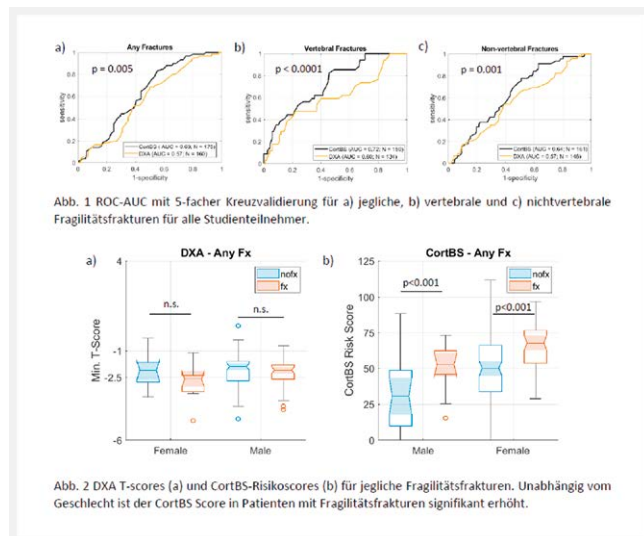
DOI 10.1055/s-0044-1782064

Einleitung: Kortikale Ultraschallspektroskopie (CortBS) ist ein neues bildgebendes Verfahren, mit dem an der Tibia viskoelastische Materialeigenschaften und die intrakortikale Porengrößenverteilung ohne ionisierende Strahlung untersucht werden können. Bisher konnte in einer Pilotstudie an postmenopausalen Frauen mit niedriger Knochenmineraldichte eine bessere Frakturdiskriminierung im Vergleich zum Goldstandard (Dual-Energy-X-ray Absorptiometry DXA). Ziel dieser Studie war, die Diskriminierungsperformance der CortBS Messung in männlichen und weiblichen Patienten und jungen gesunden Probanden anzuwenden und mit der DXA zu vergleichen.

Methode: Die Studie wurde nach Registrierung (DRKS00025849) und positivem Ethik-Votum (EA4/068/19) durchgeführt und mit Daten von 55 postmenopausalen Frauen aus einer abgeschlossenen Studie [1] gepoolt. Insgesamt wurden 144 Frauen und 33 Männer (Alter: 30 – 86 Jahre, DXA: > 56 Jahre) untersucht. Die Messung der Knochendichte erfolgte mittels DXA an Lendenwirbelsäule und beiden Femora. CortBS-Messungen wurden mit einem Sonix-touch, welches mit spezieller Datenerfassungs- und Analysesoftware ausgestattet ist, im anteromedialen Bereich der Tibia durchgeführt. Mittels multivariater Varianzanalyse wurden die Einflüsse von Geschlecht, Alter, und anthropometrischen (AP) Informationen (Größe, Gewicht, BMI) auf CortBS- und DXA-Werte untersucht. Mittels Partial-Least-Squares (PLS) Diskriminierungsanalysen mit Kreuzvalidierung wurde die Performance für vertebrale, nicht-vertebrale bzw. jegliche Fragilitätsfrakturen jeweils ohne und Berücksichtigung von Geschlecht, Alter und AP Informationen verglichen.

Ergebnisse: Der DXA T-score war von Gewicht und BMI abhängig und nur bei Patienten mit nichtvertebralen Frakturen signifikant erniedrigt ($p < 0.05$). Der CortBS-Frakturrisiko Score war nicht von AP-Faktoren und Geschlecht, aber signifikant vom Alter abhängig ($p < 0.01$) und bei Patienten mit Frakturen signifikant erhöht ($p < 0.005$). Die CortBS Diskriminierungsperformance war im

Vergleich zu DXA für alle Frakturarten besser und insbesondere für vertebrale Frakturen unter Berücksichtigung anthropometrischer Faktoren signifikant erhöht (AUCDXA \leq 0.60, AUCortBS \leq 0.72, ► **Abb. 1**). Unabhängig vom Geschlecht zeigte sich bei Patienten mit Frakturen das erhöhte Frakturrisiko im Ultraschall-Score (CortBS), aber nicht im DXA T-score (Abb. 2).

► **Abb. 1**

Diskussion: Kortikale Ultraschallspektroskopie (CortBS) an der Tibia zeigt das vom Alter und Geschlecht abhängige Frakturrisiko und hat im Vergleich zur DXA eine signifikant bessere Diskriminierungsleistung.

Keywords: Fraktur, Osteoporose, Knochenmineraldichte, Quantitativer Ultraschall

Korrespondenzadresse: Gabriele Armbricht, Charité Campus Benjamin Franklin, Zentrum für Muskel und Knochenforschung, Hindenburgdamm 30, 12200 Berlin, Deutschland, E-Mail: kay.raum@charite.de

P 02 Hyponatremia does not cause further bone loss in estrogen-deficient rats

Autorinnen/Autoren Marina Komrakova¹, Jonathan Gabriel Lang¹, Paul Jonathan Roch¹, Daniel Bernd Hoffmann¹, Kai Oliver Böker¹, Wolfgang Lehmann¹, Arndt Friedrich Schilling¹, Stephan Sehmisch²
Institute 1 Universitätsmedizin Göttingen, Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie, Göttingen; 2 Universitätsmedizin Göttingen, Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie, Medizinische Hochschule Hannover, Unfallchirurgie, Göttingen
 DOI 10.1055/s-0044-1782065

Introduction: Previously, we have shown that hyponatremia (HypoNa) impairs bone tissue to a similar extent as estrogen deficiency and that both factors have a synergistic adverse effect on bone healing. The present study investigated whether HypoNa worsens the effect of estrogen depletion on bone in an ovariectomized rat model for postmenopausal osteoporosis.

Methods: Seven-month-old female Sprague-Dawley rats were divided into 4 groups (n = 8/group): (1) sham-ovariectomized normonatremic (Sham-NormoNa), (2) ovariectomized (Ovx) NormoNa, (3) Ovx hyponatremic (HypoNa) (4) Ovx HypoNa-corrected (HypoNa-cor). HypoNa was induced by desmopressin via subcutaneous osmotic pumps. NormoNa groups received 0.9% saline solution. Immediately after Ovx, pumps were implanted and either replaced in the HypoNa group or removed in the HypoNa-cor group at week 6. All animals received liquid rodent diet and demineralized water without restrictions. At week 12, the fourth lumbar vertebral body (L4) and both femora underwent

biomechanical and micro-computed tomographical analyses. Statistical analysis was performed by ANOVA and Tukey-test (p < 0.05).

Results: The serum sodium level was the lowest in the Ovx-HypoNa group (108 ± 7 mmol/L), in the other 3 groups it averaged 139 ± 7 mmol/L. Calcium and magnesium levels were diminished by HypoNa and also lowered by Ovx. Bone structure in L4 and femur and biomechanical parameters in femur were impaired in all Ovx groups, whereas HypoNa had no additional effect. Desmopressin discontinuation normalized serum Na, but did not improve bone.

Discussion: The detrimental effect of estrogen deficiency on bone was so strong that it overwhelmed the negative effect of HypoNa previously observed in healthy and healing bone. HypoNa was induced immediately after Ovx, when rapid bone loss and metabolic changes occur, and appeared to be less relevant at this time. Further studies could evaluate the impact of HypoNa in an already osteoporotic rat model, which would more closely mimic the situation in osteoporotic patients.

Keywords: Hyponatremia, Bone, Estrogen deficiency, Rat model

Korrespondenzadresse: Marina Komrakova, Universitätsmedizin Göttingen, Unfallchirurgie, Orthopädie und Plastische Chirurgie, Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen, Deutschland, E-Mail: komrakova@yahoo.com

P 03 Ultraschall-basierte Frakturrisiko-Diskriminierung bei Patienten mit Diabetes mellitus.

Autorinnen/Autoren Carolin Dehnen¹, Angela Galindo¹, Nadège Elnare Leprêtre¹, Ziyuan Liu¹, Edgar Wiebe¹, Hossein Aghamiry¹, Paula Hoff¹, Oliver Palme¹, Lukas Maurer¹, Kay Raum¹

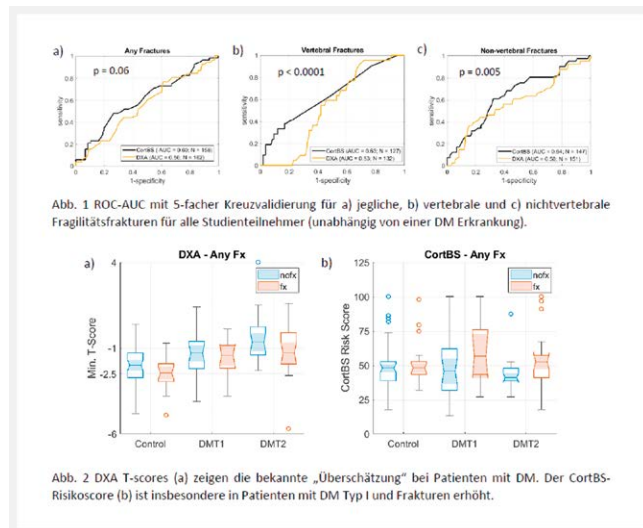
Institut 1 Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin
 DOI 10.1055/s-0044-1782066

Einleitung: Diabetes mellitus (DM) ist eine häufige chronische metabolische Erkrankung, die zu einer Erhöhung des Risikos für vertebrale und Hüftfrakturen führt. Die Dual-Energy-X-ray Absorptiometry (DXA) basierte Knochenmineraldichte unterschätzt in Patienten mit DM oft das tatsächliche Frakturrisiko. Studien mittels hochauflösender Computertomographie konnten zeigen, dass Patienten mit DM Typ II vor allem eine veränderte kortikale Porosität in Tibia und Radius aufweisen. Cortical Backscatter (CortBS) Ultraschall ist ein neues Verfahren, mit der die kortikalen Material- und Mikrostruktureigenschaften ohne ionisierende Strahlung untersucht werden können. Ziel der Studie war, die Diskriminierungsperformance der CortBS Messung in Patienten mit und ohne DM im Vergleich zum Gold-Standard (DXA) zu untersuchen.

Methode: Die Studie wurde nach Registrierung (DRKS00029331) und positivem Ethik-Votum (EA4/140/22) durchgeführt. 48 Frauen und 38 Männer mit DM (nTyp I = 38, nTyp II = 46, nTyp_other = 2) im (Alter: > 49 Jahre) sowie 77 alters- und geschlechts- gematchte Patienten ohne DM wurden rekrutiert. Die Messung der Knochendichte erfolgte mittels DXA an Lendenwirbelsäule und beiden Femora. CortBS-Messungen wurden mit einem SonixTOUCH, welches mit spezieller Datenerfassungs- und Analysesoftware ausgestattet ist, im anteromedialen Bereich der Tibia durchgeführt. Mittels multivariater Varianzanalyse wurden die Einflüsse des DM Typs auf CortBS- und DXA-Werte untersucht. Mittels Partial-Least-Squares (PLS) Diskriminierungsanalysen mit Kreuzvalidierung wurde die Performance für vertebrale, nicht-vertebrale bzw. jegliche Fragilitätsfrakturen jeweils ohne und mit Berücksichtigung von Geschlecht, Alter und anthropometrischen (AP) Informationen (Gewicht, Größe, BMI) verglichen.

Ergebnisse: Der DXA T-score war von AP-Faktoren und dem Alter abhängig, bei Patienten mit DM signifikant höher im Vergleich zu Patienten ohne DM (Typ I: + 0.73 SD, Typ II: + 1.36 SD), aber zwischen Patienten mit und ohne Frakturen nicht signifikant unterschiedlich. Der CortBS-Frakturrisiko Score war nicht von AP-Faktoren, Geschlecht und einer DM-Erkrankung abhängig, aber in Patienten mit nichtvertebralen Frakturen signifikant erhöht. Die CortBS Diskriminierungsperformance war im Vergleich zu DXA für alle Frakturarten besser und für vertebrale und nichtvertebrale Frakturen unter Berücksichtigung anthropometrischer Faktoren signifikant erhöht (AUCDXA \leq 0.58, AUCortBS \leq

0.64, ► **Abb. 1).** Unabhängig von der DM-Erkrankung zeigte sich bei Patienten mit Frakturen das erhöhte Frakturrisiko im CortBS-Score, aber nicht im DXA T-score (Abb. 2).



► **Abb. 1**

Diskussion: Kortikaler Knochenultraschall hat eine mindestens gleichwertige oder bessere Fraktur-diskriminierungsperformance und zeigt bei Patienten mit DM eine präzisere Frakturrisikoabschätzung im Vergleich zur DXA.

Keywords: Diabetes Mellitus, Fraktur, Knochenmineraldichte, Quantitativer Ultraschall

Korrespondenzadresse: Carolin Dehnen, Charité Universitätsmedizin Berlin, Hindenburgdamm 30, 12200 Berlin, Deutschland, E-Mail: kay.raum@charite.de

P 04 Viel hilft viel – in diesem Fall nicht, Nierenschädigung durch Vitamin D-Intoxikation

Autorinnen/Autoren Katja Schmitt-Bieda¹, Christian Hansen-Hagge¹, Nils Anders¹, Lukas Wohlbiel¹, Jan T. Kielstein¹

Institute 1 Städtisches Klinikum Braunschweig, Medizinische Klinik V, Nephrologie, Rheumatologie und Blutreinigungsverfahren, Braunschweig
DOI 10.1055/s-0044-1782067

Einleitung: Im Internet mehren sich Empfehlungen zur hochdosierten Vitamin D-Substitution zum Beispiel bei Infekten und Autoimmunerkrankungen, so dass immer mehr Menschen eigenständig zu Supplementen greifen. Während einige hochdosierte Vitamin D-Präparate verschreibungspflichtig sind, sind andere in Tabletten- und Tropfenform mit bis zu 20.000IE Vitamin D/Tablette oder Tropfen frei verkäuflich. Dass die übermäßige und unkontrollierte Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln schädlich sein kann, zeigt dieser Fall.

Methode: Klinischer Fall eines 68-jährigen Patienten, der mit akuter Nierenschädigung stationär eingewiesen wurde. In den letzten 15 Jahren wurden keine Laborkontrollen durchgeführt. Die Vorstellung erfolgte aufgrund von Luftnot, generalisiertem Juckreiz, Antriebslosigkeit, allgemeiner Schwäche und Müdigkeit. Die Vormedikation bestand bei Asthma bronchiale aus inhalativem Sultanol und laut Plan 1000IE Vitamin D täglich. In der körperlichen Untersuchung fielen leichte Unterschenkelödeme auf. Der Patient präsentierte sich unruhig, ängstlich, agitiert mit erhöhtem Redefluss. Im Labor zeigte sich bei fehlenden Vorwerten eine akute Nierenschädigung mit einem Kreatinin von 3,83 mg/dl, einer eGFR (CKD-EPI) von 15,2 ml/min/1,73m², eine Hyperkalzämie von 3,05 mmol/l bei einer Hypervitaminose D mit einem 25(OH)Vitamin D3 von > 240 ng/ml (1,25(OH)2D3 182 pg/ml (19,9-79,3)) und einem supprimierten Parathormon von 12,8 pg/ml. Außerdem waren eine normochrome, nor-

mozytäre Anämie, eine Hyperphosphatämie und leicht erhöhte Werte für α -Amylase und Lipase nachweisbar.

Ergebnisse: Nach genauer Recherche gab der Patient an, seit ca. 1 Jahr ein freiverkäufliches Vitamin D-Präparat aus dem Internet mit 3 Tropfen täglich zu verwenden. Die Einnahme von Calciumpräparaten wurde verneint, allerdings ein hoher Konsum von calciumhaltigen Nahrungsmitteln (Milch) angegeben. Durch forcierte Diurese an Tag 1-6 und orale Glukokortikoide (30 mg Prednisolon) ab Tag 7 konnte das Calcium fast in den Normbereich gesenkt werden (2,56 mmol/l), zeigte dann aber einen Wiederanstieg auf 2,94 mmol/l, so dass trotz Nierenfunktionseinschränkung nach zahnärztlicher Vorstellung 4 mg Ibandronsäure intravenös verabreicht wurden. Die Nierenschädigung persistierte auch nach Ausgleich des Flüssigkeitsdefizites, so dass von einer irreversiblen Nierenfunktionseinschränkung ausgegangen wurde. Längerfristige Daten nach 3 Monaten stehen noch aus. In der Knochendichtemessung (LWS und Femur bds.) sahen wir positive T- und Z-Scores und somit keinen Hinweis auf Osteoporose/Osteopenie.

Diskussion: Ein unkontrollierter Umgang mit vor allem hochdosierten Vitamin D-Supplementen kann schwerwiegende Folgen nach sich ziehen. Daher sollten diese nicht frei verkäuflich sein. Eine Vitamin D-Substitution sollte nur bei beständigem Vitamin D-Mangel erfolgen.

Keywords: Vitamin D, Hyperkalzämie, Nierenschädigung

Korrespondenzadresse: Katja Schmitt-Bieda, Städtisches Klinikum Braunschweig, Med. Klinik V, Rheumatologie, Salzdahlumer Str. 90, 38126 Braunschweig, Deutschland, E-Mail: k.schmitt-bieda@skbs.de

P 05 Knochenmaterialeigenschaften einer Patientin mit Pyknodysostose und multiplen Frakturen: Hypermineralisation der Matrix, Mikropetrose, Vorhandensein von geordneten und ungeordneten Knochenarealen

Autorinnen/Autoren Nadja Fratzl-Zelman¹, Stéphane Blouin¹, Markus A. Hartmann¹, Andreas A. Kurth², Jochen Zwerina¹

Institute 1 Ludwig Boltzmann Institut für Osteologie, Wien, Hanusch-Krankenhaus der ÖGK und AUVA Traumazentrum Wien Meidling, 1. Medizinische Abteilung, Hanusch Krankenhaus, Wien; 2 Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie, Marienhaus Klinikum Mainz, Mainz
DOI 10.1055/s-0044-1782068

Einleitung: Die Pyknodysostose (OMIM: 265800) ist eine sehr seltene (geschätzte Prävalenz: 1:1 000 000) autosomal-rezessiv vererbte Skelettdysplasie, die durch Mutationen in Cathepsin K verursacht wird. Cathepsin K ist ein lysosomales Enzym, das von Osteoklasten sezerniert wird und wichtig für den Kollagenabbau ist. Eine verminderte Aktivität von Cathepsin K führt zu einer Störung des Knochenumbaus, zum Anbau ungeordneter Knochenlamellen, zu einer Erhöhung des Knochenmineralgehaltes, sowie zu progressiver Osteosklerose und Knochenbrüchigkeit. Darüber hinaus wird Cathepsin K auch von reifen Osteozyten, während der osteozytären Osteolyse, exprimiert. Es ist unklar, inwieweit sich die verminderte Cathepsin K Aktivität auch auf die Morphogenese und die Zahl der Osteozyten sowie die Größe der Lakunen und damit auf die Ausbildung des Osteozytennetzwerks auswirkt. Veränderungen in diesen Parametern können zum erhöhten Frakturrisiko beitragen.

Methode: In dieser Studie wurde Knochenmaterial einer 57-jährigen Patientin mit Pyknodysostose bei operativer Korrektur einer Hüftkopffraktur gewonnen und mittels Lichtmikroskopie, quantitativer Rückstreuелеktronenanalyse und konfokaler Laser-Scanning-Mikroskopie untersucht.

Ergebnisse: Das trabekuläre Knochenvolumen, BV/TV variierte lokal von 30.3% bis 67.4%. Der mittlere Kalziumgehalt der Matrix war um 7.5% und die hochmineralisierten Anteile um das Fünffache erhöht, verglichen zu Referenzwerten gesunder Individuen. Osteoklasten waren in großer Zahl vorhanden, jedoch zeigte sich die für Pyknodysostose charakteristische dysfunktionale Knochenresorption durch demineralisierte Matrixsäume in den Resorptionslakunen. Im trabekulären Knochen waren die Kollagenfibrillen teils lamellar ge-

ordnet, teils geflechtsknochenartig ungeordnet. Zahlreiche hochmineralisierte Einschlüsse (Makropetrose) konnten beobachtet werden. Der kortikale Knochen war überwiegend parallel lamellär angeordnet, was typisch für periostalen Anbau ist. Es fanden sich auch Osteone mit konzentrisch angeordneten Lamellen. Die Osteozytenzahl und -größe waren im Normbereich, jedoch waren zahlreiche ausmineralisierte Osteozytenlakunen (Mikropetrose) vorhanden. Hier war das Osteozytenetzwerk stark vermindert. Im Lamellenknochen war die Dichte der Kanalikuli im Normbereich (0.048 $\mu\text{m}/\mu\text{m}^3$ Knochenvolumen). **Diskussion:** Zusammenfassend zeigen diese Untersuchungen multiple Veränderungen des Knochens. Das erhöhte Knochenvolumen sowie die Hypermineralisation der Matrix und die gestörte Anordnung der Lamellen tragen zur einer verminderten Matrixqualität und Brüchigkeit des Knochens bei. Die Okklusion der Osteozytenlakunen führt darüber hinaus zur lokalen Unterbrechung des Osteozytennetzwerks und damit auch zur Störung der Knochenumbauprozesse. Nichtsdestotrotz zeigt die Ausbildung eines geordneten und dichten Osteozytennetzwerks in weiten Bereichen der Probe, dass Cathepsin K nicht essenziell für die Ausbildung dieses Netzwerks ist.

Keywords: Seltene Erkrankung, Fraktur, Materialeigenschaften, en

Korrespondenzadresse: Nadja Fratzl-Zelman, Ludwig Boltzmann Institut für Osteologie, Wien, Hanusch-Krankenhaus der ÖGK und AUVA Traumazentrum Wien Meidling, 1. Medizinische Abteilung, Hanusch Krankenhaus, Heinrich-Collin Straße 30, 1140 Wien, Österreich, E-Mail: nadja.fratzl-zelman@osteologie.lbg.ac.at

P 06 Grenzen der medikamentösen Osteoporosetherapie bei einer Patientin mit multiplen Insuffizienzfrakturen

Autorinnen/Autoren Sebastian Radmer¹, Julian Ramin Andresen², Hans-Christof Schober³

Institute 1 Zentrum für Bewegungsheilkunde, Facharztpraxis für Orthopädie, Berlin; 2 Medizinische Universität Wien, Universitätsklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinische Abteilung für Unfallchirurgie, Wien; 3 OrthoCoast, Praxis für Orthopädie und Osteologie, Wolgast
DOI 10.1055/s-0044-1782069

Einleitung: Bei der Osteoporose ist durch eine niedrige Knochendichte und Rarefizierung der Mikroarchitektur das Frakturrisiko erhöht. Neben der Basistherapie mit Förderung der körperlichen Aktivität, ausreichender Vitamin D und Calciumzufuhr existieren verschiedenste spezifische Therapeutika, welche entweder antiresorptiv oder osteoanabol wirken. Wir berichten über eine 69-jährige Patientin mit klinisch manifester Osteoporose, bei der unter spezifischer Medikation multiple Insuffizienzfrakturen aufgetreten sind.

Methode: Bei der Patientin wurde im Alter von 62 Jahren bei vorliegendem Calcaneusermüdungsbruch rechts eine Osteoporose diagnostiziert (T-Score LWS -3,1, T-Score rechte Hüfte -2,1). Eine Erkrankung des Rheumatischen Formenkreises, des Gastrointestinaltrakts oder übermäßiger Alkoholkonsum konnten ausgeschlossen werden. Die Knochenabbauparameter waren leicht erhöht, der Vitamin D Spiegel, das PTH und die Ostase lagen im Normbereich, das Serumphosphat war grenzwertig erniedrigt. Es erfolgte eine leitliniengerechte spezifische Therapie mit Denosumab (Prolia 60). Unter Therapie kam es 4 Jahre später zu einer schmerzhaften Insuffizienzfraktur des BWK 6, welche mittels Ballonkyphoplastie versorgt wurde. Im weiteren Verlauf entwickelte sich 1 Jahr später eine BWK 5 Fraktur, welche ebenfalls zementaugmentiert wurde. Es wurde daraufhin ein Therapiewechsel auf ein osteoanabol wirkendes Medikament (Teriparatid (Forsteo)) durchgeführt. Unter der Therapie kam es zu einem deutlichen Anstieg der Knochendichtewerte (T-Score LWS -1,7, T-Score rechte Hüfte -1,5). 21 Monate nach Beginn der osteoanabolen Medikation traten starke Schmerzen und Schwellungen im linken Fuß auf, die daraufhin durchgeführte MRT-Untersuchung zeigte nicht dislozierte Frakturen des Calcaneus, Os cuboideum und Os cuneiforme laterale sowie ein Ödem in der Trochlea tali. Eine zusätzlich durchgeführte Bestimmung von FGF-23 lag im Normbereich. Es erfolgte eine Ruhigstellung mit Entlastung in einem Walker an Unterarm-

gestützen für 6 Wochen, hierunter kam es zu einer klinischen Besserung mit Schmerzreduktion und Rückgang der Weichteilschwellung. Unter vorsichtigem Belastungsaufbau entwickelte sich erneut eine starke, immobilisierende Schmerzsymptomatik mit Schwellung der Weichteile und zunehmenden ösären Ödemen in den zuvor detektierten Frakturen. Nach 2-jähriger Gabe von Teriparatid erfolgte die erneute Umstellung auf Denosumab (Prolia 60).

Diskussion: In den letzten Jahren hat sich sowohl die medikamentöse als auch die nicht medikamentöse Therapie der Osteoporose deutlich verbessert. Trotz einer vielfältigen Behandlungsmöglichkeit einer klinisch manifesten Osteoporose verbleiben Einzelfälle, welche bei zunehmenden Frakturen eine therapeutische Herausforderung darstellen, und Grenzen aufzeigen.

Keywords: Antiresorptive Therapie, Insuffizienzfraktur, osteoanabole Therapie, Osteoporose

Korrespondenzadresse: Sebastian Radmer, Zentrum für Bewegungsheilkunde, Facharztpraxis für Orthopädie, Bozener Str. 17, 10825 Berlin, Deutschland, E-Mail: sebastian@dr-Radmer.de

2. Posterbegehung 2

P 07 Charakterisierung osteologischer Patienten aus einer Schwerpunktpraxis

Autorinnen/Autoren Felix Weigand¹, Peter Kaps², Philipp Klemm¹, Uwe Lange¹, Nils Schulz¹

Institute 1 Justus-Liebig-Universität Gießen, Campus Kerckhoff, Abteilung für Rheumatologie, klinische Immunologie, Osteologie und physikalische Medizin, Bad Nauheim; 2 Orthopädische Praxis Braunfels, Braunfels
DOI 10.1055/s-0044-1782070

Einleitung: Die Osteoporose (OP) zählt zu den häufigsten Volkskrankheiten und eine frühe Diagnose ist von hohem sozioökonomischem Interesse.

Methode: Analyse eines osteologischen Klientel (n = 249) einer Schwerpunktpraxis und Vergleich der Resultate mit bisherigen Kenntnissen der DVO-S3-Leitlinien Osteoporose.

Ergebnisse: Von den 249 Eingeschlossenen (n = 242 Frauen, Ø-Alter: 61J., n = 7 Männer, Ø-Alter: 52J) ergab das osteologische Screening inkl. DXA-Messung 155x eine Osteoporose (OP; F/M: 151/4) und 94x eine Osteopenie (PP; F/M: 91/3). Bei den Risikofaktoren (RF) war Nikotin in der OP-Gruppe (21x) seltener vs. der PP-Gruppe (28x) anzutreffen. Bei den sonstigen RF gab es keinerlei Gruppenunterschiede. Bei OP war in 61,9% eine Osteomalazie (OM) detektierbar, bei PP hingegen nur in 46,8% (n = 96 vs. n = 44, p < 0,05). Der durchschnittliche 25-Vitamin-D3 Wert betrug in der OP-Gruppe 16,1 ng/ml, in der PP-Gruppe 17,4 ng/ml. Es zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen OM und der Diagnose OP (p = 0,025). Bei OP war im Vergleich mit PP ein signifikanter Zusammenhang mit singulären Wirbelkörperfrakturen detektierbar (OP 17x vs. PP 2x, p = 0,012). Laborchemisch war bei OP die Knochen-Phosphatase (bAP) tendenziell und die Pyridinoline (Pyr) signifikant erhöht, das Calcium im Urin signifikant erniedrigt vs. PP. Kein Unterschied zeigte sich bei den sonstigen Parametern wie NTX, P, Ca, TSH, PTH.

Diskussion: Überraschend in dieser Klientel ist 1. die Dominanz der Frauen und nur geringe Anteil der Männer sowie 2. der hohe Anteil mit OP, sodass die Zuweisung zum osteologischen Screening absolut gerechtfertigt erscheint. Verbesserungswürdig erscheint der Check up bei Männern. Bei OP lagen vermehrt singuläre WK-Frakturen vor, sprich eine manifeste OP. Der RF Nikotin hingegen war selten erueierbar. Der objektivierte Zusammenhang einer OP mit OM ist bekannt und konnte bestätigt werden. Die tendenziell erhöhte AP und bAP sowie die Pyr (als Abbaumarker) passen zur OP-Gruppe. Interessanterweise ergaben sich in der untersuchten Klientel anhand des osteologischen Screenings keine weiteren Hinweise für sekundäre Formen.

Keywords: Osteoporose, Versorgungsrealität, Epidemiologie

Korrespondenzadresse: Felix Weigand, Justus-Liebig-Universität Gießen, Campus Kerckhoff, Abteilung für Rheumatologie, klinische Immunologie,

P 08 Osteologische Versorgungsrealität von 100 konsekutiv aufgenommenen Patienten der rheumatologischen Rehabilitation im Klinikum Bad Bramstedt bei Analyse nach neuer Osteoporose-Leitlinie 2023

Autorinnen/Autoren Hilke Weichert¹, Charlotte Wiedwald²

Institute 1 Klinikum Bad Bramstedt, Klinik für Rehabilitation, Rehabilitation (Orthopädie-Rheumatologie), Hamburg; 2 Klinikum Bad Bramstedt, Klinik für Rehabilitation, Rehabilitation (Rheumatologie), Bad Bramstedt
DOI 10.1055/s-0044-1782071

Einleitung: Rheumatologische Patienten haben ein erhöhtes Risiko für Osteoporose wegen der zugrundeliegenden Erkrankung, da eine Osteoklastenaktivierung durch die zytokinvermittelte Überaktivität des Immunsystems vorliegt und gleichzeitig die häufig eingesetzte Glucocorticoidtherapie zusätzliche osteokatabole Effekte hat. Im Klinikum Bad Bramstedt werden pro Jahr ca. 1000 Rehabilitanden in der rheumatologischen Rehabilitation aufgenommen. Aufnahmediagnosen waren seropositive rheumatoide Arthritis (29%), seronegative rheumatoide Arthritis (16%), Spondyloarthritis (12%), Psoriasisarthritis (8%), Lupus erythematodes (3%), und 32% Diagnosen wie Polymyalgia rheumatica, Vaskulitis, Sjögren-Syndrom und Systemisklerose. 52% der Rehabilitanden gehörten der Altersgruppe 51 bis 60 Jahre an, 20% gehörten zu den 41 bis 50-Jährigen und 14% waren 61 bis 70 Jahre alt. Der Rehabilitationsmediziner hat die Aufgabe, die rheumatologische Diagnose und das Therapieregime kritisch zu diskutieren. Dazu gehört auch, die Indikation für osteologische Basisdiagnostik oder osteologische Therapie zu prüfen.

Methode: Auswertung eines Fragebogens und der klinischen Untersuchung zur Überprüfung der Indikation zur osteologischen Diagnostik und Therapie anhand der neuen Leitlinien Osteoporose 2023 bei Rehabilitanden der rheumatologischen Rehabilitation. 100 konsekutiv aufgenommene Rehabilitanden der rheumatologischen Rehabilitation des Klinikum Bad Bramstedt wurden eingeschlossen.

Ergebnisse: Die Auswertung zeigt eine Unterversorgung bei den 100 analysierten Rehabilitanden an. Überwiegend wird im Rahmen der rheumatologischen Diagnostik und Therapieempfehlung ambulant auf eine Vitamin D-Versorgung geachtet, meist in wöchentlicher Applikation mit 20.000 iE. Kein Rehabilitand erhielt osteoanabole Medikation, wenige erhielten antiresorptive Medikation. Nach Auswertung der Befragung und Untersuchung der einzelnen Rehabilitanden anhand der neuen Leitlinien konnten die Rehabilitanden mit Indikation für osteoanabole Medikation identifiziert werden, ebenso wurde die Indikation für antiresorptive Therapie anhand der zum Aufnahmezeitpunkt vorliegenden Informationen herausgearbeitet. Falls eine DXA-Messung für die Therapieentscheidung relevant war, wurde diese veranlasst.

Diskussion: Im Rahmen der rheumatologischen Rehabilitation kann anhand von Anamnese und klinischer Untersuchung die Indikation für osteologische Basisdiagnostik und osteologische Therapie gestellt werden. Die Empfehlungen der neuen Leitlinie Osteoporose 2023 sind einfach anhand der Risikofaktoren anzuwenden. Sicher ergäbe sich eine weitere Vereinfachung durch die Einführung eines Rechners. Es zeigt sich eine eklatante osteologische Unterversorgung der rheumatologischen Rehabilitanden. Eine intensive Aufklärungsarbeit bei rheumatologisch tätigen Kollegen erscheint sinnvoll.

Keywords: Rheuma, Osteoporose Versorgung, Rehabilitation

Korrespondenzadresse: Hilke Weichert, Klinikum Bad Bramstedt, Klinik für Rehabilitation, Rehabilitation (Orthopädie-Rheumatologie), Karl-Jacob-Str., 22609 Hamburg, Deutschland, E-Mail: hilke@weichert-net.de

P 09 Wirksamkeit des Programms "Adherence for Exercise Rehabilitation in Older people" (AERO) zur Verbesserung der Therapietreue bei Menschen mit Osteoporose in einem deutschen Kontext

Autorinnen/Autoren Marcus Gutmann¹, Katharina Grasse-Nußberger², Susan Armijo-Olivo³, Isa Feist-Pagenstert²

Institute 1 Ludwig-Maximilians-Universität München, Muskuloskelettales Universitätszentrum München, Physikalische Medizin, München; 2 Ludwig-Maximilians-Universität München, Muskuloskelettales Universitätszentrum München, Physikalische Medizin, München; 3 Hochschule Osnabrück, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Physiotherapie, Osnabrück
DOI 10.1055/s-0044-1782072

Einleitung: Osteoporose ist eine chronische Erkrankung, bei der eine langfristige Behandlung erforderlich ist. Ein häufiges Behandlungsziel bei Osteoporose ist die Verringerung von Stürzen und Frakturen (Cummings et al., 2017). Bewegung für Osteoporose-Patienten ist eine sichere und wirksame Behandlungsform. Um die oben genannten Ziele zu erreichen, muss die Bewegung über einen längeren Zeitraum hinweg gründlich durchgeführt werden, und daher ist die Therapietreue bei diesen Bewegungsprogrammen entscheidend (Strüder, 2016). Dennoch brechen 50% der Patienten ihre Übungsprogramme nach sechs Monaten ab. Vor diesem Hintergrund planten die Autoren, ein Studiendesign rund um die derzeit am besten geeignete Adhärenzsteigernde Intervention zu entwickeln. Die Autoren sind im Zuge einer Literaturanalyse auf das The Adherence for exercise in rehabilitation in older People (AERO) Programm von Room gestoßen. Das Programm von Room et al. ist eine evidenzbasierte, sichere Intervention, die die Adhärenz gegenüber Übungsprogrammen steigern soll. Das Aero Programm wurde bis jetzt nur in England an englischen Probanden untersucht. Dies führt zu folgender Forschungsfrage:

Methode: Die Studie wird als randomisierte, kontrollierte, parallele Pilotstudie mit einem Interventionszeitraum von drei Monaten durchgeführt. Die Autoren planen insgesamt 24 Probanden zu untersuchen. Um die Unterschiede vor und nach jeder einzelnen Behandlung zu ermitteln, führen die Autoren einen Wilcoxon-Test für übereinstimmende Paare oder einen bootstrap-abhängigen t-Test für die Adhärenzskala durch. Um Unterschiede zwischen den Behandlungen zu ermitteln, wird ein Mann-Whitney-Test oder ein bootstrapped unabhängiger t-Test für die Adhärenzskala durchgeführt. Das Alpha-Niveau wird für alle Analysen auf $p = 0,05$ gesetzt.

Ergebnisse: Die Rekrutierungsphase ist abgeschlossen. Im Zeitraum von 27.10.23 - 3.12.23 konnten 24 Probanden rekrutiert werden. Sowohl die Probanden der Kontrollgruppe als auch die Patienten der Interventionsgruppe erhalten im Moment die jeweiligen Einzeltherapie durch die Physiotherapeuten vor Ort. Die Autoren planen bis zum Kongress vollständigen Daten von 2-6 Studienprobanden erhoben zu haben und diese dann dort zu präsentieren.

Diskussion: Aus Sicht der Autoren kann eine erhöhte Patientenadhärenz die Effektivität von Übungsprogrammen langfristig erhöhen und damit die Rolle der Physiotherapie in der Osteoporosetherapie stärken. Zudem können durch effektivere Bewegungsprogramme Kosten durch verlängerte Therapien im Gesundheitssystem eingespart werden. Angesichts des demografischen Wandels in Deutschland und der damit verbundenen Mehrausgaben sind wirksame und kostengünstige Maßnahmen dringend erforderlich.

Keywords: Osteoporose, Adhärenz, Training, Übungstherapie, Heimübungsprogramm

Korrespondenzadresse: Marcus Gutmann, Ludwig-Maximilians-Universität München, Muskuloskelettales Universitätszentrum München, Physikalische Medizin, Marchioninistraße 15, 81377 München, Deutschland, E-Mail: Marcus.Gutmann@med.uni-muenchen.de

P 10 Retrospektive Evaluation diagnostischer und therapeutischer Algorithmen bei Patienten mit MTX-Osteopathie

Autorinnen/Autoren Franca Genest¹, Ottar Gadeholt², Sarah Schaefer¹, Lothar Seefried¹

Institute 1 Universität Würzburg, Klinische Studieneinheit/Klinische Osteologie, Würzburg; 2 Rheumatologische Schwerpunktpraxis Würzburg, Würzburg

DOI 10.1055/s-0044-1782073

Einleitung: MTX findet als etabliertes firstline csDMARD breite Anwendung in der langfristigen Behandlung zahlreicher rheumatischer Erkrankungen einschließlich der RHA und der PsA. Während negative Auswirkungen der Therapie auf die BMD im Sinne einer Osteoporose nicht bestätigt werden konnten, mehrten sich die Berichte über fokale Insuffizienzreaktionen des Knochens unter langjähriger MTX Therapie. Aus Mangel prospektiver, randomisierter Studien bilden strukturierte Auswertungen großer Fallserien die Grundlage entsprechender Handlungsempfehlungen.

Methode: Monozentrische retrospektive Auswertung medizinischer Behandlungsverläufe von Pat mit Insuffizienzreaktionen des Knochens unter MTX Therapie samt Erfassung der osteol. relevanten Parameter und der Bildgebung.

Ergebnisse: Die Auswertung umfasst 40 Pat mit knöcherner Insuffizienzreaktion unter MTX Therapie. Das Durchschnittsalter bei Auftreten der Läsion lag bei 67,4 ($\pm 11,5$), bei einer mittl. MTX Vorbehandlung von 7,7 ($\pm 1,20$). Bei 30 Pat lag eine RHA vor, bei 6 eine PsA. Insgesamt 4 Pat erhielten aktuell eine Glukokortikoid-Therapie, bei 9 wurde diese im vergangenen Jahr beendet, bei 15 lag diese über 12 Monate zurück und 12 hatten in der Vorgeschichte keine regelhafte Einnahme. Betroffene Skelettabschnitte waren v.a. Calcaneus ($n = 24$), dist. Tibia ($n = 18$), sowie prox. Tibia ($n = 17$) jeweils metaphysär. Im Durchschnitt hatten die Pat bereits 4,4 ($\pm 2,6$) Frakturen erlitten, bei 24 war eine Osteoporose vordiagnostiziert, die bei 22 Pat aktuell medikamentös therapiert wurde. Insgesamt 36/40 Pat hatten zum Zeitpunkt der Insuffizienzreaktion eine adäquate Basisversorgung mit Vitamin D. Bei allen 40 Pat wurde die charakteristische Veränderung im MRT bestätigt bei nur 13/40 im konventionellen Röntgen. Entlastung unter fortgeführter MTX Therapie führte bei 4 Pat zu einer transienten Besserung, nach Absetzen von MTX kam es bei 25 zu einer dauerhaften Besserung. Eine Dosisreduktion von MTX führte bei 1 Pat zu einer Besserung. Eine alleinige Umstellung auf eine osteoanabole Therapie mit fortgeführter MTX Therapie ($n = 5$) führte in keinem Fall zu einer Wiederherstellung der Belastbarkeit.

Diskussion: Die Daten unterstützen einen Zusammenhang zwischen einer insb langfristigen MTX Therapie und dem Auftreten metaphysärer Insuffizienzreaktionen. Das Vorliegen einer Osteoporose und einer primär knochenwirksamen Therapie scheint keinen rel. Einfluss auf die Entstehung/Ausheilung der Frakturen zu haben. Betroffen sind die metaphysären Abschnitte von Knochen der unteren Extremität trotz der mutmaßlichen Relevanz mechanischer Belastung scheint im Gegensatz zum überlastungsbedingten KMÖ eine Entlastung allein nicht ausreichend, um eine Ausheilung zu gewährleisten. Wesentlich hierfür ist die Beendigung/Umstellung der MTX Therapie. Der konkrete Nutzen einer zusätzlichen osteoanabolen Therapie bedarf weiterer Untersuchungen.

Keywords: MTX-Osteopathie, MTX, Rheumatoide Arthritis, Insuffizienzfraktur, Knochenmarkoedem

Korrespondenzadresse: Franca Genest, Universität Würzburg, Klinische Studieneinheit/Klinische Osteologie, Brettreichstrasse 11, 97074 Würzburg, Deutschland, E-Mail: f-genest.klh@uni-wuerzburg.de

P 11 Amyotrophe Lateralsklerose (ALS) und Osteoporose: Kasuistik und systematische Literatursuche

Autorinnen/Autoren Karin Mahn¹, Michael Pfeifer¹, Ana Doina Lazarescu¹, Sandra Lohmann¹, Martin Gehlen¹

Institut 1 Klinik DER FÜRSTENHOF, Rheumatologie und Osteologie, Bad Pyrmont

DOI 10.1055/s-0044-1782074

Einleitung: Neurologische Erkrankungen wie der Morbus Parkinson, die Multiple Sklerose oder Schlaganfälle sind Risikofaktoren für eine Osteoporose. Wenig ist bislang zur ALS bekannt. Wir berichten den Fall einer 70-jährigen Patientin mit bekannter ALS und multiplen Wirbelkörperfrakturen, die wir mit Teriparatid behandelten.

Methode: Fallbeschreibung und systematische Literatursuche. Am 28.11.23 wurden bei PubMed die Begriffe „Amyotrophic lateral sclerosis“ AND „osteoporosis“ und „Amyotrophic lateral sclerosis“ AND „vertebral fractures“ eingegeben. Eingeschlossen wurden alle Originalarbeiten und Fallserien, die Hinweise auf einen Zusammenhang beider Erkrankungen geben. Ausgeschlossen wurden Reviews. Die Arbeiten wurden gesondert durch zwei Gutachter (KM, MG) bewertet und Konsens hergestellt.

Ergebnisse: Unter den o.g. Stichworten wurden 32 Publikationen gefunden. Eingeschlossen wurden 4 Publikationen. In Studie 1 wurden bei 39 Patienten mit ALS die BMD (Bone mineral density) und der TBS (Trabecular Bone Score) ermittelt. Der überwiegende Anteil der Patienten hatte eine BMD im Bereich einer Osteopenie ($n = 12$) oder Osteoporose ($n = 18$) und einen auffälligen TBS ($n = 25$). In Studie 2 wurden 33 Patienten mit ALS mit gesunden Individuen verglichen. 75% ($n = 25$) der Patienten mit ALS hatten eine BMD im Bereich einer Osteoporose. Publikation 3 ist eine Kasuistik, in der die Verschlechterung der Atmung durch multiple Wirbelkörperfrakturen beschrieben wird. In Studie 4 wurden 30 Patienten mit ALS mit gesunden Individuen verglichen. Die BMD unterschied sich zwar nicht signifikant, aber die Knochenabbauparameter waren in der ALS-Gruppe stärker ausgeprägt. In Studie 1, 2 und 4 wurden keine Informationen zu Frakturen gegeben.

Diskussion: Die Studienlage zur Osteoporose bei ALS ist stark eingeschränkt. Insbesondere liegen keine Daten zur Inzidenz von Wirbelkörperfrakturen vor. Nach Ansicht der Autoren sollte bei Diagnosestellung einer ALS eine Osteoporose abgeklärt werden um eine Verschlechterung der Atmung durch koinzidente Wirbelkörperfrakturen zu verhindern.

Keywords: Amyotrophische Lateralsklerose, Osteoporose, Rehabilitation, ALS, Frakturen, Rehabilitation, Immobilität

Korrespondenzadresse: Karin Mahn, Klinik Der Fürstenhof, Am Hylligen Born 7, 31812 Bad Pyrmont, Deutschland, E-Mail: mahn@staatsbad-pyrmont.de

P 12 Healthcare perceptions and concerns among individuals with osteogenesis imperfecta and their caregivers in Germany

Autorinnen/Autoren Oliver Semler¹, Taco van Welzenis², Lena Lande Wekre³, Ingunn Westerheim², Cathleen Raggio⁴, Tracy Hart⁵, Ruby Dadzie⁶, Matthew Carter⁶, Mohammed Hussein⁶, Samantha Prince⁶, Frank Rauch⁷

Institute 1 University of Cologne, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, Department of Pediatrics, Germany; 2 Osteogenesis Imperfecta Federation Europe, Heffen; 3 TRS National Resource Center for Rare Disorders, Sunnaas Rehabilitation Hospital, Bjørnemyr, Nesodden; 4 Hospital for Special Surgery, New York; 5 Osteogenesis Imperfecta Foundation, Gaithersburg, Maryland; 6 Wickenstones Ltd, Abingdon; 7 McGill University, Montreal

DOI 10.1055/s-0044-1782075

Introduction: The IMPACT Survey explored self-reported experiences of the clinical, humanistic, and economic impact of osteogenesis imperfecta (OI), a rare hereditary connective tissue disorder associated with low bone mass, increased bone fragility and variable secondary features. Here we present findings on perceptions and concerns associated with healthcare among adults with OI and caregivers (CG) of individuals with OI in Germany.

Methods: The IMPACT Survey was developed by the Osteogenesis Imperfecta Federation Europe (OIFE), the Osteogenesis Imperfecta Foundation (OIF) and an international steering committee of OI experts. Aimed at adults with OI (presented here), CGs (with or without OI; both presented here), adolescents with OI, and relatives, it was fielded online from July–September 2021 in eight languages. The OIFE and OIF drove global recruitment, with the Deutsche OI-

Gesellschaft (DOIG) leading in Germany. Responses were translated into English. Microsoft Excel was used to clean, code, validate and analyse data. Descriptive statistics for the German cohort are presented here.

Results: Among 194 German adult respondents, there were 134 adults with OI (including 8 CGs and 126 non-CGs) and 60 CGs without OI. While many individuals felt that care was continuous (44% of adults with OI; 53% of CGs without OI), at least half of the respondents (49% of adults with OI; 66% of CGs without OI) felt the need to coordinate care for themselves or individuals in their care. More CGs without OI (70%) reported receiving sufficient information about OI compared with adults with OI (51%); however, similar proportions of respondents felt that doctors and other healthcare professionals did not understand OI (29% of adults with OI; 22% of CGs without OI). Furthermore, a lower proportion of adults with OI (32%) felt that doctors and other healthcare professionals understood their needs and concerns compared with CGs without OI (50%). Whilst individuals with and without OI shared several worries, a higher proportion of adults with OI worried about access to doctors (82%) and care (76%) compared with CGs without OI (64% and 45%, respectively). Notably, less than a quarter of adults with OI (15%) felt supported in their transition from paediatric to adult care. This was emphasised by the fact that 74% of CGs without OI expressed worry about how individuals in their care would transition from paediatric to adult in the future.

Discussion: A significant disparity in the perception of the quality of healthcare was observed when comparing adults with OI and CGs without OI. Insights from the IMPACT Survey emphasise the need for a more coordinated healthcare pathway to address specific concerns and elevate the overall quality of care for individuals with OI.

Keywords: osteogenesis imperfecta, patient reported outcomes, perceptions of healthcare, worries and concerns

Korrespondenzadresse: Oliver Semler, University of Cologne, Faculty of Medicine and University Hospital Cologne, Department of Pediatrics, Albertus-Magnus-Platz, 50923 Germany, E-Mail: joerg.semmler@uk-koeln.de

Conflict of interest Oliver Semler has participated in a national advisory board for Mereo BioPharma Group London, United Kingdom and has received study contracts for clinical studies from Ultragenyx Pharmaceuticals Inc, Novato, USA

3. Posterbegehung 3

P 13 Ibandronat i.V. verhindert die periprothetische Osteopenie nach der Implantation einer zementfreien Totalendoprothese der Hüfte

Autorinnen/Autoren Andreas Kurth¹, Mohammad Arab Motlagh², Christian Eberhardt³

Institute 1 Marien Klinikum Mainz, Mainz; 2 Sana Klinikum Offenbach, Offenbach; 3 St. Vinzenz Krankenhaus, Hanau

DOI 10.1055/s-0044-1782076

Einleitung: Die Hüfttotalendoprothese (HTEP) ist eine effektive Intervention bei Arthrosen der Hüfte im Endstadium. In vielen Untersuchungen wird nach der Operation über einen Verlust der periprothetischen Knochenmineraldichte (BMD) berichtet, der sich negativ auf das Überleben der Implantate auswirken kann, besonders bei Patienten mit Osteoporose. Der frühe Verlust der periprothetischen Knochendichte ist vor allem auf die initialen lokalen operativen Irritationen, die postoperative Entlastung des operierten Beines, aber hauptsächlich auf den veränderten Kraftfluss („stress shielding“) durch die Prothese zurückzuführen. In verschiedenen Studien wurde berichtet, dass Bisphosphonate den periprothetischen Knochendichteverlust wirksam verringern und die Überlebenszeit von Implantaten verlängern kann. Immer noch unklar ist, ob eine i.V. Therapie einer oralen Bisphosphonattherapie überlegen ist in Bezug auf die Verhinderung des Knochendichteverlustes.

Methode: 43 gesunde PatientInnen wurden mit einer zementfreien HTEP versorgt. Postoperativ wurden die Patienten entweder auf eine Therapie mit

Ibandronat 3 mg i.v. (zweimalig mit einem Abstand von 3 Monaten)(n = 23), oder einer Therapie mit Ca/Vit.D (n = 20) gesetzt. Die periprothetische Knochendichte wurde durch DEXA Messungen (Hologic 4500 plus) nach 2, 4, 6 und 12 Monaten in den Regionen n. Gruen (ROI) bestimmt und mit dem Basiswert eine Wochen nach der Operation verglichen. Des Weiteren wurden die Ergebnisse mit einer historischen in-house Kontrollgruppe mit Alendronat 10 mg tgl. oral verglichen (Hennigs et al Z. Orthop 2002). Für die statistische Analyse wurde ein „Analysis of variance (ANOVA) Test mit einem Signifikanzlevel von $p < 0.05$ durchgeführt.

Ergebnisse: In der Kontrollgruppe fand sich ein signifikanter Knochenverlust im gesamten periprothetischen Knochen von bis zu 5% während der ersten Monate. Mit der Ibandronattherapie konnte der Knochenverlust komplett verhindert werden, während die orale Therapie den Knochenverlust zwar reduzieren, aber nicht verhindern konnte. Die Unterschiede der einzelnen Gruppen waren statistisch signifikant.

Diskussion: Die Studie zeigte, dass eine i.V. Bisphosphonattherapie mit Ibandronat nach einer Implantation einer Hüftendoprothese die periprothetische BMD über 12 Monaten aufrechterhalten kann und einer oralen ALN-Therapie überlegen ist. Dies bestätigt Voruntersuchungen in denen gezeigt werden konnte, dass die Osteointegration durch den Einsatz von Bisphosphonaten von zementfreien Implantaten verbessert werden konnte. Eine medikamentöse Beeinflussung der Knochengesundheit zeigt auch positive Effekte auf die zementfreie Endoprothetik und kann ggf. die Standzeiten verbessern, auch wenn dafür aussagekräftige Studien fehlen.

Korrespondenzadresse: Andreas Kurth, Marien Klinikum Mainz, An der Goldgrube 11, 55131 Mainz, Deutschland, E-Mail: ahakurth@t-online.de

P 14 Ultraschalldiagnostik als Tool zur Detektion von Osteoproliferationen bei Psoriasis Arthritis und mögliche Assoziation ausgewählter Autoantikörper mit Osteoproliferationen

Autorinnen/Autoren Anna Knothe¹, Kay-Geert Hermann², Tobias Weise³, Klaus Frommer⁴, Ann-Katrin Inderthal⁴, Corinna Heck⁴, Mona Arnold⁴, Ingo Helmut Tarner⁴, Walter Hermann⁴, Carlos Meneses Villalba⁴, Elena Neumann⁴, Ulf Müller-Ladner⁴, Rebecca Hasseli-Fräbel⁵

Institute 1 Justus-Liebig-Universität Gießen, Kerckhoff-Klinik, Rheumatologie, Bad Nauheim; 2 Charité – Universitätsmedizin Berlin, Radiologie, Berlin; 3 BioControl Jena GmbH, Jena; 4 Kerckhoff-Klinik, Rheumatologie und Klinische Immunologie, Bad Nauheim; 5 Universitätsklinikum Münster, Medizinische Klinik D, Sektion Rheumatologie und Klinische Immunologie, Münster

DOI 10.1055/s-0044-1782077

Einleitung: Die Diagnose einer Psoriasis-Arthritis (PsA) ist aufgrund der unterschiedlichen Manifestationen mit Mono-, Oligo- oder Polyarthrit, Enthesitis und Spondylitis sowie dem fehlenden Nachweis von Autoantikörper erschwert. HLA-B27 ist nur bei etwa $\frac{1}{4}$ der Patienten positiv. Aufgrund dessen kommt es immer noch zur Verzögerung der Diagnosestellung. Radiographisch lassen sich knöchernen Veränderungen (Knochenneubildungen, Enthesiophyten, Kapselverklüffungen – nachfolgend als NBF zusammengefasst) nachweisen. Im Rahmen dieser Studie wurde untersucht, ob auch mithilfe der ubiquitär und rasch verfügbaren Sonographie die Osteoproliferationen diagnostiziert werden können. Zusätzlich wurde untersucht ob ausgewählte Antikörper mit einer PsA oder dem vermehrten Auftreten der NBF assoziiert sind. Der schnellere Nachweis von Osteoproliferationen im Rahmen der PsA könnte zu einer frühzeitigeren Diagnosestellung führen.

Methode: Es wurden 76 Patient*innen, welche die CASPAR-Kriterien (Classification Criteria for Psoriatic Arthritis) der PsA erfüllen, in die Studie eingeschlossen. Es erfolgten Röntgenbilder der Hände und Füße. Nach Erstellung eines standardisierten Ultraschallprotokolls wurden die Knochenoberflächen der Hände und Füße untersucht. Die Bestimmung erfolgte semiquantitativ (kein Nachweis vs. Nachweis). Die Befunde wurden mit dem Resultat der Röntgen-

untersuchung als Goldstandard verglichen und zusätzlich die Inter- und Intra-rater-Reliabilität der Sonographie untersucht. Serologisch erfolgte mithilfe von ELISA die Bestimmung der Autoantikörper gegen Calpastatin, LL-37, ADAMTSL5 und Gliadin.

Ergebnisse: Osteoproliferative Veränderungen konnten bei 42 (56 %) Patient*innen im Röntgen detektiert werden. All diese Patient*innen wurden auch mithilfe der Sonographie als positiv detektiert. Zusätzlich konnten in der Sonographie bei weiteren 30 Patient*innen mindestens einzelne NBF nachgewiesen werden. In der multivariablen Analyse war der Nachweis von Antikörper gegen LL-37 mit Osteoproliferationen der Füße im Röntgen assoziiert (OR 0,005, 95 % KI 1,6-15,2). Eine Assoziation der Antikörper gegen Gliadin, ADAMTSL5 und Calpastatin zur PsA und zu NBF lag nicht vor. Es konnte eine gute Inter- (0,79) & Intra-rater- (0,83) Reliabilität gezeigt werden.

Diskussion: PsA-assoziierte Osteoproliferationen konnten in dieser Studie sowohl radiographisch als auch sonographisch detektiert werden. Im Gegensatz zum Röntgen- ist das Ultraschallgerät ubiquitär in den rheumatologischen Praxen verfügbar. Der Einsatz der Sonographie zur Detektion PsA-assoziiierter Osteoproliferationen könnte eine frühere Diagnosestellung der PsA ermöglichen. Die untersuchten Antikörper können nicht als Screeningtest für die PsA empfohlen werden, jedoch kann LL-37 möglicherweise einen Hinweis auf die Ausbildung von Osteoproliferationen geben.

Keywords: PsA, Sonographie, Osteoproliferationen

Korrespondenzadresse: Anna Knothe, Justus-Liebig-Universität Gießen, Kerckhoff-Klinik, Rheumatologie, Benekestraße 2-8, 61231 Bad Nauheim, Deutschland, E-Mail: a.knothe@kerckhoff-klinik.de

Conflict of interest Förderung der Studie durch Pfizer Pharma GmbH

P 15 High-Resolution Peripheral Quantitative Computed Tomography (HR-pQCT) as a new Method for Human Osteoarcheology

Autorinnen/Autoren Peter Herbert Kann¹, Tanja Pommerening², Rainer Brömer², Christopher John³, Peyman Hadji³

Institute 1 Deutsches Endokrinologisches Versorgungszentrum, Frankfurt am Main; 2 Institut für Geschichte der Pharmazie und Medizin, Marburg; 3 Frankfurter Hormon- und Osteoporosezentrum, Frankfurt am Main
DOI 10.1055/s-0044-1782078

Introduction: In (pre)historic human bones, analysis of bone density and microstructure may be useful for anthropological research to assess skeletal health as well as physical fitness and handedness. Physical strain between arms and legs can be compared. HR-pQCT may provide information on such parameters, but has not been used in (pre)historic bones without soft tissue and bone marrow yet.

Methods: Three macroscopically intact skeletons of young persons who died 100-125 years ago at an age of approximately 20 years could be identified in the medical-historical-anatomical collection in Marburg/Germany. Distal radii and tibiae were measured using HR-pQCT (XtremeCT, Scanco Medical) and analyzed with the standard evaluation script used for patients in clinical routine. We analyzed (1) the quality of the pseudo-3D images of the bones in comparison to two healthy living person of the same age group and (2) proved for which quantitative parameters plausible results could be calculated. [Ethical votum: EK_MR_17_03_23_kann]

Results: (1) The quality of the pseudo-3D images was completely comparable between the historical bones and those of young living persons. (2) Calculation of trabecular number, cortical thickness and cortical bone density revealed plausible results comparable to young living persons (77.5 ± 26.9 % vs. 84.4 ± 28.3 % of sex-related mean for persons 20 – 29 years old; n.s. [pooled data]). Calculation of trabecular bone volume/tissue volume and trabecular thickness, however, revealed unfeasible results (-29.1 ± 24.1 % vs. 104.9 ± 11.7; p < 0.001).

Discussion: In conclusion, HR-pQCT generates pseudo-3D images of historical bones in good quality. Calculation of trabecular number, cortical thickness and

cortical bone density reveals plausible results, whereas this is not the case for trabecular bone volume/tissue volume and trabecular thickness. This can be explained by the calculation's method of these bone parameters (Boutroy et al., J Clin Endocrinol 2005), which is affected by the absence of soft tissue and bone marrow.

Keywords: paleoanthropology, bone densitometry, quantitative computed tomography

Korrespondenzadresse: Peter Herbert Kann, Deutsches Endokrinologisches Versorgungszentrum, Düsseldorfer Str. 1-7, 60329 Frankfurt am Main, Deutschland, E-Mail: kannp@med.uni-marburg.de

P 16 Untersuchung des Fragilitätsscores des proximalen Femurs mit Radiofrequenz-echographische Multispektrometrie (REMS)

Autorinnen/Autoren Fabian Bischoff¹, Elena Bischoff², Stoyanka Vladeva³, Mancho Kovachev⁴, Emil Simeonov⁴, Hristo Gigov⁴

Institute 1 Rheumatologische Praxis Stara Zagora, Bulgarien, Karlsruhe; 2 Universität „Prof. Dr. Assen Zvatarov“ – Burgas, Bulgarien, Karlsruhe; 3 Trakia Universität, Medizinische Fakultät, Stara Zagora, Bulgarien, Stara Zagora; 4 Medizinische Universität – Plewen, Medizinische Fakultät, Plewen, Bulgarien, Plewen
DOI 10.1055/s-0044-1782079

Einleitung: Der Fragilitätsscore (FS) basiert auf der innovativen Ultraschalluntersuchung mit der Radiofrequenz- echographischen Multispektrometrie (REMS) und ist ein dimensionsloser Parameter, welcher die Qualität der Knochenmikroarchitektur unabhängig von der Knochendichte (BMD) bewertet (1).

Methode: Wir untersuchten das linke proximale Femur von 90 postmenopausalen Frauen im durchschnittlichen Alter von 62 Jahren (J.) (44-86 J.) mit der REMS Methode. Alter, Gewicht, Größe, Body mass index (BMI), Menopausenalter und Risikofaktoren bezüglich des 10-Jahres Frakturrisiko Fracture risk assessment tool (FRAX) wurden vor der Untersuchung erhoben. Mit der REMS Methode wurden der Fragilitätsscore, FRAX für Major osteoporotic fractures (MOF) und FRAX für Hüftfrakturen (HF), sowie BMD in g/cm² und T-score in Standardabweichungen (SD) des proximalen Femurs bestimmt. Die Einteilung erfolgte anhand der WHO Definition für Osteoporose in 3 Gruppen mit normaler Knochendichte, Osteopenie und Osteoporose. Für die statistische Auswertung verwendeten wir den Anova Test (Signifikanzniveau p < 0,05) um FS, FRAX für MOF und für HF zwischen den Gruppen zu vergleichen.

Ergebnisse: Die untersuchten Frauen hatten ein durchschnittliches Gewicht von 75.9 kg (53-125 kg), eine durchschnittliche Größe von 160 cm (140-174 cm) und einen durchschnittlichen BMI von 30.2 kg/m² (22.3-48.3 kg/m²). 41 Frauen hatten normale Knochendichte, 32 Frauen Osteopenie und 17 Frauen hatten Osteoporose. Die durchschnittliche Knochendichte und T-score waren 0.865 g/cm² respektiv -0.7 SD für das gesamte Femur, 0.717 g/cm² respektiv -1.2 SD für den Schenkelhals und 0.889 g/cm² respektiv -0.3 SD für Trochanter. Frauen mit Osteoporose hatten signifikant höhere FS (71.1) (p < 0.001), FRAX für MOF (15.8 %) (p = 0.039) und für HF (7.7 %) (p = 0.015) im Vergleich zu Frauen mit Osteopenie (33.1, 9.4 % und 3.1 respektiv) und normaler Knochendichte (18.1, 4.1 und 0.5).

Diskussion: In unserer Untersuchung konnten wir zeigen dass es bei den untersuchten Frauen mit Osteoporose neben der Reduktion der absoluten Knochendichte auch zu einer signifikanten Reduktion der Knochenqualität gekommen ist. Des Weiteren konnten wir für osteoporotische Patientinnen ein signifikant erhöhtes Risiko für MOF und HF nachweisen. Neben der Knochendichte sollte auch die Knochenqualität in die Entscheidung über Therapie und Therapiemonitoring mit einbezogen werden. Moderne Computerprogramme, welche sich beispielsweise bereits bei der Analyse von DXA Bilder bewährt haben (2), können künftig bei der Beurteilung und Auswertung von Knochendichte und Knochenqualität einen Vorteil bringen. Literatur: 1. Pisani et al. (2023). Aging Clinical and Experimental Research, 35(4), 763-773. 2. Kirilov, N. (2020).

ANALYSIS OF DUAL-ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY IMAGES USING COMPUTER VISION METHODS. *Trakia Journal of Sciences*, 18(1), 114-117.

Keywords: REMS, Fragilitätsscore, Osteoporose, Knochendichte, Knochenqualität

Korrespondenzadresse: Fabian Bischoff, Rheumatologische Praxis Stara Zagora, Bulgarien, Sophienstr. 240, 76185 Karlsruhe, Deutschland, E-Mail: bischoff.f@web.de

P 17 Analyse der Knochendichte und Fragilitätsscore des Femurs im Bezug auf den Body mass index untersucht mit Radiofrequenz-echographische Multispektrometrie (REMS)

Autorinnen/Autoren Nikola Kirilov¹, Fabian Bischoff², Stoyanka Vladeva³, Mancho Kovachev¹, Emil Simeonov¹, Svilen Todorov⁴

Institute 1 Medizinische Universität – Plewen, Medizinische Fakultät, Plewen, Bulgarien, Plewen; 2 Rheumatologische Praxis Stara Zagora, Bulgarien, Stara Zagora; 3 Trakia Universität, Medizinische Fakultät, Stara Zagora, Bulgarien, Stara Zagora; 4 UMBAL „Herz und Gehirn“ Plewen – Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Plewen, Bulgarien, Plewen

DOI 10.1055/s-0044-1782080

Einleitung: Studien zeigen, dass ein erhöhtes Körpergewicht eine positive Wirkung auf die Knochendichte (BMD) hat (1). Somit spielt das Körpergewicht auch eine wichtige Rolle bei der Risikoabschätzung für Osteoporose (2).

Methode: 154 Frauen wurden im Bezug auf ihren Body mass index (BMI) nach Angaben der Klassifikation für Körpergewicht der Weltgesundheitsorganisation in 4 Gruppen verteilt: 1. Gruppe – mit einem normalen Gewicht (BMI 18.5–24.9 kg/m²), 2. Gruppe – mit Übergewicht (BMI 25.0–29.9 kg/m²), 3. Gruppe – mit Adipositas Grad 1 (BMI 30–34.9 kg/m²) und 4. Gruppe – Adipositas Grad 2 und 3 (BMI BMI > 35.0 kg/m²). Wir haben die Unterschiede von Alter, BMD, T-score, Z-score, REMS-Fragilitätsscore (FS), erhoben am proximalen Femur, FRAX für Major osteoporotic fractures (MOF) und für Hüftfrakturen (HF) zwischen den BMI Gruppen analysiert.

Ergebnisse: Das durchschnittliche Alter war 63 Jahre (J.) (48-74 J.) und je höher der BMI desto jünger waren die Patienten. BMD, T-score und Z-score sind in den BMI Gruppen signifikant gestiegen ($P < 0.001$). Die Gruppe mit dem normalen Körpergewicht hat die niedrigsten durchschnittlichen Werten für BMD (0.577 g/cm²), T-score (-2.4 SD) und Z-score (-0.7 SD) des proximalen Femurs gezeigt, verglichen mit den Gruppen mit Übergewicht (0.703, -1.3 SD und 0.1 SD respektiv), Adipositas Grad 1 (0.772, -0.6 SD und 0.4 SD respektiv) und Adipositas Grad 2 und 3 (0.885, 0.3 SD und 1.6 SD respektiv). FS, FRAX für MOF und für HF sind in den BMI Gruppen gesunken. Eine Signifikanz hat sich nur bei FS gezeigt ($P = 0.008$). Der höchste FS war in der Gruppe der Frauen mit Normalgewicht (49.1) wobei der niedrigste FS hat sich mit einem Wert von 18.8 in der Gruppe mit Adipositas Grad 2 und 3 gezeigt.

Diskussion: Wir konnten einen signifikanten Zusammenhang zwischen steigenden BMI und T-Score und fallenden FS zeigen und so den protektiven Einfluss des BMI bezüglich Osteoporose unterstreichen. Ein steigender BMI hat somit nicht nur einen positiven Einfluss auf die Knochenquantität sondern auch auf die Knochenqualität. Literatur: 1. Reid, I. R. (2002). Relationships among body mass, its components, and bone. *Bone*, 31(5), 547-555. 2. Zheleva, Z., Kirilova, E., & Popov, I. (2019). Self-assessment tool for the risk of osteoporosis in postmenopausal women. *Science & Technologies*, 9(1), 111-5.

Keywords: Knochendichte, Fragilitätsscore, Femur, BMI, REMS

Korrespondenzadresse: Nikola Kirilov, Medizinische Universität – Plewen, Medizinische Fakultät, Plewen, Bulgarien, St. Kliment Ohridski 1, 5800 Plewen, Bulgarien, E-Mail: kirilov_9@web.de

P 18 The effects of Denosumab on vertebral trabecular and cortical bone mineral density measured by Quantitative Computed Tomography

Autorinnen/Autoren Saori Harada^{1,2}, Elena Boehm¹, Sebastian Fuchs^{1,2}, Martin Weigel¹, Ulrich Mansmann², Isa Feist-Pagenstert¹

Institute 1 LMU Munich, Department of Orthopaedics and Trauma Surgery, Musculoskeletal University Center Munich (MUM), Munich; 2 LMU Munich, Pettenkofer School of Public Health, Faculty of Medicine, Institute for Medical Information Processing, Biometry and Epidemiology (IBE), Munich

DOI 10.1055/s-0044-1782081

Introduction: Denosumab is known to increase bone mineral density (BMD) of both trabecular and cortical bones for as long as 10 years. However, no studies have compared the effects of denosumab on trabecular and cortical BMD in the same vertebral body. This study investigated one or more repeated quantitative computed tomography (QCT)s in patients with osteopenia/osteoporosis under the denosumab treatment for up to 8.7 years.

Methods: Patients aged 49 years or older, receiving denosumab regularly for primary osteopenia/osteoporosis, were assessed for vertebral trabecular and cortical BMDs with 1 or more QCTs in LMU Klinikum between 2011 and 2022. Each vertebral trabecular and cortical BMD was measured at the same vertebral level, at the right and left sides, between the 12th thoracic and 5th lumbar vertebrae. The mean value of both sides throughout the measured vertebral bodies was calculated. Any vertebral area with fractures, sclerotic lesions, or artificial devices on QCT was excluded from the BMD measurements. We calculated the correlation coefficient between the vertebral trabecular and cortical BMDs within patients, by using multiple linear regression and two-way repeated measurement analysis of variance test. We applied multivariate linear mixed model to analyze the effect of denosumab on both BMDs over time after denosumab initiation.

Results: A total of 165 patients (143 women and 22 men, mean age 75.6 ± 7.2 years) underwent QCT. Multiple QCTs were performed for 77 patients (65 women and 12 men), and a total of 285 QCTs were evaluated. The first QCT took place between 14 days and 4.5 years (mean 19.4 ± 9.7 months) after denosumab initiation. The longest duration of denosumab treatment at follow-up QCT was 8.7 years. The correlation coefficient between the vertebral trabecular and cortical BMDs within patients was 0.40 ($p < 0.0001$). Multivariate linear mixed model adjusted for age, gender, and time since denosumab initiation, showed that vertebral cortical BMD change per year was -3.60 [95% CI: -5.81 to -1.35] mg/cm³, while vertebral trabecular BMD change per year was +0.72 [95% CI: +0.20 to +1.23] mg/cm³.

Discussion: The vertebral trabecular and cortical BMDs measured within 165 patients showed a moderate positive correlation. For up to 8.7 years since denosumab initiation, our model displayed that vertebral cortical BMD decreased gradually over time, whereas the vertebral trabecular BMD was rather stable. Vertebral BMD has been commonly measured at trabecular region, however the observed discrepancy between the vertebral trabecular and cortical BMDs might suggest the potential role of vertebral cortical BMD in monitoring.

Keywords: Denosumab, Quantitative computed tomography (QCT), Cortical Bone, Trabecular Bone, Spine

Korrespondenzadresse: Saori Harada, LMU Munich, Department of Orthopaedics and Trauma Surgery, Musculoskeletal University Center Munich (MUM), Marchioninstr. 15, 81377 Munich, Deutschland, E-Mail: sah003@mail.harvard.edu

4. Posterbegehung 4

P 19 Persistent mineralisation defects in the medial malleolus after resorption of Mg implants for fracture fixation: lateral comparison with the unfractured side

Autorinnen/Autoren Ines Föböl¹, Viktor Labmayr², Annelie Martina Weinberg², Patrick Holweg², Barbara Obermayer-Pietsch¹

Institute 1 Medizinische Universität Graz, Universitätsklinik für Innere Medizin, Abteilung für Endokrinologie und Diabetologie, Graz; 2 Medizinische Universität Graz, Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie, Graz

DOI 10.1055/s-0044-1782082

Introduction: Bioresorbable implants ought to provide stability for fracture healing and resorb thereafter, rendering implant removal obsolete. We follow up on our long-term results of the first in human study in 5 patients with medial malleolus fractures treated with bioresorbable magnesium screws. The study is a comparison of the implantation site with the corresponding contralateral part as well as implant resorption and assessment of the implantation site of 9 implants in 5 patients with HRpQCT (high resolution peripheral quantitative computed tomography).

Methods: Isolated bimalleolar or trimalleolar ankle fractures were surgically treated with bioresorbable screws (Magnesium 99.1%, Calcium 0.45%, Zinc 0.45%). 20 patients were assessed clinically and HRpQCT scans were performed after at least 2.5 years in 5 patients. The implantation site was compared to the contralateral ankle. Evaluations included total volume, bone volume, and volume of the trabeculae-free space.

Results: All patients showed clinical evidence of fracture healing already twelve weeks after the surgery without clinical complications, full weight bearing and absence of pain in the fractured ankle. All observed implants were resorbed for the most part after 2.5 years. Persistent mineralization defects at the surgical site were recorded at all implantation sites studied, with apparent secondary enlargements of the drilling channel in patients with low bone mineral density. The trabeculae-free cavities were 596.1 mm³ in mean size (239.2–1109.1 mm³), with a screw volume before implantation of 243.3 mm³.

Discussion: Bioresorbable magnesium screws for fracture fixation provide satisfactory fracture healing and clinical outcome after one year. Surgical removal is not necessary. We provide long-term results in paired patient investigations. Especially in patients with decreased bone mineral density, the dynamic of implant resorption needs to be studied further.

Keywords: ankle fracture, bioresorbable implant, magnesium screw, HRpQCT

Korrespondenzadresse: Ines Föböl, Medizinische Universität Graz, Universitätsklinik für Innere Medizin, Abteilung für Endokrinologie und Diabetologie, Stiftingtalstraße 24, 8010 Graz, Austria, E-Mail: ines.foessl@medunigraz.at

P 20 Mehrfachfrakturen nach einem Niedrigenergietrauma bei einem immunsupprimierten lungen-transplantierten Patienten mit schwerer osteoporotischer Knochentextur – eine Herausforderung für die Traumatologie

Autorinnen/Autoren Julian Ramin Andresen¹, Martin Direder¹, Harald Widhalm¹

Institut 1 Medizinische Universität Wien, Universitätsklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinische Abteilung für Unfallchirurgie, Wien

DOI 10.1055/s-0044-1782083

Einleitung: Patienten mit einem Zustand nach Lungentransplantation entwickeln mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund einer immunsuppressiven Dauermedikation eine Osteopathie mit deutlich erniedrigtem Knochenmineralgehalt und Rarefizierung der Knochenstruktur sowie einem konsekutiv erhöhten Frakturrisiko.

Methode: Wir berichten über einen immunsupprimierten Patienten mit multiplen Frakturen nach einem Sturz aus 1m Höhe.

Patient, Behandlung und Ergebnisse: Bei dem 48-jährigen Mann fanden sich, nach der Erstversorgung im Schockraum, in der konventionellen Bildgebung und CT-Untersuchung jeweils links eine supra-intrakondyläre Mehrfragmentfraktur des Os femoris, eine subcapitale dislozierte Humerusfraktur, eine Radiusfraktur in Höhe des Collum radii und eine Maisonneuve-Fraktur.

Anamnestisch war aufgrund einer mehrjährigen Cortisoneinnahme eine manifeste Osteoporose mit abgelaufenen Rippen- und Wirbelkörperfrakturen bei einem T-Score von -5 in der DEXA-Messung der LWS bekannt. Daraufhin erfolgte eine leitliniengerechte Therapie mit Vitamin D, Calcium und Denosumab (Prolia 60). 18 Monate vor dem Unfall erfolgte eine Lungentransplantation wegen chronischer thromboembolischer pulmonaler Hypertonie im Endstadium. Sechs Monate nach Beginn der osteoanabolen Therapie entwickelte sich eine Femurkopfnekrose beidseits, wobei die Indikation zur Versorgung mittels H-TEP gestellt wurde.

Bei der osteosynthetischen Versorgung über einen offenen Zugang des Kniegelenkes imponierte eine ins Gelenk einstrahlende multifragmentäre Femurfraktur mit einer knöchernen Avulsion des lateralen Kollateralbandes und der posterolateralen Insertion des vorderen Kreuzbandes. Nach Reposition der Frakturfragmente und temporärer Fixierung mittels K-Drähten wurden medial eine LCP-6-Loch-Platte sowie lateral eine 7-Loch-LISS-Platte (Synthes) positioniert und mit multiplen Schrauben verankert. Der knöcherne Ausriss des vorderen Kreuzbandes wurde mit einer 3,5mm SharkScrew, der Ausriss des lateralen Seitenbandes mit zwei FibreWire Loops fixiert.

Ein knöchernes Fragment des Malleolus medialis mit Volkman`schem Dreieck wurde mit zwei Zugschrauben stufenlos adaptiert. Zusätzlich erfolgte eine Stabilisierung der Syndesmose mit zwei Stellschrauben. Mit einer 3-Loch-LCP-Platte (Synthes) für den Oberarmknochen und einer 8-Loch-T-Platte mit zwei Schrauben für das Caput und Collum radii konnte eine ausreichende Reposition und weitgehend achsengerechte Stellung erreicht werden.

Im weiteren Verlauf wurde zur Unterstützung der Frakturheilung die antiresorptive Medikation auf die osteoanabole Substanz Teriparatid (Forsteo) umgestellt, welches im Verlauf von 6 Monaten zu einer Konsolidierung der Frakturen führte. Die im Anschluss durchgeführte DEXA-Messung zeigte keine verbesserte Knochenstruktur.

Diskussion: Die Behandlung von Frakturen in der Akutsituation erfordert zunächst eine optimale osteosynthetische Versorgung zur Schaffung einer Primärstabilität, welches bei ausgeprägter osteopener Knochentextur sehr anspruchsvoll sein kann. Bei komplexeren Frakturverläufen sind durchwegs mehrere Folgeeingriffe erforderlich. Anschließend ist eine umfangreiche postoperative Betreuung notwendig. Aufgrund der zusätzlich vorhandenen manifesten Osteoporose und zur beschleunigten Frakturheilung sollte eine osteoanabole Medikation gewählt werden. Es ist zu überlegen eine präventive medikamentöse Therapie speziell bei Patienten mit derartigen Krankheitsbildern zu verabreichen.

Keywords: Mehrfachfrakturen, Niedrigenergietrauma, immunsupprimierter Patient, osteoporotische Knochentextur, spezifische antiosteoporotische Medikation

Korrespondenzadresse: Julian Ramin Andresen, Medizinische Universität Wien, Universitätsklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinische Abteilung für Unfallchirurgie, Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien, Österreich, E-Mail: ramin.andresen@meduniwien.ac.at

P 21 Osteomyelitis in früheren Zeiten

Autorinnen/Autoren Jochen Weber¹, Navena Widulin²

Institute 1 Neurochirurg Reutlingen, Reutlingen; 2 Berliner Medizinhistorisches Museum der Charité, Berlin

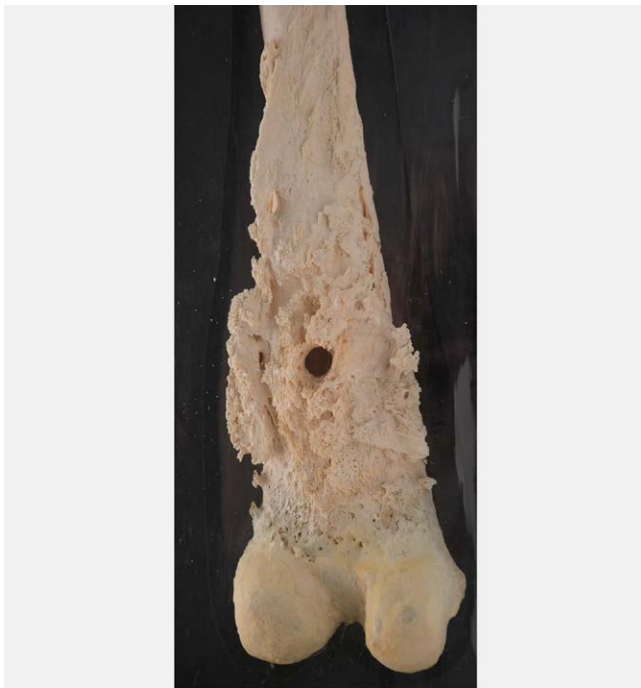
DOI 10.1055/s-0044-1782084

Einleitung: Chronische Infektionsherde können zu einer hämatogenen Osteomyelitis führen insbesondere bei fehlender Therapiemöglichkeit. In früheren

Zeiten bestand daher immer das Risiko einer bakteriellen Knocheninfektion. Derartige Komplikationen führten zu Siechtum und Tod wie Skelettfunde nahelegen. Nachfolgend werden Osteomyelitiden aus dem frühen Mittelalter bis in die Neuzeit vorgestellt, die keine posttraumatische oder fortgeleitete Pathogenese aufweisen oder durch einen spezifischen Erreger (z.B. Syphilis) hervorgerufen wurden.

Methode: Die Knochenpathologien werden makroskopisch, mikroskopisch und ggf. radiologisch untersucht und vorgestellt.

Ergebnisse: Die präsentierte Fallsammlung beinhaltet nachfolgende Erkrankungsgruppen: zwei juvenile und vier adulte Fälle mit Infektion der Röhrenknochen der unteren Extremitäten. Alle Kasuistiken zeigen osteoplastische und osteolytische Veränderungen wobei an mindestens einer Stelle eine Perforation der Kortikalis (► **Abb. 1**) vorlag. Eine fortgeleitete Infektion in den Bereich der Weichteilgewebe erscheint daher über eine transkortikale Fistel am wahrscheinlichsten. Extraossär werden ausgeprägte osteoplastische Veränderungen angetroffen (vor allem bei adulten Fällen).



► **Abb. 1** Hämatogene Osteomyelitis des distalen Femurs; Berliner Medizinhistorisches Museum der Charité; Inv.-Nr.: 1986.

Diskussion: Diese bis in die heutige Zeit überlieferten Skelette oder einzelnen Knochen können heutzutage rare Krankheitsverläufe aufzeigen. Die Untersuchungen zeigen die Knochenpathologie im Endstadium nach Monaten oder Jahren der Erkrankung.

Keywords: Osteomyelitis, Knochenpathologie, Neuzeit

Korrespondenzadresse: Jochen Weber, Neurochirurg Reutlingen, Pfenningsstrasse 7, 72764 Reutlingen, Deutschland, E-Mail: palaeoweber@gmx.de

P 23 Der besondere Fall: Die Krone der Kristallarthropathien

Autorinnen/Autoren Nils Schulz¹, Uwe Lange¹, Philipp Klemm¹

Institut 1 Justus-Liebig-Universität Gießen, Campus Kerckhoff, Abteilung für Rheumatologie, klinische Immunologie, Osteologie und physikalische Medizin, Bad Nauheim

DOI 10.1055/s-0044-1782085

Einleitung: Eine 68-jährige Patientin stellte sich mit seit einer Woche bestehenden starken Kopf- und Nackenschmerzen vor, welche mit einer zunehmenden Nacken-

steifigkeit, Schüttelfrost und subjektivem Fieber einhergingen. Sie berichtete über eine Zunahme der Schmerzen bei Rotation des Kopfes. Auf Nachfrage verneinte sie Taubheitsgefühle im Kopfbereich, Sprach- und Sehstörungen, Erbrechen oder Krampfanfälle. Es bestünden gelegentliche Knieschmerzen. Unter Einnahme von Ibuprofen besserten sich die Kniebeschwerden rasch. Mit Ausnahme eines nicht-insulinpflichtigen Diabetes mellitus waren keine weiteren Vorerkrankungen bekannt. Klinisch präsentierte sich die Beweglichkeit der Halswirbelsäule (insbesondere die Rotation) aufgrund von Schmerzen deutlich eingeschränkt. Die Muskelkraft der Gliedmaßen war nicht beeinträchtigt. Es gab keine Anzeichen einer Meningitis (Kernig & Brudzinski negativ). Ihr mentaler Status und die restliche körperliche Untersuchung waren unauffällig.

Methode: Laborchemisch zeigten sich mit Ausnahme einer beschleunigten BSG (55 mm/Std.) und einem erhöhten CRP (4,5 mg/dl; Norm <0,5) keine Auffälligkeiten. Die Punktion und Analyse des Liquors (zum Ausschluss einer Meningitis) ergab 2 kernhaltige Zellen/µl (Norm 0-5), klare Flüssigkeit, minimale Eiweißerhöhung auf 50 mg/dl (Norm 15-45). Die Gram-Färbung und die PCR der Liquorflüssigkeit ergaben keine Hinweise auf eine bakterielle oder abakterielle Meningitis. Die kraniale MRT lieferte keine Hinweise auf eine Vaskulitis oder einen Infarkt. Das CT der Halswirbelsäule zeigte eine Osteochondrose C5/C6, keine Spinalstenose oder Bandscheibenvorfall. Dorsal des Dens fand sich eine röntgendichte Verschattung (**Abb. 1**). Röntgenaufnahmen der Knie zeigten Verkalkung im hyalinen und Fasernorpel bei beginnender Arthrose (**Abb. 2**).

Ergebnisse: Es wurde die Diagnose eines crowned dens Syndroms (CDS) gestellt und eine Therapie mit 20 mg Prednisolon eingeleitet, gefolgt von der Umstellung auf Ibuprofen (1800 mg/Tag). Der Nacken wurde kurzzeitig immobilisiert. Begleitend erfolgten physikalische Therapiemaßnahmen. Die Symptome besserten sich rasch. 4 Wochen nach der Entlassung war die Patientin symptomfrei bei normalisierter Entzündungsserologie.

Diskussion: Das CDS entsteht durch Ablagerungen von Kalziumpyrophosphat- oder Hydroxylapatit-Kristallen vorwiegend im dorsalen Bereich des Dens Axis. CT-morphologisch erscheinen die mikrokristallinen Ablagerungen wie eine Krone geformt. Als seltene klinische Entität sollte das CDS bei akuten Nackenschmerzen mit Steifheit und Fieber in Betracht gezogen werden insbesondere nach Ausschluss einer Meningitis und Hinweisen auf Chondrokalzinose. NSAR und Prednisolon führen in der Regel zu einer schnellen Linderung der Symptome. Aufgrund der Rarität bleibt die Diagnose weiterhin eine Herausforderung im klinischen Alltag.

Keywords: Kristallarthropathie, Kalziumpyrophosphat, Rheumatologie

Korrespondenzadresse: Nils Schulz, Justus-Liebig-Universität Gießen, Campus Kerckhoff, Abteilung für Rheumatologie, klinische Immunologie, Osteologie und physikalische Medizin, Benekestr. 2-8, 61231 Bad Nauheim, Deutschland, E-Mail: N.Schulz@kerckhoff-klinik.de

P 24 Onkogene Osteomalazie durch ein sinusales Glomangioperizytom: Ein Fallbericht.

Autorinnen/Autoren Maria Pomares¹, K. M. Peters², U. Deuß¹, J. C. Lüers⁴, M. Schmidt³

Institute 1 Praxis für Endokrinologie MVZ Medicover Köln, Köln; **2** Orthopädie und Osteologie Dr. Becker, Rhein-Sieg-Klinik, Nümbrecht; **3** Klinik für Nuklearmedizin, Uniklinik Köln; **4** Klinik für HNO-Heilkunde, Uniklinik Köln, Köln

DOI 10.1055/s-0044-1782086

Einleitung: Die tumorinduzierte Osteomalazie ist eine seltene Erkrankung des Knochenstoffwechsels, die meist durch gutartige mesenchymale Tumore entsteht. Unspezifische allgemeine Knochenschmerzen und Muskelschwäche erschweren die Diagnose und Behandlung der onkogenen Osteomalazie. Darüber hinaus ist es oft schwierig, den Primärtumor zu lokalisieren.

Methode: Fallbericht: 71-jährige Patientin mit onkogener Osteomalazie, die durch ein sinusales Glomangioperizytom verursacht wurde.

Ergebnisse: Wir präsentieren den Fall einer 71-jährigen Patientin, bei der seit drei Jahren mit schleichendem Beginn generalisierte Knochenschmerzen und

multiple Insuffizienzfrakturen auftraten. Im osteologischen Labor fiel eine anhaltende Hypophosphatämie und ein niedriger Calcitriol-Spiegel auf. Unter dem Verdacht auf eine hypophosphatämische Osteomalazie wurde sie uns vorgestellt. Im erweiterten Labor ergab die Berechnung von TRP und TmP/GFR eine verminderte Phosphat-Rückresorption und damit einen renalen Phosphat-Verlust. Der Fibroblasten-Wachstumsfaktor-23 (FGF23) war dreifach oberhalb der Norm. Es handelte sich somit um eine FGF23-vermittelte Hypophosphatämie. Aufgrund des späten Symptomeintritts und dem damit sehr hohem Verdacht auf eine onkogene Osteomalazie wurde ein Ga-68 DOTATATE-PET-CT durchgeführt. Diese Untersuchung zeigte eine SSTR-exprimierende Raumforderung in der linken Nasenhaupthöhle (16 mm x 24 mm). Durch eine genetische Diagnostik wurde eine PHEX-Mutation ergänzend ausgeschlossen.

Endoskopisch konnte der Tumor vollständig und ohne Komplikationen entfernt werden. Die histopathologische Untersuchung ergab ein Hämangioperizyom vom sinunasalen Typ (Glomangioperizyom), einem insgesamt sehr seltenen Weichteiltumor. Drei Tage postoperativ konnte eine Normalisierung des Serum-Phosphatspiegels, der renalen Phosphat-Ausscheidung und des FGF-23 Wertes beobachtet werden. Zwei Monate postoperativ ist eine deutliche klinische und radiologische Besserung feststellbar.

Diskussion: Bei erwachsenen Patienten mit Hypophosphatämie, Knochenschmerzen und Insuffizienzfrakturen sollte an die Möglichkeit einer Tumor-induzierten Osteomalazie gedacht werden. Die Bestimmung eines erhöhten FGF23-Spiegels bei fehlendem Nachweis einer PHEX-Mutation ist ausschlaggebend. Ursächlich für das paraneoplastische Syndrom sind kleine, gutartige Tumore, die mit herkömmlicher Bildgebung schwierig zu lokalisieren sind. Der einzige kurative Therapieansatz ist nur die vollständige Tumorresektion.

Keywords: Tumor-induzierte Osteomalazie; Hypophosphatämie; Hämangioperizyom; Onkogene Osteomalazie.

Korrespondenzadresse: Maria Pomares, Praxis für Endokrinologie MVZ Medicover Köln, Weißhausstraße 28, 50939 Köln, Deutschland, E-Mail: pomarilla@hotmail.com

5. Posterbegehung 5

P 25 Comparative Analysis of External Fixators for Managing Unstable Pelvic Ring Injuries

Autorinnen/Autoren Xishan Li¹, Xiang Zhou¹, Kai O. Böker², Arndt Friedrich Schilling², Wolfgang Lehmann²

Institute 1 University Medical Center Göttingen, Department of Trauma, Orthopaedic and Plastic Surgery, Göttingen; 2 University Medical Center Göttingen, Göttingen

DOI 10.1055/s-0044-1782087

Introduction: More than 60% of pelvic ring fractures in the elderly are associated with osteoporosis. Early reduction and compression are vital in managing bleeding from unstable pelvic ring injuries. Pelvic ring fractures, which are particularly common in emergency settings, are often treated with the standard supra-acetabular (SA) external fixator. However, the efficacy of SA fixators in compressing the posterior pelvic ring raises clinical concerns. The purpose of this is to evaluate different fixator designs and their effectiveness in posterior pelvic ring compression.

Methods: Utilizing CT data from a patient with a Tile C pelvic fracture, a pre-operative model was created, alongside a postoperative model simulating the application of an SA fixator. Finite element analysis was employed to analyze these models subjected to compression forces ranging from 100N to 600N, with a specific focus on assessing displacement within the sacral fracture gap. Additionally, the study examines the effectiveness of two alternative fixators—the X-frame and the pre-tensed curved bar—in managing this gap.

Results: Application of the SA fixator resulted in an increased sacral fracture gap under progressive compression. In contrast, the X-frame fixator consistently reduced the gap. The pre-tensed curved bar fixator showed mixed results,

decreasing the ventral and superior dorsal distances but marginally increasing the mid-lower dorsal distance.

Discussion: The SA fixator, utilizing the pubic symphysis as a fulcrum, inadvertently widens the posterior pelvic ring's fracture gap due to lever mechanics. In contrast, the X-frame fixator, by altering the fulcrum and load direction, effectively compresses this gap. Although the pre-tensed curved bar fixator offers simplicity, it is less effective than the X-frame in reducing the posterior pelvic ring's fracture gap.

Keywords: pelvic fracture, posterior pelvic ring compression, external fixator

Korrespondenzadresse: Xishan Li, University Medical Center Göttingen, Department of Trauma, Orthopaedic and Plastic Surgery, Robert-Koch-Straße 40, 37099 Göttingen, Germany, E-Mail: xishan.li@stud.uni-goettingen.de

P 26 Inzidenz von stillen Wirbelkörperfrakturen bei Patienten mit proximaler Femurfraktur

Autorinnen/Autoren Steffi Falk¹, Ann Sophie Rudolph¹, Isabelle Krull¹, Lillian Osel¹, Thomas Mittlmeier¹

Institut 1 Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Rostock, Rostock

DOI 10.1055/s-0044-1782088

Einleitung: Die Osteoporose verursacht nicht nur einen großen volkswirtschaftlichen Schaden, sondern stellt eine deutliche Lebensqualitätseinschränkung für den betroffenen Patienten dar. Die International Osteoporosis Foundation (IOF) bezifferte die Anzahl an Osteoporose leidenden Menschen in Deutschland zuletzt mit 5,7 Millionen [1]. Laut dem Hamburger Center for Health Economics ist Osteoporose mit den zugehörigen Frakturen die häufigste Erkrankung bei Frauen über 50 Jahren [2]. Dieser Trend wird durch zu zunehmend immer älter werdende Bevölkerung noch beschleunigt. Dies belegt die Dringlichkeit der Verbesserung der Diagnostik von Patienten mit Osteoporose. Ziel der hier vorgestellten Versorgungsforschung war es zu analysieren, ob durch das Screening der Kinder von Patienten mit Schenkelhalsfraktur eine Diagnose der Osteoporose vor der ersten Fraktur gelingt. Die Schenkelhalsfraktur der Eltern stellt einen eigenständigen Risikofaktor für die Entwicklung einer Osteoporose dar [3]. Die Patienten mit hüftgelenksnahen Frakturen weisen nach einer Vorstudie aus 2021/22 in unserer Klinik ein durchschnittliches Alter von 79 Jahren auf. Somit ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass auch deren Kinder über 50 Jahren alt sind. Diese Studie soll nun klären, ob ein Screening dieser Kinder sinnvoll ist, um Patienten mit Osteoporose zu identifizieren.

Methode: Die hier präsentierte Studie enthält die Ergebnisse von Untersuchungen aus 12 Monaten von November 2022 bis 2023 und schließt Patienten mit hüftgelenksnaher Fraktur ein. Die Patienten wurden nach vorbekannten Wirbelkörperfrakturen befragt und es erfolgte eine Anamnese, klinische Untersuchungen und ein Labortest. Ergänzt wurden diese Untersuchungen durch eine sonografische Knochendichtemessung sowie einer Röntgenuntersuchung der BWS und LWS. Mit den erhobenen Daten wurde zudem das Frakturrisiko für die nächsten 10 Jahre mittels FRAX(R) bestimmt [4].

Ergebnisse: Bei über 100 Patienten konnte in einer ersten Zwischenauswertung gezeigt werden, dass bei gut 15% der Patienten bisher nicht bekannte Wirbelkörperfraktur nachgewiesen werden konnte. Auffällig hierbei, dass mit Anwendung der Klassifikation für osteoporotische Wirbelkörperfrakturen, dass auch nicht alle radiologischen Befunde diese Frakturen als solche beschreiben.

Diskussion: Die Ergebnisse legen nahe, dass die Durchführung von Röntgenuntersuchungen nicht nur für die anstehende DXA-Messungen wichtige Ergebnisse für die Interpretation bieten, sondern auch die eigentliche Risikoklassifizierung für die Osteoporose beeinflusst.

Keywords: Wirbelkörperfrakturen, Osteoporose, stille Frakturen

Korrespondenzadresse: Steffi Falk, Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Rostock, Schillingallee 35, 18057 Rostock, Deutschland, E-Mail: steffi.falk@uni-rostock.de

P 27 Wasserbasierte Bewegungsangebote zur Verbesserung der Knochendichte – systematischer Review und Meta-Analyse

Autorinnen/Autoren Wolfgang Kemmler¹, Simon von Stengel¹, Eileen Schinkel¹

Institut 1 Universitätsklinikum Erlangen, Institut für Radiologie, Erlangen
DOI 10.1055/s-0044-1782089

Einleitung: Wassergymnastik ist insbesondere für Menschen mit körperlichen Einschränkungen, Gelenkproblemen und Sturzangst eine geeignete und verordnungsfähige, nicht-pharmakologische Therapieform. Trotz einer Vielzahl von Angeboten u.a. im Rahmen des Rehabilitationssports und Funktionstraining bei Osteoporose, liegen für Wassergymnastik und vergleichbarer wasserbasierter Bewegungsformen („aquatic exercise“) allerdings nur ungenügende Evidenz für positive Effekte vor. Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit und Metaanalyse war es, Belege für die Wirkung von Wassergymnastik auf die Knochenmineraldichte (BMD) bei älteren Erwachsenen zu finden

Methode: Eine systematische Literaturrecherche in fünf elektronischen Datenbanken gemäß „Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses“ wurde ohne Sprachbegrenzung bis zum 07.10.2022 durchgeführt. Eingeschlossen wurden kontrollierte Studien mit einer Dauer von 6 Monaten und mehr, die zwei Studiengruppen, Wassergymnastik (WG) versus nicht trainierende Kontrollen (CG) verglichen. Als Ergebnismaße dienten standardisierte mittlere Differenzen (SMD) mit 95 %-Konfidenzintervallen (95 %-CI) für BMD-Veränderungen an der Lendenwirbelsäule (LWS) und am Schenkelhals (FN).

Ergebnisse: Die Analyse der Daten mittels klassischem „Random Effects Model“, zeigte einen statistisch signifikanten ($p = .002$) Effekt (WG vs. CG) von Wassergymnastik für die LS-BMD (10 Studien; SMD: 0,30; 95 %-CI: 0,12 bis 0,48). Deutlich höher lag der Effekt für FN-BMD (10 Studien; SMD: 1,30, 95 %-CI: 0,48 bis 2,12). Die Heterogenität der Studienergebnisse lag für die LWS mit $I^2 = 7\%$ vernachlässigbar, für FN-BMD jedoch erheblich ($I^2 = 94\%$). Unerwünschte Nebenwirkungen berichtet keine der Untersuchungen

Diskussion: Wasserbasierte Trainingsprogramme sind durch ihre Effektivität, Sicherheit und Attraktivität grundsätzlich eine geeignete Trainingsoption im Spannungsfeld der Osteoporose-Prävention und -Therapie. Dies gilt insbesondere für Menschen mit Osteoporose-induzierten Frakturen, die über eine Bewegungstherapie im Wasser weitgehend eigenverantwortlich Einfluss auf ihr Frakturrisiko nehmen können. Trotz grundsätzlich positiver Daten, sollte eine teilnehmerstarke randomisierte klinische Studie dezidiert eine „Wassergymnastik“ innerhalb der Rahmenbedingungen des Rehabilitationssport oder Funktionstraining evaluieren, um finale Evidenz für die Effektivität dieses Trainingsvehikels zu generieren.

Keywords: Fraktur, Knochendichte, Training, Wassergymnastik

Korrespondenzadresse: Wolfgang Kemmler, Universitätsklinikum Erlangen, Institut für Radiologie, Henkestrasse 91, 91052 Erlangen, Deutschland, E-Mail: wolfgang.kemmler@fau.de

P 28 Regionale Variationen der intra- und intervertebralen trabekulären Mikroarchitektur am osteoporotischen Achsenskelett in Abhängigkeit von der Punktionsrichtung

Autorinnen/Autoren Guido Schröder¹, Sahra Ulusoy², Marko Schulze³, Laura Hiepe⁴, Andreas Götz⁵, Reimer Andresen⁶, Hans-Christof Schober⁷

Institute 1 Universitätsmedizin Rostock, Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Rostock; 2 Universität Rostock, Medizinische Fakultät, Rostock; 3 Universität Bielefeld, Institut für Anatomie und Zellbiologie, Bielefeld; 4 Universitätsmedizin Rostock, Institut für Anatomie, Rostock; 5 Universitätsmedizin Rostock, Institut für Biomedizinische Technik, Rostock; 6 Westküstenklinikum Heide, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universitäten Kiel, Lübeck und Hamburg, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie/ Neuroradiologie, Heide;

7 OrthoCoast, Praxis für Orthopädie und Osteologie, Wolgast
DOI 10.1055/s-0044-1782090

Einleitung: Die trabekulären Strukturen in den Wirbelkörpern sind sowohl innerhalb der Halswirbelsäule (HWS), Brustwirbelsäule (BWS) und Lendenwirbelsäule (LWS) als auch innerhalb der Wirbel ungleich verteilt. Exakte mikrostrukturelle Kenntnisse dieser Strukturen könnten das Verständnis und die Therapie osteoporotischer Frakturen und möglicherweise auch chirurgische Verfahren beeinflussen. Zur Klärung der Pathomechanismen der verschiedenen osteoporotischen Wirbelkörperfrakturen (bei Fisch- Keil- und Plattwirbel) können entsprechende Untersuchungen einen Beitrag leisten. Vorliegend wurden von HWK 5 und 6, BWK 8 und 12 sowie LWK 1 und 3 Spongiosazylinder aus den jeweiligen Zentren und Randbereichen der Wirbelkörper sowohl in craniocaudaler als auch in ventrodorsaler Richtung punktiert und systematisch im Hinblick auf Knochenvolumenanteil, Trabekeldicke, Separation, Verbindungsdichte, Grad der Anisotropie und Struktur Model Index analysiert.

Methode: Mittels Jamshidi-Nadel (8 Gauge) wurden aus 360 bereits präparierten Wirbelkörpern aus jeweils 3 Quadranten (QI: Randbereich dexter, QII: zentral, QIII: Randbereich laevus) sowohl in der Frontal- als auch in der Transversalebene Proben gewonnen und jeweils mit einem Feuchttuch in einem 1,5 ml Eppendorf-Reaktionsgefäß vorbereitet. Die Untersuchungen erfolgten mithilfe eines Mikro-CT (Skyscan 1172, RjL Micro & Analytic GmbH, Deutschland). Alle erhobenen Daten wurden mit dem statistischen Softwarepaket Spss (Version 24.0, Armonk, NY: Ibm Corp., USA) analysiert. Für Vergleiche zwischen den Gruppen kamen der Students-t-Test, der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test, der Chi-Quadrat-Test und die einfaktorielles Varianzanalyse zum Einsatz. Die diesbezügliche Wahl wurde sowohl von der Anzahl der zu untersuchenden Gruppen als auch in Abhängigkeit vom Resultat des Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung getroffen. Bei statistisch signifikanten Ergebnissen wurde der Post-hoc-LSD-Test eingeleitet.

Ergebnisse: Insgesamt wurden von 20 Körperspenden 360 Knochenproben gewonnen. Die craniocaudale Punktion ergab gleiche Größenordnungen für alle untersuchten Parameter in allen drei Quadranten mit den höchsten Werten in der HWS. Im Vergleich zwischen der ventrodorsalen und craniocaudalen Mikrostruktur ist in der craniocaudalen Richtung die Trabekeldicke signifikant geringer und der Grad der Anisotropie signifikant höher.

Diskussion: Aus diesen Ergebnissen ergibt sich eine, sich über die gesamte Breite des Wirbels erstreckende, geringere Dichte mittvertebraler. Eine verminderte Trabekeldicke verursachte einen höheren Grad an Anisotropie und dadurch eine verminderte biomechanische Belastbarkeit. Damit lassen sich Fischwirbelbrüche gut erklären. Die ungleichen Veränderungen dieser Strukturen könnten für Veränderungen in dem mittels DXA-ermittelten „Trabecular Bone Score“ mitverantwortlich sein und dessen klinische Relevanz erklären.

Keywords: Mikro-CT, Osteoporose, Insuffizienzfraktur, Spongiosastruktur, Wirbelsäule

Korrespondenzadresse: Guido Schröder, Universitätsmedizin Rostock, Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Schillingallee 35, 18057 Rostock, Deutschland, E-Mail: guido.schroeder1@gmx.net

P 29 Synergieeffekte körperlichen Trainings und osteoanaboler Therapie – eine systematische Übersicht

Autorinnen/Autoren Wolfgang Kemmler¹, Sara Kaiser¹, Simon von Stengel¹
Institut 1 Universitätsklinikum Erlangen, Institut für Radiologie, Erlangen
DOI 10.1055/s-0044-1782091

Einleitung: Neben einem zusätzlichen sturzpräventiven Effekt könnte ein geeignetes körperliches Training additiv zu einer modernen osteoanabolen pharmakologischen Therapie über verstärkte Effekte auf den Knochenmineralgehalt höhere Effekte auf die Frakturhäufigkeit ausüben als eine isolierte Therapie. Mittels systematischer Übersichtsarbeit untersuchen wir die Auswirkungen von körperlicher Aktivität/Bewegung zusätzlich zur Romosozumab-, Abaloparatid- oder Teriparatid-Therapie auf die Knochendichte (BMD), Sturz- und Frakturhäufigkeit bei frakturgefährdeten Menschen mittleren bis hohen Lebensalters.

Methode: Eine systematische Literaturrecherche in fünf elektronischen Datenbanken und zwei Registern bis zum 30.05.2023 ohne sprachliche Einschränkungen schloss Studien mit (a) postmenopausalen Frauen und Männern ≥ 45 Jahren, (b) mit geringer Knochenmasse ein, die Studienarme mit (c) kombinierten Interventionen aus körperlichem Training und Romosozumab oder Abaloparatid oder Teriparatid versus isolierter pharmakologischer Therapie auf (d) die BMD und prospektive Sturz- und/oder Frakturereignisse (e) unter Anwendung eines randomisierten kontrollierten Studiendesigns verglichen.

Ergebnisse: Trotz aufwändigem Suchprozess konnte final nur eine Studie identifiziert werden, welche die Effekte einer Teriparatid-Therapie (PTH 1-34) und Ganzkörpervibration mit einer isolierten PTH-Therapie auf Parameter der Knochenfestigkeit verglich. Die mittelgroße randomisierte kontrollierte Studie berichtet einen signifikant günstigeren Effekt der kombinierten gegenüber der isolierten Therapie (lediglich) für die BMD der LWS, nicht jedoch für die BMD der Hüfte, des Radius und der Tibia, die Knochenmikroarchitektur oder Biomarker des Knochenbaus.

Diskussion: Angesichts der hohen Relevanz kombinierter Interventionsprogramme zur optimierten Frakturprophylaxe des älteren Menschen ist das Fehlen von Untersuchungen die moderne osteoanabole Medikamente adressieren mehr als verwunderlich. Eine Kombination geeigneten körperlichen Trainings mit Fokus auf eine Reduktion von Sturzereignissen mit den deutlichen Erhöhungen der mechanischen Kompetenz des Knochens nach osteoanaboler Therapie sollte die Stärken beider Therapieformen zusammenführen, um möglichst optimalen Einfluss auf die Häufigkeit vertebraler und insbesondere extraverbraler Frakturen zu nehmen. Eine geeignete teilnehmerstarke randomisierte klinische Studie sollte dieses Spannungsfeld in absehbarer Zeit adressieren.

Keywords: körperliches Training, osteoanabole Therapie, Knochendichte, Sturz, Fraktur

Korrespondenzadresse: Wolfgang Kemmler, Universitätsklinikum Erlangen, Institut für Radiologie, Henkestrasse 91, 91052 Erlangen, Deutschland, E-Mail: wolfgang.kemmler@fau.de

P 30 Finite Element Analysis Investigating the Impact of Positive Reduction on Femoral Neck Fracture

Autorinnen/Autoren Xiang Zhou¹, Xishan Li¹, Kai Oliver Böker¹, Arndt F. Schilling¹, Wolfgang Lehmann¹

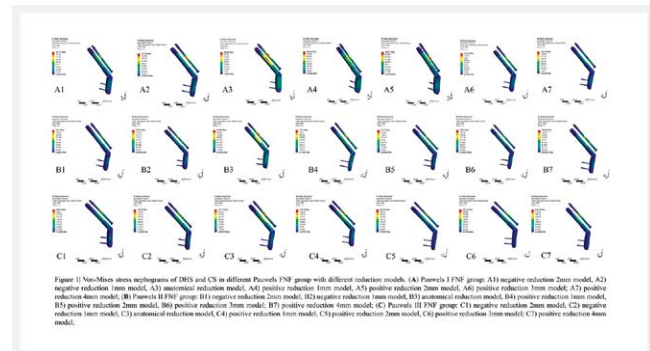
Institut 1 Georg-August-University of Göttingen, Department of Trauma, Orthopedics and Reconstructive Surgery, Department of Trauma, Orthopedics and Reconstructive Surgery, Göttingen

DOI 10.1055/s-0044-1782092

Introduction: Achieving an anatomic reduction is paramount in the management of femoral neck fractures (FNFs), but can be challenging in certain cases. The concept of 'Gotfried positive reduction' represents an alternative strategy for addressing such complexities. This technique involves positioning the distal femoral neck fragment at the inferior medial edge of the proximal fragment in the anteroposterior (AP) view. However, it is noteworthy that in certain clinical scenarios, augmenting the Gotfried positive reduction may lead to internal fixator failure and potentially induce hip varus. The aim of this study is to analyze the effect of Gotfried's positive reduction on the FNF with different Pauwels angles.

Methode: 3D models representing negative, anatomic, and positive femoral neck fracture (FNF) reductions stabilized with dynamic hip screws (DHS) and cannulated screws (CS), each associated with different Pauwels groups (Types I, II, and III), were generated based on CT data. A 2100N load was applied to the femoral head in alignment with the mechanical axis of the femur. The peak von Mises stress, displacement and peak von Mises strain were investigated. The peak von Mises stress distribution of the internal fixation was chosen as the key indicator to assess stability.

Results: The anatomic reduction model showed the minimum peak von Mises stress of the internal fixator for three groups (68.487 MPa, 98.991 MPa, and 161.11 MPa). With increasing positive reduction, there was a proportional increase in von Mises stress within the internal fixation. For Pauwels type I and type II, positive reductions of 1 mm (86.042 MPa, 115.3 MPa) and 2 mm (108.77 MPa, 151.7 MPa) were considered acceptable. For Pauwels type III, a positive reduction of 1 mm (167.9 MPa) was acceptable. Negative reduction should be avoided.



► Abb. 1

Discussion: Excessive positive reduction may increase the risk of internal fixation failure in FNF.

Keywords: Femoral neck fracture, Positive reduction, Finite element analysis

Korrespondenzadresse: XIANG ZHOU, Georg-August-University of Göttingen, Department of Trauma, Orthopedics and Reconstructive Surgery, Department of Trauma, Orthopedics and Reconstructive Surgery, Robert-Koch-Str.38/APP.1013 37075 Nied, 37075 Göttingen, Germany, E-Mail: xiang.zhou01@stud.uni-goettingen.de

6. Posterbegehung 6

P 31 Immunregulatorische Funktionen von Mesenchymalen Stromazellen in Frakturpatient:innen und Korrelation zum Heilungsverlauf

Autorinnen/Autoren Katrin Übelmesser¹, Eva Kupczyk², Sebastian Häusner¹, Drenka Trivanovic¹, Stefanie Hölscher-Doht², Marietta Herrmann¹

Institute 1 Universitätsklinikum Würzburg, IZKF Nachwuchsgruppe Geweberegeneration für muskuloskeletale Erkrankungen, Würzburg;

2 Universitätsklinikum Würzburg, Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie, Würzburg

DOI 10.1055/s-0044-1782093

Einleitung: Bei der Frakturheilung spielen die initiale Bildung eines Plättchenreichen Frakturhämatoms und die darin ablaufende Koordination der Entzündungsreaktion eine wichtige Rolle. Knochenmarksspezifische mesenchymale Stromazellen (BM-MSCs) sind bekannt für ihre immunregulatorischen Eigenschaften. Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung einer möglichen Korrelation zwischen dem Heilungsverlauf und den immunmodulatorischen Eigenschaften der BM-MSCs.

Methode: Unter Zustimmung der Patient:innen und der Ethikkommission wurden die BM-MSCs aus dem knochenmarkreichen Bohrmehl aus der Frakturregion von neun Patient:innen mit Oberschenkelschaft-Fraktur isoliert, die mit einem intramedullären Marknagel versorgt wurden. Um eine mögliche Verstärkung der immunmodulatorischen Eigenschaften der Zellen zu erreichen, erfolgte die Stimulation der in vitro expandierten BM-MSCs mit INF- γ und TNF- α . Der Einfluss der Behandlungen auf die Viabilität der Zellen wurde mittels

MTT-Assay untersucht. Die Genexpressionsanalyse von immunmodulatorischen Genen wie VCAM1, IDO1 und IL-6 wurde mittels einer qPCR durchgeführt. Funktionelle immunmodulatorische Eigenschaften der BM-MSCs wurden anhand der Veränderungen der Proliferation und des Phänotyps von aktivierten Lymphozyten nach fünf Tagen Co-Kultur mit vorbehandelten BM-MSCs mittels Durchflusszytometrie analysiert. Zur Beurteilung des Heilungsverlaufs erfolgte eine Routine-Röntgenkontrolle des Oberschenkels in zwei Ebenen nach sechs Monaten.

Ergebnisse: Die Stimulation mit INF- γ und TNF- α zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Viabilität der BM-MSCs. Bei Co-Kultivierung mit BM-MSCs aus Patient:innen mit beeinträchtigtem Heilungsverlauf (HV) lag eine signifikant geringere Inhibition der Lymphozyten-Proliferation im Vergleich zur Co-Kultivierung mit BM-MSCs aus Patient:innen mit normalem HV vor. Die Vorbehandlung mit INF- γ und TNF- α reduzierte diesen Effekt. Der relative Anteil an regulatorischen T-Zellen war unter Co-Kultivierung mit MSCs aus der Gruppe beeinträchtigter HV geringer, als mit BM-MSCs aus der Gruppe normaler HV. Bei vorheriger Stimulation der MSCs mit INF- γ und TNF- α wurde dieser Unterschied kleiner.

Diskussion: Unsere Ergebnisse liefern erste Hinweise darauf, dass BM-MSCs aus Patient:innen mit einer beeinträchtigten Frakturheilung reduzierte Fähigkeiten im Bereich der Immunmodulation aufweisen, verglichen mit BM-MSCs aus Patient:innen mit einem normalen Heilungsverlauf. Diese immunregulatorischen Eigenschaften von BM-MSCs konnten durch Zytokine gesteigert werden, was es im Rahmen eines potenziellen therapeutischen Ansatzes weiter zu untersuchen gilt.

Keywords: Frakturheilung, Mesenchymale Stromazellen, INF- γ , TNF- α , Immunmodulation

Korrespondenzadresse: Katrin Übelmesser, Universitätsklinikum Würzburg, IZKF Nachwuchsgruppe Geweberegeneration für muskuloskeletale Erkrankungen, Röntgenring 11, 97070 Würzburg, Deutschland, E-Mail: katrin.uebelmesser@stud-mail.uni-wuerzburg.de

P 32 Die Auswirkungen von lokal appliziertem Deferoxamin auf die Frakturheilung in Tiermodellen: ein systematisches Review mit Meta-Analyse

Autorinnen/Autoren Daniel Müller³, Jens Klotsche², Magdalena Beata Kosik¹, Paula Hoff³, Timo Gaber⁴

Institute 1 Charité – Universitätsmedizin Berlin, MVZ Endokrinologikum Berlin am Gendarmenmarkt, Berlin; 2 Deutsches Rheumaforschungszentrum Berlin (DRFZ), Berlin; 3 Charité – Universitätsmedizin Berlin, MVZ Endokrinologikum Berlin am Gendarmenmarkt, Berlin; 4 Charité – Universitätsmedizin Berlin, Deutsches Rheumaforschungszentrum Berlin (DRFZ), Berlin

DOI 10.1055/s-0044-1782094

Einleitung: Knochenbrüche, welche mit einer jährlichen Inzidenz von 1,2 % auftreten, bergen in bis zu 10 % der Fälle das Potenzial für Heilungsstörungen oder gar Non-Unions. Das angiogene Stimulans Deferoxamin (DFO), das durch direkte Injektion oder hochentwickelte Vektorsysteme in den Frakturspalt verabreicht wird, ist für seine positiven Auswirkungen auf die Osteogenese bekannt. Dies ist auf den Einfluss auf die Neovaskularisierung durch Eisen-Chelation und somit Aktivierung des Hypoxie-induzierbaren Faktor-1 α -Signalwegs zurückzuführen. Dieses systematische Review mit Meta-Analyse befasst sich mit der Frage, ob die lokale Applikation von DFO in den Frakturspalt die Knochenheilung in Ratten- und Mausmodellen verbessert.

Methode: Wir durchsuchten systematisch die elektronischen Datenbanken „Embase“, „Medline“ (Pubmed) über „Ovidsp“ sowie „Web of Science“ im Juli 2023. Gefundene Studien wurden sorgfältig gesichtet und anhand von vordefinierten Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt. „SYRCLE's risk of bias tool“ wurde zur Qualitätsbewertung der inkludierten Studien eingesetzt. Wir verglichen den regenerativen Einfluss von DFO-Therapien in Form von direkter Injektion oder unter Nutzung verschiedener, hochentwickelter Vektorsysteme mit

alternativen Methoden oder Wirkstoffen in Knochendefektmodellen. Dazu untersuchten wir primär mikro-computertomographisch gemessene Ergebnisgrößen, wie das Knochenvolumen (BV), das Gesamtvolumen der Probe (TV) und die Knochenfraktion (BV/TV), um die Knochenneubildung zu quantifizieren. Sekundär diskutierten wir die Gefäßneubildung um die Frakturregion, die qualitativen und mechanischen Eigenschaften des Kallus oder Knochens sowie potenzielle Vorteile von DFO-beladenen Vektorsystemen im Vergleich zu direkten Injektionen in den Frakturspalt. Diese Studie wurde prospektiv in PROSPERO registriert.

Ergebnisse: Es wurde eine Meta-Analyse durchgeführt, die 24 Studien mit insgesamt 633 Ratten und Mäusen umfasste. Die Interventionsgruppen, die DFO in verschiedenen Applikationsformen und Dosierungen erhielten, zeigten eine signifikante Überlegenheit bezüglich der Knochenfraktion (BV/TV) im Vergleich zu DFO-freien Gruppen. Die mittlere Differenz von 13,34 % zwischen den DFO-Gruppen und den Kontrollgruppen (95 %-KI: 10,19 % – 16,49 %) war hochsignifikant ($p < 0,0001$), wobei die erhebliche Heterogenität ($I^2 = 99,0$ %) mit Hilfe des Random-Effekt-Modells berücksichtigt wurde.

Diskussion: Die Ergebnisse unterstreichen den positiven Einfluss der DFO-Gabe auf die Knochenheilung nach Frakturen und Operationen im Vergleich zu Kontrollgruppen ohne DFO-Behandlung. Darüber hinaus wurden in den eingeschlossenen Tierstudien unterschiedlich große Effekte auf die Frakturheilung in den verschiedenen Studiendesigns, Zeitpunkten und Versuchsanordnungen beobachtet.

Keywords: Deferoxamin, Frakturheilung, Meta-Analyse

Korrespondenzadresse: Daniel Müller, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Neue Hochstraße 49, 13347 Berlin, Deutschland, E-Mail: daniel.mueller@charite.de

P 33 Die Rolle von IL-8 in der Osteogenese von primären humanen Osteoblasten in vitro

Autorinnen/Autoren Juliana Franziska Bousch¹, Christoph Beyersdorf², Katharina Schultz², Matthias Schnitker¹, Joachim Windolf², Christoph V. Suschek¹, Uwe Maus²

Institute 1 Universitätsklinikum Düsseldorf, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Forschungslabor, Düsseldorf; 2 Universitätsklinikum Düsseldorf, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Düsseldorf

DOI 10.1055/s-0044-1782095

Einleitung: Die Osteoimmunologie befasst sich mit der Interaktion zwischen dem Immunsystem und Knochenstoffwechsel. Zytokine, wie beispielsweise Interleukin-8 (IL-8), sind wichtige Regulatoren der Osteoblasten- und Osteoklastenaktivität und spielen wahrscheinlich eine entscheidende Rolle bei Knochenstoffwechselerkrankungen wie der Osteoporose. Es ist bekannt, dass das Chemokin IL-8 einerseits die Osteoklastogenese positiv beeinflussen kann und andererseits die Knochenbildung in vivo unterstützt. In vorherigen Publikationen haben wir bereits gezeigt, dass IL-8 auch in vitro die Mineralisierung primärer humaner Osteoblasten (OB) förderte. In dieser Studie konzentrierten wir uns auf die genauere Funktion von IL-8 in der Osteogenese.

Methode: Für die Studie wurden aus Hüftköpfen isolierte OB von Patient*innen verwendet, welche aufgrund von Arthrose oder Fraktur einen Hüftgelenkersatz erhalten haben und nach DXA eine normale Knochendichte aufwiesen. Die OB wurden in Osteogenese-induzierendem Medium (OIM) für 35 Tage und mit den Zytokinen für 21 Tage inkubiert. Die Mineralisierung wurde mittels der Alizarinrot-S-Färbung photometrisch quantifiziert. Die Quantifizierung der Proteine im Überstand erfolgte mittels ELISA. Das IL-8-mRNA-Expressionslevel wurde mithilfe Real-Time-qPCR bestimmt.

Ergebnisse: Wir haben eine direkte Korrelation zwischen der Mineralisierung und IL-8-Sekretion durch die OB festgestellt. Die IL-8-Konzentration im Überstand stieg proportional zur zunehmenden Mineralisierung während der Osteogenese an. Ab dem 14. Tag der Differenzierung sezernierten die OB eine signifikante und weiter ansteigende Menge in den Überstand mit Messwerten von über 1500 pg/ml. In früheren Veröffentlichungen konnten wir bereits zei-

gen, dass rekombinantes IL-8, aber auch die proinflammatorischen Zytokine IL-6, IFN- γ , IL-1 β und TNF- α einen mineralisierungsfördernden Effekt auf die primären OB haben. Durch IL-1 β und TNF- α war die Mineralisierung jedoch signifikant stärker als durch IL-8. Nun können wir zeigen, dass die Behandlung mit diesen beiden Zytokinen zu einer besonders starken IL-8 mRNA-Expression führte.

Diskussion: Die in dieser Studie gezeigte Korrelation zwischen erhöhter Mineralisierung und erhöhter IL-8-Sekretion während der Osteogenese bestätigt die positive Wirkung von IL-8 auf die Knochenbildung. IL-8 scheint also nicht nur einen direkten Einfluss auf die Osteogenese zu haben, sondern wird während dieses Prozesses auch von den OB sezerniert. Die Behandlung mit IL-1 β und TNF- α erhöhte nicht nur die Mineralisierung, sondern auch die Expression von IL-8 in den OB. Dies könnte auf eine synergistische Wirkung der Zytokine hindeuten. Um die Wirkung von IL-8 auf den Knochenstoffwechsel besser zu verstehen, sollte die Wirkung auf humane Osteoklasten und damit die Interaktion zwischen diesen und den OB genauer untersucht werden.

Keywords: IL-8, Zytokine, Osteogenese, Osteoblasten, Knochenstoffwechsel, Mineralisierung, Osteoimmunologie

Korrespondenzadresse: Juliana Franziska Bousch, Universitätsklinikum Düsseldorf, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Forschungslabor, Merowingerplatz 1A, 40225 Düsseldorf, Deutschland, E-Mail: JulianaFranziska.Bousch@med.uni-duesseldorf.de

P 34 Effect of a calcium phosphate nanoparticle based bone adhesive on blood vessel formation and density in the chorioallantoic membrane

Autorinnen/Autoren Katarina Vasic¹, Kai Böker¹, Benedikt Kruse², Jörg Wilting³, Arndt Schilling¹, Matthias Eppler², Wolfgang Lehmann¹
Institute 1 University Medical Center, Department of Trauma Surgery, Orthopedics and Plastic Surgery, Goettingen; 2 University of Duisburg-Essen, Inorganic Chemistry, Essen; 3 University Medical Center, Institut for Anatomy and Embriology, Goettingen
 DOI 10.1055/s-0044-1782096

Introduction: A biodegradable, biocompatible and easy to apply bone adhesive could change the current approach to treating bone fractures by providing fixation even to small bone fragments. Functionalized calcium phosphate nanoparticles are a promising starting point for such a functional bone adhesive. Blood vessel formation is an important step in the initial phase of the bone healing. As such, it should be unaltered in the presence of the bone adhesive. The aim of this project is to investigate the effect of the calcium phosphate nanoparticle based bone adhesive on the blood vessel formation.

Methods: The bone adhesive paste was prepared by mixing 2 wt % aqueous alginate solution with freeze-dried calcium phosphate-carboxymethylcellulose-silica nanoparticles (CaP/CMC/SiO₂) in the mass ratio 3.6:1 ratio. This gave a pasty formulation. Fertile chicken eggs were incubated in a humidified environment at 37.5 °C for 5 days, with the window into the eggshell being made at day 3. At day 5, a 3mm long bone adhesive paste cylinder with 1mm diameter was placed on chorioallantoic membrane (CAM) and eggs were incubated for additional 4 days. At day 9, implanted material was removed together with the surrounding tissue, fixed with 4 % PFA, cryo-embedded and stored at 20 °C. Histological sections were used for immunofluorescence staining with MEP21 (CD34 homolog) primary antibodies, a marker for chick blood endothelial cells.

Results: After 4 days incubation of the implant on the CAM, a dense net of the blood vessels was observed formed tightly around the implant. MEP21 was used in immuno-fluorescent staining to visualize blood vessels around the bone adhesive implant and check for the potential penetration of the blood vessels into the implant. Microscopic analysis of the immuno-fluorescent staining confirmed the formation of blood vessels around the implant, with no blood vessels observed inside the implant.

Discussion: Positive peri-implant angiogenesis was observed, indicating no obstruction by calcium phosphate nanoparticle-based bone adhesive. In further

experiments with the chicken embryos, the effect of the bone adhesive on the bone formation will be investigated. Furthermore, the effect of the bone adhesive on osteoblast differentiation and osteoclast differentiation and resorption will be tested to ensure unimpaired bone healing in the fracture fixed with the bone adhesive.

Keywords: bone adhesive, blood vessels, chorioallantoic membrane

Korrespondenzadresse: Katarina Vasic, University Medical Center, Department of Trauma Surgery, Orthopedics and Plastic Surgery, Robert-Koch Strasse 40, 37075 Goettingen, Germany, E-Mail: katarina.vasic@med.uni-goettingen.de

P 35 Osteoporosediagnostik bei Kindern von Patienten mit hüftgelenksnaher Fraktur Eine Möglichkeit zur Früherkennung von Osteoporose

Autorinnen/Autoren Steffi Falk¹, Swenja Block¹, Thomas Mittlmeier¹
Institut 1 Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Rostock, Rostock
 DOI 10.1055/s-0044-1782097

Einleitung: Die Osteoporose verursacht nicht nur einen großen volkswirtschaftlichen Schaden, sondern stellt eine deutliche Lebensqualitätseinschränkung für den betroffenen Patienten dar. Die International Osteoporosis Foundation (IOF) bezifferte die Anzahl an Osteoporose leidenden Menschen in Deutschland zuletzt mit 5,7 Millionen [1]. Laut dem Hamburger Center for Health Economics ist Osteoporose mit den zugehörigen Frakturen die häufigste Erkrankung bei Frauen über 50 Jahren [2]. Dieser Trend wird durch zu zunehmend immer älter werdende Bevölkerung noch beschleunigt. Dies belegt die Dringlichkeit der Verbesserung der Diagnostik von Patienten mit Osteoporose. Ziel der hier vorgestellten Versorgungsforschung war es zu analysieren, ob durch das Screening der Kinder von Patienten mit Schenkelhalsfraktur eine Diagnose der Osteoporose vor der ersten Fraktur gelingt. Die Schenkelhalsfraktur der Eltern stellt einen eigenständigen Risikofaktor für die Entwicklung einer Osteoporose dar [3]. Die Patienten mit hüftgelenksnahen Frakturen weisen nach einer Vorstudie aus 2021/22 in unserer Klinik ein durchschnittliches Alter von 79 Jahren auf. Somit ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass auch deren Kinder über 50 Jahren alt sind. Diese Studie soll nun klären, ob ein Screening dieser Kinder sinnvoll ist, um Patienten mit Osteoporose zu identifizieren.

Methode: Die hier präsentierte Studie enthält die Ergebnisse von Untersuchungen aus 12 Monaten von November 2022 bis 2023 und schließt Patienten mit hüftgelenksnaher Fraktur ein. Die Patienten wurden nach Kindern befragt und diese zur Teilnahme an der Studie eingeladen. Für die Probanden wurde eine Anamnese, klinische Untersuchungen und ein Labortest durchgeführt. Ergänzt wurden diese Untersuchungen durch eine sonografische Knochendichtemessung. Mit den erhobenen Daten wurde zudem das Frakturrisiko für die nächsten 10 Jahre mittels FRAX(R) bestimmt [4].

Ergebnisse: Bis Ende Oktober wurden über 100 Patienten mit hüftgelenksnaher Fraktur auf einschussfähige Kinder gescreent. Eingeschlossen wurden bisher 60 Kinder, alle ohne bestehende Osteoporosediagnose. Unter Ihnen hätten etwa ein Drittel nach dem FRAX(R)-Wert eine Therapieindikation. Zudem zeigte über die Hälfte der Studienteilnehmer einen Vitamin D Mangel. Einige Probandinnen berichteten bereits über eine zurückliegende distale Radiusfraktur. Die größte Herausforderung stellen die teils abweichenden Wohnorte der Kinder im Vergleich der Eltern da und das fehlende Interesse der Kinder an zusätzlichen Untersuchungen im Rahmen der Studie.

Diskussion: Die vorliegenden Daten scheinen die Idee eines Screenings für die Kinder als sinnvolle Möglichkeit, Patienten mit Osteoporose zu identifizieren, zu unterstützen und belegen zudem die noch fehlende Aufmerksamkeit der Bevölkerung für diese die Lebensqualität so stark beeinflussende Erkrankung.

Keywords: Früherkennung, Versorgungsforschung, hüftgelenksnahe Fraktur, Osteoporose

Korrespondenzadresse: Steffi Falk, Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Rostock, Schillingallee 35, 18057 Rostock, Deutschland, E-Mail: steffi.falk@uni-rostock.de

P 36 Einrichtung eines Fraktur-Liason-Service mit Hilfe von Studenten – Möglichkeiten und Grenzen

Autor Steffi Falk¹

Institut 1 Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Rostock, Rostock

DOI [10.1055/s-0044-1782098](https://doi.org/10.1055/s-0044-1782098)

Einleitung: Die Osteoporose verursacht nicht nur einen großen volkswirtschaftlichen Schaden, sondern stellt eine deutliche Lebensqualitätseinschränkung für den betroffenen Patienten dar. Die International Osteoporosis Foundation (IOF) bezifferte die Anzahl an Osteoporose leidenden Menschen in Deutschland zuletzt mit 5,7 Millionen [1]. Laut dem Hamburger Center for Health Economics ist Osteoporose mit den zugehörigen Frakturen die häufigste Erkrankung bei Frauen über 50 Jahren [2]. Dieser Trend wird durch zu zunehmend immer älter werdende Bevölkerung noch beschleunigt. Dies belegt die Dringlichkeit der Verbesserung der Diagnostik von Patienten mit Osteoporose.

Methode: Mit Dezember 2023 startete ein strukturiertes Programm zum screening von Patienten mit osteoporoseassoziierten Frakturen. Die Patienten erhielten eine Anamnese, klinische Untersuchung und ein Labortest. Ergänzt wurden diese Untersuchungen durch eine sonografische Knochendichtemessung. Mit den erhobenen Daten wurde zudem das Frakturrisiko für die nächsten 10 Jahre mittels FRAX(R) bestimmt [4].

Ergebnisse: Die ersten Zahlen zeigen, dass die Identifizierung von Patienten sowie die notwendigen Untersuchungen durch Studenten sehr gut umsetzbar sind. Die Übernahme von Koordination und Therapieentscheidungen gestaltet sich dagegen ebenso schwierig, wie die Änderungen der Stationsabläufe bei bestehendem Personalmangel.

Diskussion: Die ersten Daten belegen, dass mit einer entsprechenden Einarbeitung und Anleitung die Untersuchungen durch Studenten gut zu realisieren sind. Die Koordination eines solchen Service setzt aber weiterhin einen engagierten Arzt voraus und ebenso auch engagierte Pflegekräfte.

Keywords: FLS, Frakturversorgung, Fracture Liason Service, Osteoporose

Korrespondenzadresse: Steffi Falk, Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Rostock, Schillingallee 35, 18057 Rostock, Deutschland, E-Mail: steffi.falk@uni-rostock.de

Namenverzeichnis/Authors' Index

A

Adams Ralf 114
 Aghamiry Hossein 117, 118
 Amling Michael 117
 Anders Nils 119
 Andresen Julian Ramin 112, 120, 126
 Andresen Reimer 112, 129
 Armbrrecht Gabriele 117
 Armijo-Olivo Susan 121
 Arnold Mona 123
 Arras Christian 114

B

Balzer Jörn 110
 Barvencik Florian 117
 Baschant Ulrike 116
 Beyersdorf Christoph 131
 Bischoff Elena 112, 124
 Bischoff Fabian 112, 124, 125
 Bixel Gabriele 114
 Block Swenja 132
 Blouin Stéphane 119
 Boehm Elena 125
 Böker Kai 132
 Böker Kai O. 115, 128
 Böker Kai Oliver 118, 130
 Bousch Juliana Franziska 131
 Brömer Rainer 124
 Buttgerit Frank 111

C

Carter Matthew 122
 Cetani Filomena 113
 Clarke Bart L. 113

D

Dadzie Ruby 122
 Damerou Alexandra 111
 Dehnen Carolin 118
 Deuß U. 127
 Dieterich Sandra 116
 Direder Martin 126

E

Eberhardt Christian 123
 Eisenhauer Anton 113
 Engelke Klaus 111
 Epple Matthias 132
 Eriksen Erik 113

F

Falk Steffi 128, 132, 133
 Feist-Pagenstert Isa 121, 125
 Fößl Ines 126
 Fratzl-Zelman Nadja 119
 Freiin von Saß Leonie K. 115
 Frommer Klaus 123
 Fuchs Sebastian 125

G

Gaber Timo 111, 131
 Gadeholt Ottar 122
 Galindo Angela 117, 118
 Gehlen Martin 122
 Genest Franca 122
 Gerich Torsten 115
 Gigov Hristo 112, 124
 Glüer Claus-Christian 111
 Götz Andreas 129
 Grasse-Nußberger Katharina 121
 Gutmann Marcus 121

H

Hadji Peyman 124
 Haffner-Luntzer Melanie 116

Haider Thomas 112
 Hansen-Hagge Christian 119
 Harada Saori 125
 Hartmann Markus A. 119
 Hart Tracy 122
 Hasseli-Fräbel Rebecca 123
 Häusler Sebastian 130
 Heck Corinna 123
 Heinz Tizian 114
 Hermann Kay-Geert 123
 Hermann Walter 123
 Herrmann Marietta 130
 Heuser Alexander 113
 Hiepe Laura 129
 Hofbauer Lorenz 116
 Hofbauer Lorenz Christian 116
 Hoffmann Daniel Bernd 118
 Hoff Paula 118, 131
 Hölscher-Doht Stefanie 130
 Holweg Patrick 126
 Horas Konstantin 114
 Hoxha Miledi 114
 Hussein Mohammed 122

I

Ignatius Anita 116
 Inderthal Ann-Katrin 123

J

Jain Rajesh 113
 John Christopher 124

K

Kaiser Sara 129
 Kann Peter Herbert 124
 Kaps Peter 120
 Kedziora Slawomir 115
 Kelm Jens 115
 Kemmler Wolfgang 129
 Kempster Elena 116
 Khan Aliya A. 113
 Kielstein Jan T. 119
 Kinov Plamen 112
 Kirilov Nikola 125
 Klemm Philipp 120, 127
 Klotsche Jens 131
 Knothe Anna 123
 Kohlmeier Lynn 113
 Komrakova Marina 118
 Kopetsch Christoph 112
 Kosik Magdalena Beata 131
 Kovachev Mancho 124, 125
 Kronenberg Daniel 114
 Krull Isabelle 128
 Kruse Benedikt 132
 Kuhn Melanie Rebecca 116
 Kullen Claus Maximilian 112
 Kupczyk Eva 130
 Kurth Andreas 123
 Kurth Andreas A. 110, 119

L

Labmayr Viktor 126
 Lai Bryant 113
 Lange Uwe 120, 127
 Lang Jonathan Gabriel 118
 Lazarescu Ana Doina 122
 Ledesma-Colunga Maria 116
 Lehmann Wolfgang 115, 118, 128, 130, 132
 Leprêtre Nadège Elnare 117, 118
 Leslie William D. 111
 Liu Ziyuan 117, 118
 Li Xishan 128, 130
 Ljuhar Richard 110
 Lohmann Sandra 122

Lüers J. C. 127
 Lutz Michael 113

M

Maas Stefan 115
 Mahn Karin 122
 Mansmann Ulrich 125
 Maurer Lukas 118
 Maus Uwe 131
 Mittlmeier Thomas 128, 132
 Motlagh Mohammad Arab 123
 Müller Daniel 131
 Müller-Ladner Ulf 123
 Müller Michael 113
 Munzinger Robert 117

N

Neumann Elena 123

O

Obermayer-Pietsch Barbara 126
 Oehme Julius 113
 Oheim Ralf 117
 Ominsky Michael 113
 Osel Lillian 128

P

Palermo Andrea 113
 Palme Oliver 118
 Passin Vanessa 116
 Peter Schwarz 113
 Peters K. M. 127
 Pfeifer Michael 122
 Pfeiffenberger Moritz 111
 Plank Johannes 111
 Pomares Maria 127
 Pommerening Tanja 124
 Prince Samantha 122

R

Radmer Sebastian 120
 Raggio Cathleen 122
 Rauch Frank 122
 Raum Kay 117, 118
 Rauner Martina 116
 Reber Stefan Oskar 116
 Rejnmark Lars 113
 Roch Paul Jonathan 118
 Roters Nils 114
 Rubin Mishaela R. 113
 Rudert Maximilian 114
 Rudolph Ann Sophie 128

S

Salzlechner Christoph 110
 Sanchez André Blumer 115
 Schaefer Sarah 122
 Schilling Arndt 132
 Schilling Arndt F. 115, 130
 Schilling Arndt Friedrich 118, 128
 Schinkel Eileen 129
 Schmidt M. 127
 Schmitt-Bieda Katja 119
 Schnitker Matthias 131
 Schober Hans-Christof 112, 120, 129
 Schröder Guido 112, 129
 Schultz Katharina 131
 Schulze Marko 129
 Schulz Nils 120, 127
 Sedra Ramy 110
 Seefried Lothar 122
 Sehmisch Stephan 118
 Semler Oliver 122
 Shoback Dolores M. 113
 Shu Aimee D. 113

Sibley Christopher T. 113
Simeonov Emil 124, 125
Spangenberg Sven 116
Stange Richard 114
Suschek Christoph V. 131

T

Turner Ingo Helmut 123
Thomasius Friederike 111
Timmen Melanie 114
Todorov Svilen 125
Trivanovic Drenka 130
Tschaffon-Müller Miriam Eva Angelica 116
Tsourdi Elena 113

U

Übelmesser Katrin 130
Ukena Jenny 113
Ulusoy Sahra 129

V

van Welzenis Taco 122
Vasic Katarina 132
Villalba Carlos Meneses 123
Vladeva Stoyanka 112, 124, 125
von Brackel Felix 117
von Stengel Simon 129

W

Weber Jochen 126
Weichert Hilke 121
Weigand Felix 120
Weigel Martin 125
Weinberg Annelie Martina 126
Weise Tobias 123
Wekre Lena Lande 122
Westerheim Ingunn 122
Widhalm Harald 126
Widulin Navena 126

Wiebe Edgar 117, 118
Wiedwald Charlotte 121
Wiltling Jörg 132
Windolf Joachim 131
Wohlbier Lukas 119

Z

Zhao Carol 113
Zhou Xiang 128, 130
Zwerina Jochen 119

Keywords / Keywordverzeichnis

- A**
 Achsen skelett V 1.5
 Adhärenz P 09
 ALS P 11
 Amyotrophische Lateralsklerose P 11
 ankle fracture P 19
 Antiresorptive Therapie P 06
- B**
 bioresorbable implant P 19
 blood vessels P 34
 BMI P 17
 BMP signaling V 3.3
 Bone P 02
 Bone Adaptation V 3.5
 bone adhesive P 34
 bone densitometry P 15
- C**
 CD9 V 3.1
 Chondrozyten V 3.2
 chorioallantoic membrane P 34
 Cortical Bone P 18
- D**
 Deferoxamin P 32
 Denosumab P 18
 Diabetes Mellitus P 03
- E**
 Endoprothetik V 2.4
 Epidemiologie P 07
 Estrogen deficiency P 02
 Exercise V 3.5
 external fixator P 25
- F**
 Factorial Analysis V 2.5
 Femoral neck fracture P 30
 Femur P 17
 Finite Elements V 2.5, P 30
 Fracture Liason Service P 36
 Fragilitätsscore V 1.4, P 16, P 17
 Fraktur P 01, P 03, P 05, P 11, P 27, P 29
 Frakturheilung V 2.3, P 31, P 32
 Frakturrisiko V 1.2
 Frakturversorgung P 36
 Früherkennung P 35
- H**
 Hämangioperizytom P 24
 Heimübungsprogramm P 09
 heterotopic bone formation V 3.3
 hormone replacement V 2.1
 Hounsfield-Einheit V 1.5
 HR-pQCT V 3.5, P 19
 hüftgelenksnahe Fraktur P 35
 Hyperkalzämie P 04
 Hyponatremie P 02
 hypoparathyroidism V 2.1
 Hypophosphatämie P 24
- I**
 IL-8 P 33
 Immobilität P 11
- Immunmodulation P 31
 immunsupprimierter Patient P 20
 in vitro V 1.3
 INF- γ P 31
 Insuffizienzfraktur V 1.5, P 06, P 10, P 28
 Iron V 3.4
 iron levels V 3.3
- K**
 Kalziumpyrophosphat P 23
 Katecholamine V 3.2
 Knochendichte V 1.4, V 1.5, P 16, P 17, P 27, P 29
 Knochenlängenwachstum V 3.2
 Knochenmarkoedem P 10
 Knochenmetabolismus V 3.2
 Knochenmineraldichte P 01, P 03
 Knochenmineralgehalt V 1.5
 Knochenpathologie P 21
 Knochenqualität V 1.4, P 16
 Knochenstoffwechsel P 33
 körperliches Training P 29
 Kristallarthropathie P 23
- L**
 Leitlinien V 1.2
- M**
 magnesium screw P 19
 Materialeigenschaften P 05
 Mehrfachfrakturen P 20
 Mesenchymale Stromazellen P 31
 Meta-Analyse P 32
 Mikro-CT P 28
 Mineralisierung P 33
 MTX P 10
 MTX-Osteopathie P 10
 Muskuloskeletal Model V 2.5
- N**
 Neuzeit P 21
 Niedrigenergietrauma P 20
 Nierenschädigung P 04
- O**
 Onkogene Osteomalazie P 24
 osteoanabole Therapie P 06, P 29
 Osteoblasten V 3.4, P 33
 Osteoclast V 3.4
 Osteogenese P 33
 osteogenesis imperfecta P 12
 Osteoimmunologie P 33
 Osteoklasten V 3.1
 Osteomyelitis P 21
 Osteoporose V 1.2, V 1.3, V 1.5, P 01, P 06, P 07, P 09, P 11, P 16, P 26, P 28, P 35, P 36
 Osteoporose Versorgung P 08
 osteoporotische Knochentextur P 20
 Osteoproliferationen P 14
- P**
 paleoanthropology P 15
 parathyroid hormone V 2.1
 patient reported outcomes P 12
 pelvic fracture P 25
 perceptions of healthcare P 12
- Pertrochanteric Fracture V 2.5
 Positive reduction P 30
 posterior pelvic ring compression P 25
 proximales Femur V 1.4
 PsA P 14
- Q**
 Quantitative computed tomography (QCT) V 1.5, P 15, P 18
 Quantitativer Ultraschall P 01, P 03
- R**
 Rat model P 02
 RED-S V 3.5
 regeneration V 2.3
 Rehabilitation P 08, P 11
 Remodeling V 3.1
 REMS V 1.4, P 16, P 17
 Resorption V 3.1
 Rheuma P 08
 Rheumatoide Arthritis P 10
 Rheumatologie P 23
 Risikorechner V 1.2
- S**
 Seltene Erkrankung P 05
 Sonographie P 14
 spezifische antiosteoporotische Medikation P 20
 Spine P 18
 Spongiosastruktur P 28
 Sport V 3.5
 stille Frakturen P 26
 Sturz P 29
 Syndecan-1 V 2.3
- T**
 Tetraspanin V 3.1
 Tfr1 V 3.4
 TNF- α P 31
 Trabecular Bone P 18
 Training P 09, P 27
 Tumorinduzierte Osteomalazie P 24
- U**
 Übungstherapie P 09
- V**
 vascularization V 2.3
 Versorgungsforschung P 35
 Versorgungsrealität P 07
 Vitamin D P 04
 Vitamin D Mangel V 2.4
- W**
 Wassergymnastik P 27
 Wirbelkörperfrakturen P 26
 Wirbelsäule P 28
 worries and concerns P 12
- Z**
 Zytokine P 33
 β_2 -Adrenozeptor V 3.2