

Orthopädie 2022 · 51:976–985
<https://doi.org/10.1007/s00132-022-04323-9>
 Angenommen: 24. September 2022
 Online publiziert: 9. November 2022
 © Der/die Autor(en) 2022



Sakrale Fragilitätsfrakturen: Risikofaktoren und Ergebnisse nach Zementsakroplastie

Julian Ramin Andresen¹ · Sebastian Radmer² · Axel Prokop³ · Guido Schröder⁴ · Hans-Christof Schober⁵ · Reimer Andresen⁶

¹ Medizinische Fakultät, Sigmund Freud Privatuniversität, Wien, Österreich

² Zentrum für Bewegungsheilkunde, Facharztpraxis für Orthopädie, Berlin, Deutschland

³ Klinik für Unfallchirurgie, Sindelfingen, Klinikverbund Südwest, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland

⁴ Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie, Warnow Klinik Bützow, Bützow, Deutschland

⁵ Klinik für Innere Medizin IV, Klinikum Südstadt Rostock, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Rostock, Rostock, Deutschland

⁶ Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie/Neuroradiologie, Westküstenklinikum Heide, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universitäten Kiel, Lübeck und Hamburg, Heide, Heide, Deutschland

Zusammenfassung

Hintergrund: Ziel der Untersuchung bei PatientInnen mit Fragilitätsfrakturen des Os sacrum (FFS) war die Erfassung von vorhandenen Risikofaktoren sowie der klinischen Ergebnisse nach Zementsakroplastie (ZSP).

PatientInnen und Methoden: Retrospektiv wurden 68 PatientInnen (64 Frauen, 4 Männer) mit stattgehabten FFS nachuntersucht. Anhand von CT- und MRT-Schnittbildern erfolgte eine Fraktуреinteilung nach Denis et al. sowie Rommens und Hofmann. Bei allen PatientInnen wurde eine Knochenmineralgehaltsbestimmung mittels QCT durchgeführt. Unter Berücksichtigung von Anamnese und Röntgenaufnahmen wurden Begleiterkrankungen sowie zentrale und periphere Frakturen miterfasst. Vitamin-D-Werte wurden zusätzlich bestimmt. Nach einem frustranen konservativen Therapieversuch erfolgte eine ZSP. Anhand der Schmerzentwicklung, der körperlichen Selbstständigkeit, der PatientInnen-Zufriedenheit, der Komplikationsrate und der Mortalität wurden die Ergebnisse dokumentiert.

Ergebnisse: Das Alter der Frauen betrug \bar{x} 83,2 (72–99), das der Männer \bar{x} 77,8 (76–85) Jahre. Zu 42,4 % fand sich eine Denis-Typ-1-, zu 4,2 % eine Denis-Typ-2-, zu 0 % eine Denis-Typ-3-, zu 43,3 % eine Denis-Typ-1–2- und zu 10,1 % eine Denis-Typ-1–2–3-Frakturzone. Es fand sich ein FFP-Typ-II a-bis -II c-Frakturgeschehen zu 88,2 %, ein FFP-Typ III c zu 7,4 % sowie ein FFP-Typ IV b zu 4,4 %. Bei 68,8 % fanden sich bilaterale FFS. Der Knochenmineralgehalt (KMG) betrug im \bar{x} 35,4 (2–74) mg/ml, der Vitamin-D-Wert im \bar{x} 8,8 (0–28) nmol/l. Weitere osteoporoseassoziierte Frakturen fanden sich in circa 50 %. Nach der ZSP zeigten die PatientInnen eine schnelle und signifikante ($p < 0,001$) Schmerzreduktion sowie nachhaltige klinische Verbesserung.

Schlussfolgerung: Als Frakturrisikofaktoren von FFS fanden sich das weibliche Geschlecht, das hohe Alter, eine vorhandene Osteoporose und ein schwerer Vitamin-D-Mangel. PatientInnen mit nichtdislozierten FFS, welche schmerzbedingt nicht zu mobilisieren waren, profitierten von einer ZSP nachhaltig.

Schlüsselwörter

Knochenmineralgehalt · Osteoporose · Retrospektive Studie · Sakrum · Vitamin-D-Mangel



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Tab. 1 Angepasster Hamburger-Barthel-Index. (Nach Lübke et al. [30])		
		Items
Essen	Selbstständig, unabhängig	10
	Benötigt etwas Hilfe	5
	Nicht selbstständig	0
Bett/Rollstuhltransfer	Unabhängig in allen Phasen	15
	Geringe Hilfen oder Beaufsichtigung	10
	Erhebliche Hilfe beim Transfer und Lagewechsel	5
	Nicht selbstständig	0
Waschen	Unabhängig in allen Phasen der Tätigkeit	5
	Nicht selbstständig	0
Toilettenbenutzung	Unabhängig in allen Phasen	10
	Benötigt Hilfe	5
	Nicht selbstständig	0
Baden	Unabhängig bei Voll- oder Duschbad	5
	Nicht selbstständig	0
Gehen auf Flurebene bzw. Rollstuhl fahren	Unabhängig beim Gehen über 50 m	15
	Kann mit Hilfsmitteln 50 m gehen	10
	Nicht selbstständig, mit Rollstuhl sind 50 m möglich	5
	Nicht selbstständig beim Gehen oder Rollstuhl fahren	0
Treppensteigen	Unabhängig bei der Bewältigung einer Treppe	10
	Benötigt Hilfe	5
	Nicht selbstständig, auch nicht mit Hilfe	0
An- und Auskleiden	Unabhängig	10
	Benötigt Hilfe	5
	Nicht selbstständig, auch wenn Hilfe gewährt wird	0
Stuhlkontrolle	Ständig kontinent	10
	Gelegentlich inkontinent	5
	Häufiger/ständig inkontinent	0
Urinkontrolle	Ständig kontinent	10
	Gelegentlich inkontinent	5
	Häufiger/ständig inkontinent	0
Summe (Bereich 0–100)		

Abkürzungen

BMI	Body Mass Index
BWS	Brustwirbelsäule
CT	Computertomografie
DVO	Dachverband Osteologie
FFP	Fragilitätsfrakturen des Beckens
FFS	Fragilitätsfrakturen des Sakrums
GE	General Electric
HBI	Hamburger-Barthel-Index
KMG	Knochenmineralgehalt
LWS	Lendenwirbelsäule
MRT	Magnetresonanztomografie
PAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
PMMA	Polymethylmethacrylat
QCT	Quantitative Computertomografie
STIR	Short-Tau-Inversion-Recovery
VAS	Visuelle Analogskala
Vit	Vitamin
ZSP	Zementsakroplastie
Ø	Durchschnitt

Insuffizienzfrakturen des Beckens, einschließlich des Sakrums, stellen immer häufiger bei älteren PatientInnen mit reduzierter Knochenqualität eine Herausforderung im klinischen Alltag dar. Bedingt durch Mikrobewegungen in den Frakturzonen stehen immobilisierende Schmerzen im Vordergrund, welche nicht selten eine zeitnahe Mobilisierung verhindern und damit die konservative Therapie an ihre Grenzen führt. Für die Schaffung einer Primärstabilität gewinnt die Zementaugmentation bei nicht dislozierten Frakturen eine zunehmende Bedeutung hinsichtlich Schmerzreduktion und damit möglich werdenden Mobilisierung.

Fragilitätsfrakturen des Os sacrum (FFS), Synonym: Insuffizienzfrakturen des Sakrums, allein oder in Kombination mit „fragility fractures of the pelvis“ (FFP) werden in letzter Zeit immer häufiger detektiert, wobei aufgrund der steigenden Lebenserwartung die Inzidenz weiter zunehmen wird [23, 42]. Für die FFS wird eine Inzidenz von ca. 2–5 % vermutet, bei Patientinnen > 80 Jahre noch deutlich höher [18, 44], wobei genaue Zahlen nicht vorliegen. Als wichtigste Risikofaktoren gelten das weibliche Geschlecht [24], das Alter > 70 Jahre und eine vorhandene Osteoporose [8, 48]. Für FFP konnte gezeigt werden, dass bei ca. 80 % der Patientinnen zusätzlich ein Vitamin-D-Mangel vorlag [11, 32]. Aufgrund einer Veränderung der Wirbelsäulenbiomechanik nach lumbosakraler Fusion stellt die FFS eine zunehmende Komplikation dar [21]. Eine Radiochemotherapie bei Tumoren im kleinen Becken ist dosisabhängig ein weiterer unabhängiger Risikofaktor für das Auftreten von FFS [33].

Die Standardtherapie der FFS ist bisher eine konservative Behandlung mit Bettruhe und adjuvanter medikamentöser Schmerztherapie, gefolgt von Mobilisierung im Gehwagen oder an Unterarmgehstützen mit schmerzadaptierter Belastung [9]. Problematisch bei der konservativen Therapie ist das erhöhte Risiko von Komplikationen, wie tiefen Venenthrombosen, konsekutiven Lungenarterienembolien, Pneumonien, Dekubitalgeschwüren, Depressionen, des Weiteren kommt es durch die Immobilisierung zu einem fortschreitenden Muskel- und Knochenabbau [9, 29]. Die Ausbildung einer Pseudarthrose mit persistierenden Beschwerden ist ein weiteres Problem des konservativen Vorgehens [29]. Bei Patientinnen mit starken, invalidisierenden Schmerzen ist die Mortalitätsrate unter der konservativen Therapie inakzeptabel hoch [4].

Als alternative minimal-invasive Behandlungsform bietet sich die Einbringung von Zement über Hohlnadeln analog der Vertebroplastie an, diese Technik wurde mit gutem Erfolg erstmals von Garant 2002 durchgeführt [17]. Eine rasche und weitestgehende Schmerzreduktion konnte mit diesem Verfahren mit zunehmender Erfahrung nachgewiesen werden [20], wobei als Komplikation nicht immer sym-

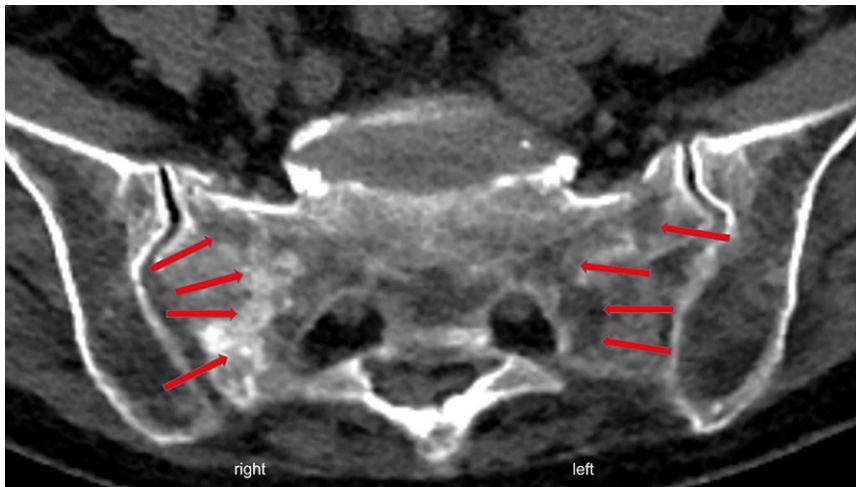


Abb. 1 ▲ Im axialen CT-Schnittbild Darstellung einer unterschiedlich alten, bilateralen FFS mit deutlicher Sklerosierung in der Frakturzone rechts und ohne Umbaureaktionen in der Frakturzone links (Pfeile)

ptomlose Leckagen vorkommen können [10].

Als chirurgische Behandlungsoption steht die Osteosynthese mit unterschiedlichen Techniken zur Verfügung [36, 43], als häufigste Methode kommt die perkutane, transiliakale Verschraubung zum Einsatz [36, 43, 47].

Ziel der retrospektiven Untersuchung bei PatientInnen mit FFS war die Erfassung von vorhandenen Risikofaktoren unter besonderer Berücksichtigung eines möglichen Vitamin-D-Mangels und einer vorhandenen Osteoporose sowie des klinischen Benefits nach ZSP.

PatientInnen und Methoden

Die PatientInnen wurden aus vier Zentren (Nr. 2, 3, 5 und 6 der Autorenadressen) rekrutiert und interventionell mittels ZSP im Zentrum 6 behandelt.

Ausgeschlossen wurden PatientInnen mit Verläufen nach einem Hochenergie-trauma sowie mit tumorbedingten ossären Destruktionen oder pathologischen Frakturen. Retrospektiv wurden 68 PatientInnen (64 Frauen, 4 Männer) mit stattgehabten FFS nachuntersucht.

Es erfolgte eine Einteilung der Frakturen nach Denis et al. [14] und nach der Klassifikation der „fragility fractures of the pelvis“ (FFP) nach Rommens und Hofmann [40] anhand von CT- (axiale Schichtdicke von 2 mm durchs Becken mit einer auf das Sakrum koronar angulierten reformierten

Schichtdicke von 1 und 2 mm, jeweils dokumentiert im Knochen- und Weichteilfenster) und MRT-Schnittbildern (axiale und sagittale T1- und T2-gewichtete 4-mm-Schnittbilder durchs Becken sowie auf das Sakrum koronar angulierte STIR-Sequenz mit einer Schichtdicke von 2,8 mm).

Bei allen PatientInnen wurden eine Osteodensitometrie mittels QCT (GE Revolution EVO/64 Zeilen CT, Wauwatosa, WI, USA, sowie Mindways Software 3D Volumetric QCT Spine, Austin, Tx, USA) im LWS-Bereich durchgeführt.

Unter Berücksichtigung von Anamnese und Röntgenaufnahmen wurden Begleiterkrankungen sowie zentrale und periphere Frakturen miterfasst. Der Vitamin-D-Spiegel wurde zu den üblichen Laborwerten zusätzlich mitbestimmt. Ein eventuell vorhandener Vitamin-D-Mangel wurde unmittelbar ausgeglichen und entsprechend der DVO-Leitlinie [45] als Dauermedikation fortgesetzt. Eine weiterführende medikamentöse antiosteoporotische, osteoanabole Therapie wurde empfohlen.

Als konservative Maßnahmen durchliefen die PatientInnen zunächst in Abhängigkeit von der Schmerzintensität eine Bettruhe, eine adjuvante medikamentöse Schmerztherapie nach dem WHO-Schema [27] sowie eine Mobilisierung mithilfe eines Gehwagens oder an Unterarmgehstützen mit schmerzadaptierter Belastung. Nach einem frustrierten 3-wöchigen Verlauf mit weiterhin bestehenden immobilisierenden Schmerzen >5 auf der VAS

erfolgte nach einer interdisziplinären Fallkonferenz die Zuweisung zur ZSP [5]. Die Zementaugmentation erfolgte CT-gesteuert mit einem Low-Dose-Programm. Mögliche Zementleckagen wurden mittels CT-Schnittbildgebung (kraniokaudale Spirale mit einer Schichtdicke von 0,625 mm und einer 2 mm axialen, 1 mm angulierten koronaren und 1 mm sagittalen Reformation) am ersten postoperativen Tag detektiert. Jeder Zement außerhalb der kortikalen Begrenzung des Os sacrum, einschließlich der Neuroforamina, wurde als Leckage gewertet.

In Abhängigkeit der Klinik wurden die PatientInnen dann nach 4–6 Tagen in die frührehabilitative Komplextherapie verlegt oder nach Hause in die ambulante Weiterbehandlung entlassen.

Im weiteren Verlauf wurden dann über 24 Monaten die Schmerzentwicklung mittels VAS, die Selbstständigkeit mittels einem modifizierten Hamburger-Barthel-Index (HBI, ■ Tab. 1; [30]), die Komplikationen einschließlich Tod und die PatientInnenzufriedenheit dokumentiert.

Statistik

Die statistische Analyse der Ergebnisse wurde mit der Prism 8 Software (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA, USA) durchgeführt. Der Students-t-Test wurde zum Mittelwertvergleich zwischen zwei Gruppen (KMG- oder Vitamin-D-Werte zwischen PatientInnen mit einer unilateralen und bilateralen Fraktur) herangezogen. Gleichzeitig wurden die Effektstärken nach Cohen berechnet und Werte <0,5 als kleiner, zwischen 0,5 und 0,8 als mittlerer sowie >0,8 als großer Effekt angenommen. Die statistische Signifikanz wurde mit $p < 0,05$, hoch signifikant = $p < 0,005$ und sehr hoch signifikant = $p < 0,0005$ gekennzeichnet.

Ethik

Die nachfolgende retrospektive, multizentrische, klinische Untersuchung wurde durch die zuständige regionale Ethikkommission der Universitätsmedizin Rostock geprüft und genehmigt (Nr. A 2020-0015).

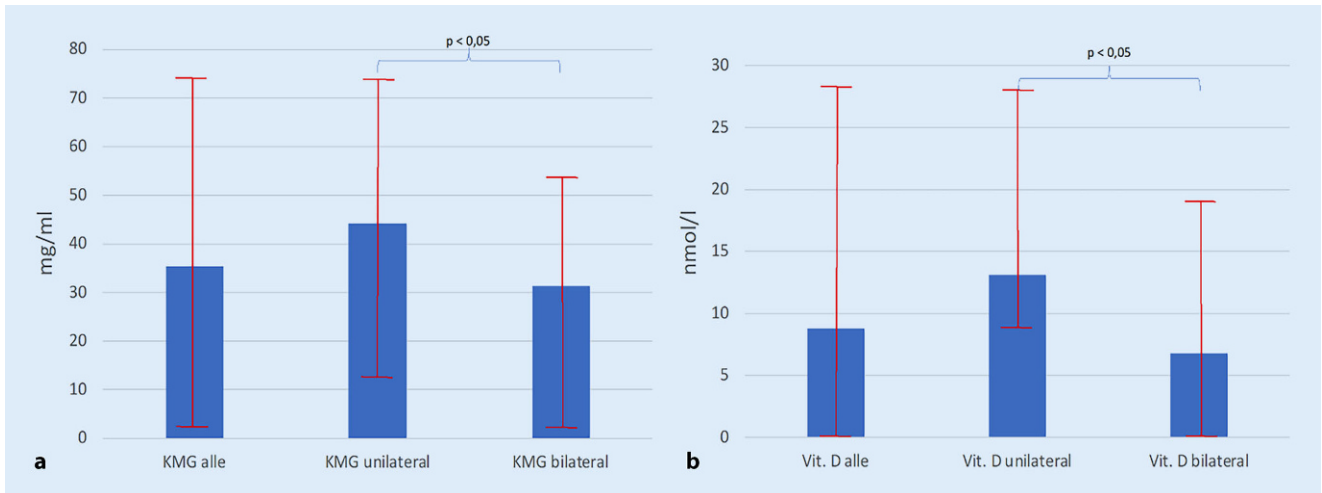


Abb. 2 ▲ a Gegenüberstellung der Knochenmineralgehalts-Werte (KMG-Werte) der LWS für alle, unilaterale und bilaterale FFS (Fragilitätsfrakturen des Sakrums). PatientInnen mit bilateralen FFS hatten signifikant die niedrigsten KMG-Werte am Achsenskelett. Der KMG liegt insgesamt unter 80 mg/ml und damit im osteoporotischen Bereich [15]. Die KMG-Mittelwerte liegen deutlich unter 60 mg/ml, dieses geht einher mit einem erhöhten Frakturrisiko am Achsenskelett [2]. **b** Gegenüberstellung der Vitamin-D-Werte für alle, unilaterale und bilaterale FFS. Bei allen PatientInnen lag ein Vitamin-D-Mangel mit Werten deutlich unter 50 nmol/l vor. PatientInnen mit bilateralen FFS hatten signifikant die niedrigsten Vitamin-D-Werte

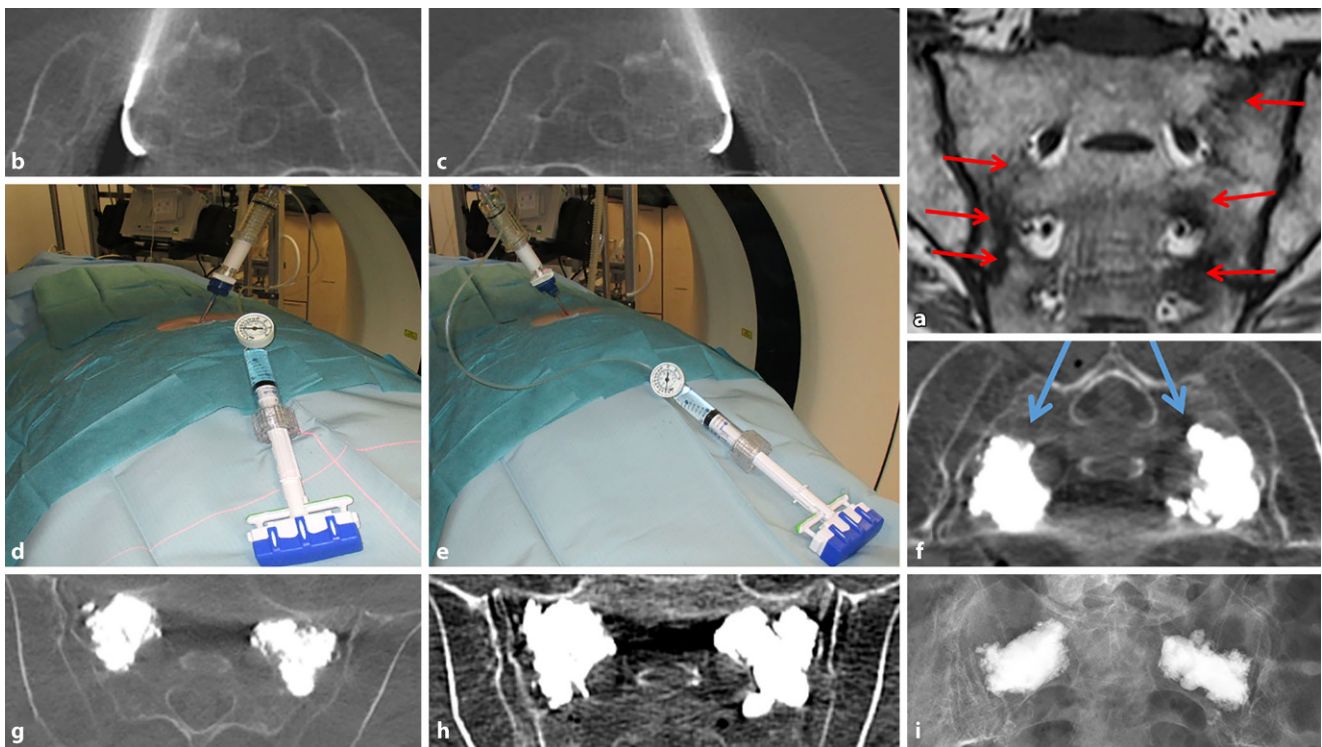


Abb. 3 ▲ Ein Beispiel für eine Zementsakroplastie. **a** Abbildung (koronar anguliertes T1-gewichtetes MRT-Schnittbild des Sakrums) einer bilateralen nichtdislozierten FFS (Fragilitätsfrakturen des Sakrums, rechts Denis-Typ 1 und links Denis-Typ 1–2 Frakturzone, Markierung durch rote Pfeile), entsprechend einer FFP (Fragilitätsfraktur des Beckens) Typ IIa nach Rommens und Hofmann [40]. **b,c** Mit einem von dorsal eingebrachten flexiblen Osteotom erfolgte die Erweiterung des spongösen Raums in der Frakturzone. **d,e** Über eine liegende 11 G Hohlneedle erfolgte die Einbringung von hoch viskösem PMMA-Zement (StabiliT® MX Vertebral Augmentation System – DFINE/Merit Medical, StabiliT® Bone Cement – DFINE/Merit Medical, Jordan, UT, USA) diskontinuierlich mithilfe eines Druckmanometers unter „Low-dose“-CT-Kontrolle. Der Patient liegt hierbei im CT in Bauchlage. **f** Nach Entfernung des Nadelsystems Darstellung der eingebrachten Zementplomben in die Massa laterales des Os sacrum beidseits. Die benutzten Zugangswege über die sogenannte kurze Achse [3] sind mit blauen Pfeilen markiert. **g,h** In der Kontrolle am nächsten Tag zeigte sich im axialen und koronar angulierten CT-Schnittbild eine regelrecht liegende Zementplombe beidseits, eine Zementleckage konnte ausgeschlossen werden. **i** Abbildung der Zementplomben im konventionellen Röntgen

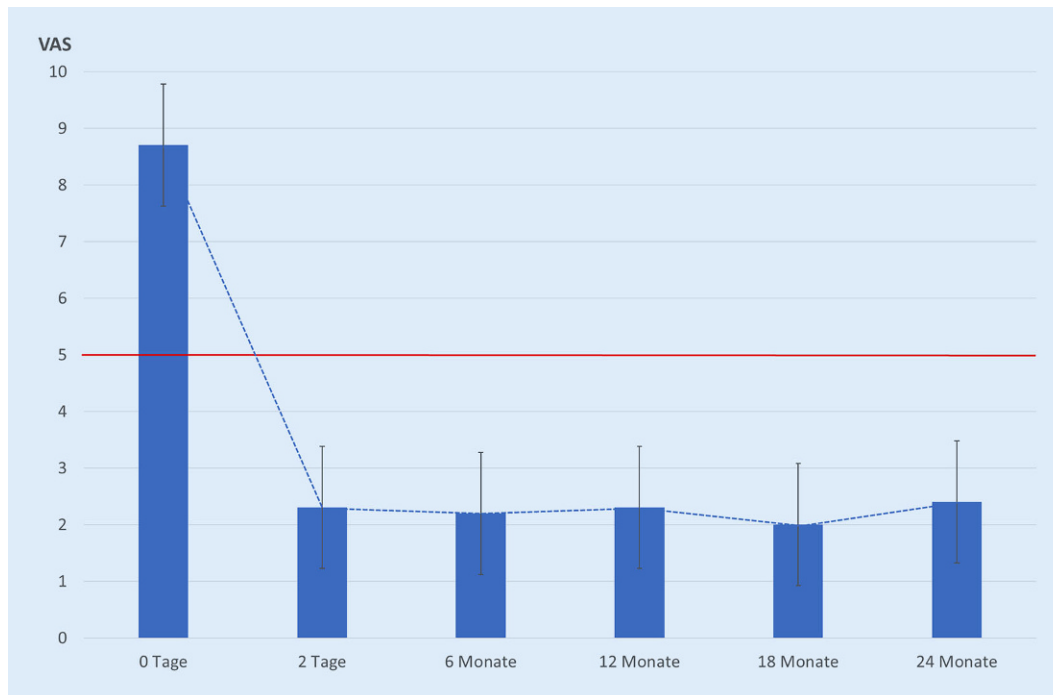


Abb. 4 ◀ Schmerzentwicklung der mittels Zementsakroplastie behandelten PatientInnen im zeitlichen Verlauf. Ein Schwellenwert für Schmerzen bei 5 Scorepunkten wurde in der Graphik durch eine durchgezogene horizontale Linie hervorgehoben. Alle PatientInnen zeigten eine signifikante ($p < 0,001$) Schmerzreduktion bereits am zweiten postinterventionellen Tag mit einem stabilen nachhaltigen Effekt im zeitlichen Verlauf über 24 Monate

Ergebnisse

PatientInnen

Das Alter der Frauen betrug \bar{x} 83,2 (72–99), das der Männer \bar{x} 77,8 (76–85) Jahre.

Frakturtypen und -häufigkeiten

Zu 43,7% fand sich eine Denis-Typ-1-, zu 4,2% eine Denis-Typ-2-, zu 0% eine Denis-Typ-3-, zu 43% eine Denis-Typ-1–2- und zu 9,1% eine Denis-Typ-1–2–3-Frakturzone. Es fand sich ein FFP-Typ-II a- bis -II c-Frakturgeschehen zu 88,2%, ein FFP-Typ-III c zu 7,4% sowie ein FFP-Typ-IV b zu 4,4%. Mit 68,8% fanden sich bilaterale FFS, somit lagen 115 einzelne FFS bei 68 PatientInnen vor. Als Hinweis für ein unterschiedliches Alter der FFS fanden sich bei den bilateralen Frakturen meist unterschiedlich stark ausgeprägte Ödeme und zum Teil seitendifferente Sklerosierungen im Bereich der Frakturzonen in der CT- (Abb. 1) und MRT-Bildgebung.

Knochenmineralgehalt und Vitamin D

Der KMG der LWS betrug im \bar{x} 35,4 (2–74) mg/ml für alle PatientInnen, bei

den unilateralen Frakturen \bar{x} 44,3 (12–74) mg/ml und bei den bilateralen Frakturen \bar{x} 31,3 (2–54) mg/ml (Abb. 2a). Der Vitamin-D-Wert lag für alle PatientInnen bei \bar{x} 8,8 (0–28) nmol/l $\hat{=}$ \bar{x} 4,93 (0–11,2) ng/ml, bei den unilateralen Frakturen bei \bar{x} 13,1 (8–28) nmol/l $\hat{=}$ \bar{x} 5,24 (3,2–11,2) ng/ml und bei den bilateralen Frakturen bei \bar{x} 6,8 (0–18) nmol/l $\hat{=}$ \bar{x} 2,72 (0–7,2) ng/ml, (Abb. 2b). Die Unterschiede zwischen den unilateralen und bilateralen Frakturen sind für die Knochenmineralgehalts- und Vitamin-D-Werte signifikant ($p < 0,05$).

Zementsakroplastie

Nach einem konservativen Behandlungsversuch lagen die Schmerzen der zur ZSP zugewiesenen, nicht zu mobilisierenden PatientInnen bei $8,7 \pm 0,59$ Scorepunkten auf der VAS.

Bei allen PatientInnen ließ sich die ZSP technisch gut durchführen. Bei Vorliegen einer bilateralen Fraktur wurden diese in einer Sitzung versorgt. Pro Fraktur wurden im \bar{x} 6 (3–10) ml PMMA eingebracht. Eine Zementleckage fand sich bei 6 von 68 (8,8%) PatientInnen, keine der Leckagen war symptomatisch. Ein Beispiel für eine ZSP ist in Abb. 3 illustriert. Zwei Tage nach Zementaugmentation

zeigten die PatientInnen eine schnelle und signifikante ($p < 0,001$, Effektstärke $> 0,8$) Schmerzreduktion (Abb. 4), welche rasch eine Mobilisierung ermöglichte und zu einer nachhaltigen klinischen Verbesserung führte (Abb. 5). Die PatientInnenzufriedenheit war nach der ZSP durchweg gut (Tab. 2).

Komplikationen und Mortalität

Während des stationären Aufenthaltes kam es zu keinem Todesfall. Eine postinterventionell bedingte Blutung oder Infektion konnte für alle PatientInnen ausgeschlossen werden. Durch einen Sturz in häuslicher Umgebung erlitten 2 PatientInnen eine Schenkelhalsfraktur, 4 PatientInnen entwickelten eine zusätzliche Insuffizienzfraktur am Achsen skelett, eine erneute Beckenfraktur konnte nach klinischer Untersuchung im Verlauf von 24 Monaten verneint werden.

Zur Abschätzung der Selbstständigkeit erreichten die PatientInnen nach ZSP 83 ± 6 Scorepunkte am Ende von 24 Monaten auf dem HBI (Abb. 5). Es erreichten jedoch nur 23 von 68 (33,8%) der behandelten PatientInnen die körperliche Fitness wie vor dem Frakturereignis. Die Mortalität betrug nach 12 Monaten 8,4%, nach 18 Monaten 14,2% und nach

24 Monaten 20,5%. Ursächlich standen hier eine Pneumonie, tiefe Beinvenenthrombose mit konsekutiver Lungenarterienembolie, Urosepsis, Herzinsuffizienz/Herzinfarkt, Apoplex und Tumorleiden im Vordergrund.

Zusätzliches Krankheitsprofil

Bei 30 von 68 (44,1%) aller PatientInnen fand sich zu mindestens eine stattgehabte Sinterungsfraktur im Bereich der BWS und LWS. Weitere osteoporoseassoziierte Frakturen wie distale Radius-, proximale Humerus-, Schenkelhals-, Rippen- und Sternumfrakturen fanden sich anamnestisch bei 33 von 68 (48,5%) allen PatientInnen. Eine Hypokalzämie fand sich bei 35% und ein sekundärer Hyperparathyreoidismus bei 48% aller PatientInnen. Eine zusätzliche Lungenerkrankung fand sich bei 23,6%, eine kardiovaskuläre Erkrankung bei 45,2%, eine Hypertonie bei 77,1%, eine Niereninsuffizienz bei 34,2%, ein Diabetes mellitus Typ II bei 72,8%, eine pAVK bei 70,3% und eine Adipositas mit einem BMI von $> 30 \text{ kg/m}^2$ bei 60,2% aller PatientInnen. Ein unterschiedlich ausgeprägter Nikotinkonsum wurde von 48,3% aller PatientInnen angegeben.

Diskussion

Wie in anderen Arbeiten bestätigen sich in unserem PatientInnenkollektiv mit FFS als Risikofaktoren das fortgeschrittene Alter [23, 24, 42, 49], das weibliche Geschlecht [18, 24], ein schwerer Vitamin-D-Mangel [11, 32] und eine Osteoporose [4, 32], welches sich ausgeprägt auch im Os sacrum findet [49]. Andererseits ist eine FFS ein starker Indikator für das Vorliegen einer manifesten Osteoporose [41].

Die KMG-Werte der QCT-Messung am Achsenskelett lagen deutlich unterhalb der Schwelle zur Osteoporose von 80 mg/ml [15] und unterhalb der Schwelle von 60 mg/ml, wo das Frakturrisiko am Achsenskelett deutlich ansteigt [2], wobei sich mit durchschnittlich 31,3 mg/ml signifikant die niedrigsten Werte bei bilateralen FFS fanden. Die zusätzlichen Sinterungsfrakturen bei 44,1% aller PatientInnen am Achsenskelett und Frakturen bei 48,5% aller PatientInnen im peripheren Skelettbereich untermauern das Vorliegen einer

Hier steht eine Anzeige.



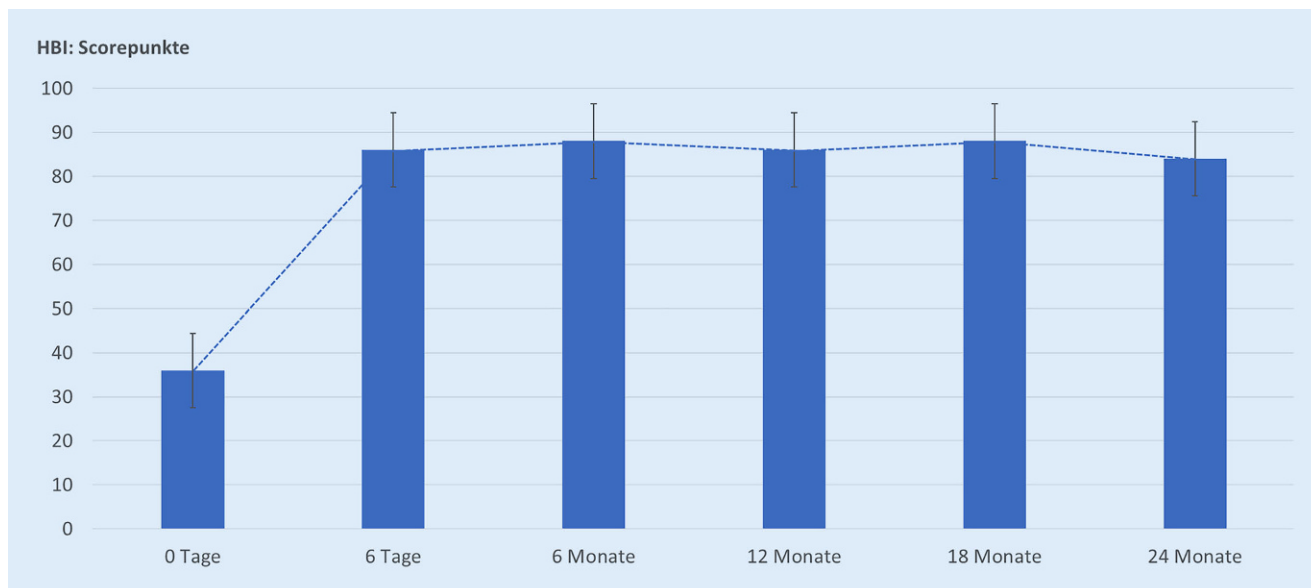


Abb. 5 ▲ Entwicklung der Selbstständigkeit anhand des *HBI* (Hamburger-Barthel-Index) der mittels Zementsakroplastie behandelten PatientInnen. Der durchschnittliche HBI betrug von allen PatientInnen in der Ausgangssituation 37 ± 6 und nach 24 Monaten 83 ± 6 . Nach 6 Tagen zeigte sich eine signifikante ($p < 0,001$) Verbesserung mit einem nachhaltigen Effekt über 24 Monate

Tab. 2 Benefit nach ZSP	
Schmerzurückgang	Schnell, gut und nachhaltig
Entwicklung der Selbstständigkeit	Deutlich und nachhaltig
Subjektive Zufriedenheit	Sehr gut nach der ZSP, gut im Verlauf

schweren, klinisch manifesten Osteoporose in unserem PatientInnenkollektiv. Das Ausmaß des niedrigen KMG und des Vitamin-D-Mangels korrelierte mit der Schwere der Frakturmorphologie im Os sacrum (Abb. 2a, b). Die Fraktorentwicklung stellt hierbei einen dynamischen Prozess dar, wobei bilaterale FFS eine zunehmende Instabilität entwickeln können [34], welches dann bei zunehmender Dislokation kurzfristig eine Osteosynthese notwendig macht [22, 36, 40].

Die Anzahl und prozentuale Verteilung von zusätzlichen Begleiterkrankungen werden in ähnlicher Weise auch von Maier et al. [32] gefunden.

Bei nicht dislozierten FFS lässt sich mittels ZSP durch die Einbringung einer PMMA-Zementplombe in die entsprechende Frakturzone eine lokal erhöhte Stabilisierung [1] und damit Minimierung von Mikrobewegungen erreichen, welches zu einer signifikanten Schmerzreduktion führt [5, 7, 20, 46]. Auch bei

unseren PatientInnen kam es zu einer schnellen und signifikanten Schmerzreduktion (Abb. 4) mit einer schnell eintretenden, deutlichen Verbesserung der Selbstständigkeit (Abb. 5) und guten PatientInnenzufriedenheit (Tab. 2). Die schnelle, signifikante und nachhaltige Schmerzreduktion ist der größte Nutzen für die PatientInnen nach einer ZSP. Von vielen Arbeitsgruppen wurde dieses gefunden [5–7, 17, 20, 28, 46] und durch vergleichbare Ergebnisse in Multicenterstudien [16, 26], systematischen Reviews sowie Metaanalysen untermauert [7, 12, 13, 31, 48].

Die Mortalitätsraten liegen für unsere PatientInnen nach einer ZSP mit 8,4% nach 12 Monaten deutlich niedriger im Vergleich zu PatientInnengruppen nach einer konservativen Therapie, wobei Raten von 17,5–23,5% beschrieben werden [4, 32, 38], genaue Vergleichswerte zwischen konservativer und interventioneller Therapie liegen für einen Zeitraum von 18 bzw. 24 Monaten nicht vor.

Zur Minimierung von PMMA-Zementleckagen [10] sind eine genaue Kenntnis der Sakrumanatomie, der Frakturmorphologie und möglichen Instabilität [14, 40], eine gute Bildgebung bei der Zementeinbringung [39], eine exakte Planung der möglichen Zugangswege [3, 35],

ein Wissen über eine optimal einzubringende Zementmenge sowie dem Verhalten von möglichst hochviskosen Zementen [5, 35] und Erfahrung im Umgang mit osteoplastischen Verfahren, wozu die ZSP gehört (Abb. 3; [5]), zwingend nötig. Im Gegensatz zur konventionellen Vertebroplastietechnik [10] ist die ZSP [5] zur Vermeidung von Leckagen das sichere Verfahren.

Nach der Intervention ist es weiter notwendig, die vorhandene Osteoporose zu behandeln und eine Frakturheilung medikamentös zu unterstützen, wobei eine osteoanabole Medikation [37, 50] gewählt werden sollte. Dieses beinhaltet auch einen entsprechenden Ausgleich des schweren Vitamin-D-Mangels [19]. Eine zusätzliche Physiotherapie kann einer weiteren Verschlechterung des muskuloskeletalen Systems entgegenwirken [25].

Limitationen

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Untersuchung. Es gibt keine direkte konservative oder chirurgische Vergleichsgruppe zur durchgeführten ZSP-Gruppe.

Fazit für die Praxis

- Eine Vitamin-D-Substitution und antiosteoporotische Medikation sind notwendig, unabhängig ob eine konservative, interventionelle oder osteosynthetische Therapie der FFS (Fragilitätsfrakturen des Sakrums) erfolgt.
- Vorzugsweise sollte zur beschleunigten Frakturheilung eine osteoanabole Medikation gewählt werden.
- PatientInnen mit nicht dislozierten FFS und frustriertem konservativen Therapieversuch profitieren von einer anschließenden Zementsakroplastie schnell und nachhaltig.

Korrespondenzadresse

Dr. med. univ. Julian Ramin Andresen
Medizinische Fakultät, Sigmund Freud
Privatuniversität
Freudplatz 3, 1020 Wien, Österreich
sfu@ramin-andresen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. J. R. Andresen, S. Radmer, A. Prokop, G. Schröder, H.-C. Schober und R. Andresen geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethikkommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Die nachfolgende retrospektive, multizentrische, klinische Untersuchung wurde durch die zuständige regionale Ethikkommission der Universitätsmedizin Rostock geprüft und genehmigt (Nr. A 2020-0015).

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Anderson DE, Cotton JR (2007) Mechanical analysis of percutaneous sacroplasty using CT image based finite element models. *Med Eng Phys* 29(3):316–325. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2006.03.008>
2. Andresen R, Radmer S, Banzer D (1998) Bone mineral density and spongiosa architecture in correlation to vertebral body insufficiency fractures. *Acta Radiol* 39(5):538–542. <https://doi.org/10.1080/02841859809172221>
3. Andresen R, Radmer S, Kamusella P, Wissgott C, Banzer J, Schober HC (2012) Treatment of Denis 1, 2 and 3 insufficiency fracture zones of the os sacrum. Individual approaches adapted to the course of the fracture in CT-assisted balloon sacroplasty. *Osteologie* 21(3):168–173. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1621680>
4. Andresen R, Radmer S, Lüdtkke CW, Kamusella P, Görmez M, Wissgott C, Schober HC (2015) Vergleich von konservativer Therapie vs. CT-gesteuerter Ballonsakroplastie bei der Behandlung von Insuffizienzfrakturen des Os sacrum. *Osteologie* 24(2):92–98. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1622046>
5. Andresen R, Radmer S, Wollny M, Andresen JR, Nissen U, Schober HC (2017) CT-guided cement sacroplasty (CSP) as pain therapy in non-dislocated insufficiency fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 27(8):1045–1050. <https://doi.org/10.1007/s00590-017-2001-1>
6. Andresen R, Radmer S, Wollny M, Andresen JR, Nissen U, Schober HC (2018) CT-gesteuerte Ballonsakroplastie (BSP), Radiofrequenzakroplastie (RFS), Vertebroakroplastie (VSP) und Zementsakroplastie (ZSP) bei nichtdislozierten Insuffizienzfrakturen – ein Methodenvergleich hinsichtlich Outcome, Kosten und Rückerstattung. *Wirbelsäule* 2(1):75–84. <https://doi.org/10.1055/s-0043-117920>
7. Andresen JR, Radmer S, Prokop A, Wollny M, Nissen U, Schober HC, Andresen R (2021) Diagnostik und Behandlung von sacralen Insuffizienzfrakturen unter besonderer Berücksichtigung der Zementaugmentationsverfahren – eine Übersicht. *Osteologie* 30(2):163–172. <https://doi.org/10.1055/a-1154-9185>
8. Andrich S, Haastert B, Neuhaus E, Neidert K, Arend W, Ohmann C, Grebe J, Vogt A, Jungbluth P, Rösler G, Windolf J, Icks A (2015) Epidemiology of pelvic fractures in Germany: Considerably high incidence rates among older people. *PLoS ONE* 10:e139078. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139078>
9. Babayev M, Lachmann E, Nagler W (2000) The controversy surrounding sacral insufficiency fractures: to ambulate or not to ambulate? *Am J Phys Med Rehabil* 79(4):404–409. <https://doi.org/10.1097/00002060-200007000-00014>
10. Bastian JD, Keel MJ, Heini PF, Seidel U, Benneker LM (2012) Complications related to cement leakage in sacroplasty. *Acta Orthop Belg* 78(1):100–105
11. Breuil V, Roux CH, Testa J, Albert C, Chassang M, Brocq O, Euller-Ziegler L (2008) Outcome of osteoporotic pelvic fractures: an underestimated severity. Survey of 60 cases. *Joint Bone Spine* 75(5):585–588. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2008.01.024>
12. Chandra V, Wajswol E, Shukla P, Contractor S, Kumar A (2019) Safety and efficacy of sacroplasty for sacral fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Vasc Interv Radiol* 30(11):1845–1854. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2019.06.013>
13. Chang S, Doshi AH, Gibbs WN, Finkelstein M, Deutsch J, De Leacy RA (2021) Sacral augmentation: comprehensive review. In: Khan M, Kushchayev SV, Faro SH (Hrsg) *Image guided interventions of the spine*. Springer, Cham https://doi.org/10.1007/978-3-030-80079-6_8
14. Denis F, Davis S, Comfort T (1988) Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases. *Clin Orthop Relat Res* 227:67–81
15. Engelke K, Adams JE, Ambrecht G, Augat P, Bogado CE, Bouxsein ML, Felsenberg D, Ito M, Prevrhal S, Hans DB, Lewiecki EM (2008) Clinical use of quantitative computed tomography and peripheral quantitative computed tomography in the management of osteoporosis in adults: the 2007 ISCD Official Positions. *J Clin Densitom* 11(1):123–162. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2007.12.010>
16. Frey ME, Depalma MJ, Cifu DX, Bhagia SM, Carne W, Daitch JS (2008) Percutaneous sacroplasty for osteoporotic sacral insufficiency fractures: a prospective, multicenter, observational pilot study. *Spine J* 8(2):367–373. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2007.05.011>
17. Garant M (2002) Sacroplasty: a new treatment for sacral insufficiency fracture. *J Vasc Interv Radiol* 13(12):1265–1267. [https://doi.org/10.1016/s1051-0443\(07\)61976-9](https://doi.org/10.1016/s1051-0443(07)61976-9)
18. Grasland A, Pouchot J, Mathieu A, Paycha F, Vinceneux P (1996) Sacral insufficiency fractures: an easily overlooked cause of back pain in elderly women. *Arch Intern Med* 156(6):668–674. <https://doi.org/10.1001/archinte.156.6.668>
19. Han J, Cho Y, Jee S, Jo S (2020) Vitamin D levels in patients with low-energy hip fractures. *Hip Pelvis* 32(4):192–198. <https://doi.org/10.5371/hp.2020.32.4.192>
20. Heo DH, Park CK (2017) Percutaneous sacroplasty for non-neoplastic osteoporotic sacral insufficiency fractures. *Pain Phys* 20(2):89–94
21. Holderread BM, Shin CP, Syed IY, Avramis I, Rizkalla JM (2022) Sacral insufficiency fracture after lumbosacral decompression and fusion. *Proc (Bayl Univ Med Cent)* 35(4):451–454. <https://doi.org/10.1080/08998280.2022.2058832>
22. Josten C, Höch A (2017) Sakruminsuffizienzfrakturen: operativ/konservativ – Pro: Warum Sakruminsuffizienzfrakturen operativ versorgt werden sollten. *Die Wirbelsäule* 01(01):31–40. <https://doi.org/10.1055/s-0043-102810>
23. Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Parkkari J, Järvinen M (2000) Epidemiology of osteoporotic pelvic fractures in elderly people in Finland: sharp increase in 1970–1997 and alarming projections for the new millennium. *Osteoporos Int* 11(5):443–448. <https://doi.org/10.1007/s001980070112>
24. Kannus P, Palvanen M, Parkkari J, Niemi S, Järvinen M (2005) Osteoporotic pelvic fractures in elderly women. *Osteoporos Int* 16(10):1304–1305. <https://doi.org/10.1007/s00198-005-1941-1>
25. Kemmler W, Kohl M, Engelke K, von Stengel S (2019) Körperliches Training zur Frakturprophylaxe des älteren Menschen. *Osteologie* 28(3):192–201. <https://doi.org/10.1055/a-0945-1376>
26. Kortman K, Ortiz O, Miller T, Brook A, Tutton S, Mathis J, Georgy B (2013) Multicenter study to assess the efficacy and safety of sacroplasty in patients with osteoporotic sacral insufficiency fractures or pathologic sacral lesions. *J Neurointerv Surg* 5(5):461–466. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2012-010347>
27. Kumle B, Wilke P, Koppert W, Kumle K, Gries A (2013) Schmerztherapie in der Notfallmedizin. *Fokus*

- Notaufnahme. *Anaesthesist* 62(11):902–908. <https://doi.org/10.1007/s00101-013-2247-x>
28. Lee J, Lee E, Lee JW, Kang Y, Ahn JM, Kang HS (2020) Percutaneous sacroplasty: Effectiveness and long-term outcome predictors. *J Korean Neurosurg Soc* 63(6):747–756. <https://doi.org/10.3340/jkns.2020.0014>
29. Lin JT, Lane JM (2003) Sacral stress fractures. *J Womens Health* 12(9):879–888. <https://doi.org/10.1089/15409903770948104>
30. Lübke N, Meinck M, Von Renteln-Kruse W (2004) Der Barthel-Index in der Geriatrie. Eine Kontextanalyse zum Hamburger Einstufungsmanual. *Z Gerontol Geriatr* 37(4):316–326. <https://doi.org/10.1007/s00391-004-0233-2>
31. Mahmood B, Pasternack J, Razi A, Saleh A (2019) Safety and efficacy of percutaneous sacroplasty for treatment of sacral insufficiency fractures: a systematic review. *J Spine Surg* 5(3):365–371. <https://doi.org/10.21037/jss.2019.06.05>
32. Maier GS, Kolbow K, Lazovic D, Horas K, Roth KE, Seeger JB, Maus U (2016) Risk factors for pelvic insufficiency fractures and outcome after conservative therapy. *Arch Gerontol Geriatr* 67:80–85. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.06.020>
33. Mathew JM, Kumar A, Puthiyedath N (2022) Sacral insufficiency fracture after treatment for cervical cancer. *Lancet Oncol* 23(7):e359. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(22\)00275-3](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(22)00275-3)
34. Mendel T, Ullrich BW, Hofmann GO, Schenk P, Goehre F, Schwan S, Klauke F (2021) Progressive instability of bilateral sacral fragility fractures in osteoporotic bone: a retrospective analysis of X-ray, CT, and MRI datasets from 78 cases. *Eur J Trauma Emerg Surg* 47(1):11–19. <https://doi.org/10.1007/s00068-020-01480-4>
35. Miller JW, Diani A, Docsa S, Ashton K, Sciamanna M (2017) Sacroplasty procedural extravasation with high viscosity bone cement: comparing the intraoperative long-axis versus short-axis techniques in osteoporotic cadavers. *J Neurointerv Surg* 9(9):899–904. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2016-012442>
36. Oberkircher L, Ruchholtz S, Rommens PM, Hofmann A, Bücking B, Krüger A (2018) Osteoporotic pelvic fractures. *Dtsch Arztebl Int* 115(5):70–80. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0070>
37. Paik J, Scott LJ (2020) Romosozumab: a review in postmenopausal osteoporosis. *Drugs Aging* 37(11):845–855. <https://doi.org/10.1007/s40266-020-00793-8>
38. Park JW, Park SM, Lee HJ, Lee CK, Chang BS, Kim H (2017) Mortality following benign sacral insufficiency fracture and associated risk factors. *Arch Osteoporos* 2(1):100. <https://doi.org/10.1007/s11657-017-0395-3>
39. Prokop A, Andresen R, Chmielnicki M (2016) Ballonsakroplastie: C-Bogen-kontrolliert oder CT-gesteuert? : Erfahrungen bei 46 Patienten. *Unfallchirurg* 119(11):929–935. <https://doi.org/10.1007/s00113-015-2738-0>
40. Rommens PM, Hofmann A (2013) Comprehensive classification of fragility fractures of the pelvic ring: recommendations for surgical treatment. *Injury* 44(12):1733–1744. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2013.06.023>
41. Rommens PM, Drees P, Thomszyk S, Betz U, Wagner D, Hofmann A (2018) Die Fragilitätsfraktur des Beckens ist eine Indikatorfraktur der Osteoporose. *Osteologie* 27(03):144–153. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1673536>

Sacral fragility fractures: risk factors and outcomes after cement sacroplasty

Background: The objective of the present study on patients with fragility fractures of the sacrum (FFS) was to assess existing risk factors and clinical outcomes after cement sacroplasty (CSP).

Patients and methods: 68 patients (64 women, 4 men) with previous FFS were followed up retrospectively. CT and MRI images were used to classify fractures according to Denis et al. and Rommens and Hofmann. Bone mineral content was determined by QCT in all patients. Concomitant diseases as well as central and peripheral fractures were recorded, considering the patient's medical history and X-ray images. Vitamin D levels were also determined. If conservative therapy was unsuccessful, CSP was performed. The results were documented on the basis of pain development, physical independence, patient satisfaction, complication rate and mortality.

Results: The age of the women in the study was $\bar{0}$ 83.2 (72–99) and that of the men $\bar{0}$ 77.8 (76–85) years. 42.4% had a Denis type 1, 4.2% a Denis type 2, 0% a Denis type 3, 43.3% a Denis type 1–2 and 10.1% a Denis type 1–2–3 fracture zone. FFP type II a to II c fractures were found in 88.2%, FFP type III c in 7.4% and FFP type IV b in 4.4%. Bilateral FFS were found in 68.8%. The average bone mineral content (BMC) was 35.4 (2–74) mg/ml, and the average vitamin D value was 8.8 (0–28) nmol/l. Other osteoporosis-associated fractures were found in around 50% of the patients. After CSP, patients showed a rapid and significant ($p < 0.001$) reduction in pain and sustained clinical improvement.

Conclusion: FFS fracture risk factors were found to be female gender, advanced age, existing osteoporosis and severe vitamin-D deficiency. Patients with non-displaced FFS who could not be mobilised due to pain experienced sustained benefit from CSP.

Keywords

Bone mineral density · Osteoporosis · Retrospective Study · Os sacrum · Vitamin D deficiency

42. Schindler OS, Watura R, Cobby M (2007) Sacral insufficiency fractures. *J Orthop Surg* 15(3):339–346. <https://doi.org/10.1177/230949900701500320>
43. Spiegel UJA, Schnake KJ, Ullrich B, Scheyerer MJ, Osterhoff G, Siekmann H (2021) Current minimally invasive surgical concepts for sacral insufficiency fractures. *Z Orthop Unfall*. <https://doi.org/10.1055/a-1498-2975>
44. Sudhir GKLK, Acharya S, Chahal R (2016) Sacral insufficiency fractures mimicking lumbar spine pathology. *Asian Spine J* 10(3):558–564. <https://doi.org/10.4184/asj.2016.10.3.558>
45. Thomasius F, Baum E, Bernecker P, Böcker W, Brabant T, Clarenz P, Demary W, Dimai HP, Engelbrecht M, Engelke K, Fratermann U, Grieser T, Gulich M, Hadji P, Henning J, Jehle PM, Kern PM, Kettler M, Klatt G, Kraenzlin M, Maus U, Meier C, Moser U, Müller D, Peichl P, Pfeifer M, Rintelen B, Rueger JM, Schober HC, Schöffel D, Schwarz H, Siggelkow H, Suhm N, Wiese KG, Wörtler K, Kurth AA (2018) DVO Leitlinie 2017 zur Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der Osteoporose bei postmenopausalen Frauen und Männern. *Osteologie* 27(3):154–160. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1673537>
46. Trouvin AP, Alcaix D, Somon T, Zarnitsky C (2012) Analgesic effect of sacroplasty in osteoporotic sacral fractures: a study of six cases. *Joint Bone Spine* 79(5):500–503. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2011.12.005>
47. Tsiroidis E, Upadhyay N, Gamie Z, Giannoudis PV (2007) Percutaneous screw fixation for insufficiency fractures: a review of three cases. *J Bone Joint Surg Br* 89(12):1650–1653. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.89B12.19058>
48. Urits I, Orhurhu V, Callan J, Maganty NV, Pousti S, Simopoulos T, Yazdi C, Kaye RJ, Eng LK, Kaye AD, Manchikanti L, Viswanath O (2020) Sacral insufficiency fractures: a review of risk factors, clinical presentation, and management. *Curr Pain Headache Rep* 24(3):1–9. <https://doi.org/10.1007/s11916-020-0848-z>
49. Wagner D, Hofmann A, Kamer L, Sawaguchi T, Richards RG, Noser H, Gruszka D, Rommens PM (2018) Fragility fractures of the sacrum occur in elderly patients with severe loss of sacral bone mass. *Arch Orthop Trauma Surg* 138(7):971–977. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-2938-5>
50. Yoo JI, Ha YC, Ryu HJ, Chang GW, Lee YK, Yoo MJ, Koo KH (2017) Teriparatide treatment in elderly patients with sacral insufficiency fracture. *J Clin Endocrinol Metab* 102(2):560–565. <https://doi.org/10.1210/jc.2016-3582>

Hier steht eine Anzeige.

