

Besonderheiten der Behandlung von immobilisationsbedingten Frakturen bei Querschnittgelähmten

■ Roland Thietje, Sven Hirschfeld, Gerhard Exner, Christian Jürgens

Zusammenfassung

Querschnittgelähmte Patienten entwickeln innerhalb der ersten zwei Jahre nach Eintritt der Lähmung eine Osteoporose, deren Ausmaß insbesondere vom Schweregrad der neurologischen Ausfälle bestimmt wird. Die Osteoporose unterscheidet sich sowohl hinsichtlich der Geschwindigkeit ihrer Entwicklung als auch hinsichtlich des Musters der betroffenen Körperteile grundsätzlich von anderen Osteoporoseformen. Die Potenz der Knochenbruchheilung ist prinzipiell ungestört. Das therapeutische Konzept hat sich neben rein traumatischen Aspekten nach dem gesamten medizinischen und sozioökonomischen Umfeld des Patienten zu richten. Gute Planung, gewebechonende Präparation und Rekonstruktion unter funktionellen Aspekten sowie großzügige Dimensionierung der Implantate sind der Schlüssel zur erfolgreichen operativen Behandlung von osteoporotischen Frakturen bei Querschnittgelähmten. Die medikamentösen präventiven und therapeutischen Ansätze der Osteoporosebehandlung haben bei Querschnittgelähmten bislang keine überzeugenden Erfolge gezeigt.

Special Features in the Management of Fractures due to Immobilisation in Paraplegic Patients

Within 2 years after the onset of a paraplegic condition patients can develop osteoporosis. The severity is particularly dependent on the neurological deficiencies suffered. This form of osteoporosis differs fundamentally from other forms in regard to both the speed of development and the pattern of body affliction. The healing of bone fractures is, in principle, not diminished. Apart from the pure aspects of trauma, therapy also requires attention to the general medical condition and social economic status of the patient. Careful planning, protective tissue preparation and functional reconstruction as well as a generous dimensioning of implants are the key to success for the treatment of osteoporosis-induced fractures in paraplegics. Preventive and therapeutic application of pharmaceuticals has so far not proved to be sufficiently beneficial in the treatment of paraplegic osteoporosis.

Einleitung

Die Inzidenz von Querschnittlähmungen beträgt in Deutschland ca. 3000 pro Jahr. Da sich seit Einführung querschnittlähmungsspezifischer Behandlungsmethoden die Lebenserwartung komplett gelähmter Patienten von durchschnittlich drei Monaten vor 70 Jahren auf nahezu

identische Werte im Vergleich zum Bevölkerungsdurchschnitt erhöht hat, kommt den lähmungsbedingten osteoporotischen Frakturen zunehmend Bedeutung zu.

Im Querschnittgelähmtenzentrum des BG-Unfallkrankenhauses wurden zwischen 1.1.1997 und 31.12.2005 56 Patienten notfallmäßig wegen einer osteoporotischen Fraktur stationär aufgenommen (Gesamtzahl der Wiederaufnahmen = 4161). Dieses Verhältnis deckt sich im

Wesentlichen mit den Daten anderer Zentren.

Was unterscheidet Ätiologie, Diagnostik und Therapie der osteoporotischen Frakturen Querschnittgelähmter von der „gewöhnlichen“ osteoporotischen Frakturen und was ergeben sich hieraus für Konsequenzen?

Pathophysiologische Besonderheiten der Osteoporoseentwicklung

Das Eintreten einer Querschnittlähmung führt zwangsläufig zu einer zumindest vorübergehenden Immobilisation der Patienten. Diese geht einher mit einer Freisetzung von Mineralien aus den Knochen und einer vermehrten Ausscheidung dieser Substanzen. Folglich bekommen alle querschnittgelähmten Patienten eine sekundäre Osteoporose, die sowohl den Kalksalzgehalt als auch die Knochenstruktur betroffen [1]. Das Ausmaß der Osteoporose wird beeinflusst durch Ausprägung der motorischen Funktionsstörungen, Alter, Geschlecht, Ernährung, Mobilitätsgrad und Ausmaß etwaig vorhandener Spastik [2].

Betrachtet man die spezifischen pathophysiologischen Mechanismen der Osteoporoseentwicklung nach Eintritt einer Querschnittlähmung, so finden sich Parallelen, aber auch erhebliche Unterschiede zur Ätiologie einer nicht lähmungsbedingten primären oder sekundären Osteoporose.

Zentrale Ursache der Osteoporoseentwicklung ist sicherlich die lähmungsbedingt eingeschränkte Aktivität. Da die durch täglichen Gebrauch erzielte Stabilität des Stützapparates nur noch eingeschränkt „genutzt“ wird, kommt es zu einer Verschiebung des Gleichgewichts der physiologischen Umbauvorgänge im Knochen, die gekennzeichnet sind durch einen permanenten Abbau und Anbau von Knochenstrukturen. Diese zeigen sich beispielhaft bei jedem heilenden Kno-

chenbruch, der mit osteolytischen Veränderungen im Frakturbereich beginnt und schließlich von Knochenneubildung abgelöst wird.

Laborchemisch sind die Demineralisierungsvorgänge gekennzeichnet durch erhöhte Kalziumwerte in Blut und Urin sowie durch Aktivierung humoraler Faktoren, die die osteoklastische Tätigkeit im Skelett stimulieren.

Weitere Faktoren, die die Osteoporoseentstehung begünstigen, sind Vasoregulationsstörungen, neurogene Einflüsse durch fehlende Rückmeldungen aus peripheren Nerven sowie eine allgemeine z. B. stressbedingte katabole Stoffwechselsituation.

Ein wesentlicher Unterschied zu anderen Osteoporoseformen ergibt sich aus dem zeitlichen Verlauf der Osteoporoseentwicklung. Diese beginnt nachweislich innerhalb von 1–6 Wochen nach Eintritt der Lähmung. Die Geschwindigkeit der Knochenumbauprozesse wird durch die lähmungsbedingte Öffnung peripherer Strombahnen, die auch für die Kreislaufproblematik in der spinalen Schocksituation verantwortlich ist, erklärt. Ein Abschluss des Entmineralisierungsprozesses ist im Mittel nach ca. 2 Jahren festzustellen [3]. Fortan besteht im Gegensatz zu progredienten Entwicklungen anderer Osteoporoseformen quasi ein Steady State.

Eine grundsätzliche Störung der Frakturheilungskompetenz besteht jedoch nicht.

Anatomische Besonderheiten

Die Entmineralisierung des Knochens betrifft in gleicher Weise wie bei anderen Formen der Osteoporose zuerst und überwiegend die subkortikalen spongiösen Knochenanteile. Wahrscheinlich ist dies auf den größeren Grundumsatz der permanenten physiologischen Knochenumbauvorgänge zurückzuführen. Histologische Unterschiede, die typisch für eine lähmungsbedingte Osteoporose sind, sind nicht bekannt.

Vergleicht man die primären Orte der Osteoporosemanifestation, ergeben sich bei der lähmungsbedingten Form jedoch auffällige Unterschiede, deren Gründe nur zum Teil geklärt sind.

Bei den bekannten Osteoporoseformen manifestiert sich diese primär im Bereich der unteren Lendenwirbelsäule. Diese Lo-

kalisierung ist so klassisch, dass sie zusammen mit dem Schenkelhals die definierten Messorte der Osteodensitometrie darstellen.

Bei der lähmungsbedingten Osteoporose ist das Achsen skelett jedoch typischerweise nicht betroffen. Dies gilt auch für tetraplegische Patienten. Das Phänomen wird als dissoziierte Demineralisation bezeichnet [4].

Die Ursache dieses Phänomens ist noch nicht abschließend geklärt. Ein Erklärungsansatz liegt darin, dass der Querschnittgelähmte keine oder nicht ausreichend innervierte Muskulatur besitzt, die die stabilisierende Funktion der umgebenden Weichteilsäule übernehmen könnte. Hieraus ergäbe sich eine besondere mechanische Belastung der Wirbelsäule.

Ein weiterer Aspekt hinsichtlich der dissoziierten Demineralisierung ist die Tatsache, dass die Osteoporoseentwicklung in besonderer Weise die kniegelenknahen Areale, also den körperfernen Femur bzw. das körpernahe Schienbein betreffen [5]. Hierbei handelt es sich um die klassischen Prädisloktionsorte für die Frakturen Querschnittgelähmter. Da die lähmungsbedingte Inaktivität nicht diese Regionen speziell betreffen kann, muss es andere Gründe geben. Wahrscheinlich sind die besonderen Durchblutungsverhältnisse dieser metaphysären Knochenabschnitte ursächlich [6].

Schließlich ist auf eine weitere Besonderheit der lähmungsbedingten Osteoporose hinzuweisen. Die Osteoporose manifestiert sich durchaus nicht allein als inaktivitätsbedingte Osteoporose unterhalb der Lähmungsgrenze, sondern vielmehr als generalisierte Demineralisierung auch oberhalb des Lähmungsniveaus. Auch wenn statistisch gesicherte Daten hierzu nicht vorliegen, entspricht es allgemeiner Erfahrung, dass sich dieses sogar am überproportional schlechten Zahnstatus der Betroffenen festmachen lässt.

Diagnostik osteoporotischer Frakturen bei Querschnittlähmung

Ein erheblicher Teil der Frakturen wird von den Patienten aufgrund der Lähmungssituation nicht bemerkt oder bei fehlenden funktionellen Beeinträchtigungen ignoriert. Oftmals fallen im Rahmen von Untersuchungen bereits verheilte Frakturen auf, wobei von den Patienten

häufig ein länger zurückliegendes Ereignis angegeben wird, bei dem möglicherweise der Bruch aufgetreten sei. Diese Ereignisse haben überwiegend Bagatellcharakter.

Manche Patienten, gerade sportlich aktive, bemerken die Fraktur durchaus, wissen aber aus eigener Erfahrung, dass die Verletzung ohne besondere Behandlung abheilen kann und begeben sich daher nicht in ärztliche Behandlung.

Der Befragung und der klinischen Untersuchung folgt als nächste Untersuchungsmethode die native Röntgenuntersuchung. Weiter gehende radiologische Untersuchungsverfahren wie CT und MRT sind oftmals verzichtbar, da Fissuren, Frakturen und Impressionen, die nativ röntgenologisch nicht erkennbar sind, nur selten Anlass sind für Ruhigstellung oder operative Stabilisierung gelähmter Extremitäten.

Die Technik der Osteodensitometrie spielt außerhalb wissenschaftlicher Untersuchungen nur eine untergeordnete Rolle, da wie oben dargelegt, jeder Querschnittgelähmte Patient eine Osteoporose hat.

Typische Mechanismen der Fraktur-entstehung sind der Sturz aus dem Rollstuhl und Drehbewegungen beim Anziehen, also Ereignisse, die bagatellartigen Charakter haben. Eine Ausnahme stellen hierbei die Sportunfälle dar. Weitere Unfallmechanismen sind missglückte Auto- oder Betttransfers.

Die statistische Aufbereitung unseres Patientengutes bestätigt die oben dargestellten Verhältnisse. 56 Patienten wurden zwischen 1.1.1997 und 31.12.2005 wegen Frakturen stationär aufgenommen. Fünf Patienten waren wegen Frakturen sogar zweimal in stationärer Behandlung. 94% aller Frakturen entstanden im Rahmen von so genannten Bagatelltraumen. Zweimal handelte es sich um Sportunfälle, einmal um einen Verkehrsunfall. Das Verhältnis von Männern zu Frauen betrug 3:1. Das Durchschnittsalter betrug 48,1 Jahre (17–93).

Die Frakturen betrafen nahezu ausschließlich die unteren Extremitäten. Frakturen des proximalen und distalen Femures bzw. Frakturen von Tibiakopf und Pilon machten 79% aller Frakturen aus. Seltene Frakturen betrafen das OSG, den Oberschenkelhals, Schienbein und Kniescheibe (Abb. 1). Die Frakturen traten im Durchschnitt 207 Monate nach

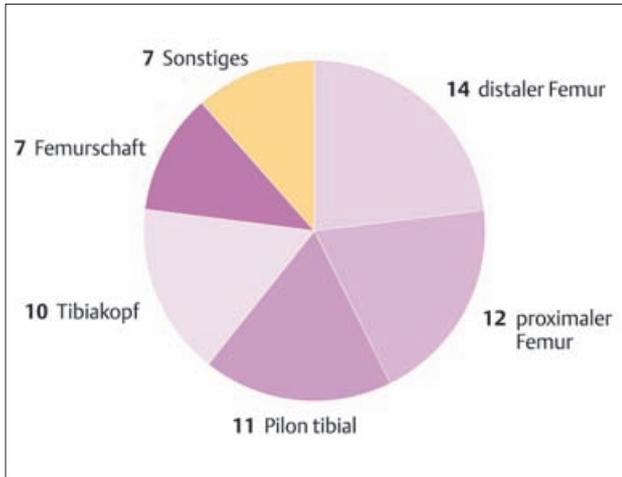


Abb. 1 Hauptlokalisationen osteoporotischer Frakturen bei Querschnittgelähmten.

Eintritt der Lähmung auf (11–510). Das Alter hatte statistisch für die OP-Indikation keine Relevanz. Zu drei Vierteln waren Patienten mit Lähmungsniveau in Höhe der BWS, also relativ mobile Paraplegiker betroffen. 73% der Patienten waren nach ASIA komplett gelähmt. 55% der Frakturen wurden osteosynthetisch, 45% konservativ behandelt. Alle Frakturen kamen zur Ausheilung, wobei in zwei operativ behandelten Fällen eine Reosteosynthese mit Spongiosaplastik erforderlich wurde.

Besondere Aspekte der Frakturbehandlung Querschnittgelähmter

In der Mitte des 19. Jahrhunderts wurde zufällig im Rahmen einer Jahrmarktsveranstaltung mit Lachgas die Möglichkeit der Schmerzbetäubung entdeckt. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden zwangsläufig nahezu alle Frakturen konservativ behandelt. Die Entwicklung moderner Narkoseverfahren und die hierdurch erst mögliche Entwicklung spezieller Operationstechniken hat zu einer entsprechenden Ausweitung der OP-Indikationen geführt, allerdings mit entsprechendem Erfahrungsverlust für die konservativen Behandlungsmöglichkeiten.

In Abhängigkeit vom Ausmaß und vom Niveau der Lähmung nehmen Querschnittgelähmte gerade unter dem Aspekt der Analgesie eine besondere Rolle ein.

Hieraus kann jedoch nicht abgeleitet werden, dass die Frakturbehandlung Querschnittgelähmter grundsätzlich konservativ ist.

Folgende Faktoren sind für die Therapieentscheidung von Bedeutung:

- Funktionelle Bedeutung der Extremität
- Mobilitätserhalt
- Beeinträchtigung der angrenzenden Gelenke
- Möglichkeit der äußeren Schienung
- Vermeidung sekundärer Druckschäden
- Allgemeinzustand des Patienten
- Aktivitätsgrad des Patienten
- Compliance des Patienten
- Pflegerische Situation in der Häuslichkeit
- Erfahrung des Arztes

Letztlich hat der Arzt in Absprache mit dem Patienten eine individuelle Entscheidung zu treffen, die möglichst für die gesamte Behandlungsdauer, d. h. insbesondere für den Zeitraum der sich der stationären Behandlungsphase anschließt, Tragkraft besitzen soll.

Für die operative Frakturversorgung sind bei Querschnittgelähmten folgende Aspekte besonders zu berücksichtigen:

- Trotz Osteoporose ist eine grundsätzliche Verlängerung der Ausheilungszeiten nicht festzustellen, es besteht eher eine Neigung zu überschießender Kallusbildung
- Entscheidend für die Knochenbruchheilung ist das Respektieren der knochenernährenden Strukturen
- Die Rekonstruktion von Gelenkflächen und Achsen erfolgt unter rein funktionellen Gesichtspunkten
- Aufgrund der Inaktivitätsosteoporose kann das gewählte Implantat kaum überdimensioniert sein

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Auswahl des richtigen therapeutischen Verfahrens eine umfassende Erfahrung in der Behandlung Querschnittgelähmter voraussetzt, da nicht nur operationstechnische Aspekte zu berücksichtigen sind, sondern vielmehr eine individuelle Lösung für die Situation des Patienten in seinem sozialen Umfeld zu erarbeiten ist. Auch mit konservativen Maßnahmen können in der Hand des Erfahrenen sehr gute Ergebnisse erzielt werden.

Aus traumatologischer Sicht sind für das Ausheilungsergebnis nicht Metallart, Hersteller und Winkelstabilität, sondern vielmehr gute Planung, schonende Weichteilbehandlung, Respektieren der ernährenden Strukturen, Rekonstruktion unter funktionellen Aspekten und ausreichende Dimensionierung der Implantate entscheidend.

In unserem Krankengut resultieren die Misserfolge überwiegend auf einer Unterdimensionierung der eingebrachten Implantate. Dies gilt insbesondere für Fälle, die uns nach operativer Versorgung aus einem Krankenhaus mit wenig Erfahrungen in der Behandlung Querschnittgelähmter zugewiesen worden sind. Bei sachgerecht durchgeführter operativer Behandlung und lähmungshöhenadaptierter Nachbehandlung waren erhöhte Infekt- oder Pseudarthrosraten nicht festzustellen.

Präventive und therapeutische Ansätze

Prinzipiell erleiden alle Querschnittgelähmten frühzeitig eine Osteoporose.

Diese querschnittlähmungsspezifische Osteoporose manifestiert sich unterhalb, geringfügiger ausgeprägt, aber auch oberhalb des Lähmungsniveaus und ist ursächlich für eine vermehrte Frakturneigung bereits bei Bagatellverletzungen [7].

Hieraus ergibt sich die Frage, ob präventive Maßnahmen zu erwägen sind, welche Maßnahmen Erfolg versprechend sind und ob es evtl. Kontraindikationen für derartige Maßnahmen gibt.

Die Entwicklung einer Osteoporose erfolgt gesetzmäßig nach Eintritt einer Querschnittlähmung und ist grundsätzlich nicht zu verhindern. Da ursächlich im Wesentlichen eine Inaktivitätsatrophie ist, kann im Umkehrschluss gefolgert werden, dass ein besonderes Maß an Mobilität, also ein hohes Rehabilitationsniveau anzustreben ist. Eine die Aktivität im täglichen Leben nicht beeinträchtigende Extremitätenspastik kann hierbei durchaus hilfreich sein.

Bildbeispiele



Abb. 2 a-d Operative Versorgung einer osteoporotischen Oberschenkelfraktur.



Abb. 3 a,b Zufallsbefund einer spontan verheilten Oberschenkelfraktur.

Einzelnen Studien zufolge sollen auch Gang- und Standschulungen mit entsprechend angepassten Hilfsmitteln sowie andere physiotherapeutische Techniken wie z.B. Elektrotherapie günstigen Einfluss auf das Ausmaß der lähmungsbedingten Osteoporose haben.

Nahrungsergänzungen z.B. mit Vitaminen, Mineralien und Spurenstoffen erscheinen nur dann sinnvoll, wenn auf anderem Wege eine ausgewogene Ernährung nicht sicherzustellen ist.

Besondere Vorsicht ist bei der Gabe von Kalzium geboten, da dies bei Querschnittgelähmten die ohnehin erhöhte

Steinbildungstendenz in den ableitenden Harnwegen deutlich steigert [8].

Die Gabe von Calcitonin, Östrogen- bzw. Östrogen-/Gestagenpräparaten und Fluoriden hat sich generell in der Prophylaxe und Therapie der Osteoporose nicht durchgesetzt.

Die Diskussion der Bedeutung von Bisphosphonaten ist noch nicht beendet. Während diese Stoffgruppe sich in entsprechenden Studien bei der Behandlung der primären und sekundären Osteoporose als potent erwiesen haben, zeigen Untersuchungen bei Querschnittgelähmten weit weniger positive Wirkungen [9].

Diese Erkenntnis und die Tatsache, dass man in Kenntnis der gesetzmäßigen Entwicklung einer Osteoporose praktisch zum Aufnahmezeitpunkt mit der Substitution beginnen und diese lebenslang weiterführen müsste, haben den Stellenwert der Bisphosphonate in den Querschnittgelähmtenzentren bislang gering

gehalten. Diese Einschätzung wird auch dadurch gestützt, dass die osteoporotischen Frakturen im Rahmen der lebenslangen Behandlung Querschnittgelähmter zwar durchaus eine Rolle spielen, im Gesamtkontext aber eben keine herausragende.

Schlussfolgerungen

Bei Querschnittgelähmten entwickelt sich regelhaft eine Osteoporose, deren Ausmaß sich im Wesentlichen nach dem lähmungsbedingten Immobilisationsgrad richtet. Trotzdem gibt es grundsätzliche Unterschiede zur allgemein bekannten Inaktivitätsatrophie, was vor allem für die Geschwindigkeit ihrer Entwicklung und die für deren geringe medikamentöse Beeinflussbarkeit gilt.

Die operative Strategie hat sich unter Berücksichtigung des sozioökonomischen Umfeldes nach den Aspekten Stabilität, Funktion und Weichteilschonung zu richten.

Literatur

- 1 Sabo D, Blaich S, Wenz W, Hohmann M, Loew M, Gerner HJ. Osteoporosis in patients with paralysis after spinal cord injury: a cross sectional study in 46 male patients with dual-energy X-ray absorptiometry. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001; 121: 75–78
- 2 Garland DE, Stewart CA, Adkins RH, Hu SS, Rosen C, Liotta FJ, Weinstein DA. Osteoporosis after spinal cord injury. *J Orthop Res* 1992; 10: 371–378
- 3 Biering-Sorensen F, Bohr HH, Schaadt OP. Longitudinal study of bone mineral content in the lumbar spine, the forearm and the lower extremities after spinal cord injury. *Eur J Clin Invest* 1990; 20: 330–335
- 4 Leslie WD, Nance PW. Dissociated hip and spine demineralization: a specific finding in spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 960–964
- 5 Minaire P, Neunier P, Edouard C, Bernard J, Courpron P, Bourret J. Quantitative histological data on disuse osteoporosis: comparison with biological data. *Calif Tissue Res* 1974; 17: 57–73
- 6 Minaire P, Edouard C, Arlot M, Meunier PJ. Marrow changes in paraplegic patients. *Calif Tissue Int* 1984; 36: 338–340
- 7 Jones LM, Legge M, Goulding A. Intensive exercise may preserve bone mass of the upper limbs in spinal cord injured males but does not retard demineralization of the lower body. *Spinal Cord* 2002; 40: 230–235
- 8 Hulley SB, Vogel JM, Donaldson CL, Bayers JH, Friedman RJ, Rose SN. The effect of supplemental oral phosphate on the bone mineral changes during prolonged bed rest. *J Clin Invest* 1971; 50: 170–174
- 9 Orwoll E, Ettinger M, Weiss S, Miller P, Kendler D, Graham J, Adami S, Weber K, Lorenc R, Pietschmann P, Vandormael K, Lombardi A. Alendronate for the treatment of osteoporosis in men. *N Engl J Med* 2000; 343: 604–610

Dr. med. Roland Thietje

Oberarzt, Querschnittgelähmtenzentrum

Dr. med. Sven Hirschfeld

Oberarzt, Querschnittgelähmtenzentrum

Dr. med. Gerhard Exner

Chefarzt, Querschnittgelähmtenzentrum,

Prof. Dr. med. Christian Jürgens

Ärztlicher Direktor

Abteilung Unfall- und

Wiederherstellungschirurgie

BG-Unfallkrankenhaus Hamburg

Bergedorfer Str. 10

21033 Hamburg