

## Lebenslanges Training schützt vor Knochenbrüchen

Infolge einer Verminderung der Knochenmasse und der Störung der knöchernen Mikroarchitektur ist die Osteoporose mit einem erhöhten Frakturrisiko verbunden. Regelmäßige körperliche Aktivität mit dem Ziel, Muskelkraft und koordinative Fähigkeiten zu erhalten bzw. zu verbessern, ist eine der wesentlichen Säulen der Prävention. Die Palette der geeigneten Möglichkeiten reicht von Wirbelsäulengymnastik bis zu gezieltem Krafttraining.

Osteoporose zählt zu den bedeutenden chronischen Krankheiten unserer Zeit. Kennzeichen sind eine deutliche Verminderung der Knochenmasse und eine Störung der knöchernen Mikroarchitektur. Dadurch ist die Bruchfestigkeit des Knochens reduziert und das Frakturrisiko erhöht. Die Erkrankung bleibt lange unerkannt und tritt häufig erst in mittlerem und höherem Alter auf und ist mit einer verminderten Bruchfestigkeit an den Wirbelkörpern, am Oberschenkelhals und/oder in den peripheren Gelenken verbunden. Dies erhöht besonders bei älteren, sturzgefährdeten Menschen deutlich die Frakturgefahr. Liegt bereits ein osteoporosebedingter Knochenbruch vor, ist das Risiko für einen Folgebruch bis zu zwölfmal erhöht.

### BLEIBENDE FUNKTIONELLE DEFIZITE GRUND FÜR PFLEGEBEDÜRFTIGKEIT

Nach den DVO-Leitlinien 2009 werden im Wesentlichen drei Formen der Osteoporose unterschieden: Bei der postmenopausalen Osteoporose besteht ein enger Zusammenhang zwischen Knochenmassenverlust und menopausal bedingtem Rückgang des Östrogenspiegels bzw. Veränderungen im Zytokinstoffwechsel, verbunden mit einem deutlichen Anstieg von Frakturen, vor allem an den Wirbelkörpern und am distalen Radius.

In höherem Lebensalter tritt die Osteoporose vor allem durch hüftgelenksnahe Frakturen in Erscheinung. Davon sind besonders Frauen über dem 75. Lebensjahr betroffen. Das Mortalitätsrisiko beträgt in den ersten sechs Monaten nach

einer hüftgelenksnahen Fraktur 20–25%. Bleibende funktionelle Defizite, die nachfolgend zur Einweisung in ein Alten- oder Pflegeheim führen, sind häufig. Schließlich kann eine langfristige Glukokortikoidgabe eine sekundäre Osteoporose hervorrufen.

Experten prognostizieren eine gravierende Zunahme der Erkrankung, da die Lebenserwartung der Menschen steigt und somit der Knochenabbau über eine längere Lebenszeit stattfindet. Ungünstige Einflüsse auf den Knochen haben eine „Knochen-ungesunde“ Ernährung, zu wenig Aufenthalt im Freien, vor allem aber Bewegungsmangel mit den dadurch fehlenden knochenerhaltenden Reizen. Der Knochen ist ein komplexes Material mit metabolischen und mechanischen Aufgaben. Im Knochen sind 99% des gesamten Kalziums des Körpers gespeichert. Dadurch kann der Kalziumspiegel im Serum unabhängig von der Nahrungszufuhr konstant gehalten werden.

Die mechanischen Aufgaben des Knochens liegen in der Stütz- und Fortbewegungsfunktion, im Zusammenspiel mit der Muskulatur und im Schutz der inneren Organe und des Kopfes. Dazu muss der Knochen gleichzeitig fest, aber auch tolerant gegen Biegung, Drehung und Stauchung sein. Diese Eigenschaften unterscheiden sich in den verschiedenen Körperregionen, im Altersverlauf und bei Krankheiten. Die Knochenqualität oder -festigkeit hängt von zahlreichen Faktoren ab. Dazu gehören der Knochenmineralsalzgehalt, die unterschiedliche Zusammensetzung mit kompakten und



Foto: privat

Dr. phil.  
Monika Siegrist,  
München

spongiösen Knochen, der Kalzifizierungsgrad der Knochenmatrix, die Anordnung der Mineralkristalle, der Kollagengehalt, die Mikrostruktur und die Zementlinien im kompakten Knochen. Auch vorhandene Mikroschäden im Knochen sowie geometrische Faktoren wie der Knochenquerschnitt bzw. die Anordnung der Trabekel spielen eine Rolle.

### AB 30 JAHREN NIMMT DIE KNOCHENMASSE WIEDER AB

Der Knochen baut sich lebenslang um. In den ersten beiden Lebensjahrzehnten überwiegt der Knochenanbau (Modelling). Im Alter zwischen 20 und 30 Jahren dominiert der Knochenabbau (Remodeling), der über mechanische Stimuli, endokrine oder metabolische Faktoren gesteuert wird und eine Adaptation des Knochens bzw. die Reparatur und Entfernung von alter Knochensubstanz ermöglicht. Mit zunehmendem Alter kommt es hauptsächlich zu Abbauprozessen mit Verlust der Knochenmasse. Dieser Prozess verläuft bei Gesunden parallel zur Abnahme der Muskelmasse, die bei fehlendem Training ebenfalls etwa ab dem 30. Lebensjahr zu beobachten ist.

Ein frühzeitiges Screeningverfahren der Osteoporose ist derzeit nicht möglich, sodass verschiedene patientenabhängige Vorgehensweisen festgelegt wurden.

Im Vordergrund stehen die ausführliche Anamnese und klinische Untersuchung bezüglich aktueller Beschwerden (v.a. Rückenschmerzen, Schmerzsymptomatik, Familien- und Krankheitsgeschichte, Größe und Gewicht), eine Fraktur- und



Sturzanamnese sowie eventuell eine orientierende neurologische Untersuchung. Das wesentliche bildgebende Verfahren ist derzeit die Dual Energy X-ray Absorptiometry an der Lendenwirbelsäule und am Femur, die aufgrund zweier Energiestrahlen unterschiedlicher Intensität Muskel-, Fett- und Knochengewebe-Anteil berechnen kann. Anhand der Messwerte (bone mineral density, BMD in  $\text{g}/\text{cm}^2$  oder bone mineral content, BMC in g) erfolgt die international übliche Einteilung der Osteoporose. Liegt der gemessene Wert weniger als eine Standardabweichung (SD) unterhalb des Wertes eines Referenzkollektivs gesunder junger Erwachsener (T-Score), handelt es sich um eine normale Knochendichte.

Bei Werten im Bereich eines T-Scores von -1 bis -2,5 SD unterhalb des Referenzwertes spricht man von leicht erniedrigter Knochendichte (Osteopenie), bei Werten unter -2,5 SD von Osteoporose (WHO-Definition). Diese Messungen ermöglichen einen orientierenden Wert im Rahmen einer Gesamtdiagnostik und -beurteilung, da der Knochenmineralsalzgehalt lediglich einen Aspekt der Knochenqualität und damit eines möglichen Frakturrisikos darstellt.

Zur Überprüfung des Sturzrisikos erfolgt eine Anamnese (Abklären von früheren Stürzen, Sturzursachen, Gangunsicherheiten), eine Untersuchung des internistischen und neurologischen Status, gegebenenfalls ein geriatrisches Assessment bei Patienten mit Demenz oder Multimorbidität sowie Tests auf ein erhöhtes Sturzrisiko wie der Aufstehetest, Einbeinstand oder eine Ganganalyse.

#### KÖRPERLICHE AKTIVITÄT ALS WICHTIGER TEIL DER PRÄVENTION

Entscheidend ist die Prävention der Osteoporose, die bereits vor dem Auftreten osteoporosebedingter Frakturen stattfinden sollte. Hauptziele sind dabei der Erhalt oder die Verbesserung des Knochenmetabolismus und der neuromuskulären Funktion. Nach den Leitlinien von 2009

steht die körperliche Aktivität mit an erster Stelle im Behandlungskonzept.

Zusammenhänge zwischen mechanischen Reizen und der Form des Knochens und des Skeletts wurden schon 1638 von Galileo erwähnt. Roux beschrieb 1881, dass mechanische Reize über Signale biologische Prozesse beeinflussen und Wolff veröffentlichte etwa zur gleichen Zeit, dass sich der Knochen mechanischen Erfordernissen anpasst. Ziel der Knochenanpassung ist ein optimales Verhältnis zwischen stabilen und leichten Knochen.

#### MECHANISCHE REIZE BEIM MENSCHEN SCHWER MESSBAR

Den Hauptstimulus für den Knochenaufbau und -erhalt im Erwachsenenalter bilden mechanische Reize durch Muskelzug und Schwerkraft. Diese Reize werden von einem Mechanostat (ähnlich einem Thermostat) wahrgenommen und mit einem Ist-/Soll-Wert (Setpoint-Theorie nach Frost) verglichen. Liegen die Reize oberhalb einer Schwelle von 2.000 bis 2.500  $\mu\text{strain}$  (strain = Einheit für die mechanische Verformung des Knochens durch einwirkenden Reiz), werden biologische Mechanismen aktiviert, die den Knochen erhalten oder aufbauen. Zu hohe Reize führen zu Mikrofrakturen oder zur vollständigen Fraktur. Liegen die Signale dauerhaft unterhalb der Reizschwelle, baut sich Knochenmasse ab.

Bei Menschen ist es nach wie vor schwierig, die genaue Höhe der mechanischen Reize zu messen, die durch Sportarten am Knochen entstehen. Auch das Erfassen der Knochenqualität bereitet derzeit noch Probleme. Allerdings haben mehrere Studien lokale Anpassungen mit deutlicher Zunahme der BMD insbesondere durch Sportarten mit hohen mechanischen Reizen (impacts) gezeigt, z. B. beim Krafttraining, beim Turnen oder bei Ballsportarten. Einige Studien an Tennisspielern oder Dreispringern ergaben im Seitenvergleich der nicht-dominanten und dominanten Körperseite auch



## Bewegung aktiv erleben

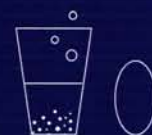
Ergänzende bilanzierte Diät

orthomol arthro plus



### Die ernährungsmedizinische Arthrotherapie

- Synergistische Knorpelbausteine und gelenkaktive Mikronährstoffe
- Mit 50 mg Hyaluronsäure
- Ernährungsmedizinischer Beitrag zur Schmerzlinderung und Stabilisierung der Knorpelstruktur



Darreichungsform

Orthomol Arthro plus® ist ein diätetisches Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke (bilanzierte Diät). Orthomol Arthro plus® zur diätetischen Behandlung von arthrotischen Gelenkveränderungen. [www.orthomol.de](http://www.orthomol.de)



Foto: Pixelio



Gezieltes Muskelaufbautraining wirkt sich günstig auf die Knochenmasse aus.

geometrische Anpassungen mit Vergrößerung des Knochenquerschnitts. Unter den Gesichtspunkten der Osteoporose ist es wesentlich, welche mechanischen Reize durch Sport auf den Knochen wirken. Körperliche Aktivitäten oder Sportarten, bei denen das Körpergewicht getragen wird und Reize von Muskeln und Schwerkraft auf den Knochen wirken, haben einen leichten osteogenen Effekt und reduzieren über eine bessere allgemeine Leistungs- und Gehfähigkeit das Sturzrisiko deutlich. Dazu gehören zügiges Gehen, Walking oder Nordic Walking, aber auch Alltagstätigkeiten wie Treppensteigen.

#### DEUTLICHE EFFEKTE DURCH GEZIELTEN MUSKELAUFBAU

Deutlichere Effekte auf den Knochenstoffwechsel sind durch gezieltes Muskelaufbautraining zu erreichen, bei dem durch Muskelzug am Knochen Verformungen hervorgerufen werden. Dieser Muskelzug führt zu Anpassungen im Insertionsgebiet der Sehnen und über den Hebelarm mit den wirkenden Biege- und Torsionsverformungen zu weiteren Effekten am Knochen. Eine einjährige, kontrollierte, randomisierte Studie zum Vergleich drei verschiedener Trainingsformen bei 56 postmenopausalen Frauen zeigte einen deutlichen

Kraftgewinn der Beine durch Wirbelsäulengymnastik, oszillierendes Training mit Zusatzlasten bzw. durch Krafttraining an herkömmlichen Krafttrainingsgeräten bei 60–80% des Einwiederholungsmaximums (1-RM). In allen drei Trainingsgruppen reduzierte sich der altersbedingten Knochenabbau an der Wirbelsäule. Geometrische Anpassungen konnten durch das intensivere Krafttraining in einigen Körperregionen erreicht werden. Positive Effekte auf Befindlichkeit und Schmerzen hatte vor allem die Wirbelsäulengymnastik. Das oszillierende Training, das mit hohen Trainingsgewichten durchgeführt wurde, zeigte gegenüber dem herkömmlichen Krafttraining keinen Zusatznutzen, sodass besonders das herkömmliche Krafttraining in der Osteoporoseprävention und -therapie, vor allem auch durch die gute Trainingssteuerung, empfohlen werden kann. Langfristiges, regelmäßiges Training der Rumpfmuskulatur kann auch ohne messbare Verbesserungen der BMD die Frakturrate an der Wirbelsäule bei postmenopausalen Frauen senken, wie Sinaki in einer Langzeitstudie über zehn Jahre beobachtet hat.

Bei Neubeginn der körperlichen Aktivität sollte eine internistische und orthopädische Untersuchung zur Überprüfung der Trainingsfähigkeit und zum Erstellen individueller Trainingsempfehlungen erfolgen. Nach einem vier- bis sechswöchigen Eingewöhnungstraining mit gründlicher Einweisung und steter Kontrolle der Übungsausführung (keine Ausweichbewegungen, gleichmäßiges, langsames Bewegungstempo, Bewegung über den gesamten Bewegungsradius) und 13 bis 20 Wiederholungen bis zur subjektiven lokalen Ermüdung erfolgt das Training

in der Regel bei 60–80% des 1-RM. Der Trainingswiderstand ist richtig gewählt, wenn nach 8 bis 12 Wiederholungen eine deutliche lokale Muskelermüdung eintritt (Borg-Skala 6–20: 15, hart). Sind mehr Wiederholungen möglich, wird der Widerstand in der nächsten Trainingseinheit erhöht. Bei Kontraindikationen oder Einschränkungen muss die Intensität individuell angepasst werden. Hierbei ist ganz besonders auf die richtige Bewegungsausführung zu achten. Die Trainingshäufigkeit liegt bei zwei bis drei Einheiten pro Woche mit möglichst jeweils einem Tag Pause. Die Auswahl der zu trainierenden Muskelgruppen und die Anzahl der Sätze pro Einheit erfolgen individuell mit Schwerpunkt auf rumpfstabilisierender Muskulatur, Bein-, Hüft- und Gesäßmuskulatur.

#### MÖGLICHT LEBENSLANG AKTIV BLEIBEN

Das Training sollte lebenslang durchgeführt werden, da nur bei nachhaltiger Belastung positive Effekte an Knochen und Muskulatur, aber auch im Bereich der Sturzprophylaxe möglich sind. Als besonders günstig erweist sich bei älteren Frauen Krafttraining kombiniert mit Gymnastik und Sturzprophylaxetraining in speziellen Osteoporose-Trainingsgruppen. Bei stark fortgeschrittener Osteoporose mit hohem Frakturrisiko bzw. bei Wiederbeginn des Trainings nach vorangegangener Fraktur ist ein individuell abgestimmtes Programm nötig, das von Krankengymnastik, Sturzprophylaxetraining, Wirbelsäulengymnastik bis zum Krafttraining reichen kann.

*Dr. phil. Monika Siegrist,  
Präventive und Rehabilitative Sportmedizin,  
Dr. phil. Christoph Lammel,  
Kuratorium für Prävention und  
Rehabilitation e. V.  
E-Mail: siegrist@sport.med.tum.de*

Literatur bei den Verfassern.  
<sup>1</sup> www.dv-osteologie.org/dvo\_leitlinien/dvo-leitlinie-2009