

WAS KNOCHEN ÜBER UNSER ALTER VERRATEN

Der Knochen ist ein Spiegel unseres biologischen Alters mit Wachstumsmerkmalen, Abnützungsspuren und sich verändernder Knochendichte. Radiologische Untersuchungen bringen viel zum Vorschein. Sie zeigen den Knochen mit all seinen Spuren der Zeit. Die Untersuchung des Knochens ist damit oft der direkte Weg zur richtigen Diagnose.

Mit der fachlichen Unterstützung von Dr. med. Keivan Daneshvar, Sektionsleiter muskuloskeletale Radiologie, Inselspital, Universitätsspital Bern

Unser Knochen ist keine starre Struktur. Er baut sich ständig um, weil er sich an wechselnde äusserliche Bedingungen durch Auf- und Abbau anpassen kann. Botenstoffe und Hormone wie die Geschlechtshormone beeinflussen das Knochenwachstum. Die Bewegungsmuster und Intensität der körperlichen Belastung hat einen direkten Einfluss auf den Mineralgehalt und die Knochendichte.

Knochenschäden im Röntgenbild sind Spätschäden

Das Röntgenbild, ob analog oder digital, zeigt im Laufe des Lebens typische Abnützungsmerkmale. Dies sind bei einer Arthrose subchondrale Sklerosierungen, osteophytäre Randbauten und Geröllzysten. Für eine Osteoporose sprechen die Aufhellung der Knochenstruktur durch die Verminderung der Knochendichte und typische Frakturen. Diese Merkmale sind bereits Spätschäden. Der pathologische Prozess selber beginnt viel früher.

Das MRT macht erste Veränderungen sichtbar

Die Darstellung im MRT kann den beginnenden Abbauprozess im Körper viel früher erfassen als das Röntgen. Die Weichteilstrukturen rund um den Knochen sind detaillierter sichtbar. So stellen sich Sehnen, Muskelansätze, Gelenkkapsel und Menisken besser dar. Pathologische Veränderungen wie Ergüsse oder Hämatome können dank der dreidimensionalen Abbildung besser lokalisiert werden. Im Knocheninnern zeigt sich das Knochenmark und gibt Hinweise auf den gesundheitlichen Zustand des Patienten. So ermöglicht die MRT-Untersuchung eine differenzierte Beurteilung des Knochenzustandes.

Ältere Patienten mit Sarkopenie – Osteopenie – Osteoporose

Das Krankheitsbild Osteoporose zeigt hervorragend, wie anhand radiologischer Untersuchungen der beginnende Alterungsprozess in einem frühen Stadium eingefangen wird.

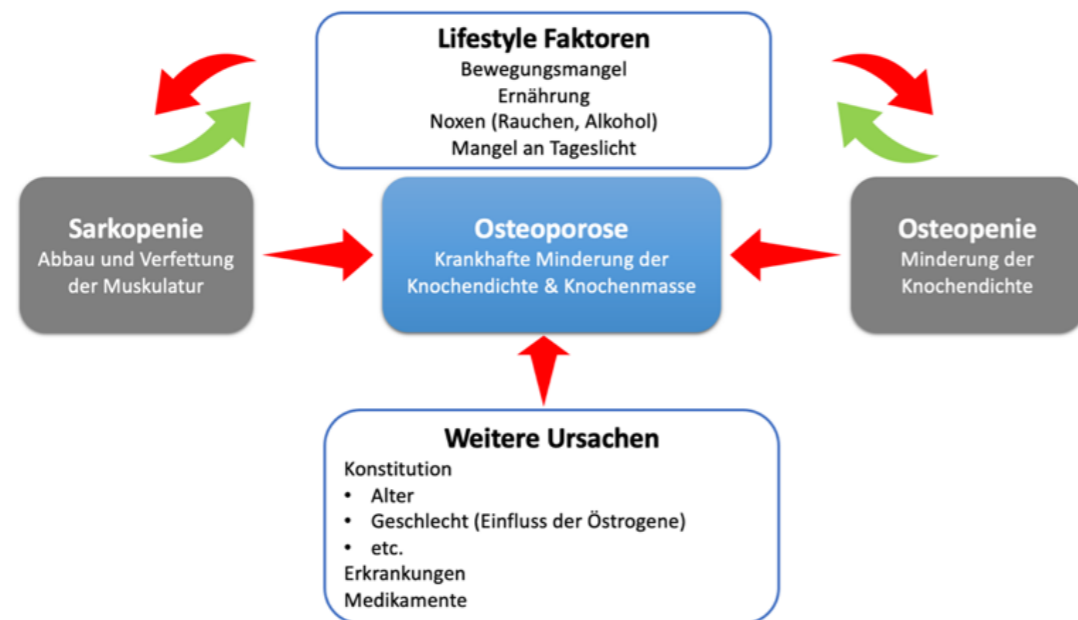


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung der Entstehung der Sarkopenie, Osteopenie und Osteoporose

Lange bevor sich die eigentliche Osteoporose bemerkbar macht, beginnt der Abbauprozess in der Muskulatur und in den Knochen. Durch Bewegungsmangel und andere schädliche Lifestyle-Faktoren atrophiert der Muskel und verfettet. Die Sarkopenie und die Osteopenie werden sichtbar (Bild 1A und 1B). Dies lässt sich im MRT nachweisen.

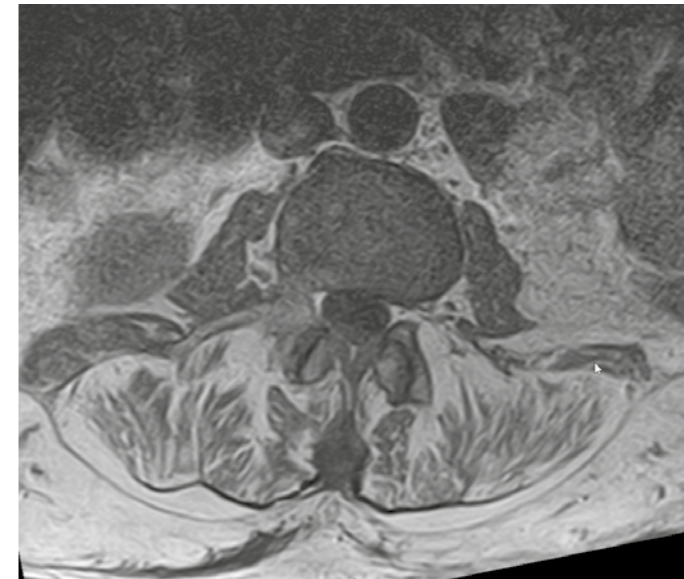


Bild 1A. MRT axial T1 TSE bei einem 66-jährigen Patient: deutliche Muskelatrophie mit fettiger Degeneration der lumbalen paravertebralen Muskulatur, auch des M. psoas, im Sinne einer Sarkopenie.

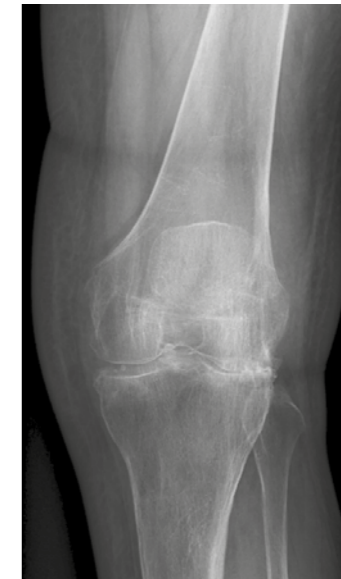


Bild 1B. Röntgen Knie ap links, gleicher Patient: lateralbetonter Arthrose und eindeutiger Osteopenie.

© Institut für Diagnostische, Interventionelle und Pädiatrische Radiologie, Inselspital Bern

Behandlung der Sarkopenie zur Verbesserung der Prognose

Am Inselspital, dem Universitätsspital Bern, besteht eine intensive Zusammenarbeit zwischen Radiologen und Orthopäden. Nach der radiologischen Beurteilung der Muskulatur wird die Behandlung angepasst. Als Beispiel dient die Facettengelenk-arthrose der Wirbelsäule. Daraus kann sich eine Spondylolisthesis entwickeln, die eine Indikation zur Operation darstellt. Die Idee ist es, die Rückenmuskulatur präoperativ mittels Dynamic Biplanar Imaging zu untersuchen. Diese Bildgebung erlaubt es, die Muskulatur in ihrer Bewegung und Funktionsfähigkeit darzustellen. Durch Elektrostimulation oder andere Massnahmen könnte die Muskulatur gezielt gestärkt und ein operativer Eingriff vermieden werden. Dies ist noch keine Routinemassnahme, aber Zukunftsmusik für kommende Jahre. Es ist wichtig, eine Sarkopenie zu behandeln, denn sie beeinflusst die Prognose bei chronischen Erkrankungen und die postoperative Erholung. Sie führt zu mehr Komplikationen, einer verringerten Lebensqualität und einer eingeschränkten Mobilität.

Der Einfluss von Noxen auf den Knochen

Im MRT stellt sich der Einfluss von starkem Rauchen auf den Knochen eindrücklich dar. Die wiederkehrende Hypoxie führt zu einer Veränderung des Knochenmarks mit einer gesteigerten Erythropoese. Eine ähnliche Veränderung des Knochenmarks mit Stimulation der Blutbildung ergibt sich bei einem Aufenthalt in Bergregionen ab 1500 – 1800 Metern über Meer. Beim Konsum von Alkohol ist häufig nicht die Noxe allein die Ursache für die ossären Veränderungen. Ein Lebensstil mit Rauchen und Al-

kohol ist oft vergesellschaftet mit schlechter Ernährung und weniger Bewegung im Alltag. So baut die Muskulatur ab. Wie schon erwähnt, ist die Sarkopenie vergesellschaftet mit der Osteopenie, die schliesslich zur Osteoporose führen kann.

Mangelscheinungen zeigen sich im Knochengestüt

Die klassischen Befunde bei Vitamin-D-Mangel mit den Rachitis-Zeichen der Knochenverformung und den Auftreibungen der Knorpel-Knochen-Grenze gibt es heutzutage praktisch nicht mehr. Dieser Ernährungsmangel hat sich eindeutig korrigiert. Nichtsdestotrotz haben Ernährungs- und Lebensgewohnheiten einen wichtigen Einfluss auf die Knochendichte. Dies zeigt sich bei der Diagnostik der Osteopenie. Das Herkunftsland mit seinen Traditionen hat einen Einfluss. Eine Frau, die sich traditionell mit Kopftuch oder mit einer Burka kleidet, bekommt weniger Sonneneinstrahlung auf die Haut als eine westlich gekleidete Frau. Dadurch ist die Vitamin-D-Produktion geringer. Dieser kleine Unterschied lässt sich in der vergleichsweise niedrigeren Knochendichte bereits gut erkennen.

Junge Leistungssportler mit Belastungsspuren am Knochen

Durch eine intensive Belastung kann es bei jungen Patienten zu Knorpel und Knochenschäden kommen. Die Läsionen sind im MRT erkennbar mit Knochenmarksödem, inkompletten Frakturen bzw. Stressfrakturen oder Sklerosierungen. Die frühzeitige Degeneration der Gelenke lässt sich ebenfalls darstellen.

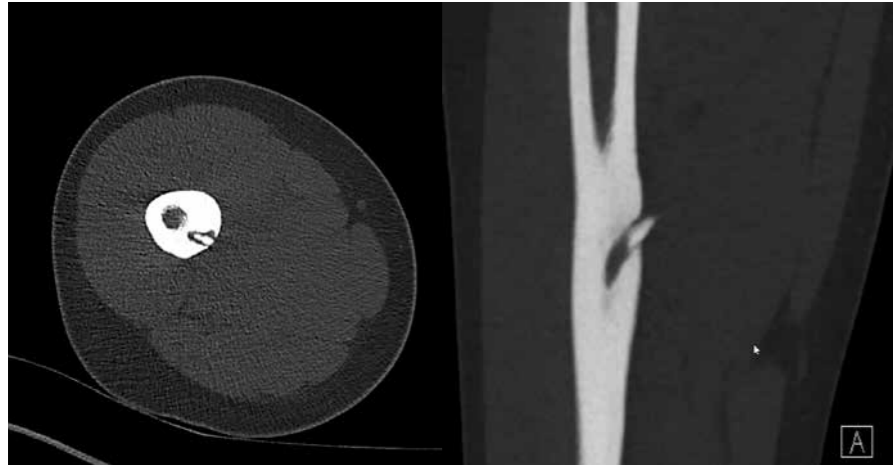


Bild 2A. CT des mittleren Oberschenkels rechts bei einer jungen Sportlerin: Nachweis einer tubulären Verkalkung mit scharfer Spitze und Ausbreitung in den Gefässkanal, im Sinne einer heterotopischen Ossifikation.

© Institut für Diagnostische, Interventionelle und Pädiatrische Radiologie, Inselspital Bern

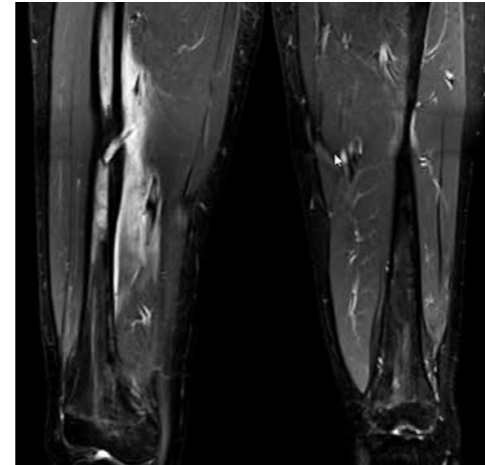


Bild 2B. MRT Coronal Tirm, gleiche Patientin: Ödem mit Muskelfaserriss um die Spitze der heterotopischen Ossifikation, auch im Knochenmark.

Ein harmloser Muskelfaserriss mit einem lokalen Hämatom kann sich im Laufe der Zeit in eine Kalzifikation verwandeln. So wird aus einer akuten Situation ein chronisches Krankheitsbild mit Weichteilverkalkungen. Die heterotope Ossifikation ist wie ein Messer, das im Muskel drinsteckt. Es verletzt das Gewebe immer wieder neu. Durch den Stich ins Muskelfleisch entsteht ein neues Hämatom mit der Gefahr einer weiteren heterotopischen Ossifikation. Ein Teufelskreis beginnt (Bild 2A und 2B). Da Profi- und Leistungssportler auf zähes Durchhalten trainiert sind, werden die Beschwerden oft verdrängt und der Schaden wird immer grösser.

Kleine Veränderungen im Knochenmark überwachen

Die Einnahme von Medikamenten kann die Zellbildung im Knochenmark beeinflussen. Bei einer übermässigen Steroideinnahme verändert sich das Knochenmarkssignal im MRT mit einer gesteigerten Erythropoese. Eine gleichzeitig auftretende Osteopenie kann so auf einen Steroidmissbrauch oder eine zu hoch dosierte Steroidtherapie hinweisen. Im MRT zeigen sich diese Veränderungen früh. Auch schwere Erkrankungen wie beispielsweise ein multiples Myelom weisen schon Monate vor dem eigentlichen Krankheitsbeginn ein verändertes Knochenmarkssignal auf. Der Radiologe erkennt eine Hyperzellularität und gibt diesen Befund an den zuweisenden Arzt weiter (Bild 3).

Die genaue Diagnosestellung ist damit aber noch nicht klar. Der zuweisende Arzt muss nach den möglichen Ursachen suchen und potenziell schwerwiegende Differenzialdiagnosen im Auge behalten.



Bild 3. Koronare Rekonstruktion der TIRM-Sequenzen im MRT bei 70-jähriger Patientin: leichte diffuse ödematöse Veränderungen der Wirbelsäule und des Beckens mit Berücksichtigung der Diffusionsstörung (hier nicht gezeigt), insgesamt Nachweis einer Hyperzellularität des Knochenmarks als Zeichen einer Aktivität des multiplen Myeloms.

© Institut für Diagnostische, Interventionelle und Pädiatrische Radiologie, Inselspital Bern

Bestimmung des biologischen Alters anhand des Knochens

Das Knochenwachstum ist im Kindesalter hoch, verlangsamt sich am Ende der Pubertät und ist im Erwachsenenalter nur noch als Knochenumbau sichtbar. Dank dieser Tatsachen kann das biologische Alter eines jungen Menschen mit unbekanntem Geburtsjahr bestimmt werden.

Die Handwurzelknochen sind üblicherweise bei Jungen zwischen 16 bis 18 Jahren verknöchert, bei Mädchen mit 15 bis 17 Jahren. Ist das Handgelenk vollständig entwickelt, kann von einem Alter über 18 Jahren ausgegangen werden. Doch das biologische Alter stimmt nicht immer mit dem chronologischen Alter überein. Frühentwickler haben schon vor dem 18. Lebensjahr ein fertig ausgebildetes Handgelenk. Auf der anderen Seite zeigen Spätentwickler unvollständig entwickelte Handwurzelknochen trotz erreichter Volljährigkeit. Der Ernährungszustand und die medizinische Versorgung im Kindesalter haben ebenfalls einen Einfluss auf die Knochenentwicklung.

Die Wachstumsfuge des Schlüsselbeins verknöchert als letzter Knochen im Körper. Die Entwicklung ist erst zwischen dem 19. und 21. Lebensjahr vollendet. Wenn die Handwurzelknochen schon vollständig ausgebildet sind, gibt das Schlüsselbein einen weiteren Hinweis auf das Alter. Auch die Entwicklung des Gebisses und der Durchbruch der Zähne wird als Vergleichswert untersucht.

Mit viel Erfahrung können Rückschlüsse auf das tatsächliche Alter gezogen werden. Jedoch handelt es sich immer um Schätzungen. Es gibt noch keine exakte medizinische Technik, um das tatsächliche Alter präzise zu ermitteln.

Der Knochen als unser Grundgerüst

«Starker Knochen – langes, schmerzfreies Leben», dies ist ein wichtiges Credo. Unser Grundgerüst für eine stabile Statik, reibungslose Bewegungsabläufe und gut geschützte innere Organe sind unsere Knochen. Ein schwaches Knochengerüst hat einen grossen Einfluss auf die Lebensqualität. Schmerzen, Stürze und Knochenbrüche können vermieden werden.

Für einen gesunden Knochen braucht es nicht viel, aber konsequent über die Jahre hinweg. Die Vermeidung von osteoporotischen Frakturen muss das oberste Ziel sein. Eine Behandlung basiert auf den drei Säulen der Osteoporose-Therapie.

Die drei Säulen der Osteoporose-Therapie:

1. Bewegung und körperliche Aktivität
2. Ernährung und Lebensstil
3. Medikamentöse Behandlung mit folgenden Stoffklassen:
 - Bisphosphonate
 - Calcium- und Vitamin-D-Supplemente
 - SERMs (Selektive Estrogen Rezeptor Modulatoren)
 - Antikörpertherapie (Denosumab, Romosozumab)
 - Teriparatid

Ein Fachgebiet mit Zukunft: die Osteologie

Die Osteologie beschäftigt sich mit der Gesundheit der Knochen und wird immer wichtiger. Durch die hohe Lebenserwartung ist der Erhalt der Knochensubstanz von grosser Bedeutung. Der heutige Lebensstil belastet den Bewegungsapparat entweder zu wenig durch langes Sitzen oder zu viel durch übermässigen Leistungsanspruch im Sport. Ein gesundes Mass zu finden, ist die grosse Herausforderung. Das Fachgebiet der Osteologie beschäftigt sich mit den neusten Therapien und Trainingsmethoden für einen starken Knochen.

Fazit zum Schluss:

1. Spuren am Knochen verraten das biologische Alter
2. Radiologische Untersuchungen liefern früh wichtige Informationen
3. Starke Knochen sind die Basis für eine langanhaltende Lebensqualität