

Sportphysio

2

Mai 2020
Seite 53–104
8. Jahrgang

Herausgeber
Hans-Josef Haas
Cornelia van Houten
Matthias Keller
Eduard Kurz
Martina Leusch
Martin Ophey



Jetzt
Sportphysio-App
downloaden!



Schwerpunkt

RED-S Relatives Energiedefizit im Sport

- Gesundheitliche Folgen von RED-S
- Optimale Knochenbelastung zur Prävention von Stressfrakturen
- Auswirkungen von RED-S bei einem jugendlichen Läufer

Doping-
prävention

Möglichkeiten und Grenzen der Bildgebung bei Stressfrakturen

Martin G. Mack

Stressfrakturen sind keine gewöhnlichen Frakturen. Daher lassen sie sich in den meisten Fällen auch nicht mit einer konventionellen Röntgenaufnahme nachweisen. Andere bildgebende Verfahren sind besser geeignet.

Einleitung

Stressfrakturen im Sinne einer Überlastung des Knochens durch eine repetitive gleichförmige Beanspruchung sind eine häufige Verletzung bei Sportlern. Die Stressfraktur kann sowohl im Rahmen einer Überbelastung des normalen Knochens als auch im Rahmen einer normalen Belastung bei bestehender Insuffizienz des Knochens auftreten. Im zweiten Fall spricht man auch von einer Insuffizienzfraktur. Die klinischen Symptome sind relativ unspezifisch. Der Schmerz, der typischerweise während der Belastung auftritt, wird meistens als dumpf und häufig schwer lokalisierbar beschrieben. Die Vorstufe der Stressfraktur ist die Stressreaktion des Knochens.

Zunächst wurde die Stressfraktur als Marschfraktur beschrieben – bei Soldatinnen und Soldaten als Folge einer Überbelastung nach langen Fußmärschen; bei männlichen Soldaten mit einer Häufigkeit von 0,2–4%, bei weiblichen mit 1–7% [1][4][5][6]. Stressreaktion und Stressfrakturen sind Überlastungsschäden des Knochens durch eine stereotype Beanspruchung und bedeuten bei Sportlern in der Regel eine Unterbrechung des gewohnten Trainings. Je nach Sportart treten die Stressreaktionen und Stressfrakturen in unterschiedlicher Häufigkeit und an unterschiedlichen Stellen im Körper auf. Am häufigsten ist naturgemäß die untere Extremität betroffen. In einer groß angelegten retrospektiven Analyse von 2004–2014 unter Einbeziehung von 25 Sportarten ergab sich eine Inzidenz von 5,7 Stressfrakturen pro 100 000 Aktivitäten [8]. Frauen waren im Rahmen dieser Studie häufiger betroffen als Männer. 37,9% der Stressfrakturen traten an den Ossa metatarsalia, 21,9% an der Tibia sowie 12,1% an der Lendenwirbelsäule und am Os sacrum auf. In etwa 21% der Fälle kam es zu Rezidiven der Fraktur. Bei Sprintern, Hürdenläufern, Weit- und Hochspringern treten die Stressfrakturen meistens im Fußbereich auf, wohingegen Mittel- und Langstreckenläufer eher Stressfrakturen im Bereich der langen Röhrenknochen und im Becken aufweisen [8].

DEFINITION

Bei einer Stressfraktur liegt eine Überbelastung der normalen Knochenstruktur vor. Abzugrenzen ist diese von der Insuffizienzfraktur, bei der es zu einem Bruch des Knochens bei normaler Belastung aufgrund der Schwächung des Knochens kommt. Diese kann z. B. durch Osteoporose, durch rheumato-logische Erkrankungen, aber auch durch weitere Erkrankungen wie z. B. eine Anorexie begünstigt werden.

Entwicklung einer Stressfraktur

Zunächst kommt es zu einer Stressreaktion im Knochen und in den umgebenden Weichteilen (siehe hierzu auch Focus Vertiefung ab S. 67). Diese können typischerweise nicht im konventionellen Röntgenbild nachgewiesen werden. Im MRT sind diese Veränderungen aber bereits in einem sehr frühen Stadium sicher zu erkennen. Wenn die Belastung daraufhin nicht adäquat reduziert wird, kommt es im weiteren Verlauf zu einer Stressfraktur. Auch diese kann dem konventionellen Röntgenbild entgehen, wenn der Frakturspalt nicht eindeutig einsehbar ist. Sobald sich als Reaktion auf die Fraktur Kallus gebildet hat, kann auch das Röntgenbild die erlittene Stressfraktur in der Regel nachweisen. Allerdings gilt auch hier das MRT als das Verfahren der Wahl.

Im Rahmen der Ultraschalldiagnostik lässt sich manchmal die Ödematisierung in der Umgebung des Knochens oder gelegentlich auch der Frakturspalt direkt nachweisen. Insgesamt ist der Ultraschall aber kein zuverlässiges Verfahren zur Beurteilung einer Stressreaktion oder Stressfraktur.

Diagnostik bei Stressfrakturen

Typischerweise beginnt eine Stressreaktion am Knochen schleichend und führt zu einem umschriebenen Knochen-

schmerz, der bei sportlicher Aktivität zunimmt. Meistens beginnen die Schmerzen nach einer längeren Belastung und nehmen auch im Laufe der sportlichen Aktivitäten kontinuierlich zu. In Ruhephasen kommt es initial zu einer Linderung der Beschwerden. Falls auf die ersten Warnsymptome nicht adäquat reagiert wird, kann der Knochenschmerz zunehmen und zu einem Dauerschmerz in Ruhephasen führen. Meist handelt es sich um einen lokalen und nur selten sehr diffusen Knochenschmerz. Dieser kann sowohl akut beginnen als auch langsam über einen Zeitraum von 2–3 Wochen zunehmen. Im Rahmen der klinischen Untersuchung zeigt sich als führendes Symptom ein Palpationsschmerz der betroffenen Region. Lokal finden sich häufig eine Schwellung (Hämatom oder Ödem), eine Rötung und eine Erwärmung. Nur im fortgeschrittenen Stadium lässt sich bereits eine periostale Neubildung (Kallus) nachweisen.

Bildgebung bei Stressreaktion und Stressfrakturen

Der bildgebenden Diagnostik kommt bei der Diagnose einer Stressreaktion und Stressfraktur am Knochen eine entscheidende Rolle zu. Die klinische Untersuchung reicht in aller Regel für eine definitive Diagnose nicht aus. Die Befunde in der Bildgebung können aufgrund des unterschiedlichen Belastungsmusters und Entstehungsprozesses der Stressreaktion und der Stressfraktur sehr unterschiedlich zur Darstellung kommen. In aller Regel erfolgt zunächst die Anfertigung einer konventionellen Röntgenaufnahme der betroffenen Region. Sollten die klinische Verdachtsdiagnose und die Anamnese mit einem passenden Röntgenbild einhergehen, gilt die Diagnose einer Stressfraktur als gesichert. Weil bei einem unauffälligen Röntgenbild eine Stressfraktur jedoch nicht ausgeschlossen werden kann, muss im Falle eines unauffälligen oder eines zweifelhaften Röntgenbildes die Diagnose durch eine Magnetresonanztomografie (MRT) ausgeschlossen oder bestätigt werden.

Röntgendiagnostik

Typischerweise lässt sich eine Stressreaktion im konventionellen Röntgenbild nicht nachweisen. Erst in einem späteren Stadium, wenn es bereits zu einer kortikalen Verdickung und einer Stressfraktur gekommen ist, ist eine Frakturlinie erkennbar. Dann findet sich typischerweise eine dichtegeminderte flauere Zone in der kortikalen Verdickung [7]. Die Sensitivität der konventionellen Röntgenaufnahmen ist insbesondere in den frühen Stadien schlecht. Häufig findet man erst im Rahmen von Verlaufskontrollen nach 2–3 Wochen Veränderungen, die ein Hinweis auf eine Stressfraktur sind.

Röntgenbilder sind häufig in den ersten 2–8 Wochen nach Auftreten der Schmerzen unauffällig. Sie weisen eine Sensitivität von unter 10% auf.

Auch im späteren Verlauf lassen sich nur die Hälfte bis zwei Drittel der Stressfrakturen im konventionellen Röntgen nachweisen. Das im Frühstadium regelmäßig vorhandene Knochenmarködem ist naturgemäß im konventionellen Röntgenbild nicht sichtbar.

Knochenszintigrafie

Über viele Jahre war die Knochenszintigrafie eine wichtige bildgebende Modalität zur Beurteilung von Stressreaktionen und Stressfrakturen [3]. Dabei wird die radiopharmazeutische Substanz ^{99m}Tc-markierte Phosphat analoge verwendet, um eine Steigerung des Knochenstoffwechsels lokal nachzuweisen. Dabei werden Aufnahmen sowohl in der frühen Phase (Perfusions- und Blutpool-Phase) als auch in der Spätphase (Knochenphase) angefertigt. Die Aufnahmen erfolgen in der Regel 2–4 Stunden nach Applikation des Tracers. Die Sensitivität der Knochenszintigrafie liegt bei nahezu 100%. Die Spezifität ist allerdings im Vergleich zu einer Röntgenaufnahme deutlich geringer, da auch andere Knochenveränderungen wie Infektionen oder eine Periostitis eine Mehrbelegung im Knochenszintigramm verursachen können. Aufgrund der Strahlenbelastung dieses Verfahrens wird es nur noch selten angewendet.

MEHR-PHASEN-KNOCHENSZINTIGRAFIE

Die Mehr-Phasen-Knochenszintigrafie ist eine Sonderform der Szintigrafie, bei der über einen längeren Zeitraum mehrere Aufnahmen gemacht werden, um so funktionelle Änderungen des Skelettsystems darstellen zu können. Dabei unterscheidet man 3 Phasen:

Phase 1 – Perfusionsphase: die ersten 60 Sekunden nach Applikation der radiopharmazeutischen Substanz

Phase 2 – Blutpoolphase: 5–10 Minuten nach Medikamentengabe

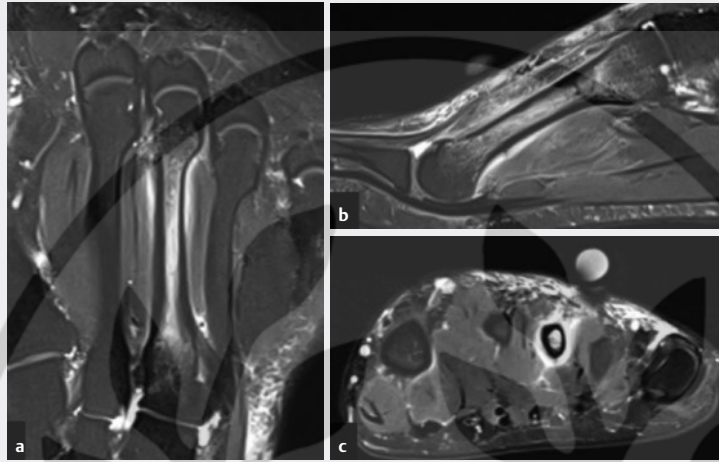
Phase 3 – Knochenphase: Anreicherung der Substanz im Knochen nach 2–4 Stunden

Computertomografie

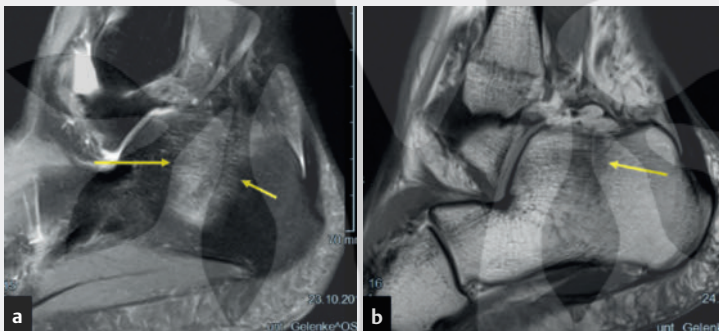
Insgesamt ist die Wertigkeit der Computertomografie im Vergleich zur Knochenszintigrafie und MRT geringer. Nur in Ausnahmefällen spielt die Computertomografie eine Rolle. Insbesondere dann, wenn in der Differenzialdiagnose aufgrund der kortikalen Verdickung einer Stressreaktion ein kortikales Osteoidosteom, das ebenfalls eine kortikale Verdickung auslösen kann, ausgeschlossen werden soll.

Magnetresonanztomografie (MRT)

Die MRT ist heutzutage das Verfahren der ersten Wahl bei Verdacht auf Stressreaktionen und Stressfrakturen des



► **Abb. 1** 45-jährige Patientin mit Schmerzen am linken Vorfuß. Koronare (a), sagittale (b) und transversale (c) fettunterdrückte protonendichtegewichtete Sequenz: Es zeigt sich ein deutliches Knochenmarködem im Os metatarsale 3 sowie eine Signalalteration in den umgebenden Weichteilen. Eine Unterbrechung der Kortikalis lässt sich noch nicht nachweisen. Nach MR-morphologischen Kriterien handelt es sich hier um eine Stressreaktion Grad III. In den dorsalen Weichteilen am Fußrücken zeigt sich ebenfalls eine Ödematisierung (Quelle: Mack MG).



► **Abb. 2** 30-jährige Patientin mit Schmerzen an der Ferse. In der sagittalen fettunterdrückten protonendichtegewichteten Sequenz (a) zeigt sich ein Knochenmarködem (Pfeile) im Kalkaneus mit einer etwas hypointensen Linie zentral in dem Knochenmarködem. In der T1-gewichteten Aufnahme (b) zeigt sich eine Signalabsenkung und ebenfalls eine hypointense Linie. Hier handelt es sich um eine Stressfraktur im Kalkaneus (Quelle: Mack MG).

Achsen skeletts, wenn das konventionelle Röntgenbild unauffällig ist. Die einzelnen Stadien der Stressreaktion und Stressfraktur lassen sich in der Kernspintomografie optimal differenzieren. Zunächst lässt sich in den fettunterdrückten T2-gewichteten Aufnahmen eine vermehrte Flüssigkeitseinlagerung periostal nachweisen. Im weiteren Verlauf kommt es dann zu einer vermehrten Ödematisierung im Markraum des betroffenen Knochens (Knochenmarködem). Im weiteren Verlauf kann sich dann eine hypointense Linie innerhalb des Knochenmarködems in den T2- und T1-gewichteten Aufnahmen abgrenzen lassen. Diese Linie ist der MR-morphologische Beweis einer Stressfraktur. Die zusätzliche Gabe von Kontrastmittel ermöglicht eine etwas bessere Abgrenzung einer möglichen Frakturlinie, beeinflusst die Diagnose aber nicht entscheidend, sodass in aller Regel die MRT-Untersuchung ohne Kontrastmittel erfolgt.

Stadieneinteilung der Stressreaktionen und der Stressfrakturen

International wird am häufigsten das Grading-System von Fredericson aus dem Jahre 1995 verwendet. Hier werden 4 Stadien unterschieden [2] (► **Tab. 2**).

Differenzialdiagnosen in der Bildgebung

Da eine Vielzahl von sonstigen Erkrankungen ähnliche klinische Symptome wie eine Stressreaktion oder Stressfraktur verursachen kann, muss immer auch an entzündliche, infektiöse, vaskuläre, neurologische und neoplastische Erkrankungen des Knochens gedacht werden. Differentialdiagnostisch muss man, insbesondere auch bei Kindern, im Bereich der Fußwurzelknochen oder bei asymptomatischen Sportlern ein physiologisches Knochenmarködem in der Differenzialdiagnose beachten. Auch rein traumatische

► **Tab. 1** Stadieneinteilung der Stressfrakturen nach Fredericson [2]

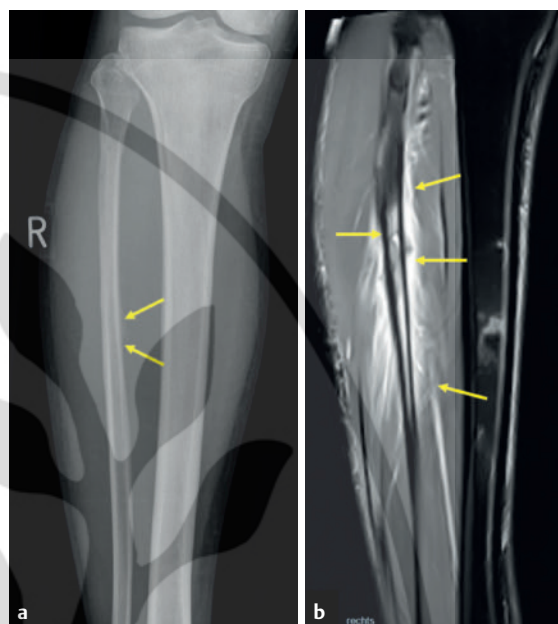
Grad	Befund
Grad 1	Mildes periostales Ödem in den fettunterdrückten T2-gewichteten Bildern
Grad 2	Deutliches periostales Ödem sowie ein Knochenmarködem in den fettunterdrückten T2-gewichteten Bildern
Grad 3	Das periostale Ödem und das Knochenmarködem lassen sich sowohl in T1- wie auch in den fettunterdrückten T2-gewichteten Bildern nachweisen
Grad 4	Nachweis einer Frakturlinie

Veränderungen müssen von der Stressreaktion und Stressfraktur abgegrenzt werden. Im Zweifelsfall ist eine Verlaufskontrolle im Abstand von 2–3 Wochen erforderlich.

Weitergehende Maßnahmen wie eine Biopsie des Knochens sind in aller Regel bei Stressreaktion und Stressfrakturen nicht indiziert, da dadurch der Knochen zusätzlich geschwächt wird.

Lokalisation von Stressfrakturen

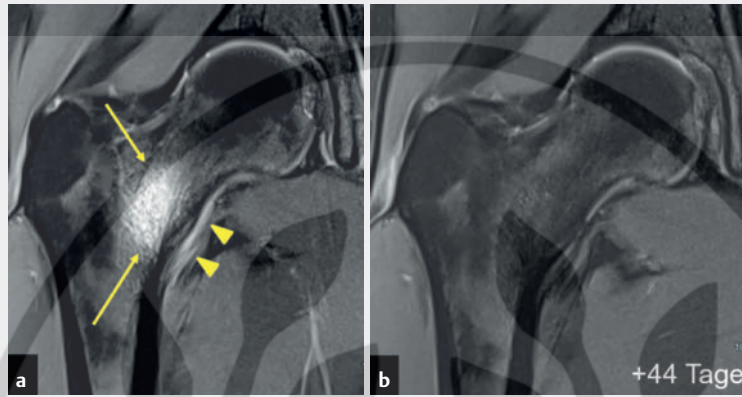
Die häufigste Stressfraktur findet sich an den Ossa metatarsalia insbesondere am zweiten und dritten Strahl (► **Abb. 1**). Stressfrakturen am Kalkaneus (► **Abb. 2**) entstehen aufgrund einer mutmaßlichen Dysbalance der Zugkräfte von Achillessehne und Plantarfaszie. Die meisten



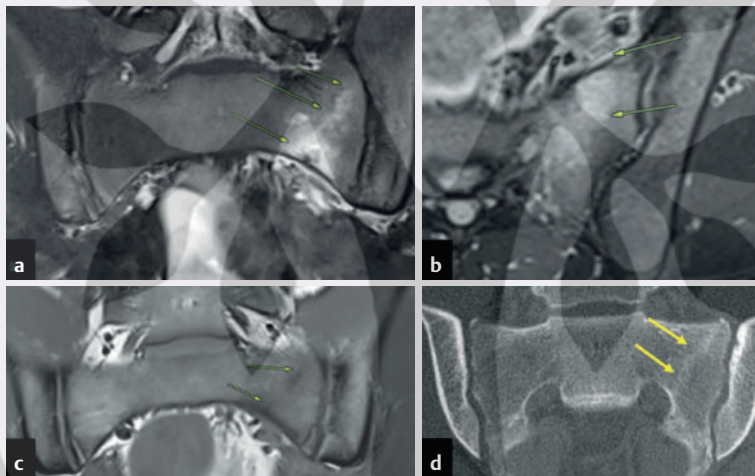
► **Abb. 3** 37-jähriger Patient mit Schmerzen am rechten Unterschenkel. Im konventionellen Röntgenbild (a) zeigt sich nur eine sehr diskrete periostale Verdichtung an der Fibula im mittleren Drittel (Pfeile). Eine Frakturlinie lässt sich nicht abgrenzen. In der ergänzend durchgeführten MRT zeigt sich in der koronaren fettunterdrückten protonendichtegewichteten Sequenz (b) eine deutliche Flüssigkeitseinlagerung in der Unterschenkelmuskulatur sowie ein Knochenmarködem in der Fibula mit einer diskreten Frakturlinie. Somit liegt hier bereits eine Stressfraktur vor (Quelle: Mack MG).



► **Abb. 4** 31-jähriger Patient mit Schmerzen nach Triathlontraining. In den MRT-Aufnahmen zeigt sich in den T1-gewichteten Sequenzen (a) eine Signalabsenkung am Tibiakopf mit hypointenser Linie. Korrespondierend zeigt sich in der koronaren (b) und der sagittalen (c) fettunterdrückten protonendichtegewichteten Sequenz eine Fraktur am Tibiakopf. In der Computertomografie (d) zeigen sich eine Verdichtungslinie und eine etwas vermehrte Sklerosierung (Quelle: Mack MG).



► **Abb. 5** 16-jährige Patientin mit Schmerzen im rechten Hüftgelenk. Klinisch bestand der Verdacht auf eine Bursitis trochanterica. In der initialen fettunterdrückten protonendichtegewichteten Aufnahme (a) zeigt sich ein deutliches Knochenmarködem im Schenkelhals rechtsseitig (Pfeile) sowie eine Signalalteration in den umgebenden Weichteilen (Pfeilspitzen). Nach 44 Tagen (b) zeigt sich in der fettunterdrückten protonendichtegewichteten Sequenz eine vollständige Rückbildung des Knochenmarködems. Die noch nachweisbaren Signalalterationen im Schenkelhals und am proximalen Femur entsprechen blutbildendem Knochenmark (Quelle: Mack MG).



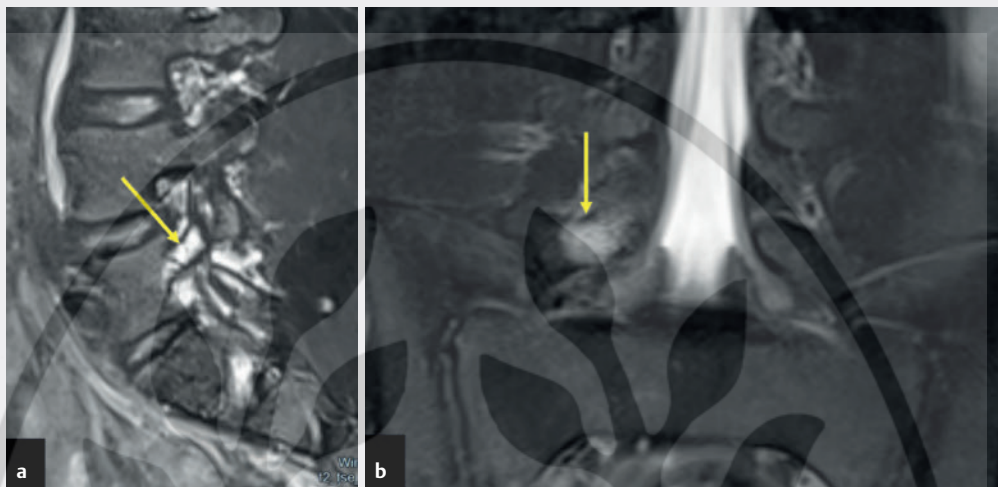
► **Abb. 6** 18-jähriger Patient mit Schmerzen beim Fußballspielen. In den fettunterdrückten protonendichtegewichteten Sequenzen (a und b) zeigt sich ein Knochenmarködem im Os sacrum auf der linken Seite mit einer hypointensen Linie in der T1-gewichteten Aufnahme (c). Hier handelt es sich um eine Stressfraktur (Pfeile). In der CT-Aufnahme (d) zeigt sich eine Verdichtungslinie im Os sacrum auf der linken Seite (Quelle: Mack MG).

Stressfrakturen der Fußwurzelknochen betreffen das Os naviculare bei Leichtathleten, bei Basketballspielern und bei Langstreckenläufern. Die Stressfraktur an der Fibula (► **Abb. 3**) und an der Tibia (► **Abb. 4**) treten gehäuft bei Läufern auf. Auch femorale Stressfrakturen kommen ebenfalls typischerweise bei Läufern vor. Das Gleiche gilt für Stressfrakturen am Schenkelhals (► **Abb. 5**) und am Femurkopf.

Bei jugendlichen Sportlern muss bei Schmerzen im Bereich der Wirbelsäule und des Beckens immer auch an Stressreaktionen und Stressfrakturen des Os sacrum (► **Abb. 6**) sowie der Pedikel der unteren Lendenwirbelsäule (► **Abb. 7**) gedacht werden.

TAKE HOME MESSAGE

- Ossäre Stressreaktionen können an nahezu allen Knochen auftreten.
- Es gibt sportartspezifische Prädispositionsstellen für das Auftreten von Stressfrakturen.
- Bei unklarer Beschwerdesymptomatik über mehr als 2 Wochen sollte eine MRT-Untersuchung durchgeführt werden.
- Konventionelle Röntgenaufnahmen zeigen Stressfrakturen erst in einem späten/fortgeschrittenen Stadium.



► **Abb. 7** 15-jähriger Patient mit Schmerzen in der unteren Wirbelsäule bei sportlicher Belastung (Fußball). In der sagittalen fettunterdrückten T2-gewichteten Aufnahme (a) zeigt sich ein Knochenmarködem im Pedikel rechtsseitig (Pfeil). Die koronare fettunterdrückte T2-Aufnahme (b) bestätigt ebenfalls das Knochenmarködem im Pedikel rechtsseitig im Sinne einer Stressreaktion. Eine Stressfraktur lässt sich noch nicht nachweisen (Quelle: Mack MG).

Autorinnen/Autoren



Prof. Dr. Martin G. Mack

ist Facharzt für Diagnostische Radiologie. Nach der Anerkennung als Facharzt für Diagnostische Radiologie habilitierte er sich 2002 für das Fach Radiologie. Er praktiziert in einer Münchner Gemeinschaftspraxis und ist seit 2013 Mitglied des Direktoriums der Akademie für Fort- und Weiterbildung in der Radiologie der Deutschen Röntgengesellschaft sowie seit 2019 Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Bildgebende Verfahren des Bewegungsapparats der Deutschen Röntgengesellschaft. International hat er zahlreiche Vorträge gehalten und Fortbildungskurse gegeben und über 180 Publikationen veröffentlicht.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Martin G. Mack

Radiologie München
Säbener Str. 51
81547 München
E-Mail: m.mack@radiologie-muenchen.de

Literatur

- [1] Bhatnagar A, Kumar M, Shivanna D et al. High incidence of stress fractures in military cadets during training: A point of concern. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR* 2015; 9(8), RC01–3

- [2] Fredericson M, Bergman AG, Hoffman KL, Dillingham MS. Tibial stress reaction in runners. Correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new magnetic resonance imaging grading system. *The American Journal of Sports Medicine* 1995; 23(4), 472–481
- [3] Geslien GE, Thrall JH, Espinosa JL, Older RA. Early detection of stress fractures using ^{99m}Tc-polyphosphate. *Radiology* 1976; 121 (3Pt.1), 683–687
- [4] Giladi M, Milgrom C, Simkin A, Danon Y. Stress fractures. Identifiable risk factors. In: *The American Journal of Sports Medicine* 19 (6), S. 647–652. DOI: 10.1177/036354659101900617
- [5] Greaney RB, Gerber FH, Laughlin RL et al. Distribution and natural history of stress fractures in U.S. Marine recruits. In: *Radiology* 1983; 146 (2), 339–346
- [6] Milgrom C, Giladi M, Stein M et al. Stress fractures in military recruits. A prospective study showing an unusually high incidence. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume* 1985; 67(5), 732–735
- [7] Mulligan ME. The „gray cortex“: An early sign of stress fracture. *Skeletal Radiology* 1995; 24(3), 201–203
- [8] Rizzone KH, Ackerman KE, Roos KG et al. The epidemiology of stress fractures in collegiate student-athletes, 2004–2005 through 2013–2014 academic years. *Journal of Athletic Training* 2017; 52(10), 966–975

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-1130-9609>
Sportphysio 2020; 8: 83–88
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 2196-5951

Sportphysio

8. Jahrgang
erscheint 5-mal jährlich
ISSN (Print): 2196-5951

Eigentümer & Copyright

© Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York 2020

Herausbergremium

Hans-Josef Haas (D)
Cornelia van Hauten (D)
Matthias Keller (D)
Eduard Kurz (D)
Martina Leusch (CH)
Martin Ophey (NL)

Verlag

Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart
oder Postfach 301120, 70451 Stuttgart
Tel.: +49 711 8931-0, Fax: +49 711 8931-874
www.thieme.de, www.thieme.de/sportphysio
www.thieme-connect.de/products

Redaktion

Johannes Ermel, Karlsbad
V.i.S.d.P.: Joachim Schwarz, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart

Verantwortlich für den Anzeigenteil

Thieme Media
Pharmedia Anzeigen- und Verlagsservice GmbH
Johannes Moser, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart
oder Postfach 300880, 70448 Stuttgart
Tel.: +49 711 8931-469, Fax: +49 711 8931-470
E-Mail: Johannes.Moser@thieme-media.de

Produktionsmanagement

Tel.: +49 711 8931-634, Fax: +49 711 8931-393
E-Mail: Antje.Wachsmann@thieme.de

Abonnentenservice

Wir bitten unsere Abonnenten, Adressänderungen dem Abbonnentenservice mitzuteilen, um eine reibungslose Zustellung der Zeitschrift zu gewährleisten.
Tel.: +49 711 8931-321, Fax: +49 711 8931-422,
https://kundenservice.thieme.de

Die Inhalte der Zeitschrift stehen online in Thieme connect zur Verfügung (www.thieme-connect.de/products). Der Zugang ist für persönliche Abonnenten im Preis enthalten.

Über kostenpflichtige Zugangsmöglichkeiten und Lizenzen für Institutionen (Bibliotheken, Kliniken, Firmen etc.) informiert Sie gerne unser Institutional Sales Team, E-Mail: sales@thieme-connect.de

Warenbezeichnungen und Handelsnamen

Marken, geschäftliche Bezeichnungen oder Handelsnamen werden nicht in jedem Fall besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Handelsnamen handelt.

Informationen für unsere Autoren

Manuskripteinreichung unter:
sportphysio@thieme.de

Manuskriptrichtlinien und andere Informationen für Autoren entnehmen Sie bitte den Autorenhinweisen unter dem Reiter „Autoren“ auf www.thieme.de/sportphysio.

Grundsätzlich werden nur solche Manuskripte angenommen, die noch nicht anderweitig veröffentlicht oder zur Veröffentlichung eingereicht worden sind. Bitte beachten Sie: Wir können keine Abbildungen annehmen, die bereits in Büchern, Zeitschriften oder elektronischen Produkten anderer Anbieter publiziert worden sind oder an denen ein Dritter Nutzungsrechte hat (z. B. Arbeitgeber). Der Grund: Auch gegen Lizenzgebühr ist es kaum noch möglich, die Nutzungsrechte in dem für uns erforderlichen Umfang zu erhalten. Bitte zahlen Sie deshalb keine Lizenzgebühren (z. B. bei „RightsLink“/Copyright Clearance Center) – auch die Standard-Lizenzverträge von „Creative Commons“ sind für eine Publikation leider nicht ausreichend.

Wichtiger Hinweis

Wie jeder Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Heft eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe dem Wissensstand bei Fertigstellung der Zeitschrift entspricht. Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. Jeder Benutzer ist angehalten, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und ggf. nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in dieser Zeitschrift abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers. Autoren und

Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen. Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind für die Dauer des Urheberrechts geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung und Verbreitung in gedruckter Form, Übersetzung, Übertragung und Bearbeitung in andere Sprachen oder Fassungen sowie die Einspeicherung und Verbreitung in elektronischen Medienformen (z. B. CD-ROM, DVD, USB-Speicher, Datenbank, Cloud-basierter Dienst, E-book und sonstige Formen des electronic Publishing) und auch öffentlicher Zugänglichmachung (z. B. Internet, Intranet oder andere leitungsgebundene oder -ungebundene Datennetze), u. a. durch Wiedergabe auf stationären oder mobilen Empfangsgeräten, Monitoren, Smartphones, Tablets oder sonstigen Empfangsgeräten per Download (z. B. PDF, ePub, App) oder Abruf in sonstiger Form etc. In der Zeitschrift enthaltene Anzeigen und Beilagen erscheinen außerhalb der Verantwortung der wissenschaftlichen Herausgabe der Zeitschrift.

Datenschutz

Wo datenschutzrechtlich erforderlich, wurden die Namen und weitere Daten von Personen redaktionell verändert (Tarnnamen). Dies ist grundsätzlich der Fall bei Patienten, ihren Angehörigen und Freunden, z. T. auch bei weiteren Personen, die z. B. in die Behandlung von Patienten eingebunden sind.

Printed in Germany

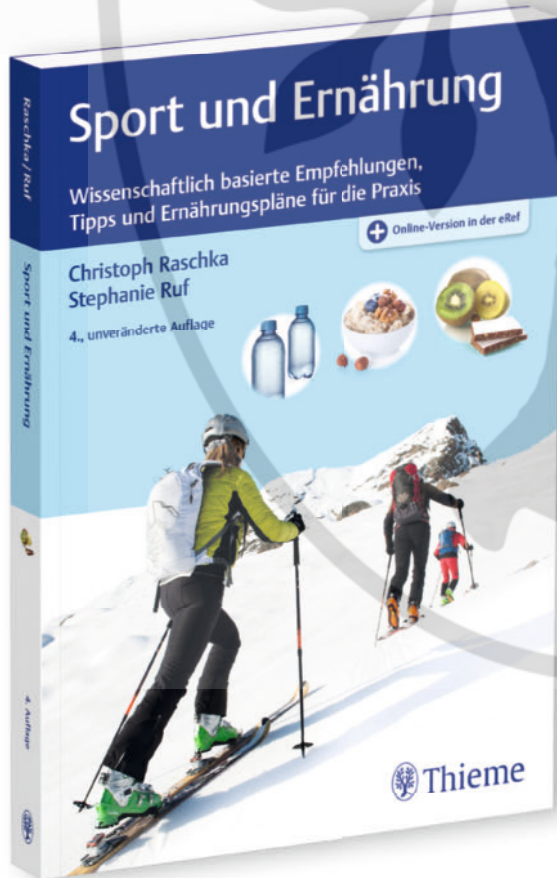
Satz: L42 AG, Berlin
Grafik: Christiane von Solodkoff, Neckargemünd
Druck und Bindung: Grafisches Centrum Cuno GmbH & Co. KG, Calbe (Saale)

Bezugspreise 2020	Abo	Versandkosten Inland	gesamt
Normalpreis	134,00 €	16,40 €	150,40 €
Weiterbildungs- und Schüler-/Studentenpreis*	82,00 €	16,40 €	98,40 €
Vorzugspreis	82,00 € **	16,40 €	98,40 €
	67,00 € ***		83,40 €
	107,00 € ****		123,40 €
Institutioneller Preis	313,00 €	16,40 €	329,40 €

Jährliche Bezugspreise in € (D), unverbindlich empfohlene Preise inkl. der gesetzl. MwSt (D). Im Ausland verstehen sich die Preise und Versandkosten exkl. der gesetzlichen MwSt. Versandkosten Ausland: 22,40 €; * Nachweis der Weiterbildungs- bzw. Ausbildungsstätte; **Vorzugspreis gültig für Teilnehmer an Kursen des McKenzie Instituts, Mitglieder der Schweizer Gesellschaft Sportphysio und des Vereins SART und für Abonnenten physiotherapy, neuroreha, manuelletherapie, physioscience und Der Schmerzpatient ***Vorzugspreis für Mitglieder der physioswiss ****Vorzugspreis für Mitglieder des VPT

Tipps und Empfehlungen für die richtige Ernährung für Sportler

Machen Sie sich fit



Der Faktor Ernährung beeinflusst die sportlichen Leistungen enorm. In diesem Buch erlangen Sie wissenschaftlich fundierte Kenntnisse zur optimalen Energie-, Nährstoff- und Flüssigkeitszufuhr, ergänzt durch viele Tipps aus der Praxis.

- Ernährungstechniken für den Wettkampf
- Energiegewinnung unter verschiedenen Belastungszeiten
- schnelle und langsame Energiequellen
- Flüssigkeitshaushalt im Sport
- Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente
- leistungssteigernde Substanzen
- umfassende Tabellen für Nahrungsergänzungsmittel

Sport und Ernährung Raschka/Ruf

2018. 4., unveränderte Aufl.
232 S., 42 Abb., kart.
ISBN 978 3 13 242591 0
49,99 € [D]



Buch plus Online-Version
in der eRef