

Von der Stressreaktion bis zur Stressfraktur im Sport

Karsten Knobloch



Sport ist unzweifelhaft mit günstigen körperlichen Effekten assoziiert. Das Risiko, an einer Herzerkrankung zu sterben, sinkt deutlich, die Lebenserwartung steigt insgesamt an. Während die Krankenhausaufnahmerate wegen Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Athleten erhöht erscheint, ist diese verglichen mit einer körperlich nicht aktiven Vergleichsgruppe bezogen auf Herz-Kreislauf-, Atemwegserkrankungen und Krebserkrankungen erniedrigt. Sport sollte daher genau so dosiert und differenziert eingesetzt werden wie ein verschreibungspflichtiges Medikament – nicht zuviel, aber auch nicht zu wenig. Neben den günstigen körperlichen Auswirkungen von Sport können im Rahmen der Sportausübung jedoch sowohl Akutverletzungen wie auch Überlastungsschäden auftreten. Der CHAZ-Beitrag stellt alle Überlastungsschäden an Knochen vor, die in der Sportmedizin relevant sind.

Sport ist unzweifelhaft mit günstigen körperlichen Effekten assoziiert. Das Risiko, an einer Herzerkrankung zu sterben, kann durch ein mindestens zweimalig wöchentlich durchgeführtes, mindestens 30 Minuten andauerndes Ausdauertraining, um rund 35 Prozent gesenkt werden. Die Lebenserwartung von Weltklasseathleten ist im Schnitt um 5,7 Jahre erhöht als bei einer Vergleichsgruppe in Finnland [1]. Während die Krankenhausaufnahmerate wegen Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Athleten erhöht erscheint, ist diese verglichen mit einer körperlich nicht aktiven Vergleichsgruppe bezogen auf Herz-Kreislauf-, Atemwegserkrankungen und Krebserkrankungen erniedrigt [2]. Sport sollte daher genau so dosiert und differenziert eingesetzt werden wie ein verschreibungspflichtiges Medikament oder eine geplante Operation – nicht zuviel, aber auch nicht zu wenig, und das in weiten Bereich des Gesundheitswesens. 2007 erfolgte die Neuauflage der Empfehlungen zur körperlichen Aktivität, die das *American College of Sports Medicine (ACSM)* gemeinsam mit der *American Heart Association (AHA)* veröffentlicht hat [3]. Diese aktuellen Emp-

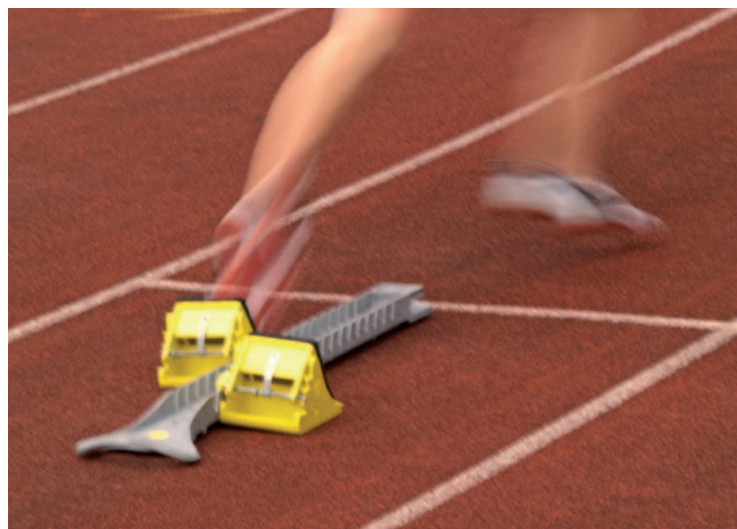
Olympiasieger waren die, die ihre Energien nicht in Früh- und Übertraining verschwendeten.

Aristoteles (384 bis 322 v. Chr.)

fehlungen geben jetzt sehr viel genauere Richtlinien, in welcher Dosierung und wie oft gesunde Erwachsene und Senioren körperlich aktiv sein sollten, um die Gesundheit zu erhalten und die Lebensqualität zu steigern (Abb. 1).

Überlastungsschäden können alle Komponenten des Bewegungsapparates betreffen: Muskulatur, Sehnen wie auch Knochen

Neben den günstigen körperlichen Auswirkungen von Sport können im Rahmen der Sportausübung jedoch sowohl Akutverletzungen wie auch Überlastungsschäden in den verschiedenen Sportarten auftreten. Von Überlastungsschäden am Bewegungsapparat sind professionelle Athleten genauso wie die Hobbysportler betroffen, wenngleich der Expositionszeit in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zukommt. Überlastungsschäden können alle Komponenten des Bewegungsapparates betreffen: Muskulatur, Sehnen wie auch Knochen. In der folgenden Übersicht werden alle Überlastungsschäden an Knochen vorgestellt, die in der Sportmedizin relevant sind.



Gesunde Erwachsene (18–65 Jahre alt):

oder
und
30 min moderates Ausdauertraining an fünf Terminen pro Woche
20 min intensives Ausdauertraining an drei Terminen pro Woche
acht bis zehn Stretchingübungen der großen Muskelgruppen mit entsprechendem Widerstand,
so dass acht bis 12 Wiederholungen möglich sind an zwei Terminen pro Woche

Erwachsene jenseits des 65. Lebensjahres sowie Personen über 50 Jahre mit Gelenkbeschwerden:

oder
und
und
und
30 min moderates Ausdauertraining an fünf Terminen pro Woche
20 min intensives Ausdauertraining an drei Terminen pro Woche
acht bis zehn Stretchingübungen der großen Muskelgruppen mit entsprechendem Widerstand,
so dass acht bis 12 Wiederholungen möglich sind an zwei Terminen pro Woche
Balancetraining zur Sturzprävention
Entwicklung eines individuellen Fitnessplans gemeinsam mit sportwissenschaftlich geschulten Personen

Abb. 1 ACSM/AHA-Empfehlung zur regelmäßigen körperlichen Aktivität zur Erhaltung von Gesundheit.

Der Übergang vom gesunden Knochen über die Stressreaktion des Knochens bis hin zur Stressfraktur mit Kortikalisunterbrechung ist fließend. Monotone, eintönige Belastung scheint ein wesentlicher Faktor für die Entstehung von Überlastungsschäden am Knochen zu sein. Sie entstehen infolge ungewohnter, wiederholter Belastungen, etwa bei Läufern oder Fußballspielern.

Eine Dysbalance zwischen Belastung und Regeneration des Knochens bei einer Steigerung des Trainingsumfangs und der Trainingsintensität ist häufig bei einer Stressreaktion oder Stressfraktur beim Athleten zu beobachten.

Meistens kann der Sportler über eine Steigerung der Trainingsumfänge, der Trainingsintensität oder der Gesamtbelastung berichten. Der Schmerz kann sich schleichend entwickeln oder auch plötzlich einsetzen. Die Untersuchung des Patienten gibt anfangs oft nur ein geringes Korrelat zu den angegebenen Schmerzen unter der Belastung.

**Ein Verlust von fünf Prozent
Knochenmasse kann das Risiko
für Stressfrakturen um 40 Prozent
steigern**

Die Erstbeschreibung der Stressfraktur geht dabei auf den preußischen Heeresarzt Breithaupt 1855 zurück. Breithaupt beschrieb die Stressfraktur als Marschfraktur des Mittelfußes bei deutschen Soldaten (vgl. auch Stelzner 1942/1945 [33]).

Bei weiblichen Athletinnen ist das Auftreten von Stressfrakturen nicht selten von weiteren Veränderungen begleitet. Als „female athlete triad“ ist folgende Kombination beschrieben:

- Osteoporose
- Amenorrhoe
- Essstörung, typischerweise als Anorexie

Bei Athletinnen, die sich mit einer Stressreaktion oder auch Stressfraktur präsentieren, empfiehlt es sich auch diese genannten Parameter gezielt zu untersuchen und gegebenenfalls zu beheben. Es ist beschrieben, dass ein Verlust von fünf Prozent Knochenmasse das Risiko für Stressfrakturen um 40 Prozent steigert.

Stressreaktionen bis hin zur Stressfraktur sind eher seltene Überlastungsschäden, die jedoch vermutlich häufiger nicht sofort zur korrekten Diagnose führen. Insbesondere sind Laufsportler von Stressfrakturen betroffen – bevorzugt des Mittelfußes und der Tibia. Benell et al. zeigten 1996 in einer prospektiven Studie an 111 Läufern, dass Stressfrakturen an der unteren Extremität eine Inzidenz von 0,7 auf 1000 Stunden Lauftraining haben [5]. Rund 15 Prozent dieser Frakturen traten am Os naviculare pedis auf. Überhaupt sind sechs Prozent aller Verletzungen bei Läufern Stressfrakturen [6]. Eine Untersuchung mit 31 Laufsportlern mit Stressfrakturen zeigte eine mittlere Laufstrecke pro Woche von 117 km [7]. Eine regelmäßige Menstruation spielt in diesem Zusammenhang bei weiblichen Athletinnen eine wesentliche Rolle: 49 Prozent der Läuferinnen mit einer Stressfraktur hatten weniger als fünf Monatsblutungen pro Jahr, 39 Prozent hatten sechs bis neun

Tabelle 1 Sportarten mit einer Disposition für die Entwicklung von Stressfrakturen

Disziplin	Stressfraktur
Kunst- und Geräteturner	Radius-Stressfraktur Skaphoid-Stressfraktur Talus-Stressfraktur
Laufsportler	Metatarsalefraktur Kreuzbein- und Iliumfrakturen Femurfraktur Tibiafraktur
Fussballspieler	Metatarsalefraktur Tibiafraktur
Ruderer	Rippenfraktur Costa I
Gewichtheber	Kahnbeinfraktur Ulnafraktur
Ballettänzer	Lumbale Pedikel-Stressfraktur
Tennispieler	Kahnbeinfraktur Rippenfraktur Costa I Humerusfraktur

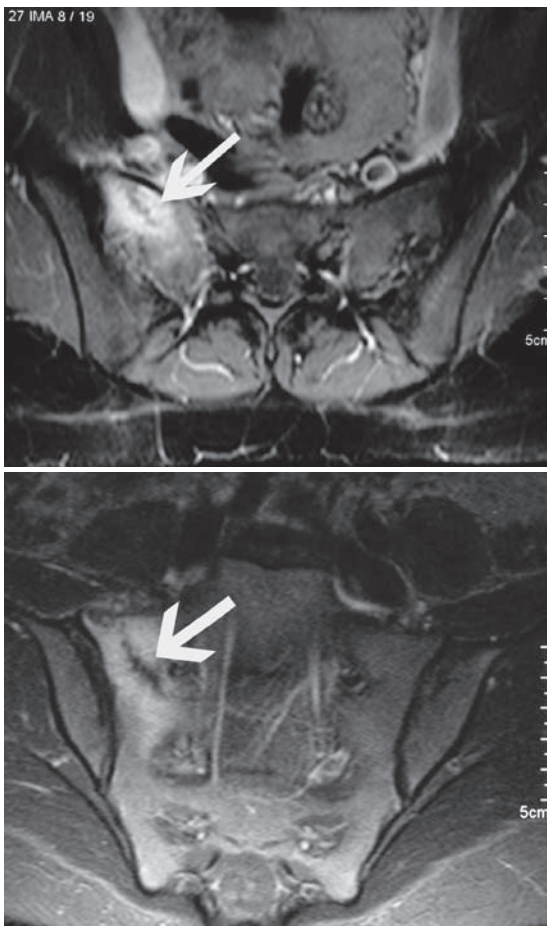


Abb. 2a, b Stressfraktur des rechten Kreuzbeins in der Kernspintomographie bei negativem Röntgenbild bei einer ambitionierten Läuferin (140 km/Woche) [4].

Monatsblutungen pro Jahr, nur 29 Prozent hatten zehn bis 13 Monatsblutungen pro Jahr [8].

Bedenkt man die Laufristanz von Fußballspielern beispielsweise der ersten Fußballbundesliga, die je nach Position zwischen zehn und 12 km pro 90 Minuten Spieldauer liegen können, erklärt sich, wieso auch Fußballspieler Stressfrakturen zeigen können, wenngleich möglicherweise die variabelere Belastung im Ballsport gegenüber reinem Laufen günstig sein könnte. Eine Übersichtsarbeit, die insgesamt 479 Originalarbeiten zur Frage des Fußtyps und der Entwicklung von Tibiastressfrakturen analysierte, kam zu dem Schluss, dass zwar extreme Fußfehlstellungen ein erhöhtes Risiko für Tibiastressfrakturen darstellen können, sich jedoch keine definitiven Aussagen treffen lassen [9].

Hochrisiko-Frakturen zeichnen sich durch eine verzögerte Knochenbruchheilung und einen eher komplizierten, langwierigen Verlauf aus

Je nach betroffener anatomischer Lokalisation unterscheidet man Ermüdungsbrüche in Niedrigrisiko- und Hochrisiko-Verletzungen [10].

■ Niedrigrisiko-Frakturen, die mit relativ unkomplizierten und schnellen Verlauf zur Ausheilung gebracht werden können.

- Außenknöchel
- Fersenbein
- Zweiter bis vierter Mittelfußknochen
- Oberschenkelschaft [11]

■ Hochrisiko-Frakturen zeichnen sich durch eine verzögerte Knochenbruchheilung und einen eher komplizierten, langwierigen Verlauf aus.

- Oberschenkelhals
- Kniescheibe
- Innenknöchel
- Sesambeine
- Sprungbeinhals
- Os naviculare am Fuß
- Proximaler fünfter Mittelfußknochen
- Schienbeinschaft [12]

Übertherapie von Niedrigrisiko-Stressfrakturen führt zu unnötigem Trainingsverlust, Untertherapie bei Hochrisiko-Stressfrakturen führt zu unnötig verlängertem Ausfall des Athleten und zu Schmerzen.

Bestimmte Sportarten disponieren für die Entwicklung von Stressfrakturen, die in Tabelle 1 vorgestellt werden.

Auch ungewöhnliche Lokalisationen für Stressfrakturen kommen vor. So haben wir einen 19jährigen Soldaten behandelt, der sich im Rahmen von „military-style push-ups“ Stressfrakturen des Os hamatum und der Basis des Metacarpale IV zuzog (Abb. 3) [13].

Stressreaktionen, die in der Kernspintomographie durch Signalalterationen auffallen, bleiben der Computertomographie für gewöhnlich verborgen

Die Diagnose von Stressfrakturen ist im Wesentlichen eine klinische Entscheidung, die als Leitsymptom den häufig belastungsabhängigen persistierenden Schmerz aufweist. Der Schmerz tritt typischerweise zunächst nach der Belastung auf. Im weiteren Krankheitsverlauf werden die Schmerzen dann während und nach der Belastung beklagt, schließlich bei weiterem Voranschreiten kontinuierlich.

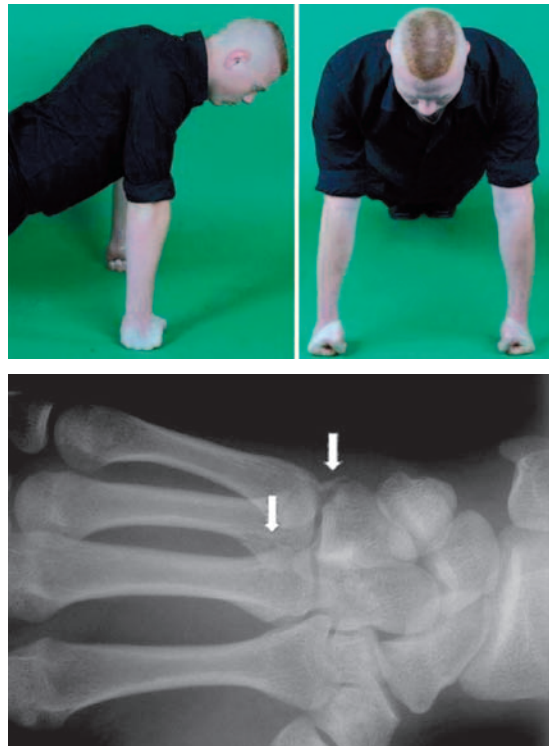


Abb. 3 Military-Style-Liegestützen, um die Mittelhandköpfchen abzu härten. Dabei zog sich dieser 19jährige Mann Stressfrakturen des Hamatums und der Metacarpale-IV-Basis zu.

Fallbericht

(veröffentlicht auf
www.focus-online.de am 10.12.2006)

Stressfraktur verursacht Schmerzen bei Huth

Robert Huth hat endlich eine Diagnose für seine Fuß-Schmerzen: Der Nationalspieler in Diensten des englischen Erstligisten FC Middlesbrough hat eine Stressfraktur im linken Fuß. Robert Huth plagte sich bereits seit längerem mit Schmerzen im Fuß. Nun weiß er auch warum: Der Nationalspieler vom englischen Premier-League-Klub FC Middlesbrough hat eine Stressfraktur im linken Fuß. Das bestätigte „Boro“-Team-Manager Gareth Southgate nach dem 1:1 am Samstag gegen Wigan Athletic. Wie lange Huth ausfalle, könnten erst weitergehende Untersuchungen zeigen, so Southgate.

Eine Analyse aus Heidelberg mit 19 Kindern und Jugendlichen mit offenen Epiphysenfugen, die sich insgesamt 21 Stressfrakturen zuzogen fand heraus, dass Ausdauersportarten zu Metatarsal-Stressfrakturen führten [14]. Ballsportarten dagegen mit Start-Stop-Situationen führten typischerweise zu Tibiadiaphysen-Stressfrakturen. Die apparative Diagnostik umfasst die konventionelle Röntgenuntersuchungsebenenfalls auch im Verlauf, die Kernspintomographie, die Computertomographie und ggf. die Dreiphasenzintigraphie. Konventionelle Röntgenuntersuchungen hingegen sind in 60 Prozent der Fälle initial beim Auftreten von Stressfrakturen nicht wegweisend [15, 16].

Die Kernspintomographie erscheint derzeit als Goldstandard in der Diagnose von Stressreaktionen bis hin zur Stressfraktur. Sie ist strahlungsfrei und besitzt daher im Vergleich zur Computertomographie aus strahlenhygienischen Gründen bereits deutlich Vorteile. Stressreaktionen, die in der Kernspintomographie durch Signalalterationen auffallen, bleiben der Computertomographie für gewöhnlich verborgen.

Eine Untersuchung aus der Duke University in Durham, NC, an 26 asymptomatischen amerikanischen Collegebasketballern der National Collegiate Athletic Association (NCAA) studierte vor und nach einer Saison mittels Kernspintomographie die Mittelfüße der Basketballathleten, für die eine Mit-

telfußstressfraktur eine saisonbeendende Verletzung darstellen kann [17]. Bei sechs der 52 asymptomatischen Füße (12 %) konnten nach der Saison in der Kernspintomographie ein Knochenmarksödem als Zeichen einer Stressreaktion des Mittelfußknochens und Vorbote der Stressfraktur nachgewiesen werden. Aber auch die Dünnschichtcomputertomographie kann bei Stressfrakturen, wo die Kortikalis definitionsgemäß durchbrochen ist, die Diagnose sichern helfen, wengleich die Strahlenbelastung jeweils bedacht werden sollte [18]. Die periphere hochauflösende quantitative Computertomographie mit Finite-Elemente-Methoden kann möglicherweise in der Zukunft nicht-invasive Daten zur Knochenstärke liefern [19].

Weiterhin hilft die Knochenszintigraphie, die sehr sensitiv, jedoch weniger spezifisch ist, den klinischen Verdacht einer Stressreaktion oder einer Stressfraktur zu erhärten [20]. In der Szintigraphie können schon sechs bis 72 Stunden nach Symptombeginn Mehrbelegungen nachweisbar sein. Jüngst wurde eine retrospektive Arbeit aus dem Brooke Army Medical Center in Houston, USA, veröffentlicht, in der sich 38 Patienten mit Verdacht auf Femurhals-Stressfraktur vor einer Kernspintomographie einer planaren Szintigraphie und 33 Patienten einer planaren Szintigraphie plus einer SPECT unterzogen [21]. Dabei zeigte sich erwartungsgemäß die Kombination mit SPECT besser als die Szintigraphie allein. Die Kostenseite der durchgeführten Untersuchungen war in dieser Studie jedoch nicht abgebildet.

Die Ermüdungsfraktur des Metatarsale V sollte frühzeitig durch Schraubenosteosynthese versorgt werden

An erster Stelle steht bei Niedrigrisiko- wie auch bei Hochrisiko-Stressfrakturen im Sport die Sportkarenz. Eingedenk des Entstehungsmechanismus, der häufig von Trainingsmonotonie bzw. Bewegungstereotypie gekennzeichnet ist, kann dann in Abhängigkeit von der Einteilung der Stressfraktur bei konservativer Therapie frühzeitig und unter Schmerzfreiheit die Bewegungstherapie in Alternativsportarten erfolgen.

Die Ermüdungsfraktur des Metatarsale V sollte frühzeitig durch Schraubenosteosynthese versorgt werden, da für gewöhnlich nach initialer Konsolidierung Monate später häufig eine Re-Ermüdungsfraktur auftritt. Genauso sollte man bei Navikulare-Ermüdungsfrakturen vorgehen. Tibiale

Niedrigrisiko-Stressfrakturen wie am Kalkaneus oder dem Mittelfußschaff können konservativ über sechs Wochen Trainingsmodifikation zur Ausheilung gebracht werden, beispielsweise beim Laufsportler kein Laufen, sondern schmerzfreies Radfahren, Aqua-Jogging und Schwimmen. Bei Auftreten von Schmerzen während der Belastung sind die Intensität und der Umfang des Trainings zu reduzieren.

Hochrisiko-Stressfrakturen wie die des Os naviculare, der Basen der Mittelfußknochen II und V dagegen werfen häufig noch therapeutische Probleme auf. Häufig ist eine strikte Entlastung von acht bis 12 Wochen notwendig bei konservativem Therapieregime, bis es zu einer Ausheilung kommt, so dass aus Gründen der schnelleren Rehabilitation eine Osteosynthese diskutiert werden sollte.

Stressfrakturen bei Athleten sind auch mit intramedullärer Nagelung behandelt worden [22]. Im Zweifel sollte die Verletzung solange als Ermüdungsfraktur behandelt werden, bis eine andere Diagnose das Gegenteil erweist.

Die extrakorporale Stosswellentherapie kann auch bei Stressreaktionen des Knochens bis hin zur Stressfraktur mit Gewinn für den Athleten eingesetzt werden (Abb. 4). Tierexperimentell wurde gezeigt, dass eine einmalige Stosswellentherapie zu knapp 300 Prozent mehr Knochenformation nach vier Wochen mit histologisch bestimmter optimierter Kollagenanordnung und dickerer sowie reiferer fibrocartilaginärer Zone führt [23]. In einer Fallserie wurden fünf Athleten im Alter zwischen 17 und 22 Jahren mit therapierefraktärer Stressfraktur einer einmaligen Stosswellentherapie mit 0,3–0,4 mJ/mm² zwischen 2000 und 4000 Impulsen unterzogen.



Abb. 4 Ein Stoßwellengerät der Firma Karl Storz

Darunter waren proximale Tibiastressfrakturen (n=2), Basisfraktur Metatarsale V, der inferiore Teil des Os pubis sowie der mediale Malleolus jeweils einfach [24]. Nach drei Monaten wurde im Mittel in den therapierefraktären Fällen eine knöcherne Wiederherstellung und eine Rückkehr zum Sport nach vier Monaten erzielt. In einer retrospektiven Arbeit mit zehn italienischen Fußballspielern, die Stressfrakturen des fünften Mittelfußknochens oder der Tibia erlitten, wurden zwischen drei und fünf Sitzungen niedrigenergetischer Stosswellentherapie durchgeführt [25]. Innerhalb von acht Wochen konnten alle Spieler wieder ihren Sport ausüben. Ähnlich wie in der Pseudarthrosenbehandlung könnte daher die Stosswellentherapie auch bei Stressreaktionen bis zur Stressfraktur ergänzend eingesetzt den Heilungsprozess beschleunigen. Bei konservativer Therapie von Stressreaktionen des Knochens bis hin zur Stressfraktur könnte die schmerzfreie Belastung in Alternativsportarten durch Medikamente ergänzt werden, wenngleich randomisiert-kontrollierte Studien zu diesen Themen bislang fehlen.

Zusätzlicher Ballsport schützt Läufer offenbar vor Stressfrakturen

Die Gabe von Bisphosphonaten bei Stressfrakturen wird gewärtig diskutiert. Eine Fallserie mit fünf weiblichen Athletinnen, die Tibiastressfrakturen (Abb. 5) erlitten und mit intravenösem Pamidronat behandelt wurden, zeigte eine rasche Rückkehr zum Sport innerhalb von drei bis vier Wochen [26]. Derzeit ist einzig eine randomisiert-kontrollierte Studie zum möglichen Präventi-

Acetylsalicylsäure 100–325 mg/d

- Zirkulationsverbesserung der minderdurchbluteten Areale der Stressfraktur und auf diese Weise evtl. günstig wirkend, ähnlich der Zirkulationsverbesserung bei koronarer Herzerkrankung oder nach einem Schlaganfall.
- Acetylsalicylsäure hemmt in dieser niedrigen Dosierung die Thrombozytenaggregation durch Hemmung der Cyclooxygenase, und dieses irreversibel über die Lebenszeit eines Blutplättchens, die fünf Tage beträgt.

Kalzitinin

- Sowohl Lachs als auch synthetische Kalzitinine sind verfügbar. Kalzitinin hemmt die Knochenresorption und stimuliert die knochenbauenden Osteoblasten. Lachs-Kalzitinin führt dosisabhängig zu einem Knochenmassenanstieg mit effektiven Dosen von 100–200 IE subkutan injiziert pro Tag. Über ein Nasenspray eingebrachtes Kalzitinin kann ebenfalls wirken mit 50 IE/Tag über fünf Tage pro Woche bis zu 200 IE/Tag.
- Zusätzlich sind schmerzlindernde Effekte des Kalzitonins beschrieben.
- Häufig treten bei der Einnahme Magen-Darm-Probleme auf.

Bisphosphonate

- Sie hemmen die Osteoklasten, die den Knochen abbauen.
- 70 Prozent des aufgenommenen Bisphosphonates erscheinen direkt im Knochen, vor allem dort, wo erhöhter Umbau vorhanden ist, also besonders in Regionen mit Frakturen, was diese Substanzen auch bei Stressfrakturen attraktiv erscheinen lässt.
- Etidronat (z. B. Didronel) 400 mg/Tag als Tablette für zwei Wochen, gefolgt von 1000 mg Calcium/Tag für weitere zehn Wochen bei Osteoporose.
- Alendronat (z. B. Fosamax) 10 mg/Tag kombiniert mit 1000 mg Calcium pro Tag.
- Pamidronat (z. B. Aredia) 30 mg/Tag in einer Kurzinfusion intravenös über ein bis vier Stunden alle drei Monate plus 1000 mg Calcium/Tag.
- Clodronat (z. B. Ostac) 800 mg/Tag als Tablette über drei Monate, gefolgt von 1000 mg Calcium/Tag über weitere drei Monate bei Osteoporose.
- Ibandronat (z. B. Bondronat) 2 mg intravenös alle drei Monate bei Osteoporose.
- Jeder zehnte Patient beklagt unter dieser Therapie Magen-Darm-Beschwerden.

Tabelle 2 Klassifikation der unterschiedlichen Grade der Stressreaktion des Knochens in der Bildgebung und die daraus abzuleitenden therapeutischen Ruhezeitempfehlungen (in Anlehnung an Arendt EA et, Griffiths JH, 1997).

Grad	Röntgen	Szintigraphie	Kernspintomographie	Therapie
1	Normal	Milde Aufnahme an einer Kortikalis	Positives STIR Signal	Pause für drei Wochen
2	Normal	Moderate Aktivität, größere Läsion nachweisbar	Positives STIR Signal und in T2-Wichtung positiv	Pause für drei bis sechs Wochen
3	Zarte Konturunterbrechung, ggf. periostale Reaktion	Erhöhte Aktivität (>50 % der Breite eines Knochens)	Keine definitive Kortikalis-Unterbrechung, positive T1- und T2-gewichtete Bilder	Pause für 12 bis 16 Wochen
4	Fraktur oder periostale Reaktion	Erhöhte Aktivität, bikortikale Aufnahme	Frakturlinie, Kortikalis-Unterbrechung, positive T1- und T2-gewichtete Bilder	Pause >16 Wochen

on von Stressfrakturen durch orale Bisphosphonate publiziert [27]. Dabei erhielten 324 männliche israelische Soldaten 30 mg Risedronat oder Placebo über 10 d täglich und dann über 12 Wochen wöchentlich. Die Drop-Out-Rate wegen befürchteter, jedoch nicht eingetretener Nebenwirkungen bei den Rekruten betrug 33 Prozent. Es konnte in der Intention-To-Treat-Analyse kein Vorteil für die Risedronat-Gruppe hinsichtlich einer möglichen Prävention von Stressfrakturen gezeigt werden.

Für Athleten gibt es jedoch weder randomisiert-kontrollierte Studien über den Einsatz von Bisphosphonaten in der Therapie von Stressreaktionen oder Stressfrakturen noch für die Prävention derselben. Bei der Diskussion sollte bedacht werden, dass mehr als 50 Prozent einer intravenös applizierten Bisphosphonat-Dosis bioverfügbar für den Knocheneinbau ist, während es bei oralen Bisphosphonaten weniger als ein Prozent ist [28]. Eine aktuelle Empfehlung betont aufgrund der vorliegenden evidenzbasierten Daten, dass Bisphosphonate zwar potentiell auch bei Stressfrakturen in der Therapie und möglicherweise auch in der Prävention eingesetzt werden könnten [29]. Der wissenschaftliche Nachweis in randomisiert-kontrollierten Studien bei Athleten steht jedoch derzeit noch aus.

Eine weitere Fallserie von 14 Patienten mit subchondraler Stressfraktur des Knies suggeriert, dass das orale Prostazyklinanalogon Iloprost die Heilung derartiger Überlastungsschäden MRT-kontrolliert verbessert kann [30]. Auch die Optimierung des Vitamin-D3-Stoffwechsels erscheint empfehlenswert. Hier empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Ernährung täglich 5–15 mg/d. Eine Untersuchung aus Australien prüfte den Vitamin-D-Status australischer Turnerinnen im Alter zwischen zehn und 17 Jahren [31]. Aufgrund der hohen Sonneneinstrahlung in Australien nahm man an, dass alle Turne-

rinnen ausgeglichene Vitamin-D-Konzentrationen aufwiesen. Bei 15/18 australischen Turnerinnen war der Vitamin-D-Spiegel unter der empfohlenen Norm, bei 6/15 dramatisch darunter. Bei 13 der 18 Turnerinnen war auch die tägliche Calciumzufuhr unter der empfohlenen Dosis.

Eine Untersuchung der Stanford University in Kalifornien, USA, untersuchte bei 156 Läuferinnen und 118 Läufern im Alter zwischen 18 und 44 Jahren, inwiefern die Laufsportlern in der Vergangenheit Ballsportarten ausgeübt hatten und inwiefern dieses einen Einfluss auf das zukünftige Risiko einer Stressfraktur hatte [32]. Sowohl bei Läuferinnen als auch bei Läufern war die Tatsache, dass sie in der Vergangenheit Ballsportarten ausgeübt haben mit einem verminderten Risiko für eine Stressfraktur verbunden, und zwar um fast 50 Prozent. Bei Läufern führte jedes Jahr Ballsport zusätzlich zum Laufsport zu einer Risikoreduktion um 13 Prozent pro Jahr für das Auftreten einer Stressfraktur. Bei Frauen mit normaler Zyklusfunktion war der Effekt ebenso 13 Prozent pro Jahr Risikoreduktion. Bei Frauen mit Regelauffälligkeiten konnte keine Risikoreduktion beobachtet werden. Je früher ein Läufer demnach mit zusätzlichen Ballsportarten begonnen hat, desto größer war sein Schutz gegenüber zukünftigen Stressfrakturen.

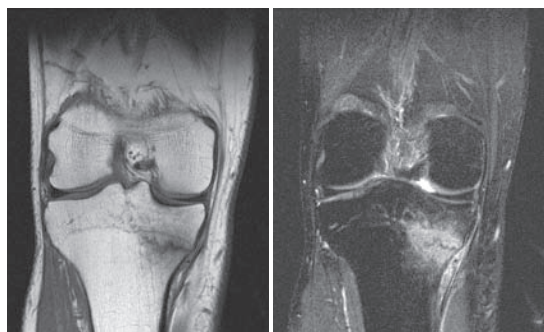


Abb. 5 Stressfraktur der Tibia bei einem Laufsportler.

Das Buch zum Thema



Angesprochen sind sowohl der Sportler, der interessierte Trainer und Betreuer als auch der Sportarzt wie auch Studierende der Medizin und der Sportwissenschaft, die aktuellste Informationen kompakt erhalten, die in der Anordnung und Vorstellung den Weg des Sportverletzten widerspiegeln sollen.

Jedes Kapitel dreht sich um die für den Athleten wesentliche Frage: Aus nach Sportverletzung? Detaillierte Hinweise zur Ausfall- und Rehabilitationszeit nach Akutverletzungen wie auch Überlastungsschäden im Sport werden im Buch „Aus nach Sportverletzung?“ angesprochen.

2009. 213 Seiten,
89 Abbildungen, Euro 29,80,
ISBN 978-3938509210
Spitta Verlag, Balingen

Unabhängigkeitserklärung der Autoren:

Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen zu einer der Firmen, deren Namen oder Produkte in dem Artikel aufgeführt werden, oder zu einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen.

Der Autor unterlag bei der Erstellung des Beitrages keinerlei Beeinflussung. Es lagen keine kommerziellen Aspekte bei der inhaltlichen Gestaltung zugrunde.

Literatur

- Sarna S, Sahi T, Koskenvuo M, et al (2000) Increased life expectancy in world class athletes. *Med Sci Sports Exerc* 25: 37–44
- Kujala UM, Sarna S, Kaprio J, et al (1996) Hospital care in later life among world class athletes. *JAMA* 276: 216–220
- Haskell WL, Lee LM, Pate RR, et al (2007) Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 39: 1423–1434
- Knobloch K, Schreibleueller L, Jagodzinski M, et al (2007) Rapid rehabilitation programme following sacral stress fracture in a long-distance running female athlete. *Arch Orthop Trauma Surg* 127: 809–813
- Benell KL, Malcolm SA, Thomas SA, et al (1996) The incidence and distribution of stress fractures in competitive track and field athletes – a twelve-month prospective study. *Am J Sports Med* 24: 211–217
- Ting A, King W, Yocum L, et al (1988) Stress fractures of the tarsal navicular in long-distance runners. *Clin Sports Med* 7: 89–101
- Korpelainen R, Orava S, Karpakka J, et al (2001) Risk factors for recurrent stress fractures in athletes. *Am J Sports Med* 29: 304–310
- Barrow GW, Saha S (1988) Menstrual irregularity and stress fractures in collegiate female distance runners. *Am J Sports Med* 16: 209–216
- Barnes A, Wheat J, Milner C (2008) Association between foot type and tibial stress injuries: a systematic review. *Br J Sports Med* 42: 93–98
- Kaeding CC, Yu JR, Wright R, et al (2005) Management and return to play of stress fractures. *Clin J Sports Med* 15: 442–447
- Kang L, Belcher D, Hulstyn MJ (2005) Stress fractures of the femoral shaft in women's college lacrosse: a report of seven cases and a review of the literature. *Br J Sport Med* 39: 902–906
- Young AJ, McAllister DR (2006) Evaluation and treatment of tibial stress fractures. *Clin Sports Med* 25: 117–128
- Busche MN, Knobloch K, Rosenthal H, Vogt PM (2008) Stress fracture of the hamate body and fourth metacarpal base following military style push-ups: an unusual trauma mechanism. *Knee Surg Sports Traumatol* 16: 1158–1160
- Niemeyer P, Weinberg A, Schmitt H, et al (2006) Stress fractures in adolescent competitive athletes with open physis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14: 771–777
- Buckwalter JA, Brandser EA (1997) Stress and insufficiency fractures. *Am Fam Physician* 56: 172–182
- Khan KM, Brukner PD, Kearney C, et al (1994) Tarsal navicular stress fractures in athletes. *Sports Med* 17: 65–76
- Major NM (2006) Role of MRI in prevention of metatarsal stress fractures in collegiate basketball players. *Am J Roentgenol* 186: 255–258
- Moran DS, Evans RK, Hadad E (2008) Imaging of lower extremity stress fracture injuries. *Sports Med* 38: 345–356
- Macneil JA, Boyd SK (2008) Bone strength at the distal radius can be estimated from high-resolution peripheral quantitative computed tomography and the finite element method. *Bone* 42: 1203–1213
- Leffers D, Collins L (2009) An overview of the use of bone scintigraphy in sports medicine. *Sports Med Arthrosc* 17: 21–24
- Bryant LR, Song WS, Banks KP, et al (2008) Comparison of planar scintigraphy alone and with SPECT for the initial evaluation of femoral neck stress fracture. *Am J Roentgenol* 191: 1010–1015
- Varner KE, Younas SA, Lintner DM, Marymont JV (2005) Chronic anterior midtibial stress fractures in athletes treated with reamed intramedullary nailing. *Am J Sports Med* 33: 1071–1076
- Wang L, Qin L, Lu HB, et al (2008) Extracorporeal shock wave therapy in treatment of delayed bone-tendon healing. *Am J Sports Med* 36: 340–347
- Taki M, Iwata O, Shiono M, et al (2007) Extracorporeal shock wave therapy for resistant stress fracture in athletes: a report of 5 cases. *Am J Sports Med* 35: 1188–1192
- Moretti B, Notarnicola A, Garofalo R, et al (2009) Shock waves in the treatment of stress fractures. *Ultrasound Med Biol* (Feb 23, Epub ahead of print)
- Stewart GW, Brunet ME, Manning MR, Davis FA (2005) Treatment of stress fractures in athletes with intravenous pamidronate. *Clin J Sports Med* 15: 92–94
- Milgrom C, Finestone A, Novack V, et al (2004) The effect of prophylactic treatment of risedronate on stress fracture incidence among infantry recruits. *Bone* 35: 418–424
- Ezra A, Golomb G (2000) Administration routes and delivery systems of bisphosphonates for the treatment of bone resorption. *Adv Drug Deliv Rev* 42: 175–195
- Shima Y, Engebretsen L, Iwasa J, et al (2009) Use of bisphosphonates for the treatment of stress fractures in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17: 542–550
- Mayerhoefer ME, Kramer J, Breitenseher MJ, et al (2008) MRI-demonstrated outcome of subchondral stress fractures of the knee after treatment with iloprost or tramadol: observations in 14 patients. *Clin J Sports Med* 18: 358–362
- Lovell G (2008) Vitamin D status of females in an elite gymnastics program. *Clin J Sports Med* 18: 159–161
- Fredericson M, Ngo J, Cobb K (2005) Effects of ball sports on future risk of stress fracture in runners. *Clin J Sport Med* 15: 136–141
- Stelzner F (1942/1945) Der Fuß im Stand und Marsch. *Z Anat Entwickl-Gesch* 112: 229 [auch Dissertation, Würzburg 1945]

Priv.-Doz. Dr. med. Karsten Knobloch
Oberarzt, Plastische, Hand- und
Wiederherstellungschirurgie
Medizinische Hochschule Hannover
Carl-Neuberg-Straße 1
30625 Hannover
eMail: Knobloch.karsten@mh-hannover.de
www.ausnachsportverletzung.de

Fragen zum Artikel „Von der Stressreaktion bis zur Stressfraktur im Sport“



Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort möglich. – An der zertifizierten Fortbildung der CHAZ können ausschließlich Abonnenten teilnehmen. Im Zweifelsfall ist dies anhand der Kundennummer auf dem Adressaufkleber zu erkennen, die sich zwischen zwei # über der Adresse befindet. Die Kennzeichnung für Abonnenten ist ein vorangestelltes A, dem die Kundennummer folgt.

1 Gesunde Erwachsene zwischen 18 und 65 Jahren sollten mindestens

- I. 30 min moderates Ausdauertraining fünfmal pro Woche absolvieren
 - II. 10 min intensives Ausdauertraining dreimalig pro Woche absolvieren
 - III. 30 min tägliches Krafttraining an Langhanteln absolvieren
- a) I und II richtig b) I und III richtig
c) Nur I richtig d) Nur II richtig
e) Keine richtig

2 Zur „female athletes‘ triad“ gehören

- I. Amenorrhoe
 - II. Osteoporose
 - III. Hypothyreose
 - IV. Anorexie
 - V. Hyperprolaktinämie
- a) I und IV richtig b) II und IV falsch
c) I, II und IV richtig d) III und V richtig
e) alle sind richtig

3 Folgende Stressfrakturen sind Low-Risk-Stressfrakturen

- I. Malleolus lateralis
 - II. Talus
 - III. Kalkaneus
 - IV. Os naviculare des Fußes
 - V. Metatarsale V
- a) I, II und III richtig
b) I und III richtig
c) I, III und V richtig
d) I und II richtig
e) II, IV und V richtig

4 Folgende Metatarsalestressfrakturen sind Low-Risk-Stressfrakturen:

- I. Metatarsale I
 - II. Metatarsale II
 - III. Metatarsale III
 - IV. Metatarsale IV
 - V. Metatarsale V
- a) I-IV richtig b) I-III richtig
c) I-V falsch d) I-IV richtig
e) II-V richtig

5 High-Risk-Stressfrakturen sind lokalisiert am:

- I. Oberschenkelhals
 - II. Patella
 - III. Malleolus medialis
 - IV. Malleolus lateralis
 - V. Tibiaschaft
- a) I-V richtig
b) I-IV richtig
c) I, II, III und V richtig
d) III und IV richtig
e) II und V richtig

6 Die erstgradige Stressreaktion

- I. Zeigt im MRT immer ein positives T2-Signal
 - II. Zeigt eine deutliche Aktivität in der Szintigraphie
 - III. Zeigt ein normales Nativröntgenbild
 - IV. Zeigt ein positives STIR Signal in der MRT
- a) I-IV richtig b) I und II richtig
c) III und IV richtig d) II, III und IV richtig
e) I-IV falsch

7 Die Kernspintomographie bei einer zweitgradigen Stressreaktion

- I. Zeigt ein positives STIR Signal
 - II. Erfordert eine Pause von mindestens acht Wochen
 - III. Zeigt eine Kortikalisunterbrechung
 - IV. Geht mit unauffälligem Nativröntgen einher
- a) I und II richtig b) I und IV richtig
c) I-IV richtig d) Keine richtig
e) I-III richtig

8 Die Stressfraktur mit Kortikalisunterbrechung

- I. Zeigt in der Szintigraphie eine erhöhte Aktivität
 - II. Zeigt ein positives T1 und T2-Signal in der MRT
 - III. Kann je nach Lokalisation auch eine Sportpause von mehr als 16 Wochen bedingen
- a) I-III richtig b) I-III falsch
c) I und II richtig d) I und III richtig
e) II und III richtig

9 Low-Risk-Stressfrakturen des Kalkaneus können

- I. Konservativ über sechs Wochen mit Trainingsmodifikation behandelt werden
 - II. Sollten immer mit Bisphosphonaten behandelt werden
 - III. Zusätzlich durch die extrakorporale Stosswellentherapie behandelt werden
 - IV. auch bei Schmerzen während der Rehabilitation mit stetiger Trainingssteigerung beantwortet werden
- a) I-IV richtig b) I und III richtig
c) I-III richtig d) II-IV richtig
e) I, III und IV richtig

10 Stressfrakturen könnten durch folgende Alternativsportarten reduziert werden:

- I. Volleyball
 - II. Fußball
 - III. Marathonlauf
 - IV. Basketball
 - V. Schwimmen
- a) I, II und V richtig b) II und IV richtig
c) I, II, und IV richtig d) Nur III richtig
e) I-V richtig

Die Antworten auf die oben aufgeführten Fragen können ausschließlich von Abonnenten der CHAZ und nur online über unsere Internetseite <http://cme.kaden-verlag.de> abgegeben werden. Der Einsendeschluss ist der 28.8.2009. Beachten Sie bitte, dass per Fax, Brief oder E-Mail eingesandte Antworten nicht berücksichtigt werden können. Die Lösungen zu dieser Fortbildungseinheit erfahren Sie in der Oktober Ausgabe 2009 der CHAZ.

Die Lösungen zur CME-Fortbildung „Chirurgie der Narben“ aus CHAZ 1/2009 lauten: 1c, 2b, 3d, 4a, 5c, 6d, 7c, 8b, 9a, 10d