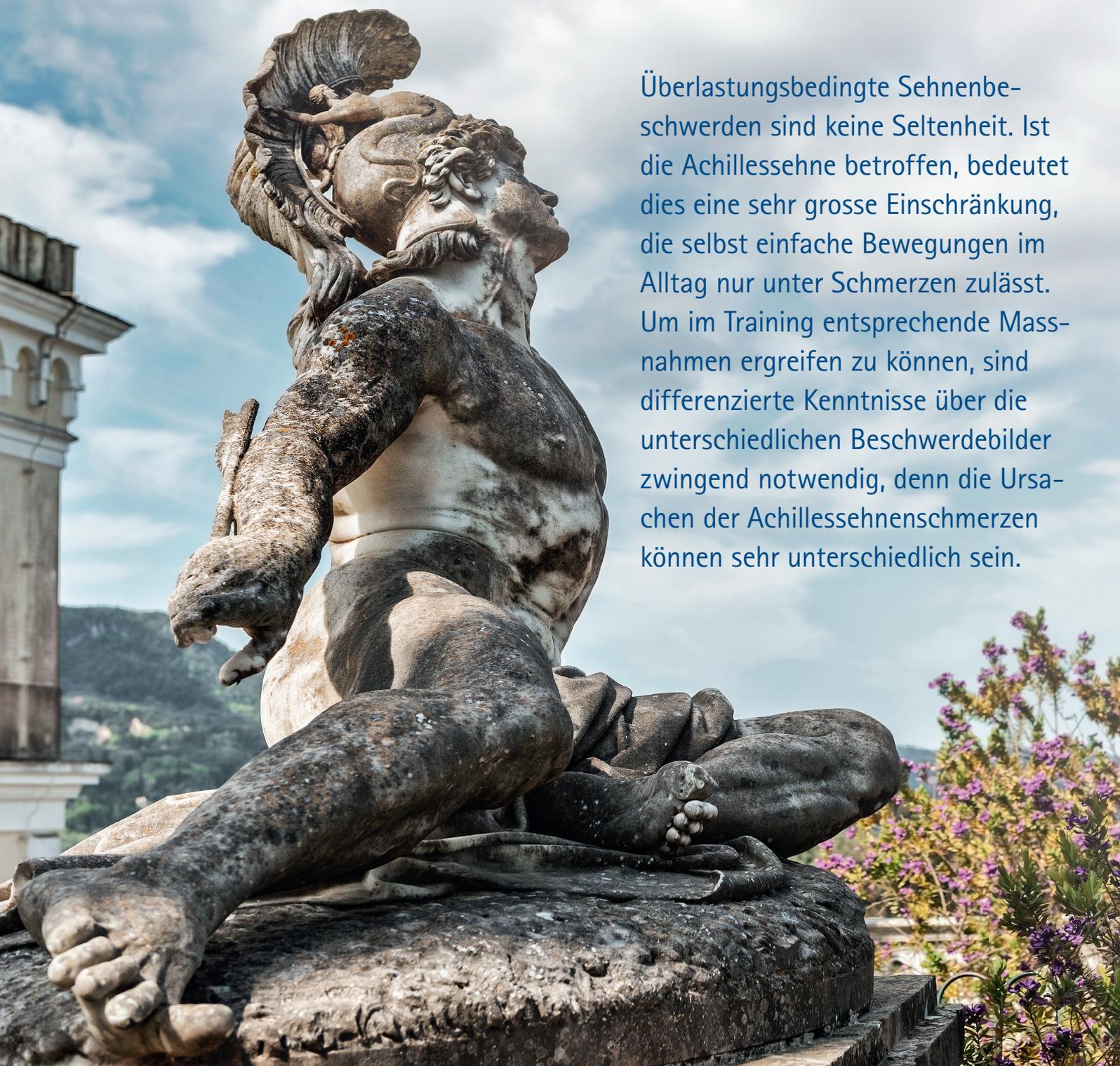


Pathologie der Achillessehne



Überlastungsbedingte Sehnenbeschwerden sind keine Seltenheit. Ist die Achillessehne betroffen, bedeutet dies eine sehr grosse Einschränkung, die selbst einfache Bewegungen im Alltag nur unter Schmerzen zulässt. Um im Training entsprechende Massnahmen ergreifen zu können, sind differenzierte Kenntnisse über die unterschiedlichen Beschwerdebilder zwingend notwendig, denn die Ursachen der Achillessehnenbeschmerzen können sehr unterschiedlich sein.

Der griechischen Mythologie zufolge war der Heerführer Achilles unverwundbar, weil seine Mutter Thetis ihn in den Fluss Styx tauchte. Nur seine Ferse, an der sie ihn festhielt, blieb verwundbar. Auch im heutigen Sprachgebrauch gilt die «Achillesferse» als Metapher für die Schwachstelle eines Menschen.



André Tummer

Beginnen wir wie immer mit der Anatomie. Die Bewegungen des Fusses gegen den Unterschenkel erfolgen in zwei Gelenken, dem oberen und dem unteren Sprunggelenk (OSG/USG). Im OSG umfasst die Malleolengabel den walzenförmigen Gelenkkörper des Sprungbeins (Talus). Es ist ein Scharniergelenk, dessen Achse durch die Talusrolle verläuft und beide Malleolen verbindet. In diesem Gelenk werden die Dorsalextension (Heben der Fussspitze) und die Plantarflexion (Senken der Fussspitze) durchgeführt. Bei fest stehendem Fuss bewegt sich der Unterschenkel entsprechend nach vorne und hinten.

Das USG besteht aus zwei Einzelgelenken, die funktionell zusammenwirken. Ein Teilgelenk wird zwischen dem Sprungbein und dem Fersenbein (Calcaneus) gebildet. Im anderen Teilgelenk liegt der Taluskopf dem Fersenbein und dem Kahnbein (Os naviculare) auf. Die Bewegungsachse des USG (Drehgelenk mit einem Freiheitsgrad) verläuft schräg vom Kahnbein zur lateralen Seite des Fersenbeins. Im USG werden die Supination (Heben des medialen Fussrandes) und die Pronation (Heben des lateralen Fussrandes) durchgeführt. Bei fest stehendem Fuss wird der Unterschenkel nach medial bzw. lateral abgewinkelt.

Die Kombination dieser beiden Gelenkanteile ermöglicht eine hohe Mobilität im Fussgelenk, allerdings zu Lasten einer schwachen Stabilität. Dementsprechend wird das Fussgelenk durch starke Bänder gesichert, auf dessen Beschreibung an dieser Stelle jedoch nicht näher eingegangen wird.

Die Muskeln des Unterschenkels sind durch bindegewebsartige Trennwände (Septen) abgeteilt, wodurch sich vier Muskelkompartimente ergeben: Die Extensorengruppe, die Peroneusgruppe, die oberflächliche Flexorengruppe und die tiefe Flexorengruppe. Die oberflächliche Flexorengruppe verbindet sich mit der Achillessehne und ist deshalb im Folgenden näher beschrieben. Die Wadenmuskeln gliedern sich in eine oberflächliche und eine tiefe Schicht. Der M. Gastrocnemius entspringt mit zwei Köpfen von den Femurkondylen und hat somit auch noch eine Beugefunktion im Kniegelenk. Distal vereinigt er sich mit dem M. Soleus, der unter ihm liegt und von beiden Unterschenkelknochen kommt. Beide Muskeln zusammen werden auch als M. trizeps surae bezeichnet. Sie setzen über die Achillessehne am Fersenbeinhöcker (Tuber calcanei) an. Der M. trizeps surae ist der

kräftigste Plantarflexor des Fusses. Da die Achillessehne medial der Drehachse des USG verläuft, ist er auch Supinator. Die Sehne des Tibialis posterior verläuft von medial, die des M. Peroneus von lateral unter den Fuss. Beide zusammen unterstützen das Längsgewölbe des Fusses. Man spricht hier auch von der sogenannten Steigbügelfunktion. Eine Gesamtübersicht der Unterschenkelmuskulatur einschliesslich Ursprung, Ansatz und Funktion sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

In Verlängerung der Muskelbäuche des Musculus trizeps surae zieht die Achillessehne nach kaudal und verjüngt sich dabei. Etwa 4 cm über ihrem Ansatz weist sie die schmalste Stelle auf. Danach wird sie wieder breiter und setzt am Fersenbeinhöcker an. Der kranial dicht am Knochen vorbeilaufende Sehnteil dieses Ansatzes wird durch einen Schleimbeutel, dem Bursa tendinis calcanei, abgepuffert. ▶



Trizeps surae, bestehend aus M. gastrocnemius und M. soleus

Muskel	Ursprung	Ansatz	Funktion
Extensorengruppe			
M. tibialis anterior (vorderer Schienbeinmuskel)	Seitl. Schienbein, Membrana interossea	1. Mittelfusssknochen 1. Keilbein	Dorsalextension, Supination und Pronation (je nach Ausgangsstellung)
M. extensor digitorum longus (langer Zehenstrecker)	Lateraler Schienbeinkondylus, Membrana interossea, Wadenbein Vorderrand	Dorsalaponeurose 2.- 5. Zehe	Dorsalextension, Pronation in den Sprunggelenken, Streckung der 2.-5. Zehe
M. extensor hallucis longus (langer Grosszehenstrecker)	Wadenbein, Membrana interossea	Endphalanx der Grosszehe	Streckung der Grosszehe; Dorsalextension des Fusses
Peroneusgruppe			
M. peroneus longus (langer Wadenbeinmuskel)	Wadenbeinköpfchen und seitlicher Rand	1. Mittelfusssknochen, mittleres Keilbein	Pronation, Plantarflexion, Verspannung des Fussgewölbes
M. Peroneus brevis (kurzer Wadenbeinmuskel)	Seitenfläche des Wadenbeins	5. Mittelfusssknochen	Pronation, Plantarflexion
Oberflächliche Flexorengruppe			
M. Gastrocnemius (Zwillingswadenmuskel)	Zweiköpfig: vom lateralen und medialen Oberschenkelkondylus	Fersenhöcker (über Achillessehne)	Plantarflexion und Supination in den Sprunggelenken, Beugung im Kniegelenk
M. soleus (Schollenmuskel)	Obere Wadenbein- und Schienbeinenden	Wie M. gastrocnemius über Achillessehne	Plantarflexion und Supination in den Sprunggelenken
Tiefe Flexorengruppe			
M. tibialis posterior (hinterer Schienbeinmuskel)	Membrana interossea, Tibia, Fibula	Kahnbein, 1.-3. Keilbein, 2.-4. Mittelfusssknochen	Supination, Plantarflexion, verspannt Quergewölbe
M. flexor hallucis longus (langer Grosszehenbeuger)	Wadenbeinrückfläche, Membrana interossea	Grosszehenendglied	Plantarflexion und Supination in den Sprunggelenken, Beugung in den Zehengelenken, Längsgewölbe
M. flexor digitorum longus (langer Zehenbeuger)	Schienbeinrückfläche	Endglieder 2.-5. Zehe	Plantarflexion und Supination im Sprunggelenk, Zehenbeugung

Tab. 1: Muskeln des Unterschenkels und deren Funktionen

Die Länge der Achillessehne beträgt zwischen 15 und 20 cm, wobei die kraniale Begrenzung der Sehne unscharf ist, da bis fast zu ihrem Ansatz Muskelfasern in die Sehne einstrahlen. Die Lücke zwischen der leicht abstehenden Sehne und den darunterliegenden Muskeln bzw. Unterschenkelknochen ist durch Fett- und Bindegewebe ausgefüllt. Der Bereich der Achillessehneninsertion wird bei 2 cm oberhalb des calcanearen Ansatzes von der so-

genannten Mid-Portion (2–8 cm) abgegrenzt. Diese Unterteilung ist für die späteren trainingstherapeutischen Massnahmen von entscheidender Bedeutung.

Die Achillessehne liegt in einer Sehnenhülle – einem Gleitlager, das aus 6–8 Membranen besteht. Zum Schutz vor Reibung befinden sich zwischen den Gewebeschichten gallertartige Verbindungen, die Mukopolysaccharide. Von der Konsistenz dieser

stark wasserbindenden Mukopolysaccharide hängt die Belastbarkeit der Sehne ab: Je **gleitfähiger** die Membranen, desto geringer ist die Gefahr von Verletzungen. Damit das Gleiten der Sehne reibungslos verläuft, ist die Sehnenhülle auf der Innenseite zusätzlich mit Zellen ausgekleidet, die eine Flüssigkeit bilden, welche die Sehne optimal gleiten lässt und gleichzeitig mit Nährstoffen versorgt. Über die Sehnenhülle gelangen Blutgefässe und Nerven in die Sehne.

Was muss die Achillessehne können?

1. Sie muss zugkräftig sein

Sehnen sind die zugkräftigsten Bindegewebe des Körpers. Die Achillessehnen gelten als die stärksten Sehnen des Körpers und haben eine Zugfestigkeit von 500–1000 kg/cm². Konkret bewältigen sie beim Gehen die 2–3-fache, beim Laufen die 6–8-fache und beispielsweise beim Hochsprung sogar die bis 12-fache Last des Körpergewichts. Gerade Läuferinnen und Läufer klagen oft über Achillessehnenbeschwerden. Dazu ein Beispiel aus dem Marathonlauf: Die durchschnittliche Laufgeschwindigkeit der Weltspitze im Marathon liegt etwa bei 21 km/h. Dabei wirkt auf die Achillessehnen bei jedem Schritt eine Kraft von 9000 Newton ein. Bei 600–800 Schritten pro Minute entsteht über die Marathondistanz eine Gesamtlast, die etwa 33 000-mal dem Gewicht eines Kleinwagens entspricht.

2. Sie muss elastisch sein

Sehnen sind in geringem Umfang dehnbar und können wie ein Gummiband oder eine Feder Bewegungsenergie speichern und wieder abgeben. Dadurch unterstützen sie die Muskulatur sowohl in ihrer konzentrischen als auch in ihrer exzentrischen Arbeit. Etwa 5% der Bewegungsenergie kommt deshalb aus dieser «viskoelastischen Eigenschaft» der Achillessehnen. Ein Känguru bringt es allerdings auf 25% ...

3. Sie ist Messfühler

Über spezielle Nervenenden melden die Sehnen Spannung, Druck und Vibration weiter an das zentrale Nervensystem. Zusätzlich enthalten sie Schmerzrezeptoren.

Damit die Achillessehne ihren Aufgaben gewachsen ist, benötigt sie einen speziellen Aufbau. Ihr Grundgerüst besteht aus **kollagenem Bindegewebe vom Typ 1**. Das sind lange, dünne und parallel angeordnete Bündel, die für die Zugfestigkeit sorgen.

Am Knochen-Sehnen-Übergang befindet sich eine nicht mineralisierte Faserknorpelzone vor einer mineralisierten Faserknorpelzone. Die eingebauten Knorpelzellen haben dabei bei Längsdehnung der Sehne eine zusätzliche Federfunktion. Kollagenes Bindegewebe vom Typ 3 (Narbengewebe) sollte in einer gesunden Sehne möglichst nicht vorhanden sein. Narbengewebe ist nicht parallel, sondern netzartig kreuz und quer angeordnet, und deshalb auf Zug weniger belastbar. Bei überlastungsbedingten, degenerativen Veränderungen der Sehne kann dieses Narbengewebe bis zu 30 % ausmachen.

Proteoglykane verbinden die Kollagenfasern und richten sie parallel aus. Ausserdem binden sie Wasser. (Sehnen haben einen Wasseranteil von 60–70 %). Sie sorgen des Weiteren für den Transport von Nähr- und Botenstoffen. Proteoglykane sind sehr grosse Moleküle, welche zu 95 % aus Kohlenhydraten und zu 5 % aus Proteinen bestehen.

Die **Tenozyten** (Sehnenzellen) produzieren Kollagen und Proteoglykane. Sie bilden zudem sämtliche Botenstoffe und Enzyme, die für den Sehnenauf-, -um- und -abbau notwendig sind. Die «Flügel» des Tenozyten umhüllen dabei die produzierten Kollagenbündel.

Schleimbeutel polstern und vermindern Reibung gegenüber knöchernen Vorsprüngen. Zwei grössere Schleimbeutel liegen im Bereich der Achillessehne: Der Bursa tendinis calcanei liegt zwischen Achillessehne und Fersenbein, der Bursa subcutanea calcanea liegt zwischen dem Achillessehnenansatz am Fersenbeinhöcker und der Haut.

Beschwerdebilder der Achillessehne

Der in der Medizin noch oft verwendete Begriff der **Achillodynie** ist zu ungenau. Er bedeutet lediglich, dass Schmerzen im Bereich der Achillessehne bestehen. Es muss zunächst eine differenzierte Diagnose erstellt werden, um daraus die entsprechende Behandlung und den passenden Trainingsaufbau ableiten zu können. Unter dem Oberbegriff Tendopathie werden verschiedene Beschwerdebilder zusammengefasst:

a) abakterielle Entzündungen:

- *Sehnenscheidenentzündung (Tendovaginitis)*
- *Sehnentzündung (Tendinitis)*

Bei der *Tendovaginitis* handelt es sich um eine Entzündung des Gleitlagers. Die Sehne selbst hat keine Entzündung, ist aber mit ►

dem Gleitlager «verklebt». Es zeigen sich neben der typischen Steifigkeit der Sehne nach längerer Ruhestellung Anlaufschmerzen und das Knirschen bei der Palpation. Bei Bewegung lösen sich die «Verklebungen» ruckartig und die Schmerzen lassen etwas nach.

Der Begriff *Tendinitis* ist irreführend und führt häufig zu unwirksamen Behandlungen, da die Sehne in den meisten Fällen keine klassischen Entzündungsreaktionen zeigt. Es wäre besser, von einer *akuten Tendopathie* zu sprechen. Was bei der akuten Tendopathie genau passiert, ist wissenschaftlich noch nicht ganz geklärt. Es gibt dazu zwei Modelle.

- Akute Überlastungen der Achillessehne führen zu Mikrorissen in der Sehnenstruktur. Die anschließende Reparatur gerät ausser Kontrolle. Es werden zu viele Enzyme und andere Botenstoffe produziert, die die Sehnenzellen auf «Kollagenabbau» programmieren, um geschädigte Strukturen zu entfernen.
- Als Reaktion auf die akute Überlastung produzieren die Sehnenzellen vermehrt Proteoglykane, die eigentlich in Knorpelzellen vorkommen. Diese speichern deutlich mehr Wasser, sodass es zu einer Anschwellung der gesamten Sehne kommt.

Der bradytrophe Sehnenstoffwechsel mit einer Zellteilungsrate von 8 Wochen ist sehr langsam. Die Sauerstoffaufnahme der Sehnenzellen ist wesentlich schlechter als die der Muskelzellen. Daher erstreckt sich der Heilungsprozess einer Sehne über Monate.

In beiden Modellen ist das Resultat eine diffus geschwollene, ausgesprochen schmerzhaft, hochempfindliche und belastungssensible Sehne. Geringe Belastungen führen sofort zu einer Schmerzverstärkung. Die Sehne zeigt generell in ihrer Mid-Portion, 2–4 cm oberhalb des Ansatzes am Fersenbein, eine spindelförmige Verdickung.

Merke:

Bei einer akuten Tendopathie sind die Reparaturvorgänge gestört und die Sehnenzellen sind hochsensibel, aber es ist keine Entzündung!

Wenn die Schmerzen schlagartig aufgetreten sind, der einbeinige Zehenspitzenstand nicht gehalten werden kann (Kraftverlust, starke Schmerzen) und beim Gehen das normale Auftreten des Fusses nicht möglich ist, sondern der Fuss beim Gehen nach aussen gedreht wird, sollte die Diagnose aufgrund eines bildgebenden Verfahrens, wenn immer möglich einer MR-Tomographie erfolgen, denn aufgrund der Ähnlichkeit der Beschwerdeschilderungen kann die akute Tendopathie nicht grundsätzlich von einem Teilriss der Achillessehne abgrenzt werden.

b) Degenerative Veränderungen:

- *Degenerative Sehnenveränderungen (Tendinose bzw. chronische Tendopathie)*
- *Sehnenansatzveränderungen (Insertionstendopathie)*
- *Haglund-Exostosen*

Bei der *chronischen Tendopathie* ist die Zusammensetzung der Sehnenzellen und der Proteoglykane verändert. Dies verursacht eine weniger parallele Ausrichtung der Kollagenfasern. Es ist zunehmend mehr Narbengewebe in der Sehne vorhanden. Dieses Narbengewebe kann bis zu 30 % des gesamten Kollagengewebes ausmachen. Ausserdem spriessen mehr Kapillare und auch Nervenzellen in die Sehne ein. Bei der chronischen Tendopathie sind aber nicht alle Sehnenbereiche betroffen. Einige Abschnitte zeigen die genannten Veränderungen, andere haben eine völlig physiologische Sehnenstruktur. In diesen bislang normalen Strukturen kann sich bei Überbelastung eine akute Tendopathie bilden, sodass es zu einem Mischbild von akuten und chronischen Zuständen kommt. Es finden sich aber auch hier keine Entzündungszellen oder Entzündungsbotsstoffe, die sich mit klassischen entzündungshemmenden Medikamenten beeinflussen lassen.

Die *Insertionstendopathie* beschreibt alle Achillessehnenproblematiken, ausgehend von der Achillessehneninsertion am Fersenbeinhöcker bis 2 cm oberhalb dieses Ansatzes. Hier zeigen sich oft intratendinöse Verkalkungen. Die Ansatzstelle ist durch Insertionsossifikationen und/oder Bursareizungen aufgetrieben und verbreitert.

Die *Haglund-Exostose* ist eine Formabweichung des Fersenbeins. Man spricht auch vom oberen Fersensporn. Die knöchernen Ausziehung ist wie ein Überbein, das zu einer ständigen mechanischen Reizung der Sehne und der Schleimbeutel führt. Die Haglund-Deformität kann angeboren sein, entsteht aber häufig durch dauerhafte Fehl- und Überbelastung.



Starke Ausprägung einer beidseitigen Haglund-Exostose

Soviel zu den theoretischen Abgrenzungen der Beschwerdebilder. Leider zeigt sich in der Praxis meistens eine Kombination dieser Problematiken. Sehr häufig ist z. B. die Kombination einer Insertionstendopathie mit Teilruptur (meist der tiefen, ventralen Sehnenanteile), einer Haglund-Exostose und einer Bursitis subachillea anzutreffen. Das macht die Wahl der geeigneten Therapie- und Trainingsform entsprechend schwierig.

Ursachen

Die Verletzungsursachen sind multifaktoriell. Fussfehlstellungen in Kombination mit Überbelastung werden in der Literatur am häufigsten genannt. Der Achillessehnenwinkel beschreibt den vom Fersenbein und der Achillessehne gebildeten Winkel, der während des Abstosses vom Boden annähernd 180 Grad betragen sollte. Übermässige Supination bzw. Pronation verändert

diesen Winkel und bewirkt Schärkräfte in der Sehne, was häufig zu Insertionstendopathien führt. In diesem Zusammenhang sollte jedoch die gesamte Beinachse betrachtet werden, wie später noch erläutert wird.

Zu hohe und plötzlich auftretende Belastungsspitzen, unzureichende Regeneration, mangelndes Aufwärmen vor hohen Belastungen der Sprunggelenke und auch Übergewicht zählen zu den Überlastungsfaktoren.

Schliesslich können Achillessehnenbeschwerden auch noch als Spätfolge früherer Sprunggelenksverletzungen ausgelöst werden, beispielsweise (Teil-) Rupturen der Seitenbänder, die zu einer allgemeinen Instabilität im Sprunggelenk und zu verstärkten Kompensationsbewegungen führen. ◀