

Physiotherapie nach Achillessehnenruptur

Nach dem Peitschenknall

Circa 16.000 Achillessehnen reißen jährlich in Deutschland, womit die Achillessehnenruptur eine der häufigsten Verletzungen des Bewegungsapparates ist. Wird sie operiert, gibt es zwei konkurrierende Nachbehandlungskonzepte: immobilisieren und nicht belasten versus frühfunktionell mobilisieren und teilbelasten. Hier der Überblick inklusive der physiotherapeutischen Maßnahmen.

Die Achillessehnenruptur ist als komplette oder partielle Aufhebung der Kontinuität der Achillessehne definiert. Die Ruptur geht meist einher mit deutlichem Funktionsverlust und Schmerzen. Durch die zunehmende Zahl an Freizeitsportlern kam es in den letzten Jahren zu einem sprunghaften Anstieg dieser Verletzung [1]. Besonders in Sportarten wie Squash, Volleyball, Sprint oder Fußball ist das Verletzungsrisiko hoch. Das Hauptverletzungsalter liegt zwischen 30 und 40 Jahren, wobei

Männer signifikant häufiger betroffen sind als Frauen [2]. Als Auslöser für die Ruptur geben 70–75% der Patienten eine sportliche Betätigung an [3], meistens im Zusammenhang mit Antritten, plötzlichen Richtungsänderungen oder Sprüngen. Etwa 10% der betroffenen Patienten sind sportlich nicht aktiv. Und es gibt eine typische Lokalisation der Ruptur: Sie liegt in 80% der Fälle 2–6 cm oberhalb der Ansatzstelle der Sehne am Kalkaneus [4].

Abb. 1 Dieser Behandlungsalgorithmus zeigt, wie man die Entscheidung zwischen konservativer und operativer Therapie trifft.

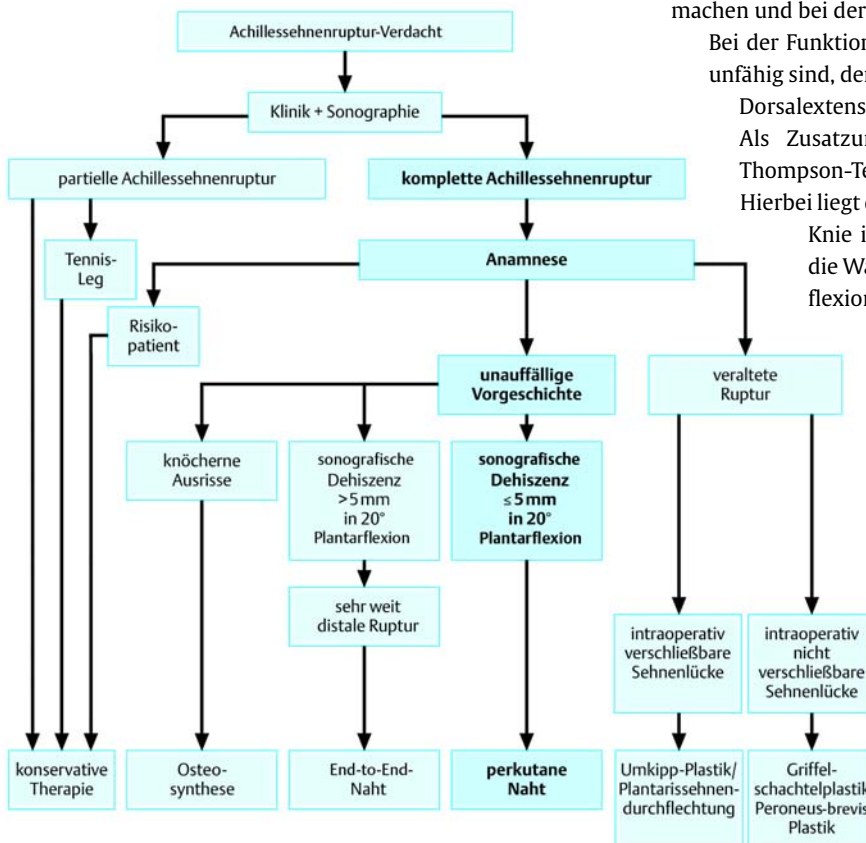


Abb.: nach Majewski 2002, in: Diemer F, Sutor V. Praxis der medizinischen Trainings-therapie. Stuttgart: Thieme; 2007.

Peitschenknall und Hämatom ▶ Klinisch beschreiben die Patienten meist ein adäquates Trauma, also einen für die Ruptur typischen Umstand, bei dem es zum bekannten „Peitschenknall“ kommen kann. Bei der Inspektion lässt sich ein Hämatom ausmachen und bei der Palpation eine Einkerbung.

Bei der Funktionsuntersuchung fällt auf, dass die Patienten unfähig sind, den Einbeinzenstand durchzuführen [5]. Die Dorsalextension kann aktiv und passiv schmerzhaft sein. Als Zusatzuntersuchung führt der Untersucher den Thompson-Test (auch Simmonds-Test genannt) durch: Hierbei liegt der Patient mit gestrecktem bzw. gebeugtem Knie in Bauchlage, der Untersucher komprimiert die Wade [6]. Bewegt sich der Fuß nicht in Plantarflexion, kann man davon ausgehen, dass die Achillessehne gerissen ist.

Als ärztliche Zusatzuntersuchungen stehen Ultraschall und MRT zur Verfügung. Die Untersuchungsmethoden bei Verdacht auf eine Achillessehnenruptur sind zuverlässig, sodass sie nur sehr selten übersehen wird.

Konservative versus operative Vorgehensweise ▶ Ist die Ruptur erkannt, entscheidet man sich meistens für eine operative und gegen eine konservative Versorgung (Abb. 1). Vorteile der konservativen Behandlung sind die geringeren Kosten und dass die Operationsrisiken entfallen [7, 8]. Die Nachteile sind eine erhöhte Rerupturrate [9],

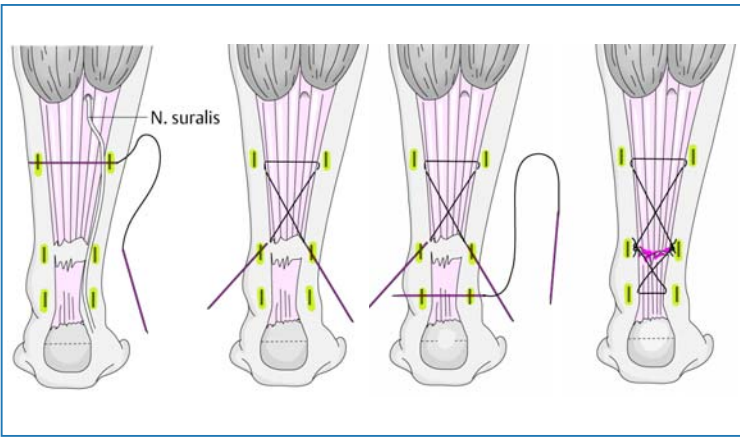


Abb. 2 Für Achillessehnenrupturen gibt es verschiedene OP-Techniken, zum Beispiel perkutane Nähte, für die kleine Hautschnitte ausreichen. Hier die Durchflechtungsnaht nach Ma und Griffith.

ein schlechteres funktionelles Outcome und eine geringere Patientenzufriedenheit. Die Mediziner Bhandari und Kocher [10, 11] konnten in ihren Metaanalysen ein Verhältnis von 3,1% zu 13% bzw. 2,2% zu 12,1% zu Gunsten der operativ versorgten Achillessehnen feststellen. Das heißt: Bei etwa 3,1% (2,2%) aller operierten Patienten reißt die Sehne erneut, bei den nicht operierten reißt sie in 13% (12,1%) aller Fälle zum zweiten Mal. Neuere Studien konnten diese hohen Rerupturraten jedoch nicht bestätigen [12].

Für wenig aktive, ältere Patienten, eventuell mit erhöhtem Operationsrisiko, deren Ruptur innerhalb einer Woche erkannt wird, bietet die konservative Vorgehensweise eine adäquate Alternative [2]. Wenn das Ziel die Wiederaufnahme von Leistungs- oder Freizeitsport ist, sollte jedoch immer die operative Versorgung angestrebt werden [13].

Am besten perkutane Operation ▶ Die am häufigsten durchgeführten OP-Methoden sind die offene Rekonstruktion, die Mini-Open-OP und die perkutane Operation. In den meisten Fällen kann bei ausreichender Erfahrung des Operateurs die perkutane Operation gewählt werden, die – bei gleicher postoperativer Stabilität der Naht – kosmetische und funktionelle Vorteile bietet [13].

Bei der offenen Rekonstruktion setzt der Operateur medial der Achillessehne einen etwa 10 cm langen Hautschnitt. Durch das Trauma zerstörtes Gewebe entfernt er. Die stabilen, das heißt wenig ausgefransten, meist etwas zurückgezogenen Stumpfen zieht er mittels eines absorbierbaren Fadens als sogenannte Kessler-End-to-End-Naht zusammen. Mit mehr Erfahrung reicht dem Operateur häufig eine kleinere Inzision als Zugang zur Sehne, man spricht dann von einer Mini-Open-OP.

Die perkutane Operation wird über mehrere kleine Inzisionen durchgeführt. Hier zieht der Operateur die Stumpfen mit einem kreuzförmig eingebrachten Faden gleichmäßig zusammen (☞ Abb. 2). Das Ergebnis sollte mittels Ultraschall kontrolliert werden [14]. Die Vorteile der perkutanen OPs sind eine geringere Narbenbildung, eine bessere Wundheilung [15], kürzere Operationszeiten [16] und geringere Kosten für die OP und vor allem auch für die Nachbehandlung.

Nicht eindeutig: Wie reißfest ist eine genähte Achillessehne? ▶

Die postoperative Belastbarkeit der Sehne ist nicht von der OP-Methode abhängig. Maßgebend hierfür sind nämlich die Verankerungstechnik und das Material des Fadens [17]. Die meisten Nähte halten etwa 45–582 N aus, bevor sie reißen, wie verschiedene Studien zeigen [17, 18]. Achillessehnenbelastungen von etwa 370 N treten zum Beispiel beim Gehen auf, wenn der Fuß in Neutralstellung immobilisiert ist. Durch eine Fersenerhöhung und damit eine Plantarflexion von circa 10° verringert sich die Belastung auf knapp 200 N [19].

Bis heute ist unklar, welche mechanischen Belastungen nach der OP optimal sind: Zu wenig Belastung führt zu Atrophie, Adhäsionen und schlechteren funktionellen Ergebnissen [19]. Bei zu viel Belastung steigt die Gefahr der Reruptur sowie die Gefahr, dass die Sehne in verlängerter Position ausheilt [20], was die Kraftentwicklung in endgradiger Dorsalexension vermindert [18].

Eine zu schnelle Belastung unter Schmerzen wird also nicht zum gewünschten Ergebnis führen. Eine frühe Belastung, jedoch mit der Unterstützung von Hilfsmitteln und mit langsamer Steigerung, ist das Mittel der Wahl.

Zwei Nachbehandlungskonzepte zur Auswahl ▶ Die Nachbehandlung orientiert sich meist an den Angaben des Operateurs. Manchmal basieren diese allerdings auf rein empirischen Werten, und aktuelle Erkenntnisse sind nicht berücksichtigt. In der Literatur werden zwei Konzepte diskutiert:

1. Immobilisation in Schuh, Gips oder Schiene für circa 4–9 Wochen [21], ohne erlaubte Bewegung und/oder Belastung.
2. Frühfunktionelle Mobilisation mit sofort erlaubter Bewegung (unterschiedliche Ausmaße) und schmerzadaptierter Teil- oder Vollbelastung. Auch hier werden verschiedene Hilfsmittel wie Schiene, Schuh, Tapeverband, Unterarmgehstützen genutzt [22, 23].

Die beiden Verfahren unterscheiden sich hinsichtlich der Dauer der Ruhigstellung, der Position der Ruhigstellung, dem Zeitpunkt der Gewichtsübernahme auf den Fuß sowie in Bezug auf das aktive und passive Bewegungsausmaß. Studien zeigen für beide Verfahren Vor- und Nachteile, die gegeneinander abgewogen werden müssen. Allerdings haben nur wenige Studien die beiden Verfahren direkt miteinander verglichen, so dass eine eindeutige Aussage trotz allem schwerfällt [24, 25].

Studien zur Nachbehandlung ▶ Der dänische Mediziner Niels H. M. Mortensen konnte bei frühfunktionell behandelten Patienten zeigen, dass diese weniger Bewegungseinschränkungen hatten, schneller wieder mit Sport anfangen und subjektiv zufriedener sind [26]. Buchgraber fand bei der frühfunktionellen Mobilisa-



physiobonus



Trainingstherapie komplett

Das druckfrische Buch „Praxis der medizinischen Trainingstherapie“ von Frank Diemer und Volker Sutor gibt es dreimal zu gewinnen. Das Stichwort ist „MTT“, mitmachen bis zum 8.3.2007 auf www.thieme.de/physioonline.





Abb. 3 Mit einem Infrarotthermometer kann man messen, ob sich das Gewebe noch in der Entzündungsphase befindet. Interessant ist vor allem der Temperaturunterschied im Seitenvergleich.



Abb. 4 Repositionierung: Der Laserpointer zielt auf die Zielscheibe. Der Patient führt mit geschlossenen Augen eine Bewegung aus (hier Squat-Bewegung der gesunden Seite), bei der er wieder in die Ausgangsstellung zurückkehrt.



Abb. 5 Beüben der Dorsalextension, hier als Automobilisation in Schrittstellung. Zur Korrektur der Kalkaneus-Stellung sollte man eine Unterlagerung verwenden.

tion außerdem weniger Krankheitstage sowie geringere Mobilitäts- und Kraftunterschiede innerhalb der untersuchten Patientengruppe [27]. Auch wenn wirtschaftliche und psychologische Faktoren (Angstvermeidung, Hospitalisation etc.) in den Vordergrund gestellt werden, um die Nachbehandlungen zu beurteilen, sind Vorteile für die frühfunktionelle Behandlung zu erkennen.

An Ratten hat man die mechanischen Eigenschaften der Sehne getestet: Der Mediziner Godbout zeigte, dass Ratten, welche sofort nach der Verletzung mit Bewegung begannen, nach 28 Tagen schlechtere mechanische Eigenschaften hatten als Ratten, welche erst nach sieben Tagen mit Bewegung begannen [20]. Er interpretierte dies mit der zu frühen mechanischen Belastung während der Entzündungsphase, was in der frühen Phase für eine Immobilisation sprechen könnte. Bring jedoch konnte bei Ratten, die bewegen durften, im Vergleich zu immobilisierten Ratten einen um 94% größeren Kollagenfaserdurchmesser feststellen [28].

Trotz der Unterschiede bei den beiden Nachbehandlungskonzepten: Nach Freigabe der Beweglichkeit und Belastung sind

beide absolut identisch. Entscheidend sind dann der Parameter Schmerz sowie funktionelle Faktoren wie Beweglichkeit, Kraft und Koordination. Auch in der Physiotherapie richtet sich jetzt die Progression nach klinischen Funktionstests und nach den Wundheilungsphasen (= kriterien- und zeitbasiertes Vorgehen).

Kein Training in der Entzündungsphase ▶ Zunächst sollte der Heilungsverlauf objektiv beurteilt werden. Dies ist durch das Messen der Hauttemperatur über dem verletzten bzw. operierten Gebiet mittels eines einfachen Infrarotthermometers möglich (☞ Abb. 3) [29, 30]. Übersteigt die Temperatur im Seitenvergleich die Differenz von 2°, kann die Entzündungsphase mit Medikamenten und physikalischer Therapie überbrückt werden. Liegt die Temperaturdifferenz darunter, ist der Schwerpunkt der Behandlung eher das Patientenmanagement (zum Beispiel Ernährungshinweise, mechanische Entlastung, Hilfsmittel, Gangschule). Die Entzündungsphase dauert erfahrungsgemäß unterschiedlich lange und ist von verschiedenen Faktoren abhängig: Stärke der Verletzung, Operationsart, Ernährung, Rauchen. (Raucher haben signifikant längere Entzündungsphasen.) Die häufig in der Literatur angegebene Dauer der Entzündungsphase von 5–7 Tagen trifft nicht immer zu! In dieser Phase ist es noch nicht sinnvoll, Kraft, Koordination und Beweglichkeit zu trainieren. Der Patient kann entfernte Gelenke beüben, um Sekundärprobleme zu vermeiden.

Proliferationsphase: Üben im schmerzfreien Bereich ▶ In der Proliferationsphase stellt sich dann die Weiche: Gewichtsbelastung oder Entlastung. Ob ein Patient sofort schmerzadaptiert belasten darf oder nicht, ist immer wieder Gegenstand von Diskussionen [31, 32, 33]. Vermehrt gehen Operateure dazu über, eine individuelle langsam ansteigende Gewichtsbelastung ohne Immobilisation vorzugeben. Maffulli konnte in einer Studie zeigen, dass Patienten, die direkt postoperativ mit dem Vorfuß und nach zwei Wochen in einem speziellen Brace mit tolerierbarem Schmerz belasteten, schneller keine Unterarmgehstützen mehr

Postoperatives Krafttraining

Aufbau eines Krafttrainings für die Plantarflexoren

- ▶ Plantarflexion im Sitz mit Gewicht auf den Oberschenkeln (☞ Abb. 6)
- ▶ Beidbeiniger Zehenstand
- ▶ Beidbeiniger Zehenstand aus dem Überhang (zum Beispiel am Step oder auf einer Treppe, ☞ Abb. 7)
- ▶ Einbeiniger Zehenstand
- ▶ Einbeiniger Zehenstand aus dem Überhang

Der Schweregrad aller Übungen ist durch Zusatzgewichte steigerbar (Hantelstange mit Gewichten, gefüllter Rucksack etc.), außerdem kann der Patient sie mit gestrecktem und gebeugtem Kniegelenk durchführen (Betonung des M. gastrocnemius bzw. des M. soleus, ☞ Abb. 8).



Abb. 6 Heel Raises (= Fersenheber) im Sitz. Die Kraft, die auf die Sehne wirkt, ist trotz Zusatzgewicht geringer als bei Heel Raises im Stand.



Abb. 7 Heel Raises im Stand, hier gesteigert durch Ausgangsposition im Überhang (Vordehnung durch Dorsalextension vor dem Heben der Ferse)



Abb. 8 Variante: Heel Raises mit gebeugten Kniegelenken, die das Training des M. soleus betonen und den Quadrizeps stärker fordern



Abb. 9 Beim Zweibeinweitsprungtest schaffen Männer normalerweise eine Weite von 90–100% ihrer Körperlänge, Frauen schaffen 80–90%.

benötigten (2,5 Wochen) als Patienten, die nach der OP zunächst voll entlasten [31]. Dem Patienten sollte man erklären, ohne ihn dabei zu verängstigen und seine Aktivität zu reduzieren, dass seine Sehne noch nicht die ursprüngliche Stabilität erreicht hat (vorerst nur circa 20% der ursprünglichen Stabilität).

- **Beweglichkeit:** Das betroffene Sprunggelenk wird spannungs- und schmerzfrei in alle Richtungen bewegt. (Oft ist am Anfang nur erlaubt, in die Plantarflexion zu bewegen.) Die transversalen Tarsalgelenke und das untere Sprunggelenk sollten manualtherapeutisch untersucht und bei Bedarf behandelt werden.
- **Kraft:** Das betroffene Gelenk wird nicht beübt, da die mechanische Stabilität nicht ausreichend ist.
- **Koordination:** Bressel konnte bei Patienten mit einer Achillessehnenruptur feststellen, dass auch auf der nicht betroffenen Seite sensomotorische Defizite im Vergleich zu einer Kontrollgruppe bestanden [34]. Somit ist von der Notwendigkeit eines koordinativen Trainings auszugehen.

Übungen, die der Therapeut in der Proliferationsphase anleiten kann, sind beispielsweise: isometrische schmerzfreie Anspannungen aller Muskeln im Schuh, Repositionierung im erlaubten Bewegungsausmaß, statische Zwei- und Einbeinstandübungen auf verschiedenen Unterlagen oder kombiniert mit zusätzlichen motorischen Aufgaben (Kopfbewegungen, Fangen, Werfen etc.). Bei der Repositionierung kontrolliert der Patient mithilfe eines Laserpointers seine Bewegung. Er steht zum Beispiel im Abstand von 1,5 m vor einer Zielscheibe (☞ Abb. 4). An der zu bewegenden Extremität bringt der Therapeut einen Laserpointer an, der einen Punkt auf der Zielscheibe erzeugt (= Referenzmarker). Der Patient führt nun mit geschlossenen Augen eine Bewegung aus, bei der er wieder an den Ausgangspunkt zurückkehrt. Hat der Patient das Gefühl, dort wieder angekommen zu sein (= intrinsisches Feedback), öffnet er die Augen und bewertet die Abweichung von der Ausgangsposition. Bei einem Abstand von 1,5 m beträgt diese unter physiologischen Bedingungen höchstens 2 cm. Die Repositionierung kann man auch vor einem Spiegel,

auf dem sich eine Skalierung befindet, probieren. Ziel ist es, die Tiefensensibilität ins Trainingsprogramm zu integrieren und zu verbessern. So kann man mit geringer Belastung die verringerte Reproduktionsfähigkeit von Gelenkstellungen beüben.

Ausdauertraining ohne Laktatbildung ▶ Zum Thema Ausdauer: In dieser Phase sollte eine Laktatbildung vermieden werden, um neu gebildetes Gewebe nicht wieder zu zerstören [35]. Aerobe Ausdauer wird zuerst beübt. Dies ist möglich, wenn der Patient auf dem Fahrradergometer mit der Ferse tritt (zunächst 10 Minuten Belastungsdauer bei etwa einem bis eineinhalb Watt pro Kilo Körpergewicht, dann Belastungsdauer langsam auf 30 Minuten steigern, erst danach die Intensität erhöhen).

Außerdem kann man Übungen, die später im Krafttraining stattfinden, mit ganz geringer Intensität (40–50 Wiederholungen ohne subjektive Ermüdung) als lokales Muskelausdauertraining durchführen. Bei diesem Training benutzt man weniger als 1/6 der Muskelmasse, was die optimale Sauerstoffversorgung des Gewebes gewährleistet.

Remodellierungsphase: Dorsalextension und Kraft erarbeiten ▶ Ab der 6.–8. Woche können – falls vorhanden – die Fersenhöhung oder das Tape entfernt werden. Trotzdem sollte Therapeut und Patient dann immer noch bewusst sein, dass die komplette Reißfestigkeit der Sehne noch nicht wiederhergestellt ist. Auch nach zwölf Monaten ist sie noch nicht voll vorhanden [36].

- **Beweglichkeit:** An der Dorsalextension sollte ab der 6. Woche vorsichtig gearbeitet werden. Die Wiederherstellung der normalen Beweglichkeit dauert vor allem bei lange ruhig gestellten Sprunggelenken drei bis neun Monate. Der Therapeut leitet die Automobilisationen in die Dorsalextension und Plantarflexion an, wobei die physiologische Stellung des Kalkaneus zu beachten ist (☞ Abb. 5). Ab der 8.–12. Woche dürfen die therapeutischen Techniken langsam steigernd einen mechanischen Schmerz verursachen, ohne jedoch einen erneuten Entzündungsschmerz zu provozieren.



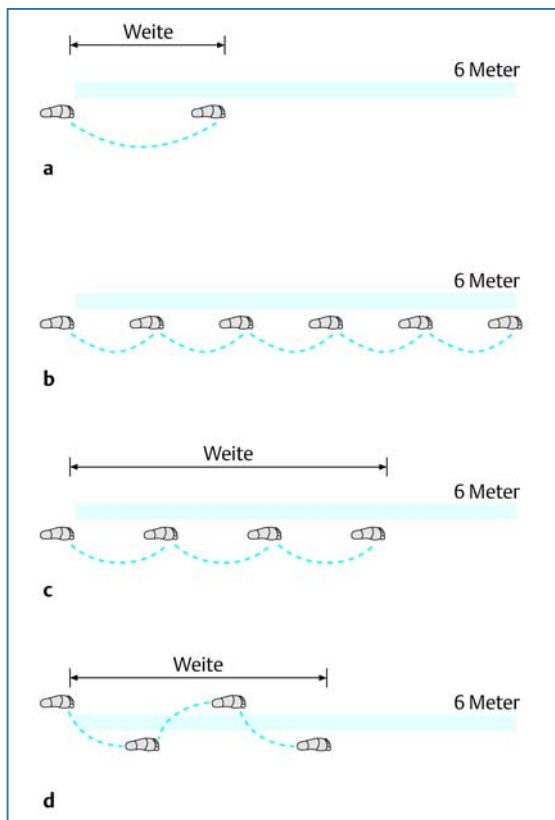


Abb. 10 Einbeinsprungtest nach Noyes zur Beurteilung der Sportfähigkeit: a) Einbeinsprung, b) 6-Meter-Einbeinsprünge auf Zeit, c) drei Sprünge auf Distanz, d) drei Sprünge auf Distanz mit Kreuzen einer Linie

- › **Kraft:** Ab der 8. Woche darf der Patient mit Kraftausdauerübungen beginnen. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf den Plantarflexoren, bei denen das Kraftdefizit sehr lange anhält (☞ Kasten, S. 26). Da meist größere Kraftdefizite und Atrophien vorhanden sind, muss später auch ein Hypertrophie- bzw. Maximalkrafttraining durchgeführt werden. Schnell- und Reaktivkrafttraining sollte erst begonnen werden, wenn funktionelle Tests mit guten Ergebnissen durchgeführt wurden.

Dynamische Stabilität steigern ▶ In dieser Phase kann die Koordination immer anspruchsvoller herausgefordert werden. Zum Beispiel sollte vermehrt die dynamische Stabilität beübt werden (Hüpfen, Sprünge, Sprung-ABC). Sprünge eignen sich jedoch frühestens ab der 12. Woche, wenn der Patient die Belastungsprogression optimal durchlaufen ist. Bei den meisten Patienten kann man aus quantitativen und qualitativen Gründen nicht vor dem 6. Monat mit Sprüngen beginnen. Quantitative Voraussetzung für Sprünge ist, dass die Wiederholungszahl der Heel Raises auf der betroffenen Seite 80% im Vergleich zur gesunden Seite beträgt. Vorher machen Sprünge sowie Schnell- bzw. Reaktivkrafttraining keinen Sinn. Im koordinativen Training spielen vor allem die optimale Beinachse und das Fußgewölbe die wichtigste Rolle. Ziel ist es, beides zu beherrschen und bei Abweichungen zu korrigieren. Die Qualität der Bewegung steht also im Vordergrund. Die Anforderungen an die dynamische Stabilität

kann man wie folgt steigern: zunächst Hüpfen (submaximale Sprünge) in verschiedenen Variationen (auf der Stelle, vorwärts/rückwärts, rechts/links, Wechselsprünge etc.). Dann folgen Sprünge mit den gleichen Variationsmöglichkeiten. Und schließlich Tiefsprünge (Springen von einem Podest aus verschiedenen Höhen), die mit anschließendem Hochspringen kombiniert werden können.

Sprungtests testen die Sportfähigkeit ▶ Anhand der Sprungfähigkeiten kann man entscheiden, wann der Patient wieder mit seinem Sport beginnen darf. Dazu kann man die Testparameter einsetzen, die der Physiotherapeut Davies entwickelte, bestehend aus einem Zweibein- und einem Einbeinweitsprungtest [37]. Zweibeinweitsprungtest: Gemessen wird wie beim Weitsprung: Die Arme des Trainierenden sind hinter dem Rücken verschränkt. Er muss den Sprung stabil und ohne Nachhüpfer stehen (☞ Abb. 9, S. 27). Vor dem Zielversuch sollte der Patient drei Probeversuche durchführen dürfen. Männer sollten etwa 90–100% ihrer Körpergröße erreichen, bei Frauen genügen etwa 80–90% der Körpergröße. (Frauen haben geringere Kraftwerte pro Kilogramm Körpergewicht. Dies zeigt sich auch in der Sprungkraft.) Erst wenn der Patient diesen Wert erreicht, folgen einbeinige Sprünge. Einbeinweitsprungtest: Die Durchführung erfolgt einbeinig. Zielparameter sind bei Männern 80–90%, bei Frauen 70–80% sowie eine Seitendifferenz von weniger als 15%. Wenn der Patient diesen Test besteht, darf er mit sportartspezifischem Training beginnen, wenn es lauf- oder sprungintensiv ist. Sport mit weniger Belastung auf die Achillessehne wie etwa Schwimmen und Walking darf vorher begonnen werden.

Auch der Chirurg Frank R. Noyes empfiehlt Einbeinsprungtests als Messinstrument für die Sportfähigkeit: Der Patient führt eine Testbatterie von vier verschiedenen Sprüngen durch (☞ Abb. 10) [38]. Hier sollte er im Rechts-links-Vergleich nicht mehr als 15% Leistungsdivergenz zeigen. Wenn er diese Tests bestanden hat, darf er mit sportartspezifischem Training wieder beginnen. Entsprechen die Werte der zu erreichenden Vorgabe, ist die Gefahr einer Reruptur geringer und die Leistungsfähigkeit deutlich erhöht, als wenn der Patient Sport treibt, ohne diese Werte erreicht zu haben.

Die Rehabilitation der Achillessehnenruptur richtet sich also nach den Wundheilungsphasen sowie nach klinischen Tests. Nur wenn beide Punkte beachtet werden, ist der Erfolg der Nachbehandlung optimal.

Volker Sutor und Frank Diemer

📖 **Literaturverzeichnis unter www.thieme.de/physioonline**



Volker Sutor ist seit 1995 Physiotherapeut. Er ist selbstständig in eigener Praxis in Brackenheim bei Heilbronn. Frank Diemer ist seit 1998 Physiotherapeut und seitdem freiberuflich im Allgäu tätig. Beide unterrichten in Physiotherapieschulen und leiten Fortbildungskurse in Medizinischer Trainingstherapie und KG-Gerät. Sie machen sich außerdem stark dafür, dass physiotherapie-relevante Studien bekannt werden. In ihrem Reha-Newsletter (www.medizinische-trainingstherapie.com) stellen sie Wissenschaft für Interessierte überschaubar und praxisbezogen dar.