

<sup>1</sup>Mayer F, <sup>1</sup>Müller S, <sup>2</sup>Hirschmüller A, <sup>1</sup>Cassel M, <sup>1</sup>Linné K, <sup>1</sup>Baur H

# Die Effizienz konservativer Therapiemaßnahmen bei Tendinopathien im Sport

*Therapeutic efficiency of non-surgical treatment strategies in tendinopathies in athletes*

<sup>1</sup>Hochschulambulanz der Universität Potsdam

<sup>2</sup>Medizinische Klinik, Abteilung Rehabilitative und Präventive Sportmedizin, Universitätsklinikum Freiburg

## ZUSAMMENFASSUNG

Chronische Sehnenbeschwerden (Tendinopathien) im Sport sind häufig und schränken die Belastbarkeit in der Regel erheblich ein. In der konservativen Therapie werden derzeit verschiedene Konzepte verfolgt, wobei eine evidenzbasierte Leitlinie zur Indikation einzelner Maßnahmen nicht vorliegt. Folglich wird oft eine Kombination verschiedener Therapieformen (z. B. Physiotherapie, medikamentöse Behandlung, Schuh- und Einlagenversorgung, Training) empfohlen.

Als Erklärungsmodelle für die Schmerzentstehung werden Mikrorupturen mit einer Aufhebung der hierarchischen Kollagenstruktur, ein Ersatz von Kollagen Typ I durch weniger resistentes Kollagen Typ III und die Irritation Substanz P positiver, freier Nervenendigungen diskutiert. Eine in der Vergangenheit angenommene Entzündungsreaktion (Tendinitis) lässt sich dagegen – mit Ausnahme einer (Begleit-)Paratendinitis – in der Mehrzahl der Fälle nicht nachweisen.

Als therapeutische Zugänge haben sich in aktuellen Untersuchungen eine Stimulation der Kollagensynthese (Mechanotherapie durch Ultraschall, Belastung durch körperliche Aktivität), Reduktion von Adhäsionen (Querfrictionen), eine mechanische Reduktion freier Nervenendigungen (exzentrisches Training) und eine Optimierung der Lastkompensation (sensomotorisches und exzentrisches Training) bewährt. Darüber hinaus scheint eine Optimierung der Schuh- und Einlagenversorgung sinnvoll.

**Schlüsselwörter:** Tendinopathie, konservative Therapie, Sensomotorik, exzentrisches Training.

## EINLEITUNG

Chronische belastungsabhängige Beschwerden humaner Sehnen sind maßgeblich für eine reduzierte körperliche Belastbarkeit im Freizeit- und Leistungssport verantwortlich (17,20,24). In der Folge resultieren Wettkampfausfälle und eine Reduktion der Trainingsbelastung. Häufig betroffen sind die Achillessehne, die Patellasehne, die Quadricepssehne, die Sehnen des M. tibialis posterior und des M. ext. carpi radialis, der Tractus iliotibialis und die Sehnen der Rotatorenmanschette. Der in der Regel lange Verlauf und unterschiedliche, individuelle Reaktionsweisen der Patienten auf verschiedene therapeutische Verfahren werden negativ beurteilt (27). Demzufolge ist trotz Fortschritten auf der Basis aktueller, wissenschaftlicher Ergebnisse die Behandlung im Einzelfall meist komplex, zeit- und kostenintensiv (11,19,20). Die evidenzbasierte Differentialindikation einzelner oder kombinierter Therapieformen ist nach wie vor nicht abschließend gelöst.

## SUMMARY

Chronic tendon complaints (tendinopathies) during physical activity are common and significantly limit athletes in training and competition. Currently, different therapy concepts are discussed. However, there are no evidence-based guidelines in indication of individual measures. As a consequence a combination of different strategies (physiotherapy, drug administration, shoe and insole supply, exercise) is often applied.

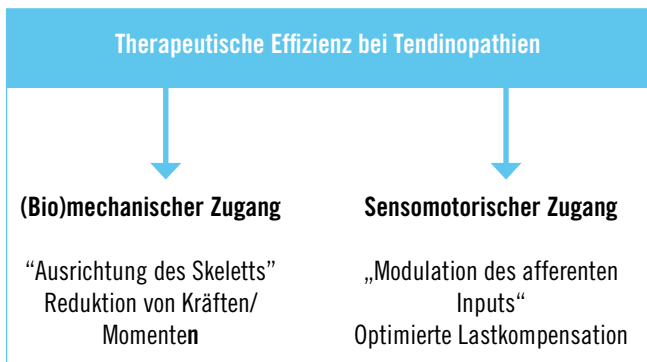
Microruptures with a loss of the hierarchical collagen structure, supplanting of collagen type I by less resistant collagen type III and a mechanical irritation of substance P-positive nerve endings are discussed in regard to pain generation. Inflammatory reactions within the tendon itself (tendinitis), as assumed in the past, could not be found in the majority of cases.

In therapy, stimulation of collagen synthesis (mechanotherapy by means of ultrasound, tendon stress through physical activity), reduction of tissue adhesions (deep frictions), mechanical reduction of free nerve endings (eccentric stress) and optimization of load management (sensory motor and eccentric training) have been shown beneficial. Furthermore, optimization of shoe and insole fit shows high rates of pain reduction.

**Key words:** Tendinopathy, treatment, therapy, eccentric training, sensory motor control

Zurückgehend bis in die 60er Jahre wurde insbesondere der Zusammenhang zwischen (Patella-)sehnenbeschwerden und Sprungsportarten hergestellt (häufig als „Jumpers Knee“ bezeichnet) und als Mikroruptur durch rezidivierende lokale Überlastung verstanden. Epidemiologische Daten der letzten Jahre zeigen neben Sprung-, Spiel- und Rückschlagsportarten, zunehmende Häufigkeiten chronischer Sehnenbeschwerden bei ambitionierten Läufern, Kampfsportlern, bei Schwimmern, im Motorsport und bei körperlicher Belastung am Arbeitsplatz.

Patienten mit chronischen Sehnenbeschwerden werden überwiegend erst spät nach initialem Beschwerdebeginn in der (sport)ärztlichen Sprechstunde vorstellig und berichten meist über eine lange Vorgeschichte. Charakteristische Merkmale der Anamnese sind Schmerzen am Anfang der Belastung (u.U. mit geringem Beschwerderückgang nach der Aufwärmphase) und bei zunehmender Belastungsintensität. In der Regel erfolgten verschiedene Vorbehandlungen und nicht selten mehrere diagnostische Verfahren (u.a. Ultraschall, MRT). Bei der klinischen Untersuchung



**Abbildung 1:** Mögliche (mechanische und/oder sensomotorische) Erklärungsmodelle der Effizienz konservativer Therapiemaßnahmen bei Tendinopathien im Sport.

imponiert eine lokal schmerzhafte Sehnenstruktur mit knotenförmigen Auftreibungen. Sonographie und MRT zeigen intratendinöse Läsionen, Adhäsionen und Verdickungen der Sehnenstruktur (12,30).

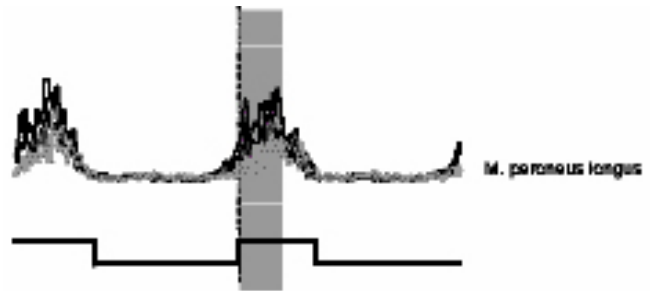
### AKTUELLE ERKLÄRUNGSMODELLE DER SCHMERZENTSTEHUNG BEI TENDINOPATHIEN

Grundlage für eine begründete konservative Therapie chronischer Sehnenbeschwerden ist die Erfassung der Schmerzentstehung. Weit verbreitet ist nach wie vor die Annahme einer lokalen Entzündungsreaktion, weshalb verschiedene Bezeichnungen des Krankheitsbildes (Tendinitis, Tenonitis, Peritendinitis, Paratenonitis) oder eher allgemeine (der Pathologie nicht gerecht werdende) Benennungen wie z. B. die „Achillodynie“ als Diagnosen verwendet werden (12,24).

In jüngeren Arbeiten, insbesondere unter Verwendung der Mikrodialyse, fanden sich dagegen keine Entzündungszellen und -mediatoren (4,21), sondern eine lokalisierte Kollagengeneration (28). Mikrorupturen, eine Aufhebung der hierarchischen Anordnung der Kollagenfasern, Ersatz von Kollagen Typ I durch Typ III und eine Einsprossung Substanz P positiver Nervenendigungen sind offensichtlich (13,16). Diskutiert wird darüber hinaus, ob die Einsprossung freier Nervenendigungen im Zuge einer als pathologisch zu bezeichnenden Neovaskularisation stattfindet (29). Der Einfluss einer veränderten Sehnendurchblutung und damit einer erhöhten Vulnerabilität des chronisch belasteten Sehnengewebes wurde in der Vergangenheit offensichtlich überschätzt, da gezeigt werden konnte, dass die Blutversorgung und die Sauerstoffextraktion unter körperlicher Belastung deutlich erhöht ist (14). Gesichert scheint somit, dass Sehnengewebe weit mehr als „metabolisch aktives Gewebe“ einzustufen ist, als bisher angenommen (13).

### THERAPEUTISCHE KONZEPTE BEI TENDINOPATHIEN IM SPORT

Als primäres Behandlungsziel dient einerseits die Schmerzreduktion und andererseits die Verringerung bzw. Vermeidung auslösender Ursachen. Betrachtet man rezidivierende Mikrotraumata mit einem Verlust der hierarchischen Kollagenstruktur bzw. Ersatz von Kollagenewebe und eine mechanische Reizung freier Nervenendigungen als mögliche Mechanismen der Beschwerdeentste-



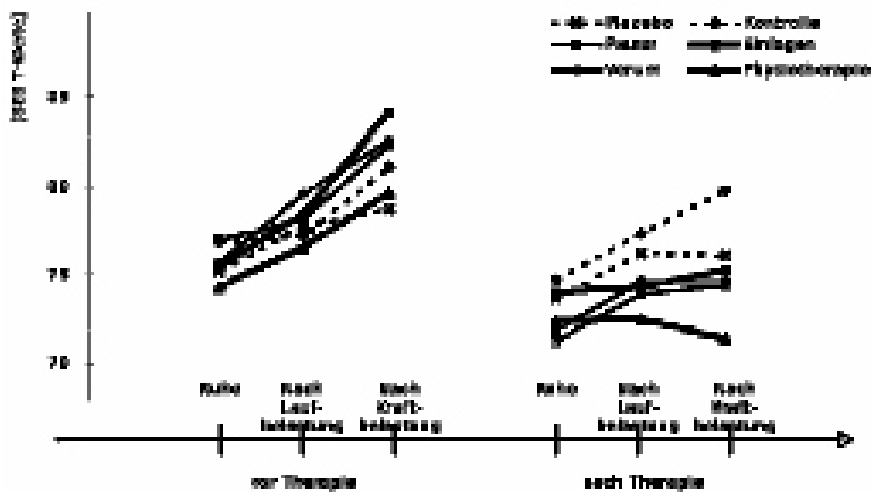
**Abbildung 2:** Änderung der EMG-Amplitude des M. Peroneus longus (dunkelgrau: nach Therapie) nach Optimierung der Einlagenversorgung (Längsgewölbestütze nach Podographie) bei Patienten mit chronischen Achillessehnenbeschwerden.

hung, kann als Therapieziel die Reintegration der Kollagenstruktur (z. B. durch Steigerung der Kollagensynthese), die Reduktion freier, pathologischer Nervenendigungen und die Reduktion von Mikrotraumata durch Optimierung der Lastkompensation formuliert werden. Mögliche Behandlungseffekte können demzufolge infolge lokal-struktureller Wirkung (z. B. Veränderung der Sehnenbinnenstruktur und -dicke; Reduktion der lokalen Nozizeption), muskulärer (z. B. verbesserte Lastkompensation durch Optimierung intramuskulärer Kraftqualitäten), mechanischer und/oder sensomotorischer Wirkmechanismen (z. B. optimiertes Load Management durch Verbesserung der intermuskulären Koordination) erzielt werden (Abb.1).

Als Standardtherapie werden meist lokale physiotherapeutische und physikalische Verfahren wie Querfraktionen, Eis und Ultraschall (u. U. in Kombination mit einer Einschränkung beschwerdeauslösender, sportlicher Aktivitäten) angewendet (7,10,20). Querfraktionen sind als Technik zur Weichteilmobilisation zu verstehen, die Adhäsionen lösen soll und an der Proliferation von Fibroblasten beteiligt scheint (8). Unterstützt werden kann dies durch Ultraschall im Sinne einer Mechanotherapie an Grenzflächen unterschiedlicher Gewebe mit Stimulation der Kollagensynthese in Fibroblasten (26).

Darüber hinaus wird zunehmend auf den Einsatz sensomotorischer Trainingsformen (9,19) und exzentrischer Belastungen in Ergänzung zur Physiotherapie hingewiesen (3,30). Shalabi konnte zeigen, dass exzentrische Belastungen neben einer Besserung des klinischen Outcomes zu einer Minderung des Achillessehnen durchmessers und intratendinöser Läsionen führt (30). Vergleichbar gute klinische Resultate erhielten Alfredson (3) und Purdam (25) nach einem 12-wöchigen, vorwiegend exzentrischen Training. Als Wirkmechanismus wird diskutiert, dass freie Nervenendigungen durch die mechanische Belastung zerstört werden. Unter Einsatz der Farbdopplersonographie konnte eine Minderung der Neovaskularisation und eine Homogenisierung der Sehnenstruktur nachgewiesen werden (23). Der histologische Nachweis hierfür steht allerdings noch aus. Neben der erwähnten, lokalen Wirkung (Reduktion des Sehnendurchmessers, Reduktion freier Nervenendigungen) ist möglicher Weise auch eine optimierte Belastungskompensation (Korrektur schmerzassoziierter Inhibitionen; Optimierung der Absorptionskapazität, strukturspezifische Belastung) an der Beschwerdereduktion beteiligt (19,25).

Neben der Physiotherapie und der Medizinischen Trainingstherapie kommt bei Tendinopathien (der unteren Extremität) die Optimierung der Schuh- und Einlagenversorgung durch individuell angefertigte Einlagen zum Einsatz (10,19,20). Trotz des Belegs einer Beschwerdeminderung z.T. bereits nach kurzer Tragedauer (19) ist



**Abbildung 3:** Subjektive Schmerzempfindung (Schmerzempfindungsskala; in Ruhe, nach Laufbandbelastung, nach ermüdender Plantarflexion) bei Läufern mit chronischen Achillessehnenbeschwerden vor und nach einer 4-wöchigen Therapie mit verschiedenen konservativen Therapiemaßnahmen (individuelle Schaleneinlagenversorgung mit Längsgewölbestütze; Physiotherapie mit Querfrictionen und Ultraschall in Kombination mit sensomotorischen und exzentrischen Belastungen; Belastungspause; doppelblinde-placebokontrollierte Einnahme von 150mg Diclophenac).

der evidenzbasierte Nachweis von Wirkmechanismen nicht abgeschlossen (6,20). Nachdem bisher die Vorstellung einer Ausrichtung des Skeletts im Vordergrund stand, konnte unter Verwendung von Knochenpins gezeigt werden, dass bei Gang- und Laufbelastungen die mechanische Wirkung von Einlagenelementen ungerichtet und eher gering ist (32). Eine mechanische Korrektur durch Einlagen gelingt somit nur in geringem Maße (15). Sensomotorische Mechanismen (u. a. durch Modulation des sensorischen Inputs) gelten als mögliche Erklärung einer alterierten Lastverteilung durch Funktionselemente (Abb.2) (22).

**DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN**

Die Effizienz konservativer Therapieformen bei chronischen Sehnenbeschwerden im Sport ist nach wie vor nicht abschließend geklärt. Eine evidenzbasierte Leitlinie existiert derzeit nicht. Verantwortlich hierfür ist einerseits ein Mangel an Konsistenz und Einigkeit im Einsatz der Verfahren. Andererseits scheint der Transfer aktueller Erkenntnisse in der täglichen Praxis noch wenig berücksichtigt. Darüber hinaus ist der wissenschaftliche Nachweis einer Effizienz bisher nur unzureichend gelungen (7,20,24). Dies begründet sich in einem erheblichem Aufwand und einer hohen drop-out Rate bei der Durchführung kontrollierter, klinischer Untersuchungen. Die Aussagekraft der Studien ist deshalb häufig eingeschränkt (7).

Wenige Untersuchungen der vergangenen Jahre konnten zeigen, dass die Mehrzahl der Patienten einer konservativen Therapie zwar zugänglich sind (Abb.3) (10,24), eine Differenzierung und eine auf Athleten bezogene Differentialindikation einzelner Maßnahmen aber nur schwer gelingt. Als Folge davon werden heutzutage - bei rückläufigen Ressourcen im Gesundheitssektor - meist Kombinationen aus verschiedenen Maßnahmen eingesetzt (10).

In hohem Maße wirksam scheint die aktive Therapie durch sensomotorische und exzentrische Belastungsformen. Ziel dabei ist über eine Modulation des afferenten Inputs einen gerichteten

Einfluss auf die neuromuskuläre Regulation der Bewegung auszuüben (1,2). Nachgewiesen scheint eine Verbesserung der dynamischen Gelenkstabilität und der posturalen Kontrolle (9). Andererseits wurde gezeigt, dass exzentrische Belastungen zu einer reduzierten Schmerzsymptomatik führen (3,25,30). Nicht geklärt ist bisher allerdings, ob durch vergleichbare konzentrische Belastungen ähnliche Effekte zu erzielen sind. Als Erklärungsmodell wird überwiegend eine (Netto-)kollagensynthese, eine mechanische Reduktion freier Nervenendigungen sowie sensomotorische Effekte auf muskulärer und spinaler Ebene angeführt (19). Eine Übertragung auf Tendinopathien der oberen Extremität ist bisher nicht geklärt.

Die Indikation entzündungshemmender Substanzen wie NSAR und Corticosteroiden bei chronischen Sehnenbeschwerden ist bereits seit geraumer Zeit

in der Diskussion (5,11,31). Dennoch wird sie insbesondere bei körperlich aktiven Patienten häufig eingesetzt (24,31). Die bisher v. a. histologisch begründete Ablehnung einer anti-entzündlichen Behandlung chronischer Sehnenbeschwerden lässt sich durch verschiedene klinische Studien bestätigen und sollte demnach dem Einzelfall vorbehalten bleiben. Die analgetische Wirkung von NSAR scheint, u.U. unterstützt durch eine Reduktion der sportartspezifischen Belastung, insbesondere auf der Basis einer Reduktion schmerzassoziierter Inhibitionen in der Unterstützung der Physio- und Trainingstherapie seinen Stellenwert zu besitzen und sollte individuell abgewogen werden.

Bemerkenswert ist der häufig effektive Einsatz einer Einlagenversorgung im Sport (19). Allerdings scheint hier der Erfolg entscheidend von den eingesetzten (wenigen) Funktionselementen, den Materialien (z.B. Polyurethan) und der Anfertigung nach dynamischen Beurteilungskriterien (Pedographie, Gang- und Laufanalyse) abzuhängen. Eine rein mechanische Betrachtungsweise bzw. die Vorstellung eines Abbildes des Fußes in der Einlage wird dabei der Dynamik sportlicher Bewegungen offensichtlich nur unzureichend gerecht (18,22). Eine differentialdiagnostische Zuordnung zu einem Krankheitsbild ist bisher allerdings nur unzureichend gelungen (19).

*Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: keine*

**LITERATUR**

1. AAGAARD P: Training-induced changes in neural function. *Exerc Sport Sci Rev* 31 (2003) 61-67.
2. AAGAARD P & MAYER F: Neuronal adaptations to strength training. *Dtsch Z Sportmed* 2 (2007) 50-53.
3. ALFREDSON H, PIETILÄ T, JONSSON P, LORENTZON R: Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med* 26 (1998) 360-366.

4. ALFREDSON H, THORSEN K, LORENTZON R: In situ microdialysis in tendon tissue: High levels of glu-tamate but not prostaglandin E2 in Achilles tendon pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 7 (1999) 378-381.
5. ALVAREZ CM, LITCHFIELD R, JACKOWSKI D, GRIFFIN S, KIRKLEY A: A Prospective, Double-Blind, Randomized Clinical Trial Comparing Subacromial Injection of Betamethasone and Xylocaine to Xylocaine Alone in Chronic Rotator Cuff Tendinosis. *Am J Sports Med* 33 (2005) 255-262.
6. BAUR H, HIRSCHMÜLLER A, MÜLLER S, MAYER F: Wirkungsweise von funktionellen Elementen der Schuheinlagenversorgung im Sport. *Dtsch Z Sportmed* 54 (2003) 323-328.
7. BROSSEAU L, CASIMIRO L, MILNE S, ROBINSON V, SHEA B, TUGWELL P, WELLS G: Deep transverse friction massage for treating tendinitis (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, UK, Issue 3, 2004.
8. GEHLSSEN GM, GANION LR, HELFST R: Fibroblast responses to variation in soft tissue mobilization pressure. *Med Sci Sports Exerc* 31 (1999) 531-535.
9. HOLM I, FOSDAHL MA, FRIJS A, RISBERG MA, MYKLEBUST G, STEEN H: Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sports Med* 14 (2004) 88-94.
10. KADER D, SAXENA A, MOVIN T, MAFFULLI N: Achilles tendinopathy: some aspects of basic science and clinical management. *Br J Sports Med* 36 (2002) 239-249.
11. KHAN KM, COOK JL, KANNUS P, MAFFULLI N, BONAR SF: Time to abandon the "tendonitis" myth. *BMJ* 324 (2002) 626-627.
12. KHAN KM, FOSTER BB, ROBINSON J, CHEONG Y, LOUIS L, MACLEAN L, TAUNTON JE: Are ultrasound and magnetic resonance imaging of value in assessment of Achilles tendon disorders? A two year prospective study. *Br J Sports Med* 37 (2003) 149-153.
13. KJAER M: Adaptation of tendons to physical exercise. *Dtsch Z Sportmed* 55 (2004) 148-151.
14. LANGBERG H, BÜLOW J, KJAER M: Blood flow in the peritendinous space of the human Achilles tendon during exercise. *Acta Physiol Scand* 163 (1998) 149-153.
15. LUN V, MEEUWISSE WH, STERGIU P, STEFANYSHYN D: Relation between running injury and static lower limb alignment in recreational runners. *Br J Sports Med* 38 (2004) 576-580.
16. MAFFULLI N, EWEN SW, WATERSTON SW, REAPER J, BARRASS V: Tenocytes from ruptured and tendinopathic Achilles tendon produce greater quantities of type III collagen than tenocytes from normal Achilles tendons. An in vitro model of human tendon healing. *Am J Sports Med* 28 (2000) 499-505.
17. MAFFULLI N, KADER D: Tendinopathy of tendo achillis. *J Bone Joint Surg* 84 (2002) 1-8.
18. MAYER F, DICKHUTH HH: Standards der Sportmedizin: Chronische Achillessehnenbeschwerden im Sport. *Dtsch Z Sportmed* 53 (2002) 256-257.
19. MAYER F, HIRSCHMUELLER A, MULLER S, SCHUBERT M, BAUR H: The effects of short term treatment strategies over 4 weeks in Achilles tendinopathy. [*Br J Sports Med* 41 Jul 2007 e6].
20. MCLAUCHLAN GJ, HANDOLL HHG: Interventions for treating acute and chronic Achilles tendinitis. In: *The Cochrane Library*, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, UK, Issue 1, 2004.
21. MOVIN T, GAD A, REINHOLT P, ROLF C: Tendon pathology in long-standing achillodynia - biopsy findings in 40 patients. *Acta Orthop Scand* 68 (1997) 170-175.
22. NAWOCZENSKI DA, LUDEWIG PM: Electromyographic effects of foot orthotics on selected lower extremity muscles during running. *Arch Phys Med Rehabil* 80 (1999) 540-544.
23. ÖHBERG L, LORENTZON R, ALFREDSON H: Eccentric training in patients with chronic Achilles tendinosis: normalised tendon structure and decreased thickness at follow up. *Br J Sports Med* 38 (2004) 8-11.
24. PAAVOLA M, KANNUS P, JÄRVINEN T, KHAN K, JOSZSA L, JÄRVINEN M: Current concepts review. Achilles tendinopathy. *J Bone Joint Surg* 84 (2002) 2062-2076.
25. PURDAM CR, JOHNSON P, ALFREDSON H, LORENTZON R, COOK JL, KHAN KM: A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* 38 (2004) 395-397.
26. RAMIREZ A, SCHWANE JA, MCFARLAND C, STARCHER B: The effect of ultrasound on collagen synthesis and fibroblast proliferation in vitro. *Med Sci Sports Exerc* 29 (1997) 326-332.
27. REES JD, WILSON AM, WOLMAN RL: Current concepts in the management of tendon disorders. *Rheumatology* 45 (2006) 508-21.
28. RILEY G: The pathogenesis of tendinopathy. A molecular review. *Rheumatology* 43 (2004) 131-142.
29. SCHUBERT TE, WEIDLER C, LERCH K, HOFSTADTER F, STRAUB RH: Achilles tendinosis is associated with sprouting of substance P positive nerve fibres. *Ann Rheum Dis* 64 (2005) 1083-1086.
30. SHALABI A, KRISTOFFERSEN-WILBERG M, SVENSSON L, ASPELIN P, MOVIN T: Eccentric training of the gastrocnemius-soleus complex in chronic Achilles tendinopathy results in decreased tendon volume and intratendinous signal as evaluated by MRI. *Am J Sports Med* 32 (2004) 1286-1296.
31. SPEED CA: Corticosteroid injections in tendon lesions. *BMJ* 323 (2001) 382-386.
32. STACOFF A, REINSCHMIDT C, NIGG BM, VAN DEN BOGERT AJ, LUNDBERG A, DENOTH J, STÜSSI E: Effect of foot orthoses on skeletal motion during running. *Clin Biomech* 15 (2000) 54-64.

**Korrespondenzadresse:****Prof. Dr. Frank Mayer****Hochschulambulanz der****Universität Potsdam****Am Neuen Palais 10, Haus 12****14469 Potsdam****E-Mail: fmayer@uni-potsdam.de**