

Epicondylitis humeri radii – vom Schreibekrampf zum Power-Doppler

Karsten Knobloch

Am 26. Mai 1873 veröffentlichte Dr. F. Runge aus Nassau in der *Berliner Klinischen Wochenschrift* seinen Beitrag „Zur Genese und Behandlung des Schreibekrampfes“ [1]. Dort heißt es: *„Im Laufe des verflossenen Jahres kamen einige Fälle von Schreibekrampf in meine Behandlung, welche so ausgezeichnet charakterisiert waren, dass eine nähere Schilderung derselben um so mehr dankbar erscheint, als über das Wesen dieser Affektion die Ansichten noch sehr variieren. [...] Die Affektion ist von vorn herein mit heftigen Schmerzen verlaufen, welche zunächst den Vorderarm und die Hand ergreifen, bei fortgesetzter Anstrengung aber auf Oberarm und bis in die Schulter verbreiten. [...] Bei genauer Betastung ist am Condylus externus des Oberarms gerade an der Stelle, wo Supinator longus, Extensor carpi und digitorum communis ansetzen, eine kleine Stelle, welche nicht nur sehr schmerzhaft, sondern auch beim Druck heftige Reflexbewegungen auslöst. Die Schmerzen bei fortgesetztem Drucke pflanzen sich auf die Hand und Oberarm fort. Offenbar ist das Periost des Condylus externus humeri der Sitz einer chronischen Entzündung. [...] Der Ansatzpunkt der Mm. pronator longus, extensor carpi radialis longus und extensor digitorum communis ist der Sitz der chronischen Entzündung; die alternierenden Contractionen dieser Muskeln üben eine fortwährende Zerrung auf den Heerd der Entzündung aus, den sich Patient dadurch zu mildern sucht, dass er durch tonische Contraction einzelner Muskeln den Locus affectus fixiert. Trotzdem breitet sich die Erregung von der erkrankten Stelle bei fortdauernder Anstrengung in die nächste Umgebung weiter aus, die Muskeln werden hyperämisch.“*

Dies ist beachtlich im Jahr 1873, wenn man bedenkt, dass die sogenannte Neovaskularisation mit der Farb-

Dopplersonographie erst 2006 am Tennisellenbogen beschrieben wurde, worauf später die Sprache kommen wird. Auch die Therapieansätze von Dr. Runge sind bemerkenswert:

„Ich applicierte deshalb auf der schmerzhaften Stelle in Cauterium, welches die ganze Haut etwa wie ein Zehngroschenstück gross zerstörte. Mit der späteren Vernarbung trat auch, ich vermuthe durch Fortschreiten des Verödungsprocesses des Gefässe in die Tiefe, eine vollständige Beseitigung der schmerzhaften Stelle des Periost ein. Ich brauche kaum zu erwähnen, dass Patient den Arm ununterbrochen in der Binde tragen musste, da Ruhe ein Factor ist, welchen man bei der Heilung dieser Affection nie entbehren kann, jedoch dauerte die Ruhe nur sechs Wochen bis zur vollständigen Vernarbung der geätzten Stelle. Nach dieser Kur war und blieb Patient von jeder krampfhaften Affection vollständig frei, wie er mir noch ein Jahr später bezeugte. Der Vorsicht halber liess ich natürlich in der ersten Zeit das Schreiben sehr einschränken.“

Demnach ist Dr. Runge der erste Kollege, der eine lokale Kauterisierung im Sinne einer externen Sklerosierung durchführte mit einem Follow-up von einem Jahr.

Die Kraftmessung mit dem Dynamometer kann bei der Diagnostik der Epicondylitis humeri radii hilfreich sein

Neben der klinischen Untersuchung mit oftmals vorhandenem Provokationsschmerz am Ellenbogen und proximalen Unterarm bei Dorsalextension des Handgelenks gegen Widerstand beklagen manche Patienten auch eine

Schmerzempfindlichkeit in einem Hautareal streckseitig über dem Handgelenk. Die Kraftmessung mit dem Dynamometer kann bei der Diagnostik der Epicondylitis humeri radii hilfreich sein [2]. Während bei ellenbogen-gesunden Probanden die Grobkraft mit dem Dynamometer erfasst bei Ellenbogenstreckung und 90 Grad Flexion keinen Unterschied aufweist, so zeigen sich bei Epikondylitispatienten signifikante Unterschiede in Abhängigkeit von der Ellenbogenposition. Bei 90 Grad Flexion war bei Epikondylitis die Grobkraft um 29 Prozent gegenüber gestrecktem Ellenbogengelenk erhöht. Der betroffene Arm hatte rund 50 Prozent der Kraft der gesunden Gegenseite bei Ellenbogenextension und 69 Prozent der Kraft bei 90 Grad Ellenbogenflexion. Im Weiteren ist ein Unterschied von acht Prozent zwischen Extension und 90 Grad Flexion in 83 Prozent akkurat zwischen betroffener und nicht-betroffener Extremität zu unterscheiden.

Die moderne Sonographie hat entscheidend zur verbesserten Visualisierung gerade der Epicondylitis humeri radii beigetragen. In der konventionellen Graustufen-sonographie finden sich typischerweise bei der Tendinopathie hypoechogene Echomuster am Ansatz der Extensor-carpi-communis-Sehne. Folgende Charakteristika sind in der Graustufen-sonographie häufig [3]:

- Verkalkungen am Ansatz der Sehne des M. extensor carpi communis
- Sehnenverdickung
- Angrenzende Knochenunregelmäßigkeiten
- Fokale hypoechogene Muster
- Diffuse Heterogenität

Die Farb-Dopplersonographie kann bei Patienten mit Epicondylitis humeri radii am Ellenbogen eine gesteigerte Durchblutung an der Insertion am Ellenbogen nachweisen [4]. Die Zone des pathologisch gesteigerten Blutflusses wird dem Ort des Schmerzes in Zusammenhang gebracht. Im Bereich dieser Neovaskularisation zeigen die Kapillargefäße eine hohe Dichte von Schmerzrezeptoren und Schmerzmediatoren wie Substanz P und CGRP. Im Gegensatz zur Farb-Doppler-Sonographie zeichnet sich die Power-Doppler-Sonographie durch eine noch bessere Visualisierung von Gefäßen mit langsamer Blutflussgeschwindigkeit aus. Deshalb kann die Power-Doppler-Sonographie insbesondere bei der Visualisierung der Neovaskularisation entscheidende Vorteile bieten (Abb. 1, 2).

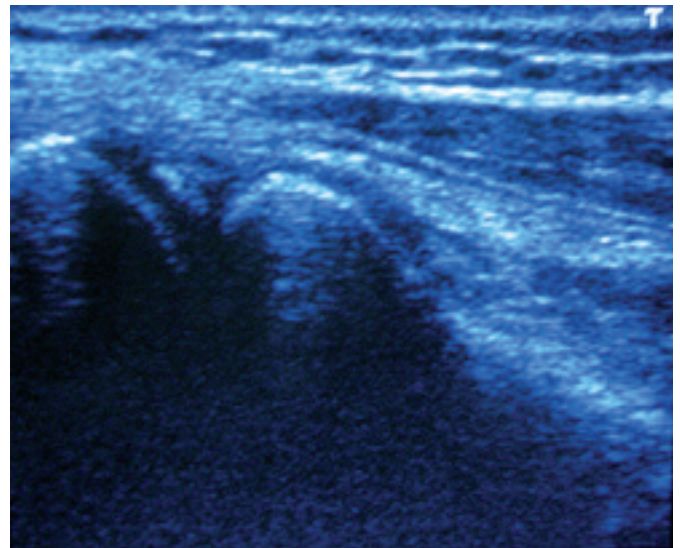


Abbildung 1 Konventionelle Graustufen-sonographie des Ellenbogens mit Darstellung des Epikondylus (linksseitig), den inserierenden Sehnen sowie dem Radiusköpfchen (zentral).

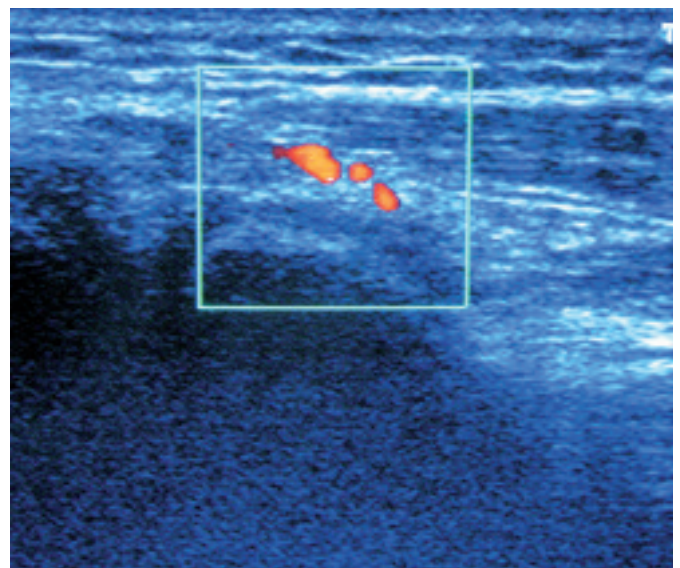


Abbildung 2 Power-Doppler-Sonographie des Ellenbogens bei Epikondylitis mit Nachweis eines pathologisch gesteigerten Blutflusses in Ruhe (Neovaskularisation).

Die kombinierte Laser-Doppler und Spektrophotometrie (Oxygen-to-see, LEA Medizintechnik) erlaubt die Echtzeitmessung der Mikrozirkulation mit Bestimmung dreier Parameter der Mikrozirkulation:

- Kapillärer Blutfluss als Zufluss
- Tendinöse Sauerstoffsättigung als Maß des Metabolismus des Tenozyten
- Kapillarvenöser Abfluss als Maß der venösen Kongestion

Im Bereich der Achillessehne konnten wir bei der Achilles-Tendinopathie am Ort des Schmerzes einen um bis zu 40 Prozent gesteigerten kapillären Blutfluss nachweisen [5].

Physikalische Therapie: Tägliches exzentrisches Krafttraining reduziert die Schmerzen

Bei der Achilles-Tendinopathie führt ein tägliches exzentrisches Krafttraining zu einer Reduktion des pathologisch gesteigerten Blutflusses am Ort des Schmerzes um 45 Prozent [6]. Ermutigt durch positive Berichte insbesondere eines exzentrischen Krafttrainings bei Sehnen-erkrankungen der Achillessehne und der Patellarsehne haben wir ein exzentrisches Krafttrainingsprogramm für die obere Extremität entworfen. Dabei führt der Patient zu Hause täglich im Wechsel Pronation und Supination gegen einen Widerstand aus. Dabei hält er einen flexiblen Gummistab (z. B. Thera-Band Flex-Bar in grün) in der Armvorhebbalthe und verbiegt den Gummistab in Supination und hält diese Position für zwei Sekunden. Dann wechselt er in die Pronation und hält diese Position für zwei Sekunden. Dies zählt als eine Wiederholung, wovon 15 zu absolvieren sind. Dann folgt eine Pause von zwei Minuten und die Wiederholung dieses Trainings-satzes insgesamt 3×15 Wiederholungen morgens und abends täglich über 12 Wochen. Wir haben dieses Trainingsprogramm bislang bei der Epicondylitis humerii radii und ulnaris, bei Handgelenkstendinopathien der Flexor carpi ulnaris Sehne [7] sowie bei der Tendovaginitis de Quervain [8] erfolgreich eingesetzt (Abb. 3, 4).

Patienten mit einer Epikondylitis zeigen eine deutliche schlechtere Propriozeption des Ellenbogengelenks [9]. Die Erkennung von Winkelgraden bei passiver Bewegung des Ellenbogens ist bei der Epikondylitis mit 1,8 vs. 1,1 Grad bei gesunden Ellenbogen signifikant verschlechtert.



Abbildung 3 Exzentrisches Krafttraining bei Epikondylitis mit Supination eines flexiblen Hartgummistabes (Thera-Band Flex-Bar) mit 15 Wiederholungen 6 x/d über 12 Wochen.



Abbildung 4 Exzentrisches Krafttraining bei Epikondylitis mit Pronation im Wechsel mit der Supination eines flexiblen Hartgummistabes (Thera-Band Flex-Bar) mit 15 Wiederholungen 6 x/d über 12 Wochen.

Basierend auf dieser Kenntnis untersuchen wir derzeit, ob ein Vibrationstraining der oberen Extremität mit einem elastischen flexiblen Fitnessstab (z.B. Flexi-Bar-Stab oder Propriomed) in einer randomisierten Studie bei Patienten mit Epikondylitis sinnvoll eingesetzt werden kann. Erste Zwischenergebnisse suggerieren eine deutliche Schmerzreduktion durch ein tägliches Vibrationstraining von rund fünf Minuten Dauer (Abb. 5–7).



Abbildung 5 Vibrationstraining der oberen Extremität mit dem Propriomedsystem.



Abbildung 6 Vibrationstraining zur Schulung der Propriozeption bei Epikondylitis.



Abbildung 7 Propriomed-Stab zum propriozeptiven Training.

Botulinum-Toxin-A-Injektion beim Tennisellenbogen: Bislang kein eindeutiger Effekt bewiesen

Der Einsatz von Botulinumtoxin zur Therapie des Tennisellenbogens wurde in mehreren randomisiert-kontrollierten Studien geprüft. 60 Epikondylitispatienten wurden randomisiert auf eine einmalige Gabe von 60 Einheiten Botulinum Toxin A vs. Plazebo [10]. Die Schmerzstärke reduzierte sich in der Verumgruppe von 65 ± 15 (VAS 0-100) auf 24 ± 22 in der Botoxgruppe und von 66 ± 13 auf 44 ± 24 in der Plazebogruppe. Die Griffstärke war in beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. Fingerxtensionsschwäche wurde bei zehn Patienten in der Verumgruppe und von sechs Patienten in der Plazebogruppe berichtet. Eine Multizenter-Untersuchung [11] an 132 Patienten studierte den Einfluss einer einmaligen Botulinuminjektion (Botulinum® Toxin A, 0,6 ml NaCl 0,9 % mit 60 Mouse units) gegenüber der Plazeboinjektion. Nicht-ultraschallkontrolliert erfolgte in dieser Studie die Injektion drei bis vier Zentimeter distal des druckschmerzhaften lateralen Epikondylus. Mit der Physiotherapie wurde für sechs Wochen pausiert. Bis zu 150 mg/d Diclofenac wurden den Patienten zur Analgesie erlaubt. Zwei Wochen nach der Injektion war die Verumgruppe hinsichtlich der Schmerzreduktion der Plazebogruppe überlegen, jedoch war in der Verumgruppe die Extensionskraft des Mittelfingers deutlich reduziert. Dieses Phänomen verschwand nach 18 Wochen. Insofern scheint die Botulinum-Toxin-A-Injektion auch bei Insertionstendinopathien möglicherweise eine Rolle zu spielen – im Unterschied zu anderen Injektionssubstanzen – ohne jedoch bislang nachhaltig die Griffstärke zu verbessern. Möglicherweise spielt jedoch die verabreichte Substanz, sei es Kortison, Polidocanol oder Botulinum Toxin A eine eher untergeordnete Rolle. Vielmehr könnte die Power-Doppler-kontrollierte Wahl des optimalen Injektionsortes der entscheidende Faktor sein, der nachfolgend ausführlicher besprochen wird und Gegenstand weiterer prospektiv randomisierter Studien sein könnte.

Power-Doppler-gesteuerter Sklerosierungstherapie kann offenbar Schmerzen reduzieren und die Griffstärke verbessern

Auf dem Boden der in der Farb-Doppler oder auch Power-Doppler-Sonographie nachgewiesenen pathologischen Neovaskularisation im Bereich der Insertion erfolgte 2006 die erstmalige Beschreibung der gezielten Sklerosierung dieser Neogefäße unter Farb-Doppler-Sonographiekontrolle am Ellenbogen [12]. Dabei erfolgte in dieser Pilotstudie die Injektion von 2 ml Polidocanol bei 11 Patienten (mittleres Alter 46 Jahre) wegen seit im Mittel 23 Monaten bestehenden Tennisellenbogenschmerzen. Bei der Farb-Doppler-Sonographie zeigten alle strukturelle Sehnenveränderungen wie auch einen pathologisch gesteigerten Blutfluss an der Insertion. Die Patienten saßen mit einem 70 bis 80 Grad flektiertem Ellenbogen mit proniertem Unterarm. Mit einer 0,7er Nadel erfolgte die gezielte Sklerosierung mit einer 2-ml-Spritze Polidocanol unter Farb-Dopplerkontrolle bis kein Blutfluss mehr nachweisbar war. Die Schmerzstärke auf der visuellen Analogskala war nach drei Monaten von 75 auf 47 signifikant reduziert. Die Griffstärke nahm von 32 auf 38 kg zu. Vier Patienten beklagten innerhalb der ersten Woche nach der Injektion starke Ellenbogenschmerzen. Weitere Nebenwirkungen wurden in dieser Pilotstudie nicht berichtet.

Ermutig durch diese Resultate veröffentlichte die gleiche Arbeitsgruppe um Hakan Alfredson aus Umeå, Schweden im April 2008 eine randomisierte, kontrollierte Studie [13]. Dabei wurden 32 Epikondylitispatienten (27-66 Jahre alt) über insgesamt 12 Monate beobachtet. Randomisiert wurde auf die Farb-Doppler-kontrollierte Injektion von Polidocanol vs. die Farb-Doppler-kodierte Injektion von Lidocain/Suprarenin (Abb. 8). Im Ein-Jahres-Follow-up zeigten sich in beiden Gruppe signifikant reduzierte Schmerzstärken, jedoch kein Unterschied



Abbildung 8 Power-Doppler-gesteuerte Injektionstherapie mit dem Sklerosans Polidocanol.

zwischen beiden Gruppen. Die Grobkraft nahm in der Polidocanolgruppe von 37 kg auf 47 kg zu und in der Lidocain/Adrenalingruppe von 43 kg auf 48 kg. Interessanterweise zeigte diese erste vergleichende randomisierte Studie keinen Gruppenunterschied hinsichtlich der injizierten Substanz. Es scheint vielmehr die Farb-Doppler-kodierte Kontrolle des Injektionsgebietes zu sein (Zone der Neovaskularisation), die in diesem Zusammenhang von entscheidender Bedeutung ist [14].

Topische Nitroglycerintherapie: Freigesetztes Stickoxid wirkt auf die Nitrooxidsynthasen

2003 wurde eine randomisiert-kontrollierte Studie zum Einfluss von topisch-applizierten Nitroglycerin an 86 Patienten mit Epicondylitis humeri radii veröffentlicht [15]. Dabei erfolgte die Randomisierung in einer Verumgruppe, die 1,25 mg Pflaster Nitroglycerin pro Tag gegenüber einer Placebopflastergruppe über 12 Wochen. Die Patienten in der Nitroglyceringruppe hatten nach zwei Wochen eine reduzierte Ellenbogenschmerzstärke und nach sechs und 12 Wochen eine reduzierte Schmerzempfindlichkeit am Ellenbogen.

Auch bei der Achilles-Tendinopathie zeigte die sechsmonatige tägliche topische Applikation von Nitroglycerin eine reduzierte Schmerzstärke und verbesserte Funktionsscores auch im Drei-Jahres-Follow-up [16]. Verantwortlich für diese positiven Wirkung scheint der Einfluss des freigesetzten Stickoxids (NO) auf die Nitrooxidsynthasen (NOS) zu sein (Tabelle 1). Interessanterweise übt topisch appliziertes Nitroglycerin keine akute Steigerung des Blutflusses an der Achillessehne in 2 und 8 mm aus. Jedoch verbessert topisches NO den venösen Abfluss der Achillessehne in mikrozirkulatorischen Untersuchungen beim Menschen [17]. Wir empfehlen derzeit 2 × 2 Hübe Nitroglycerinspray (z.B. Coranginspray) über sechs Monate täglich auf die schmerzende Position auf Ellenbogen zu sprühen.

Stoßwellentherapie: Hilfreich, doch bislang kein Konsens was optimale Dosisform, Dosierung und Wiederholungsanzahl angeht

Die extrakorporale Stoßwellentherapie ist eine am Bewegungsapparat, insbesondere bei Sehnenkrankungen häufig eingesetzte Therapiemodalität. Es gibt eine Reihe

von zum Teil randomisiert-kontrollierten Studien zum Einsatz der Stoßwellentherapie bei Sehnenerkrankungen. So konnte in einer randomisierten-klinischen Studie mit 50 eingeschlossenen Patienten mit Patellatendinopathie die Stoßwellentherapie gegenüber der Kontrollgruppe signifikant stärker den Schmerz reduzieren und die Funktion verbessern [18]. Jedoch bleibt allen Studien gemein, dass allein die Variation der Schallform (radial oder planar), die applizierte Energiedosis und die

Wiederholungsanzahl (ein bis drei Sitzungen im Wochenabstand) in den publizierten Arbeiten die Ergebnisse beeinflussen kann. Insofern besteht gegenwärtig kein eindeutiger Konsens was die optimale Dosisform, Dosierung und Wiederholungsanzahl in Metaanalysen randomisiert-kontrollierter Studien anbelangt, weil die randomisiert-kontrollierten Studien zu heterogen sind. Dennoch kann die Stoßwellentherapie auch bei der Epikondylitis mit Erfolg eingesetzt werden. So konnte die dreimalige

Tabelle 1 Upregulation und Downregulation unterschiedlicher Gene von kultivierten Sehnenzellen nach Exposition mit NO [22].

Primärfunktion	Gene	Effekt auf die Genregulation
Apoptose	Immediate early response 3	Upregulation
	Jun D	Upregulation
	COP9 constitutive photomorphogenic homologue subunit 8	Upregulation
	Growth arrest-specific 2 like 1	Downregulation
Zelladhäsion	Protocadherin Alpha6	Upregulation
	Catenin	Downregulation
Extrazelluläre Matrix	Matrix Metalloproteinase 10	Downregulation
	Kollagen Typ 1	Downregulation
	Decorin	Downregulation
	Laminin B2	Downregulation
	Biglycan	Downregulation
	Kollagen Typ 3	Downregulation
Signaltransduktion	Kollagen Typ 4	Upregulation
	TNF receptor-associated factor 5	Upregulation
	Rho GTPase-activating protein 4	Upregulation
	Interleukin 18 Rezeptor 1	Upregulation
	IGF-II mRNA-binding protein 3	Upregulation

Tabelle 2 Derzeitige konservative Therapieempfehlungen bei Epicondylitis humeri radii.

Maßnahme	Hilfsmittel	Dosierung
Exzentrisches Krafttraining	Thera-Band Flex-Bar grün	6 × 15 Wiederholungen pro Tag als Wechsel von Supination und Pronation über 12 Wochen täglich
Topische Nitroglycerintherapie	Nitroglycerinspray, z.B. Corangin N1	2 × 2 Hübe (pro Hub 0,4 mg) über 6 Monate auf die schmerzende Stelle
Farb-/Power-Doppler-gesteuerte Injektion	1 Ampulle Polidocanol 0,25 %	2 ml Polidocanol titriert unter Farb-/Power-Doppler-Kontrolle im 4-6 Wochen-Abstand mit 3-5 Injektionen
Stoßwellentherapie	Planare Stoßwellentherapie, z.B. Storz Medical AG (CH-8274 Tägerwilten)	3 Sitzungen im Wochenabstand mit 0,08 mJ/mm ³ , 6 Hertz mit 5699 Joule Gesamtdosis/Sitzung

Anwendung von Stoßwellen bei frustran mit Physiotherapie und Injektionstherapie versorgten Patienten die Schmerzstärke von 6,5 auf 2 auf der visuellen Analogskala reduzieren [19]. Wir empfehlen die begleitender planare Stoßwellentherapie mit drei Sitzungen im Wochenabstand.

Insgesamt betrachtet zeigte sich, dass Farb-Doppler und Power-Doppler-Sonographie dabei helfen, die Neovaskularisation am Ort des Schmerzes nachzuweisen. Hier sind Hybrid-Verfahren denkbar, wie etwa die Kombination der Power-Doppler-Sonographie im Operationssaal mit der gezielten Elektrokoagulation zur gezielten minimal-invasiv durchgeführten Operation. Für die Patella-Tendinopathie ist diese Kombination im Operationssaal jüngst beschrieben worden [20]. Auch an der Achillessehne ist die minimal-invasive gezielte Elektrokoagulation zur kontrollierten Zerstörung der Neovaskularisation in einer Pilotstudie an elf Patienten beschrieben [21]. Insofern wäre auch der Einsatz der Farb-Doppler bzw. der Power-Doppler-Sonographie im Operationssaal bei der Epikondylitisoperation ohne Schwierigkeiten einsetzbar. Durch die intraoperative Visualisierung wäre – ohne Blutsperrung – die gezielte, gegebenenfalls arthroskopische Denudierung der Neogefäße denkbar. Ob dieses operative Hybridverfahren indes überlegene klinische Erfolgsraten erzielen kann, muss in kontrolliert-randomisierten Studien überprüft werden.

Literatur

1. Runge F (1873) Zur Genese und Behandlung des Schreibekrampfes. Berlin Klin Wochenschr 21: 245–248
2. Dorf ER, Chhabra AB, Golish SR, et al (2007) Effect of elbow position on grip strength in the evaluation of lateral epicondylitis. J Hand Surg [Am] 32: 882–886
3. Levin D, Nazarian LN, Miller TT, et al (2005) Lateral epicondylitis of the elbow: US findings. Radiology 237: 230–234
4. Zeisig E, Ohberg L, Alfredson H (2006) Extensor origin vascularity related to pain in patients with Tennis elbow. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 14: 659–663
5. Knobloch K, Kraemer R, Lichtenberg A, et al (2006) Achilles tendon and paratendon microcirculation in mid-portion and insertional tendinopathy in athletes. Am J Sports Med 34: 92–97
6. Knobloch K (2007) Eccentric training in Achilles tendinopathy: is it harmful to tendon microcirculation? Br J Sports Med 41: e2
7. Knobloch K, Spies M, Busch KH, Vogt PM (2007) Sclerosing therapy and eccentric training in flexor carpi ulnaris tendinopathy in a tennis player. Br J Sports Med 41: 920–921
8. Knobloch K, Gohritz A, Spies M, Vogt PM (2008) Neovascularisation in de Quervain's disease of the wrist: novel combined therapy using sclerosing therapy with polidocanol and eccentric training of the forearms and wrists—a pilot report. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2008 [May 31, Epub ahead of print]
9. Juul-Kristensen B, Lund H, Hansen K, et al (2008) Poorer elbow proprioception in patients with lateral epicondylitis than in healthy controls: a cross-sectional study. J Shoulder Elbow Surg 17 (Suppl 1): 72S–81S
10. Wong SM, Hui AC, Tong PY, et al (2005) Treatment of lateral epicondylitis with botulinum toxin: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Ann Intern Med 143: 793–797
11. Placzek R, Drescher W, Deuretzbacher G, et al (2007) Treatment of chronic radial epicondylitis with botulinum toxin A. A double-blind, placebo-controlled, randomized multicenter study. J Bone Joint Surg [Am] 89: 255–260
12. Zeisig E, Ohberg L, Alfredson H (2006) Sclerosing polidocanol injections in chronic painful tennis elbow—promising results in a pilot study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 14: 1218–1224
13. Zeisig E, Fahlström M, Ohberg L, Alfredson H (2008) Pain relief after intratendinous injections in patients with tennis elbow: results of a randomised study. Br J Sports Med 42: 267–271
14. Knobloch K, Hoffmann N, Schifke B, et al (2008) The injected agent with color Doppler—does it matter in tennis elbow? Br J Sports Med [Apr 4, eComment]
15. Paoloni JA, Appleyard RC, Nelson J, Murrell GA (2003) Topical nitric oxide application in the treatment of chronic extensor tendinosis at the elbow: a randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. Am J Sports Med 31: 915–920
16. Paoloni JA, Murrell GA (2007) Three-year follow-up study of topical glyceryl trinitrate treatment of chronic noninsertional Achilles tendinopathy. Foot Ankle Int 28: 1064–1068
17. Knobloch K, Osadnik R, Vogt PM (2008) Acute effects of topical nitroglycerin on Achilles tendon microcirculation. Br J Sports Med [im Druck]
18. Wang CJ, Ko JY, Chan YS, et al (2007) Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy. Am J Sports Med 35: 972–978
19. Decker T, Kuhne B, Göbel F (2002) Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in epicondylitis humeri radialis. Short-term and intermediate-term results. Orthopäde 31: 633–636
20. Willberg L, Sunding K, Forssblad M, Alfredson H (2008) Ultrasound- and Doppler-guided arthroscopic shaving to treat Jumper's knee: a technical note. Knee Surg Sports

Traumatol Arthrosc 15 (11): 1400-3. Epub 2007 Aug 25.
Review.

21. Boesen MI, Torp-Pedersen S, Koenig MJ, et al (2006) Ultrasound guided electrocoagulation in patients with chronic non-insertional Achilles tendinopathy: a pilot study. Br J Sports Med 40: 761-766
22. Molloy TJ, de Bock C, Wang Y, Murrel GA (2006) Gene expression changes in SNAP-stimulated and iNOS-transfected tenocytes-expression of extracellular matrix genes and its implications for tendon-healing. J Orthop Res 24: 1869-1882

Priv.-Doz. Dr. med. Karsten Knobloch
Plastische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
Medizinische Hochschule Hannover
Carl-Neuberg-Straße 1
30625 Hannover
eMail: kknobi@yahoo.com