

Ist Stretching sinnvoll?

Muskeldehnung zur Verletzungsprophylaxe im Sport – eine Literaturrecherche^a Carsten Keil

Einleitung

Muskeldehnungen werden in zahlreichen Varianten angewandt. Ebenso vielfältig ist die Anzahl der Studien, die sich mit den möglichen Effekten unterschiedlicher Dehnmethoden befassen. Welchen Handlungsempfehlungen PhysiotherapeutInnen^b, Trainer und Sportler bestenfalls folgen sollten, ist durch die sich oftmals widersprechenden Ergebnisse der Studien für alle Beteiligten schwer zu differenzieren. Trotz aller Unsicherheit bestand während der letzten Jahrzehnte ein breiter Konsens aller Beteiligten, dass Muskeldehnprogramme in fast allen Sportarten praktiziert werden sollten. Die erwünschten Wirkungen reichen von einer Verhinderung von Muskelverletzungen, der Vergrößerung der Bewegungsreichweite, Beseitigung von so genannten Muskeldysbalancen und der Abnahme der Muskelspannung bis hin zur Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit (Wydra u. Glück 2004).

Momentan besteht die paradoxe Situation, dass, obwohl unter Wissenschaftlern die Wirkung von Muskeldehnübungen kontrovers diskutiert wird, die überwiegende Mehrzahl aller Sportler gewissenhaft und mit Überzeugung dehnt. Auch in der Physiotherapie werden Muskeldehnungen regelmäßig angewandt. Der Wissensstand der Therapeuten zum Thema Muskeldehnung ist dabei sehr unterschiedlich. Dies ist unabhängig davon, wie lange sie schon im Beruf sind. Dabei sind gerade Physiotherapeuten oftmals Ansprechpartner, wenn es um Muskeldehnungen in der Sportpraxis geht. Sie betreuen Einzelsportler, Mannschaften und Patienten, die in Ihrer Freizeit Sport treiben. Für Therapeuten ist die Kenntnis des aktuellen Forschungsstandes in Bezug auf die Wirkung von Muskeldehnungen demnach außerordentlich wichtig. Zudem wird im Zusammenhang mit der aktuellen gesundheitspolitischen Entwicklung die Forderung nach evidenzbasierter Physiotherapie geäußert. Eine kritische Hinterfragung der Anwendung von Muskel-

ZUSAMMENFASSUNG

In der Physiotherapie und im Sport werden Muskeldehnungen in zahlreichen Varianten angewandt. Ebenso vielfältig ist die Anzahl der Studien, die sich mit den möglichen Effekten unterschiedlicher Dehnmethoden befassen. Welchen Handlungsempfehlungen PhysiotherapeutInnen, Trainer und Sportler bestenfalls folgen sollten, ist durch die sich oftmals widersprechenden Ergebnisse der Studien für alle Beteiligten schwer zu differenzieren.

In dieser Arbeit werden bisherige Forschungsergebnisse im Zusammenhang mit der Anwendung von Muskeldehnungen zur Verletzungsprophylaxe sowie weitere Effekte diskutiert. Daraus resultierend wird eine Empfehlung gegeben, wie Muskeldehnungen in der Sportpraxis sinnvoll Anwendung finden können.

Schlüsselwörter_Muskeldehnung, Dehnen, Verletzung, Verletzungsprophylaxe, Physiotherapie

dehnungsübungen vor dem Hintergrund des gegenwärtigen Forschungsstandes tut somit Not.

Grundlagen

Suchstrategie

In den Datenbanken PEDRO, COCHRANE (DARE) und MEDLINE wurde eine, auf keinen Zeitraum eingegrenzte, computergestützte Suche nach Übersichtsartikeln mit den Suchbegriffen »Stretching UND Injury« sowie »Stretching UND Prevention« durchgeführt. Des Weiteren wurde mit Hilfe der Suchmaschine »Google« mit den Suchbegriffen »Dehntechniken«, »Muskeldehnung«, »Dehnmethoden UND Dehnen UND Effektivität« sowie »Dehnmethoden UND Dehnen UND Prävention« nach wissenschaftlichen Artikeln gesucht. Dieses Vorgehen hatte zum Ziel, zuerst Artikel auszumachen, die einen Überblick über Ergebnisse vorangehender Studien bieten. Anhand dieser Artikel wurden dann die interessantesten der für das Thema relevanten Einzelstudien ausgewählt. Der Vorteil dieser Suchstrategie besteht darin, dass in wissenschaftlichen Reviews die bedeutendsten Studien zu einem gegebenen Thema erwähnt und in Zusammenhang gebracht werden. Das Risiko, bei einer Suche nach Einzelstudien aufgrund unpassender Suchbegriffe relevante Artikel zu übersehen, wird somit minimiert. Einzelstudien lassen sich zudem nur bedingt mit den genannten Suchkriterien eingrenzen, weil eine sehr große Zahl von Artikeln

gefundenen wird. Die gewählte Suchstrategie verbessert demnach die Zielgenauigkeit und Effektivität der Literaturrecherche.

Die Entscheidung über Einbezug oder Ausschluss der identifizierten Arbeiten erfolgte anhand der Titel, der Zusammenfassungen sowie in Hinsicht auf qualitative Kriterien. Die Artikel mussten mit dem Einfluss von Muskeldehnübungen auf Muskelverletzungen oder mit weiteren Effekten des Muskeldehnens im Zusammenhang stehen. Weitere Artikel wurden den Literaturangaben der bis dahin ausgewählten Arbeiten entnommen sowie von interdisziplinären Kollegen empfohlen. Sowohl deutsch- als auch englischsprachige Arbeiten wurden einbezogen.

Definition des Begriffes Verletzung

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf Verletzungen des Muskel- und Bandapparates, da diese am ehesten durch die Anwendung von Muskeldehnentechniken beeinflusst werden (Wydra, Glück u. Römer 1999). Dazu gehören:

- Muskelkater
- Myogelosen
- Muskelzerrungen
- Muskelfaserrisse
- Muskelrisse
- Bänder- und Sehnenrisse

Unter **Muskelkater** versteht man werden im Allgemeinen: Schmerzen nach ungewohnter Beanspruchung. Er tritt vor allen Dingen nach exzen- >>>

ABSTRACT

In Physical Therapy and Sports different muscle stretching procedures are commonly used. There are many research projects on the market investigating the possible effects of different stretching methods. The often contradicting results of this research make it more difficult for all stakeholders to decide, which recommendation is best to follow. This study discusses recent research results concerning muscle stretching and injuries as well as some further effects of muscle stretching. Based on the discussion, recommendations for the effective use of muscle stretching in sports and exercise are given.

Keywords muscle stretching, stretching, injury, prevention, physiotherapy

trischer Muskelarbeit auf, zum Beispiel beim Bergabgehen, Fangen von schweren Gegenständen oder Richtungswechselbeschleunigungen (Weineck 2004). Typisch für Muskelkater sind Symptome wie Schmerz, Steifigkeit, Schwellung sowie Muskelempfindlichkeit gegenüber Berührung (Wietoska u. Böning 1979 in Weineck 2004). Die Intensität des Muskelkaters wird von den Betroffenen meistens am 2. Tag am stärksten eingeschätzt (Wiemann u. Kamphöfner 1995). Zu einem messbaren Kraftverlust führt Muskelkater nicht (Diem 2000).

Als Ursache für Muskelkater werden viele verschiedene Gründe diskutiert. Cheun, Hume u. Maxwell (2003) nennen als aktuell am häufigsten diskutierte Pathomechanismen Entzündungen, Milchsäureanhäufung in der Muskulatur, Muskelspasmus, Bindegewebsschädigungen, Muskelschädigungen, Enzymefflux und adaptive Remodellierungsprozesse. Die bis vor kurzem wahrscheinlichste Theorie für die Entstehung von Muskelkater: Muskelschädigungen in Form von Mikrotraumen im Bereich der Z-Streifen. (Abb.1)

Ein wesentlicher Kritikpunkt dieser Theorie als alleiniger Grund für Muskelkater ist die zeitliche Verzögerung von bis zu fünf Tagen zwischen den Gipfelwerten des Serum-CK (Serum-Kreatinkinase)

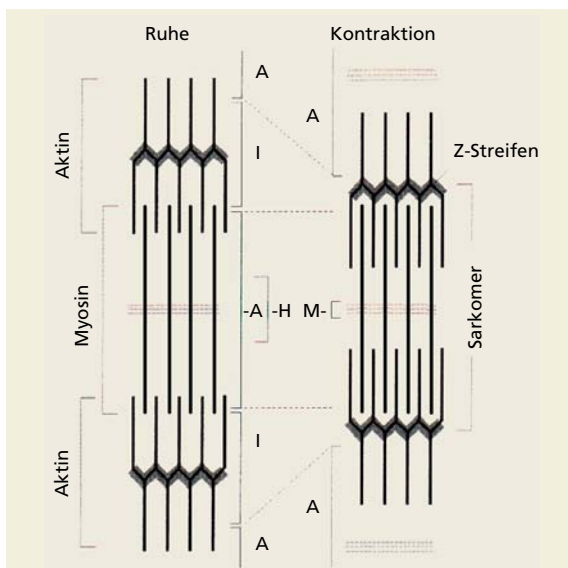


Abb. 1_Mikroskopische Struktur des Sarkomers in Ruhe und bei Kontraktion: I-Bande (I), A-Bande (A), Z-Streifen (Z), H-Zone (H) und M-Linie (M) (mod. nach Hick u. Hick 2000)

und der Muskelkaterintensität (Kraft 2004). Serum-CK kommt vor allem im Skelettmuskel vor und ist im Serum bei Muskelschädigungen vermehrt nachzuweisen. Aktuelle Studien deuten darauf hin, dass Muskelkater ein adaptiver Prozess ist, bei dem sich die Muskulatur an erhöhte Anforderungen anpasst (Yu, Carlsson u. Thornell 2004; Malm et al. 2004).

Myogelosen (Muskelhärten, Hartspann) sind knoten- oder wulstförmige Verhärtungen der Muskulatur. Weitere Symptome sind: Palpationsschmerz und oft dumpfer Spontanschmerz. Myogelosen treten gehäuft bei statischer Überbeanspruchung, funktionellen und entzündlichen Muskel-erkrankungen sowie reaktiv bei Gelenk-erkrankungen auf.

Muskeltzerrungen sind Überdehnungen der Muskulatur.

Auch **Muskelfaserrisse** und **Muskelrisse** beruhen auf Überdehnung, allerdings ist das Ausmaß der Muskelschädigung ungleich höher (Zeilberger 2006). Muskelfaserrisse sind Muskelverletzungen mit Fasereinrissen. Sie treten vor allem bei unzureichender Aufwärmung sowie vorbestehender Muskelverhärtung bei sportlicher Betätigung auf. Reißt eine hohe Anzahl an Muskelfasern, spricht man von einem Muskelriss. Im angloamerikanischen Raum wird diese Art von Muskelverletzungen unter dem Begriff »muscle strain« zusammengefasst. Man unterscheidet dort den Grad der Strukturschädigung: »mild«, »moderate« und »severe«.

Sehnenrisse sind Folge eines Missverhältnisses zwischen Belastbarkeit und tatsächlicher Beanspruchung der Sehne. Sie treten in der Regel nur bei vorgeschädigtem Gewebe auf, zum Beispiel infolge einer Minderversorgung mit Blut bei Überbeanspruchung (Schünke 2000).

Definition des Begriffes Sport

Sport wird im Wesentlichen unterschieden in Breitensport und Leistungssport.

Eine aktuelle Definition stammt von Tiedemann (2006): »Sport ist ein kulturelles Tätigkeitsfeld, in dem Menschen sich freiwillig in eine wirkliche oder auch nur vorgestellte Beziehung zu anderen Menschen begeben mit der bewussten Absicht, ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten insbesondere im Gebiet der Bewegungskunst zu entwickeln und sich

mit diesen anderen Menschen nach selbst gesetzten oder übernommenen Regeln zu vergleichen, ohne sie oder sich selbst schädigen zu wollen«.

In meiner Arbeit gehe ich von dieser Definition aus. Da die von mir betrachteten Studien Probanden aus verschiedenen Sportarten und Tätigkeitsfeldern betrachteten (u.a. Läufer, Fußball-Spieler, Rekruten), halte ich eine weitere Beschränkung, zum Beispiel auf Ballsportarten, nicht für sinnvoll.

Muskeldehntechniken – Definitionen und Beschreibungen

Das **aktive Muskeldehnen** kann unterteilt werden in aktiv-statisches (Abb. 2) und aktiv-dynamisches Muskeldehnen (Ballistics). Beim aktiv-statischen Muskeldehnen kontrahieren sich die Antagonisten der zu dehnenden Muskulatur (Agonisten) isometrisch in der Endstellung.

Das aktiv-dynamische Muskeldehnen beinhaltet Übungen, die mittels schwingender Bewegungen die Gelenksbeweglichkeit erweitern sollen (Greier 2005). Dabei werden sowohl langsame, rhythmische als auch schnelle federnde Bewegungen eingesetzt. Beim aktiven Muskeldehnen, statisch wie dynamisch, ist eine Spannungserhöhung zu messen (Willmann 2005). Hervorgerufen wird diese durch die Dehnung der in der Muskulatur liegenden Muskelspindeln und den dadurch hervorgerufenen Muskeleigenreflex.

Bei den **passiven Dehnungsmethoden** wird die zu dehnende Muskulatur nicht durch Anspannung der Antagonisten sondern durch äußere Kräfte (zum



Abb. 2_Aktiv-statisches Muskeldehnen



Abb. 3_Passiv-statisches Muskeldehnen

Beispiel Partnerhilfe) gedehnt. Die Kräftigung der Antagonisten bleibt dadurch aus. Die passiven Dehnungsmethoden werden ebenfalls zweifach unterteilt (Greier 2005).

Zum einen in die passiv-statische (Abb. 3), bei der die maximale Dehnungshaltung einige Sekunden beibehalten wird. Dabei sind in der Literatur unterschiedliche Zeitangaben zu finden, angefangen von 15 Sekunden bis hin zu 90 Sekunden, wobei bei Muskeldehnungen über diese Zeitspanne kein zusätzlicher Effekt mehr aufzutreten scheint (Willmann 2005).

Zum anderen gibt es die passiv-dynamische Dehnmethode, bei der rhythmisch gewechselt wird zwischen Erweiterung und Verringerung der Dehnungshaltung (Freiwald et al. 1999).

Kombinierte Muskeldehnungsmethoden werden in der Literatur oft auch »Stretching« oder »Dehnmethoden auf neurophysiologischer Basis« genannt. Ziel dieser Methoden ist es, die Auslösung des Muskeldehnungsreflexes so weit wie möglich zu reduzieren (Greier 2005). Eine dieser Methoden ist das Anspannen-Entspannen-Dehnen (AE-Dehnen), auch bekannt als Contract-Hold-Relax-Stretching (CHRS), Postisometrische Relaxation (PIR) oder Contract-Relax-Dehnen (CR-Dehnen)(Abb. 4). Dabei wird zuerst die Muskulatur, welche gedehnt werden soll, mit hoher Intensität isometrisch angespannt. Die Dauer der Anspannung wird unterschiedlich angegeben und differiert zwischen 2-30 Sekunden. Folgend wird die Muskulatur entspannt und die Dehnstellung eingenommen. Anschlie- >>>

ßend wir die Muskulatur für eine meist nicht näher beschriebene Dauer gedehnt.

Ein weiteres Anspannen-Entspannen-Dehnen, das CR-AC-Dehnen, (engl.: Contract-Relax-Antagonist-Contract-Stretching) hat zum Ziel, die reziproke Hemmung zu nutzen. Dabei wird zuerst der Antagonist des zu dehnenden Muskels maximal kontrahiert. In Folge dessen wird die zu dehnende Muskulatur reflektorisch entspannt (Hemmung über Interneurone, so genannte reziproke Hemmung^c) und soll so optimal gedehnt werden können.

Freiwald et al. beschreiben ebenfalls ein Anspannen-Entspannen-Dehnen mit zusätzlich unterstützendem ständigen Anspannen der agonistischen Muskulatur während des Dehnens (Freiwald et al. 1999). Greier nennt diese Methode Progressiv-intermittierende Methode, bei der, im Unterschied zur oben genannten Methode, die Agonisten durch intermittierende Kontraktion ein wieder Aufbauen der Reflexaktivität vermindert sollen (Frey 2004, zitiert in Greier 2005). Diese Methoden werden in der Literatur auch der Propriozeptiven Neuromuskulären Fazilitation (PNF) zugeordnet.

Ergebnisse und Diskussion

Auswirkungen von Muskeldehnungen

Die gewünschten Effekte von Muskeldehnprogrammen sind vielfältiger Art. Beispielsweise werden als Ziele der Muskeldehnungen die Ver-

größerung der Bewegungsreichweite, die Beseitigung von so genannten Muskeldysbalancen durch die Verlängerung verkürzter Muskulatur, die Abnahme der Muskelspannung oder die Verbesserung der Entspannungsfähigkeit der Muskulatur angegeben. Des Weiteren werden eine Reduzierung der Elektromyogramm (EMG)-Aktivität (Muskelspannung), die Verbesserung der Regenerationsfähigkeit, die Linderung oder sogar Verhinderung von Muskelkater und Muskelverletzungen sowie im besten Fall eine Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit genannt (vergl. Wydra u. Glück 2004). Die Literaturrecherche konzentrierte sich auf die Wirkung von Muskeldehnübungen als Verletzungs- und Muskelkaterprophylaxe. Weitere Effekte von Muskeldehnübungen, die in diesem Zusammenhang von Interesse sind, werden im Anschluss diskutiert.

Verletzungsprophylaxe?

Es gibt eine Vielzahl von Studien, die sich mit Muskeldehnen als Verletzungs- und Muskelkaterprophylaxe befassen. 2002 veröffentlichten die Australier Herbert u. Gabriel im British Medical Journal (BMJ) eine Studie, die die Ergebnisse mehrerer Studien über den Nutzen von Muskeldehnübungen vor und nach der Muskelaktivität mit Blick auf das Verletzungsrisiko und auf Muskelschmerzen zusammenfasste. Bei der Auswahl der Untersuchungen durchsuchten die Autoren mehrere Datenbanken und Literaturverzeichnisse themenverwandter



Abb. 4 a-b_Postisometrisches Dehnen. Der Muskel wird vor der Dehnung (b) zuerst angespannt (a)

Artikel nach verwertbaren Studien. Sie fanden fünf Arbeiten, die dem Mindestmaß der von ihnen gestellten qualitativen Anforderungen entsprachen. Sie verglichen diese miteinander und übertrugen die Ergebnisse in eine einheitliche Skala, um sie in einer Meta-Analyse gemeinsam auswerten zu können.

Die Autoren konnten keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf Muskelschmerzen oder Verletzungshäufigkeit beim Stretching vor oder nach körperlichen Aktivitäten feststellen. Die praktische Relevanz ihrer Studie wird durch folgendes Rechenbeispiel verdeutlicht: Durch das Muskeldehnen vermindert sich das Verletzungsrisiko maximal um fünf Prozent. Im Durchschnitt kann somit gerade einmal eine Verletzung in 23 Jahren vermieden werden, so die Autoren. Ein Muskeldehnen zur Verletzungs- und Muskelschmerzenprophylaxe sei somit wahrscheinlich reine Zeitverschwendung.

Um den Nutzen von Stretching als Verletzungsprophylaxe bei körperlichen Übungen ging es auch bei der Arbeit von Weldon u. Hill (2003). Sie suchten computergestützt in verschiedenen Datenbanken nach relevanten kontrollierten klinischen Studien (CCTs) und randomisierten klinischen Studien (RCTs) zu diesem Thema. Eine RCT (25 %) und drei CCTs (100 %) hatten zum Ergebnis, dass Stretching Verletzungen vorbeugen kann. Drei RCTs (75 %), darunter die beiden qualitativ hochwertigsten Studien von Pope et al. (1998) und Pope et al. (1999) mit einem Score von 68/100 bzw. 55/100, konnten keine verletzungsprophylaktische Wirkung erkennen. Weldon u. Hill resümierten, dass sie aufgrund der schlechten Qualität der Studien keine endgültigen Schlüsse über die Wirkung von Stretching zur Prophylaxe von mit Übungen zusammenhängenden Verletzungen ziehen können.

Zum gleichen Ergebnis kamen Thacker, Gilchrist, Stroup u. Kimsey (2004) in ihrer ähnlich aufgebauten Übersichtsstudie. Auch hier waren die gleichen Studien von Pope et al. (1998) und Pope (1989) die qualitativ besten Studien. Im Gegensatz zu der Studie von Weldon u. Hill (2003) fanden sie keine relevanten Studien mit signifikanter Verringerung der Verletzungshäufigkeit.

Im Zusammenhang mit Muskelkater erwähnt Greier (2005) drei interessante Studien. Die erste

Studie wurde von Sommer (1990) durchgeführt. Er untersuchte 57 Läuferinnen und 241 Läufer und konnte in seinem Experiment nicht eindeutig nachweisen, dass Stretching Muskelverletzungen und Muskelbeschwerden vermindert. Buroker u. Schwane (1998) konnten in ihrer Studie durch zweitägiges Muskeldehnen im Zwei-Stunden-Takt das Entstehen von Muskelkater nach Belastung ebenfalls nicht verhindern. Als drittes erwähnt Greier eine Studie von High et al. (1989). Diese zeigten in ihrer Untersuchung, dass Versuchspersonen, die vor einer bis zur Erschöpfung fortgeführten Muskelaktivität ein statisches Muskeldehnen absolvierten, in gleichem Maße Muskelkater erlitten wie Personen ohne Dehnungstraining. Fest steht, dass Dehnübungen Muskelkater nicht vorbeugen (u.a. High et al. 1998; Sommer 1990; Buroker und Schwane 1998).

Nicht eindeutig geklärt ist bis heute, ob Muskelkater durch Muskeldehnungen sogar verstärkt wird. Wiemann u. Kamphöfner (1995) stellten in ihrer Studie fest, dass die Probanden zwei Tage nach dem absolvierten Trainingsprogramm auf der gedehnten Seite einen signifikant stärkeren Muskelkater hatten. Dies kann als Indiz dafür gewertet werden, dass Muskulatur durch passives Muskeldehnen beansprucht wird und die Myofibrillen in ähnlicher Weise belastet werden wie beim Krafttraining oder bei Mikrotraumen, die mit Muskelkater in Verbindung gebracht werden. Eine mögliche Schlussfolgerung ist, dass kurzfristige (im Rahmen von Aufwärmübungen durchgeführte) Muskeldehnübungen, die unmittelbar vor Kraftbeanspruchungen durchgeführt werden, eher Verletzungen provozieren als einen präventiven Einfluss ausüben.

Wiemann u. Kamphöfner (1995) weisen darauf hin, dass ein langfristiges (mindestens zehnwöchiges) Dehnprogramm die Toleranz der ischiokruralen Muskulatur gegenüber Dehnungsspannung deutlich erhöht. Diese Tatsache ist in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung, weil somit längerfristige Dehnungsmaßnahmen eine effektive Verletzungsprophylaxe für die Muskulatur sein könnten, indem eine Stabilisierung der serienelastischen fibrillären Strukturen (Sehnenfibrillen, retikuläre Fibrillen, endständige Aktinfilamente und Z-Scheiben) stattfindet. Wydra u. Glück (2004) mer- >>>

ken zu der genannten Studie an, dass der beobachtete Muskelkater auch durch die sehr lange Dauer der Dehnprozedur (drei Minuten Dauerdehnung) ausgelöst oder verstärkt worden sein könnte.

In der Literatur finden sich demnach nur wenige Hinweise auf den Nutzen von Muskeldehnübungen für die genannten Ziele. Als Grund für die Durchführung von Muskeldehnprogrammen kann eine Verletzungen vorbeugende Wirkung nach dem heutigen Stand der Forschung nicht angeführt werden.

Verbesserung der Beweglichkeit?

Unbestritten ist aktuell dagegen die Verbesserung der Beweglichkeit infolge von Muskeldehnübungen (u. a. Wydra 1997; Greier 2005). Bereits 1962 untersuchte De Vries die Unterschiede des Wirkungsgrades statischer und dynamischer Muskeldehnübungen. Er konnte dabei keine signifikanten Unterschiede des Wirkungsgrades, jedoch eine deutliche Verbesserung der Beweglichkeit feststellen. Auch bei anderen Studien wurden immer wieder signifikante Verbesserungen der Beweglichkeit gemessen (u. a. Hartley-O'Brian 1980; Lucas u. Koslow 1984; Hardy u. Jones 1986), was den Nutzen von Muskeldehnübungen bezüglich der Beweglichkeitsverbesserung eindeutig belegt.

In Bezug auf signifikante Unterschiede der einzelnen Muskeldehnmethoden hinsichtlich der Effektivität wurden unterschiedliche Ergebnisse festgestellt. In einigen Untersuchungen war die PNF-Methode effektiver (u. a. Tanigawa 1972; Etnyre u. Lee 1988). In anderen wurden mit der dynamischen Methode die besten Ergebnisse erzielt (u. a. Wydra et al. 1991). Bei singulären Dehnprozeduren erwies sich die postisometrische Muskeldehnung als wirkungsvoller als die statische Muskeldehnung (Cornelius u. Hinson 1980).

Nur bedingt aussagekräftig ist meiner Meinung nach eine Studie von Madding et al. (1987). Sie ließen drei Gruppen statische Muskeldehnungsübungen mit verschieden langer Haltedauer (15, 45 und 120 Sekunden) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Dehnprogramm ausführen. Es stellte sich heraus, dass es keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen gab. Das heißt, bei einer einmaligen statischen Muskeldehnung war für die genannten

Parameter egal, wie lange die Muskulatur gedehnt wurde. Mein Kritikpunkt an dieser Arbeit ist, dass in der Studie nur einmalig die kurzfristigen Effekte des Muskeldehnens untersucht wurden. Eine Fortführung des Experiments mit der Dokumentation mittelfristiger Effekte wäre wünschenswert gewesen. So ist die Aussagekraft der an sich interessanten Studie zu gering.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Anwendung sämtlicher Muskeldehnmethoden zu einer Vergrößerung der Beweglichkeit führt. Grund für diese Vergrößerung ist laut Wiemann u. Klee (1999) wahrscheinlich die verbesserte Dehnfähigkeit der bindegewebigen Strukturen des Muskels. Wydra et al. (1999) und Kraft (2003) nennen dagegen als Grund eine höhere subjektive Toleranz der Dehnungsspannung.

Einige Autoren merken dazu an, dass die durch regelmäßiges Muskeldehnen hervorgerufene verbesserte Elastizität und Dehnungsfähigkeit Teil einer sinnvollen Verletzungsprophylaxe sein könnte (Weineck 2004). Diese einleuchtende These ist jedoch bisher nicht durch Studien bewiesen worden. Meiner Meinung nach wäre dieser Effekt möglicherweise ein Grund, weshalb Muskeldehnen Verletzungen des Muskel- und Bandapparates dennoch vorbeugen kann. Besonders mit steigendem Alter kann mit Muskeldehnübungen einer verminderten Beweglichkeit und damit einer erhöhten Verletzungsanfälligkeit entgegengewirkt werden.

Nicht nur beim Sport, sondern speziell in der physiotherapeutischen Praxis kann so mit Hilfe von Muskeldehnübungen sinnvoll gearbeitet werden. Sie sind zum Beispiel indiziert bei bestehenden oder drohenden Bewegungseinschränkungen infolge von Immobilisation – etwa durch Gipsruhigstellungen, Bewegungsmangel bei bettlägerigen Patienten, Spastizität oder bei durch Bewegungsmangel gekennzeichneten Krankheiten wie Morbus Parkinson.

Verringerung der Muskelruhespannung?

Des Weiteren werden Muskeldehnungen von einigen Therapeuten mit der Absicht angewandt, die Muskelruhespannung senken zu wollen. Wiemann u. Klee (1999) stellten jedoch in einem Experiment fest, dass nach einem 10-wöchigen Dehnungs-

training eine leicht erhöhte Muskeldehnungsspannung zu messen war. Dies könnte mit dem durch das langzeitige Dehnungstraining der Probanden erzielten Kraftzuwachs zusammenhängen. Eine Senkung der Muskelruhespannung durch Muskeldehnungen ist also nicht gegeben.

Leistungssteigerung?

Einige Sportler dehnen ihre Muskulatur zudem, um eine Leistungssteigerung zu erzielen. Wiemann u. Klee (1999) konnten jedoch bei Sprintern nach einem 15-minütigen Dehnprogramm für die Hüftbeuge- und Hüftstreckmuskulatur eine deutliche Verschlechterung der nachfolgenden Sprintleistungen feststellen. 2000 befanden die Autoren in einem Artikel über die Bedeutung von Stretching in der Aufwärmphase vor Höchstleistungen, dass insbesondere die Schnellkraftleistungen durch vorheriges intensives statisches Muskeldehnen negativ beeinflusst werden. Ob die Leistung der Muskulatur generell durch Dehnen verringert wird, ist noch nicht hinreichend geklärt. Eine leistungssteigernde Wirkung ist jedoch ebenfalls in keiner Weise belegt.

Hormonhaushalt?

Noch nicht ausreichend erforscht ist auch der Effekt von Muskeldehnungen auf den Hormonhaushalt. Möglicherweise haben Muskeldehnungen Effekte auf den menschlichen Hormonspiegel, die sekundäre Effekte, zum Beispiel auf die Schmerzverarbeitung, hervorrufen könnten. Zukünftige Studien, die sich dieser These widmen, wären von großem Interesse für die Auseinandersetzung mit der Thematik des Dehnens.

Die neuronale Ebene

Im Gegensatz zu hormonellen Wirkungen ist die Wirkung von Muskeldehnungen auf neuronaler Ebene bereits besser erforscht. Wiemann u. Kamphöfner (1995) stellen folgende These in ihrem Artikel auf: »[...] Folgen einer starken Dehnung tetanische Kontraktionen, können die Alpha-Motoneurone, bedingt durch ihre erhöhte Erregbarkeit, stärker auf supraspinale Efferenzen reagieren und zu intensivierten Kontraktionen führen. Dies wäre eine weitere Erklärung des im vorliegenden Test

gefundenen verstärkten Muskelkaters in der gedehnten Muskulatur«. Das heißt, dass nach einer intensiven Muskeldehnung die darauf folgende Kontraktion intensiver ausfallen würde.

Van der Heide (1999) vermutet in ihrer Arbeit über die Auswirkung von Muskeldehnungen auf neuronale Strukturen, dass es möglich ist, dass unter pathologischen Voraussetzungen, zum Beispiel bei einer bestehenden Ischämie des Nervs, die neuronalen Strukturen empfindlich auf Muskeldehnungen reagieren könnten. Die pathologische Ischämie könnte durch Muskeldehnungen verschlimmert werden. Es besteht die Annahme, dass eine durch eine Muskeldehnung hervorgerufene Dehnung eines Nervs zu einer Beeinträchtigung der Nervenleitung führt. Vorausgesetzt, die Dehnung des Nervs wird im Bereich bis kurz vor oder bis zu seiner Dehnungsgrenze ausgeführt.

Weiterhin erwähnt van der Heide (1999), dass es sehr wahrscheinlich ist, dass unter pathologischen Bedingungen (zum Beispiel bei Entzündungszuständen von Nervengewebe) die physiologische mechanische Empfindlichkeit von Nervengewebe stark erhöht ist. Bei einer Muskeldehnung könnte somit eine vermehrte Spannung in den Neuralstrukturen und damit verbunden neuraler Schmerz verursacht werden. Als Schutz vor diesen neuralen Schmerzen, hervorgerufen durch Dehnung des Nervs, könnte eine funktionelle Muskelverkürzung dienen. Auch mehrere andere Autoren sind der Meinung, dass ein mechanischer Reiz auf überempfindliche Neuralstrukturen eine Schmerzreaktion auslöst, die wiederum eine muskuläre Reaktion hervorruft (Elvey 1988; Quinter 1989; Quinter u. Elvey 1991).

Schlussfolgerung daraus ist, dass bei pathologischen Zuständen von Neuralstrukturen mit einhergehender Mechanosensitivität Muskeldehnungen kontraindiziert sind.

Placebo-Effekt?

Als letzten Effekt, den Muskeldehnungen auslösen, möchte ich den möglichen psychischen Effekt nennen. Ich habe keinerlei Studien betreffend eines Placebo-Effektes bei der Anwendung von Muskeldehnungen gefunden. Es ist jedoch anzunehmen, dass der Effekt auch im Zusammenhang mit >>>

Muskeldehnungen beim Sport und in der Behandlung durch Physiotherapeuten eine wesentliche Rolle spielt. Die Vermutung liegt nahe, dass die zahlreichen von der Wirksamkeit der Muskeldehnübungen überzeugten Therapeuten, Patienten und Sportler zumindest zu einem Teil vom Placebo-Effekt beeinflusst sind. Auf andere Weise ist die positive Wirkung, die Muskeldehnübungen zugesprochen wird, aufgrund des heutigen Wissensstands nur bedingt zu erklären.

Methodenkritik

Das Beweglichkeitstraining ist in den letzten Jahren Gegenstand zahlreicher Publikationen gewesen. Bei der kritischen Auseinandersetzung mit den Studien fiel auf, dass nur eine begrenzte Anzahl an Studien aussagekräftig ist. Die Hauptprobleme der dargestellten Untersuchungen wiederholten sich in zahlreichen Studien. Aufgrund von zu kleiner Stichproben, nicht randomisierter Kohorten und fehlender Kontrollgruppen ist die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse nicht immer gegeben.

Fehlende Übertragbarkeit

Oftmals korreliert eine niedrige Probandenzahl mit einer sehr einseitigen, nicht randomisierten Kohorte. Die Gründe für die Randomisierung einer Studie sind leicht nachzuvollziehen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass eine Intervention, wie zum Beispiel die Anwendung einer Muskeldehntechnik, bei unterschiedlich trainierten Personen, Sportlern verschiedener Sportarten oder Personen verschiedenen Geschlechts oder Alters unterschiedliche Wirkungen erzielen kann. Die Übertragbarkeit einer Studie mit ausschließlich gut trainierten Sportstudenten im 3. Dezenium auf untrainierte Personen im 5. Dezenium ist mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht gegeben. Auch ist es fraglich, ob man zum Beispiel Ergebnisse von Versuchen über die Verletzungshäufigkeit bei Läufern auf Leistungssportler verschiedener Sportarten (zum Beispiel Fußball, Volleyball oder Eishockey) übertragen kann. Ein weiterer physiologischer Aspekt, der die Übertragbarkeit einschränken kann, ist die unterschiedliche Zusammensetzung der Muskulatur verschiedener Individuen. Das Verhältnis von Typ-I- und Typ-II-

Fasern kann sich durch genetische Dispositionen oder unterschiedliche Trainingsreize sehr unterscheiden (Schünke 2000).

Fehlende Kontrollgruppen

Nur durch Kontrollgruppen kann die Wirkung einer Muskeldehnmethode gegenüber einer Gruppe ohne Behandlung getestet werden. Auch um die Wirkung vom Placebo-Effekt abzugrenzen ist eine Kontrollgruppe in jeder wissenschaftlich fundierten Studie unabdingbar.

Mangelnde Definition der Dehnmethoden

Das Hauptproblem für die Übertragung von Studienergebnissen ist, dass sich die in der Praxis angewandten Muskeldehnmethoden nicht ohne weiteres miteinander vergleichen lassen. Der Grund dafür ist, dass die Muskeldehnmethoden in der Grundlagenliteratur nicht einheitlich definiert sind. Die relevanten Parameter Intensität, Dauer, Häufigkeit und Umfang der Dehnübungen werden sowohl von Untersuchungsleitern unterschiedlich vorgegeben als auch von Probanden zum Teil nach eigenem Ermessen durchgeführt. Bei der Intensität liegt die Problematik vor allem in der unterschiedlichen Wahrnehmung von Individuen. Wann beispielsweise ein Dehngefühl auftritt und wie stark es eingeschätzt wird, oder ab welcher Dehnintensität das Dehngefühl als Schmerz empfunden wird, ist ausschließlich von der Sensibilität der Probanden abhängig.

Auch bei der Dauer der Muskeldehnung unterscheiden sich die Handlungsanweisungen deutlich. Beispielsweise ließ Hartley-O'Brian (1980) eine Probandengruppe jeweils 60 Sekunden statische Muskeldehnungen ausführen. Etnyre u. Lee (1988) dagegen nur neun Sekunden lang. Die Studienergebnisse sind somit nur eingeschränkt vergleichbar.

Bei der Häufigkeit bezüglich der Anwendung der Muskeldehnmethoden in den experimentellen Studien sind die Unterschiede sogar noch größer. Extrembeispiel ist die Studie von Madding et al. (1987), bei der nur die kurzfristigen Effekte nach einer einmaligen Muskeldehnung untersucht wurden. Wydra et al. (1991) hingegen wählten elf Dehneinheiten in zwei Wochen, Wiemann (1991) 30 Dehn-

einheiten in zehn Wochen. Bei den Umfängen differiert die Serienanzahl innerhalb der Studien ebenfalls immens.

Wydra u. Glück (2004) weisen darauf hin, dass die Verwendung der Begriffe aktives und passives Dehnen eher für Verwirrung sorgt als Klarheit schafft.

Keine langfristige Erfolgsmessung

Um die Methodenkritik abzuschließen, sei darauf hingewiesen, dass die Untersuchung von Muskeldehnübungen als Mittel zur Verletzungsprophylaxe gravierende Schwierigkeiten aufwirft. Muskelverletzungen treten, bezogen auf eine Person, nicht sehr häufig auf. Der überwiegende Teil aller durchgeführten Studien betrachtet bedauerlicherweise nur kurz- oder mittelfristige Effekte von Muskeldehnübungen. Mir sind nur wenige Studien bekannt, die die Auswirkungen von Muskeldehnprogrammen langfristig, das heißt über Monate oder Jahre, untersucht haben (Pope et al. 1998, Dadebo et al. 2004)

Um eine verlässliche Aussage treffen zu können, müssten große Stichprobengruppen über einen langen Zeitraum – bestenfalls mehrere Jahre – einem kontrollierten Muskeldehnprogramm unterzogen und die auftretenden Verletzungen dokumentiert werden.

Fazit

Die Ergebnisse der heute verfügbaren wissenschaftlichen Studien belegen, dass Muskeldehnungen zur Verletzungsprophylaxe im Sport zumindest kurz- und mittelfristig nicht geeignet sind. Insbesondere lange statische Muskeldehnprogramme nach der Aufwärmphase innerhalb einer Trainingseinheit können nicht empfohlen werden. Während vielfältige Belege für die Wirkung von Aufwärmprogrammen als Verletzungsprophylaxe existieren, kann dieser positive Effekt durch ein anschließendes langes Dehnprogramm unwirksam gemacht werden, weil die Muskulatur wieder erkaltet. Auch wird durch Muskeldehnübungen vor sportlichen Aktivitäten möglicherweise die Leistungsfähigkeit negativ beeinflusst.

Eine sinnvolle Verletzungsprophylaxe kann jedoch möglicherweise durch ein langfristiges Dehnprogramm erreicht werden. Dafür sollten die Muskeldehnübungen entweder am Ende eines Trainings oder in eigens dafür vorgesehenen Trainingseinheiten stattfinden. Von dieser Empfehlung sind jedoch Sportler ausgenommen, die aufgrund ihrer Sportart ein besonders großes Ausmaß an Beweglichkeit brauchen. Hier können Muskeldehnübungen unter Umständen auch während des Trainings für die Erbringung der gewünschten Leistungen notwendig sein – zum Beispiel bei Turnern oder Hürdenläufern. Insbesondere für Sportler, bei denen die Beweglichkeit aufgrund fortschreitenden Alters abnimmt, sind Muskeldehnübungen zu empfehlen.

Da bisher keine signifikanten Vorzüge einer Dehnmethode gegenüber einer anderen festgestellt werden konnten, halte ich eine Empfehlung einer bestimmten Methode derzeit nicht für sinnvoll.

Eine langfristige, mit genügend Probanden ausgeführte randomisierte klinische Studie im dem Ausmaß, wie sie für signifikante Ergebnisse nötig wäre, ist aufgrund des enorm hohen zeitlichen und finanziellen Aufwands in nächster Zeit nicht zu erwarten. Eine kritische Überprüfung der individuellen Muskeldehnpraxis durch Physiotherapeuten, Patienten, Trainer und Sportler ist in jedem Fall wünschenswert. Im Zuge dessen sollte vor dem Muskeldehnen definiert werden, zu welchem Zeitpunkt und mit welcher Zielsetzung gedehnt wird. Indikationen für Muskeldehnübungen gibt es im Sport und in der physiotherapeutischen Praxis in großer Zahl. Immer wenn eine Vergrößerung des Bewegungsausmaßes das Ziel ist, wird man auf Muskeldehnübungen nicht verzichten können. ■

LITERATUR

- 1 Buroker K u. Schwane J (1989). *Does postexercise static stretching alleviate delayed muscle soreness?* *Physician and Sports Medicine*, 17 (6), 65–83
- 2 Cheung K, Hume PA u. Maxwell L (2003). *Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors.* *Sports Med*, 33(2), S. 145–164
- 3 Dadebo B, White J u. George KP (2004). *A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England.* *British Journal of Sports Medicine*, 38, S. 388–394

- 4 Diem CJ (2000). *Muskelkater – Was ist das?* Krankengymnastik, 52(9), S. 1540–1542
- 5 Freiwald J, Engelhardt M, Konrad P, Jäger M u. Gnewuch A (1999). *Dehnen – Neuere Forschungsergebnisse und deren praktische Umsetzung.* Manuelle Medizin, 37, S. 3–10
- 6 Greier K (2005). *Zur Effektivität von Dehnmethode.* Innsbruck: Pädagogische Akademie der Diözese Innsbruck in Stams
- 7 Herbert RD, Gabriel M (2002). *Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review.* British Medical Journal, 325, S. 468–479
- 8 High D et al. (1989). *The effect of static stretching and warm-up on prevention of delayed Onset muscle soreness.* Research Quarterly for Exercise and Sport, 60, 357–361
- 9 Pope RP, Herbert, RD u. Kirwan JD (1998). *Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise stretching calf muscle stretching on injury risk in army recruits.* Australian Journal Physiotherapy, 44, S. 165–177
- 10 Pope RP, Herbert RD, Kirwan, JD u. Graham BJ (2000). *A randomized trial of pre-exercise stretching for prevention of lower-limb injury.* Medicine and Science in Sports and Exercise, 32, S. 271–277
- 11 Wiemann K u. Kamphöfner M (1995). *Verhindert statisches Dehnen das Auftreten von Muskelkater nach exzentrischem Training?* Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 46. Jg., S. 411–421
- 12 Wiemann K u. Klee A (2000). *Die Bedeutung von Dehnen und Stretching in der Aufwärmphase vor Höchstleistungen.* Leistungssport, 4, S. 5–9.
- 13 Wydra G (1997). *Stretching – ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung.* Sportwissenschaft, 27, S. 409–427
- 14 Wydra G, Bös K u. Karisch G (1991). *Zur Effektivität verschiedener Dehntechniken.* Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 42, S. 386–400
- 15 Wydra G, Glück S u. Roemer K (1999). *Kurzfristige Effekte verschiedener singulärer Muskeldehnungen.* Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 50, S. 10–16

Weitere Literatur bei: carsten.keil@gmx.de



CARSTEN KEIL

Physiotherapeut (Bachelor of Arts) in Münster / Westfalen. Außerdem Sportphysiotherapeut der Beachvolleyball-Jugendnationalmannschaften (U18–U21) Jahre. Vor seinem Umzug nach Münster war er unter anderem als Honorar Dozent an der FH Kiel tätig.

Kontakt_carsten.keil@gmx.de

ABKÜRZUNGEN

AE	Anspannen-Entspannen
BMJ	British Medical Journal
CCTs	Controlled clinical trials
CHRS	Contract-Hold-Relax-Stretching
CK	Kreatinkinase
CR	Contract-Relax
CR-AC	Contract-Relax-Antagonist-Contract
DS	Dynamic stretching
EMG	Elektromyogramm
PIR	Postisometrische Relaxation
PNF	Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation
RCTs	Randomized clinical trials
SS	Static stretching

ANMERKUNGEN

a Gekürzte Fassung einer Bachelorarbeit an der Fachhochschule Kiel – University of Applied Sciences, Fachbereich Soziale Arbeit und Gesundheit Studiengang Physiotherapie

b In dieser Bachelorthesis wird im Folgenden aufgrund der besseren Lesbarkeit die männliche Form genutzt, welche die weibliche mit einschließt.

c Reziproke Hemmung: Neuronale Hemmung, bei der die zu hemmenden Neuronen unabhängig von ihrem Erregungszustand gehemmt werden