

Muskeldehnen bei Sportlern kritisch betrachtet

Autor(en): **Jaap de Morree, Jan**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Physiotherapie = Fisioterapia**

Band (Jahr): **31 (1995)**

Heft 11

PDF erstellt am: **21.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-929479>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Muskeldehnen bei Sportlern kritisch betrachtet

Die Anwendung von Dehnungsübungen (Stretching) ist im Sport weit verbreitet. Der Nutzen für die sportliche Leistungsfähigkeit ist jedoch nicht eindeutig nachgewiesen. Dehnungsübungen können die Muskelfasern und das Muskelbindegewebe auch negativ beeinflussen. Es werden wissenschaftliche Erkenntnisse zusammengetragen, die den Einfluss des Stretching auf die beiden Muskelkomponenten in einen breiteren Kontext stellen.

Einführung

In der Sportphysiotherapie finden Muskeldehnungstechniken (Stretching) sehr breite Anwendung. Als Vorbereitung auf eine sportliche Leistung, oft in Kombination mit Warming up und Cooling down, bilden Dehnungstechniken einen festen Bestandteil bei der Beratung individueller Sportler und Mannschaften. Das Muskeldehnen ist zu einer Art ritueller Tätigkeit geworden, die auch einen gewissen extrovertierten Aspekt hat. Auf der Strasse, im Park und am Waldrand wird im farbigen Fitnessanzug konzentriert gedehnt.

Als Unterstützung beim Muskeldehnen steht dem wohlwollenden Sportler ein breites Angebot an populärer Literatur zur Verfügung (2) (Fig. 1). Alles in allem werden dem Sportler für jede Muskelgruppe und Sportart Hunderte von Dehnungsübungen angeboten. Diese enorme Aufmerksamkeit für selektive Dehnungsübungen könnten den Eindruck erwecken, das Stretching sei eine wesentliche Unterstützung jeder sportlichen Aktivität. Janda und andere beschrieben, dass tonische posturale Muskeln zur Verkürzung und phasische Muskeln zur Verlängerung neigen. Diese Darstellung hat das Verständnis für die Muskulatur und ihre Verkürzungen getrübt.

Trotz bisheriger Untersuchungen der verschiedenen Dehnungsformen (federnd, bal-

listisch, statisch, mit PNF-Techniken) sind die Fragen über ihren Wirkungsmechanismus und ihre Effektivität noch nicht beantwortet. Dies gilt für das Dehnen sowohl in Zusammenhang mit der Verletzungsprophylaxe als auch bei der Bekämpfung des sehr unangenehmen Muskelkaters (delayed onset muscle soreness, DOMS). Rodenburg (20) konnte bei schwerer Armarbeit nachweisen, dass eine Kombination von Dehnungsübungen und Warming up (vorher mit Massage) nachher den DOMS reduziert. Eine Studie von Van Mechelen (18) vermochte keinen präventiven Effekt beim Läufer nachzuweisen: Die Instruktion und Durchführung von Warming up, Stretching und Cooling down bei einer Gruppe von Läufern hat keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Verletzungen im Vergleich zur Kontrollgruppe ergeben. In dieser sowie vielen anderen Studien werden Dehnungsübungen mit anderen Anwendungen oder Aktivitäten kombiniert, so dass die Effekte der Dehnungsübungen allein nicht beurteilt werden können. Halbertma und Göeken (15) fanden, dass die Elastizität der Hamstrings durch vierwöchiges Dehnen keine signifikante Verbesserung erfährt. Dazu beurteilten sie die passive Dehnungskurve. Der Straight Leg Raise (SLR) verbesserte sich im Hüftgelenk lediglich um 5 Grad. Diese Zunahme muss nach Meinung der Autoren einer vergrößerten Schmerztoleranz

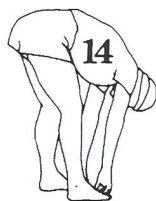
Voor en na
Fietsen (wielrennen)
Ongeveer 10 minuten



30 tellen
(blz. 37)



5 tellen
(blz. 36)



30 tellen
(blz. 53)



elk been
15 tellen
(blz. 75)

Abbildung 1. Für eine Vielzahl von Sportarten sind Dehnungsübungen entwickelt worden, unter anderem von Anderson. Die Übungen oben sind eine Auswahl der von Anderson empfohlenen Übungen für Radrennfahrer, die vor und nach der Belastung ausgeführt werden sollen.

beim SLR-Test zugeschrieben werden. Andere Studien überschätzen die Zunahme der Beweglichkeit im Hüftgelenk, da die Beweglichkeitszunahme in der lumbalen Wirbelsäule nicht separat gemessen wird.

Vor der nun folgenden theoretischen Abhandlung über Effekte des Stretching auf die Muskulatur und das Muskel-Bindegewebe möchte ich sagen, dass alle, die zum Vergnügen Sport betreiben und das Dehnen als eine angenehme, wenn möglich rituelle Handlung betreiben, dies vor dem Beginn der Sportaktivität weiterhin tun können. Sport treibt man meistens zum Vergnügen, und der rekreative Sport erfolgt in der Regel auf einem Niveau, wo das Dehnen (in Zusammenhang mit dem meines Erachtens notwendigen Warming up und Cooling down durch aktive Bewegungen) keine schädliche Wirkung hat. Im Spitzensport muss noch tiefgehend untersucht werden, ob Stretching eine sinnvolle Ergänzung zum Training darstellt. Einige Grundlagen über das Verhalten von Muskelfasern und des Bindegewebes der Muskulatur können helfen, um das Verständnis für das Stretching zu vergrössern und eventuell in Frage zu stellen (17). Aufgrund dieses Artikels soll sich jeder überlegen, ob das Dehnen in den jeweiligen Situationen sinnvoll ist oder dem sportlichen Ziel entgegenwirkt.

Ich möchte betonen, dass das therapeutische Dehnen hypertoner Muskulatur bei Patienten mit zentralneurologischen Erkrankungen nicht in diesem Artikel besprochen wird. Muskeldehnungen werden vielfach zu Beginn einer sportlichen Aktivität durchgeführt. Die erwarteten Effekte des Stretching sind unter anderem: Zunahme der Beweglichkeit, Zunahme der Muskellänge, Vergrösserung der Gelenkbeweglichkeit und die Vorbereitung der Muskelspindeln

zur Verbesserung der Koordination. Wenn man die Sportler beim Stretching beobachtet, fällt auf, dass die Muskulatur oft gedehnt wird in einem Bereich, der bei der anschliessenden sportlichen Aktivität gar nicht erreicht wird. Natürlich gibt es bei gewissen Sportarten (wie zum Beispiel Hürdenlaufen, Ballett und Slidings beim Fussball oder Baseball) Bewegungsabläufe, die ein Stretching bis an die Bewegungsgrenze erfordern, damit es eventuell sinnvoll ist. Für den Breitensport, der durch die Mehrheit ausgeführt wird, ist das Stretching wohl weniger von Bedeutung.

Ist es überhaupt sinnvoll, überall im Körper über lange Muskeln zu verfügen? Die Stretchingliteratur vermittelt diesen Eindruck: Gute Dehnbarkeit gibt einem ein angenehmes Gefühl und reduziert die Verletzungsgefahr. Was bezweckt die Muskeldehnung bei ungeübten Personen? Bei der Beantwortung dieser Frage wird von einem gesunden Körper ausgegangen, der nicht von Fehlbildungen, Kontrakturen usw. geplagt wird. Kann man bei gesunden «untrainierten» Personen von einer Einschränkung der Beweglichkeit reden? Dies ist nur relativ der Fall.

Bei erwachsenen Personen, die ein vorwiegend sitzendes Leben führen, ist die Anzahl Sarkomeren der Muskulatur und die maximale Länge parallel verlaufender kollagener Fasern angepasst an die sitzende Haltung. Der Körper adaptiert im Laufe der Zeit die Muskellänge, indem die Anzahl der seriell angelegten Sarkomere durch Aus- oder Einbau optimiert wird, abhängig vom Bewegungsausmass, das dem Muskel angeboten wird. Bei einer Veränderung des Lebensstils (in sportlicher Hinsicht) werden Einschränkungen in der Beweglichkeit und in der Kondition erkennbar. Plötzlich bemerkt die betroffene Person, dass einige Muskeln für den neu entdeckten

Sport «zu kurz» sind, was ihr bis anhin nie aufgefallen ist. Zum Glück geht es nicht um zu kurze Muskeln, sondern um Muskeln, die sich im Laufe jahrelanger Benützung durch Verkürzung an ihre bevorzugte Stellung angepasst haben. (Übrigens gibt es im Körper wahrscheinlich auch «zu lange» Muskeln, aber darüber wird nie gesprochen.)

Eine neue sportliche Belastung reizt die Muskulatur, die sich demzufolge anpasst. Die Kraft nimmt durch den parallelen Einbau von Actin- und Myosinfilamenten in die Myofibrillen zu. Bei der zu kurzen Muskulatur werden durch den Reiz der Benützung im verlängerten Zustand seriell Sarkomere eingebaut. Die Folge ist, dass die Actin- und Myosinfilamente einander im benützten Bewegungsbereich optimal überlappen und der Muskel demzufolge optimal Kraft entwickeln kann. Das Bindegewebe der Muskulatur wird (nur wenn es für den abverlangten Bewegungsumfang zu kurz ist) durch allmählichen Abbau und Neubildung von kollagenen Fasern nach Wochen bis Monaten ebenfalls eine grössere Maximallänge des Muskels erlauben.

Kann diese physiologische Anpassung durch Stretching technisch sinnvoll unterstützt werden? Das federnde Dehnen, das immer noch von vielen Sportlern praktiziert wird, verursacht eine dauernde Aktivierung des myotatischen Reflexes. Die Muskelspannung, die dabei entwickelt wird, behindert das Erreichen der Bewegungsgrenze. Bei intensiver passiver Dehnung können die parallel im Muskel verlaufenden kolagenen Fasern mittels einer Verletzung beschädigt werden. Ausserdem können bei einer anschliessenden sportlichen Aktivität die Muskelfasern in einem Bereich gedehnt werden, wo die Überlappung der Actin- und Myosinfilamente nicht gross ist. Die aktive Muskelkraft wird in die-

PRAXIS

sem Bereich tief sein, die Kontrollierbarkeit der Bewegung gering und die Verletzungsgefahr erhöht. Tardieu (21) hat bereits vor dieser Gefahr gewarnt.

Mögliche Nachteile vom Stretching

Beim Stretching im Rahmen des Spitzensports sind andere Aspekte von Bedeutung. Als Folge der hohen Trainingsintensität auf dem Gebiet der Technik und der Kraft ist die Muskulatur optimal an ihre Aufgabe angepasst. Im Alltag kann das zu Einschränkungen führen. Bei Radrennfahrern und Eisschnellläufern ist der M. Iliopsoas funktionell verkürzt, da die Bewegung mit einem kleinen Hüftwinkel ausgeführt wird. Diese Anpassung behindert das aufrechte Gehen (oder jedenfalls das Hürdenlaufen). Brustcrawl-spezialisten haben funktionell verkürzte Pectoralismuskeln. Wenn Sportler auf Empfehlung ihrer Trainer diese funktionell verkürzte Muskulatur dehnen (zur Vergrösserung der Mobilität), so wird dies die Spitzenleistung negativ beeinflussen, weil das Stretching der funktionellen Adaption der Muskulatur entgegenwirkt.

Beim Hochspringer könnte die Dehnung der Hamstrings, des Quadriceps und des Triceps surae als Vorbereitung auf einen Wettkampf kontraproduktiv wirken. Untersuchungen über die Funktion der polyartikulären Muskulatur von van Ingen Schenau usw. (9–14) zeigen, dass diese Muskeln für den Transport von Bewegungsenergie über ein oder mehrere Gelenke verantwortlich sind (Fig.

PRAXIS

2). Während der ersten Phase des Absprungs ist vor allem die proximale Muskulatur (Hüft- und Knieextensoren) aktiv. Bei zunehmender Knieextension wird die Rotationsgeschwindigkeit im Kniegelenk immer weniger in vertikale Beschleunigung für den Absprung umgesetzt. Zu diesem Zeitpunkt spannt vermehrt die biartikuläre Gastrocnemius-Muskulatur an. Sie bremst die Knieextension und verhindert sinnvollerweise eine Traumatisierung durch Hyperextension. Die dabei frei werdende Energie wird vom Gastrocnemius nach distal weitertransportiert und unterstützt die Plantarflexion im oberen Sprunggelenk. Die vom Quadriceps gelieferte Energie trägt also wesentlich zur Winkelgeschwindigkeit der Plantarflexion im oberen Sprunggelenk bei. Wenn

wir durch Stretching den Rectus femoris und den Gastrocnemius verlängern würden, so könnte die Quadrizepskraft nicht im richtigen Augenblick vom Kollagen der Muskeln und Sehnen auf den Kalkaneus übertragen werden, und die Sprunghöhe würde abnehmen.

Als letztes Beispiel in diesem Zusammenhang dienen Fussballspieler, die mit grosser Kraft einen Ball wegtreten. Bei der Trittbewegung wird das aktive Bein mit grosser Kraft gestreckt. Am Ende dieser Bewegung, nachdem der Ball getroffen wurde, beenden die Hamstrings die Streckung des Kniegelenks und verhindern eine Hyperextension. Wenn die Hamstrings zu lang sind, würden die passiven Strukturen des Kniegelenks, der Kreuzbänder, der Kapsel und der kollateralen Bänder unzumutbaren Belastungen ausgesetzt werden, und Verletzungen würden nicht lange auf sich warten lassen.

Ein anderer Aspekt, der in Erwägung gezogen werden sollte, ist, dass Sehnen elastische Energie

aufnehmen können, zum Beispiel wenn sie durch die Schwerkraft oder auch durch Antagonistenaktivität gedehnt werden (unmittelbar vor einer konzentrischen Aktivität) (1, 5, 7). Die Achillessehne kann hier als Erklärungsbeispiel dienen. Beim Rennen wird sie während der initialen und mittleren Abrollphase gedehnt; dasselbe geschieht bei der Landung des Fusses, vorausgehend in einem Sprung. Die elastische Energie wird im kollagenen Bindegewebe gespeichert und beim unmittelbar folgenden Absprung in kinetische Energie umgewandelt. Die funktionelle Aktivität fördert die optimale Abstimmung der Länge des Muskelbauchs auf die Länge der Sehne. Intensive Dehnungsprogramme können die Länge der Muskulatur verändern, wobei es fraglich ist, ob sich dies positiv auswirkt.

Technik zur Vergrösserung der Muskelänge

Wenn jemand seine Muskelänge vergrössern will, weil er durch Einschränkungen der Dehnbarkeit in seinen Bewegungen behindert wird, so ist es sinnvoll, eine Ausgangsstellung zu wählen, wo die Muskulatur bis vor der Schmerzgrenze gedehnt ist, und anschliessend in dieser Position mit der betreffenden Muskulatur einige Male eine maximale isometrische Kontraktion auszuführen (19). Dieser Reiz fördert das serielle Anlegen von Sarkomeren und den Anbau von Kollagen in der verlängerten Position. Wenn diese Aktivität während einigen Wochen konsequent durchgeführt wird, nehmen die Länge der Muskulatur und das Bewegungsausmass zu. Natürlich müssen wir dabei berücksichtigen, dass es neben dem Bindegewebe der Muskulatur noch andere Bindegewebsstrukturen gibt, welche die Beweglichkeit mitbestimmen,

und dass sich diese auch adaptieren müssen. Ebenso ist es gut, wenn man sich vergegenwärtigt, dass das Stretchen der Muskulatur immer auch Konsequenzen hat für das Zusammenspiel verschiedener Muskeln und Gelenke, welche nicht immer positiv für den Stretcher sind. Kinematisch (biomechanisch) betrachtet kann im Bewegungsapparat durch Stretching sogar eine weniger effiziente Situation entstehen.

Dehnen nach dem Sport...?

Während sich der vorherige Abschnitt mit der Dehnung vor einer Aktivität beschäftigte, werden wir jetzt auf die Effekte der Dehnungsübungen nach einer sportlichen Anstrengung eingehen. Das Ziel des Stretching ist oft die Linderung der Schmerzen und des Spannungsgefühls, das gleich nach dem Sport in der beanspruchten Muskulatur empfunden wird, und die Reduktion des eventuell später auftretenden Muskelkaters oder DOMS.

Eine schnelle Steigerung der Belastung beim Training, oder auch eine einmalige hohe Belastung (Grümpelturnier), können einen starken Muskelkater verursachen. In den letzten Jahren bis vor der Schmerzgrenze gedehnt ist, und anschliessend in dieser Position mit der betreffenden Muskulatur einige Male eine maximale isometrische Kontraktion auszuführen (19). Dieser Reiz fördert das serielle Anlegen von Sarkomeren und den Anbau von Kollagen in der verlängerten Position. Wenn diese Aktivität während einigen Wochen konsequent durchgeführt wird, nehmen die Länge der Muskulatur und das Bewegungsausmass zu. Natürlich müssen wir dabei berücksichtigen, dass es neben dem Bindegewebe der Muskulatur noch andere Bindegewebsstrukturen gibt, welche die Beweglichkeit mitbestimmen, und dass sich diese auch adaptieren müssen. Ebenso ist es gut, wenn man sich vergegenwärtigt, dass das Stretchen der Muskulatur immer auch Konsequenzen hat für das Zusammenspiel verschiedener Muskeln und Gelenke, welche nicht immer positiv für den Stretcher sind. Kinematisch (biomechanisch) betrachtet kann im Bewegungsapparat durch Stretching sogar eine weniger effiziente Situation entstehen.

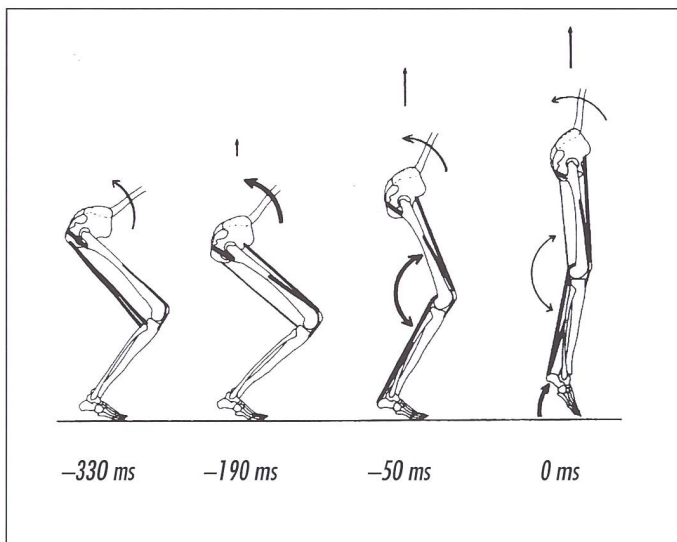


Abbildung 2. Beim Abstossen für einen Sprung ist eine gute Zusammenarbeit von mono- und polyartikulärer Muskeln notwendig. Zuerst wird die Hüftextension eingeleitet, gefolgt von einer Aktivität des Rectus femoris. Die Knieextension wird kurz vor der Schlussexension durch Anspannen des M. Gastrocnemius gebremst, und die Aktivität der Kniestrecker wird weitergeleitet und verstärkt die Plantarflexion im Sprunggelenk (van Ingen Schenau und Bobbert).

P hysios

Si nous parlions de votre Réussite ?

*Avoir tous les atouts
en main pour
gagner...*



*C'est
jouer la carte*
SKINTONIC

NOM

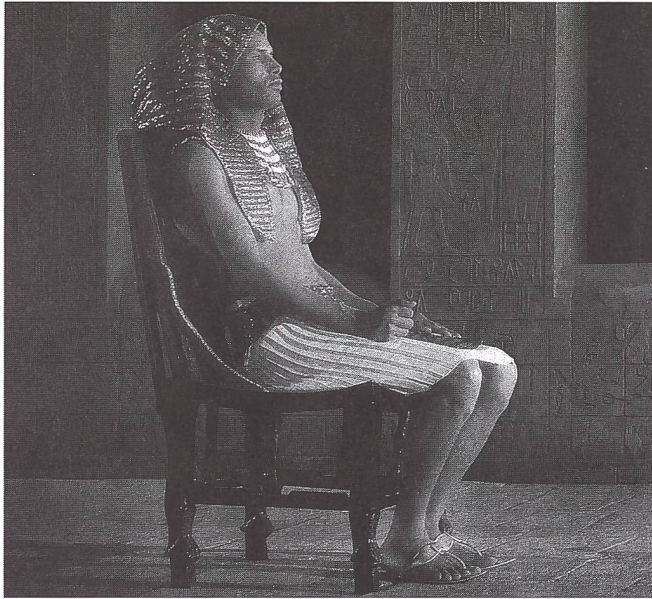
PRENOM

ADRESSE

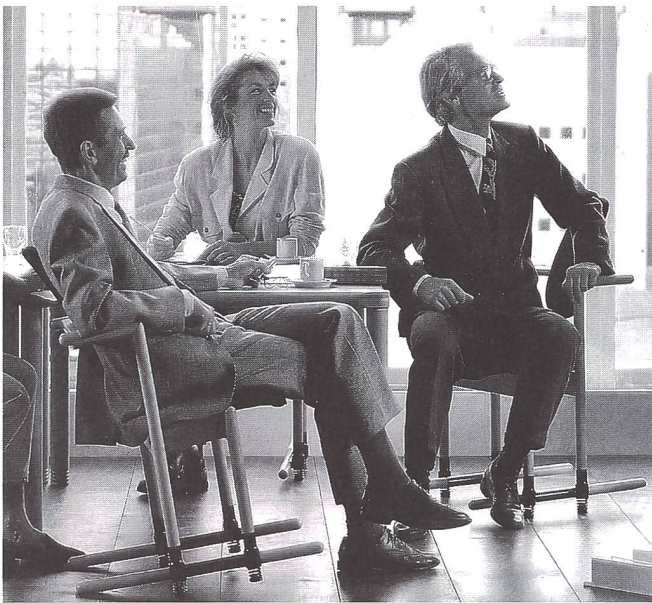
Envoyez moi une documentation générale.

Envoyez moi une documentation spécifique sur les cicatrices.

Zeit für Bewegung:



Nordisch sitzen!



"Nordisch Sitzen" bringt Bewegung in Ihre Praxis.
Verlangen Sie die ausführliche Dokumentation
mit dem Testangebot für Physiotherapien.

Gratis - Telefonnummer 155 31 30



Das Sitzerlebnis aus Norwegen

Design: Peter Opsvik, Terje Ekstrøm, Kjell Heggdal: Desk Plus, Per Ørie: Move.

Bitte schicken Sie mir Ihr

Angebot.

Coupon einsenden an:

Stokke AG, 5504 Othmarsingen

Tel. 064-56 31 01. Fax 064-56 31 60

Name:

Vorname:

Strasse:

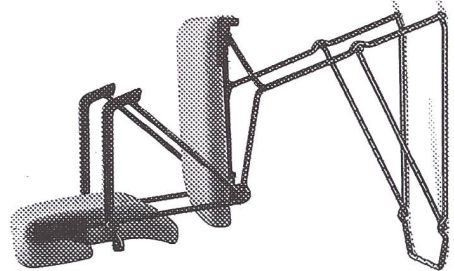
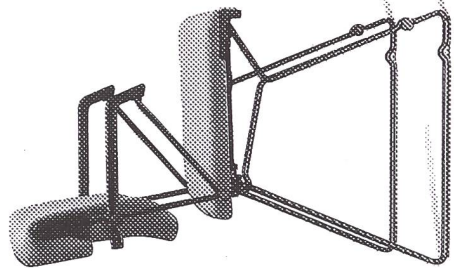
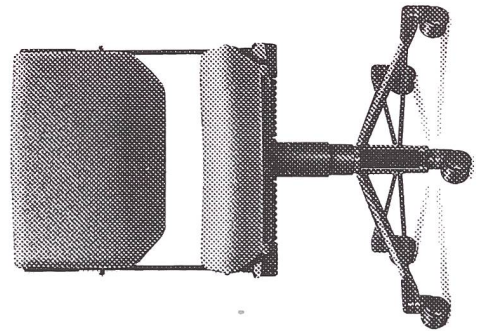
PLZ / Ort:

Telefon:



PH-11/05

Das neue Denkmodell:



Nehmen Sie beim Sitzen eine neue Haltung ein: ergonomiebewusst, umweltbewusst und preisbewusst. Mit dem neuen giroflex 33.

giroflex 33

Das neue Denkmodell.



ARMAG Büromaschinen AG
Birmensdorferstr. 55, 8036 Zürich
Telefon 01/241 99 11
Fax-Nr. 01/241 99 44

Info-Coupon



Bitte senden Sie uns Unterlagen

Rufen Sie uns an

Name / Vorname: _____

Firma: _____

Strasse / Nr.: _____

PLZ / Ort: _____

Telefon-Nr.: _____

Einsenden an: **ARMAG Büromaschinen AG**, Postfach, 8036 Zürich

Aktinfilamente bilden, können zerrissen werden. Auch können Bündel von Myosinfilamenten aus den Aktinfilamenten herausgezogen werden. Obwohl der Muskelkater nach einigen Tagen deutlich abnimmt, brauchen beschädigte Muskelfasern eine bis zwei Wochen, um sich vollständig zu erholen. Das zeigt auch die Konzentration des Serum-Kreatinkinase (engl. creatinin kinase, CK). Bei untrainierten Personen tritt nach exzentrischen Kontraktionen CK aus den beschädigten Muskelzellen aus. Die Konzentration im Blutserum ist bis 5 Tage nach der Belastung stark erhöht. Wenigstens während dieser Zeitdauer finden in der Muskulatur entzündliche und Reparaturprozesse statt. Bei gut trainierten Probanden sind die Serum-CK-Werte nur während ein bis zwei Tagen erhöht. Es ist schwer vorstellbar, dass gewisse Dehnungsübungen nach der Belastung auf diesen Regenerationsprozess, der von DOMS begleitet wird, eine heilende Wirkung haben oder diesen Regenerationsprozess unterstützen können.

Lieber hat beschrieben, welche Muskelfasern bei DOMS vor allem betroffen sind (16). Im Muskelbauch, der aus verschiedenen Muskelfasern zusammengesetzt ist, betrifft dies fast ausschliesslich die sogenannten weissen Muskelfasern. Diese Typ-II-Fasern arbeiten schnell und glykolytisch (fast twitch, glycolytic [FG] fibers) und können während kurzer Zeit anaerob-explosive Kraft (Schnellkraft) entwickeln. Die roten, aerob arbeitenden Fasern (Typ I, slow twitch [S] fibers) bleiben intakt. Lieber nimmt an, dass bei einem Teil der weissen Fasern bei intensiver Beanspruchung die ATP-Versorgung nach einigen Minuten ungenügend ist. Armstrong (3, 4) hat Hinweise dafür, dass in dieser Situation die Wiederaufnahme von Kalziumionen in das Sarkoplasmatische Retikulum gestört ist, mit der Folge,

dass die Myosinköpfe der Myosinfilamente dauernd an die Aktinfilamente gekoppelt werden, so dass bei Verlängerung gewisse Sarkomere zerrissen werden.

Aus dieser Sicht ist das Stretching direkt nach intensiver Muskelarbeit sogar kontraindiziert. Unmittelbar nach der Anstrengung kann sich ein Teil der Muskelfasern unter lokal anaeroben Verhältnissen noch im fest gekoppelten Zustand befinden. Wenn diese Muskelfasern nicht schon traumatisiert sind, so werden sie durch Stretching beschädigt werden, da sie sich nicht entspannen können. Eine Verlängerung der Muskulatur kann nur ohne Traumatisierung erreicht werden, wenn die weissen Fasern wieder ausreichend mit Sauerstoff versorgt sind und wieder ATP gebildet ist. Cooling down mit leichten dynamischen Kontraktionen ist sehr geeignet, um die aeroben Verhältnisse in der Muskulatur wiederherzustellen. Sportphysiologische Studien haben ausserdem nachgewiesen, dass der Abbau von Milchsäure in Ruhe über eine Stunde dauert, während leichte Bewegung nach einer Anstrengung diese Zeit um die Hälfte reduziert.

Dehnung nach dem Sport trägt also meines Erachtens nicht zu einer optimalen Erholung bei und kann sogar zu Schäden führen. Glücklicherweise ist für diejenigen Sportler, die sehr intensives Dehnen nach dem Sport betreiben, die Fähigkeit der Muskulatur zur Regeneration gross, und es wird wahrscheinlich nicht zu bleibenden Schäden kommen.

Aus dem erklärenden Modell von Lieber u. a. wird auch verständlich, weshalb intensiv trainierte Dauerathleten nur wenig Muskelkater empfinden (ausgenommen nach einem Wettkampf). Durch das intensive Training ist ihre Muskulatur so gut kapillarisiert, dass anaerobe Verhältnisse und Gewebsbeschädigung auf Grund der vorher er-

wähnten Mechanismen nicht leicht auftreten werden. Durch explosive Kraftentwicklung und bei lang anhaltenden zyklischen Bewegungen können sie natürlich das Muskel-Bindegewebe beschädigen. Bei Dauersportlern werden vielleicht mehr Gelenk- und Sehnenbeschwerden im Vordergrund stehen. Auch für dieses Problem könnte Stretching kaum Abhilfe verschaffen.

Literatur:

1. Alexander, R. McN.: *Elastic mechanisms in animal movement*. Cambridge Univ. Press 1988.

2. Anderson, B.: *De Stretching method*. Kosmos Utrecht 1986.

3. Armstrong, R. B.: *Mechanisms of exercise induced delayed onset muscular soreness: a brief review*. Med. Sci. Sports Exerc. 16, p. 80-93, 1984.

4. Armstrong, R. B.: *Initial events in exercise induced muscular injury*. Med. Sci. Sports Exerc. 22 429-435, 1990.

5. Cavagna, G. A.; Dusman B. and Margaria R.: *Positive work done by a previously stretched muscle*. J. of Applied Physiology 241 p. 21-32, 1986.

6. Fridén, J.; Sjöström, M.; Ekblom B.: *Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man*. Int. J. Sports Med. 4 170-176, 1983.

7. Hof, A. A.: *Spiermechanica in: Biomechanische aspecten van het bewegingsapparaat*. Red. R. Huisjes. Stafleu, 1987.

8. Geijsel, J.: *Skigymnastiek en droogschaatsen zonder spierpijn? Lichameijke opvoeding nr. 1, p. 8-11, 1990.*

9. Ingen Schenau, G. J. van; en M. F. Bobbert: *Intermusculaire coordinatie: De sequentie in timing van spieractivatie bij explosieve bewegingen*. Geneeskunde en Sport 21 nr. 6, 198-213, 1988.

10. Ingen Schenau, G. J. van; en S. Gielen. *Intermusculaire coordinate. (1) Co-activatie van antagonistische bij het sturen van een uitwendige kracht*. Geneeskunde en Sport 23 nr. 3, p. 111-115, 1990.

11. Ingen Schenau, G. J. van; en S. Gielen. *Intermusculaire coordinatie. (2) Over de organisatie van het sturen van bewegingen*. Geneeskunde en Sport 23 nr 4 p. 152-158, 1990.

12. Ingen Schenau, G. J. van: *Over de functie van bi-articulare spieren*. Ned T. Fysiotherapie 101 nr. 4, p. 76-81, 1991.

PRAXIS

13. Ingen Schenau, G. J. van: *From rotation to translation, constraints on multi-joint movement and the unique action of bi-articular muscles*. Human Movement Science, p. 301-337, 1989a.

14. Ingen Schenau, G. J. van: *From rotation to translation, implications for theories of motor control*. Human Movement Sciences, p. 423-445, 1989b.

15. Halbertsma, J. P. K. en L. N. H. Gøeken: *Stretching exercises: Effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects*. Arch. Phys. Med. Rehabil. (75), 976-981, 1994.

16. Lieber, R. L.: *Skeletal muscle structure and function. Implications for rehabilitation and sports medicine*. Williams and Wilkins, 1992.

17. Morree, J. J. de: *Dynamiek van het menselijk bindweefsel. Functie, beschadiging en herstel*. Bohn, Stafleu Van Loghum. Houten, 1993.

18. Mechelen, W. van: *Aetiology and prevention of running injuries*. Dissertation VU. Amsterdam, 1992.

19. Riezebos, C. en E. Koes: *De spierverkorting*. Stichting Haags, T. V. Fysiotherapie, 1988.

20. Rodenburg, J. B.: *Delayed-onset muscle soreness and related phenomena*. Dissertation Univ. van Utrecht, 1994.

21. Tardieu, C.: *et al. Adaptation of connective tissue length to immobilisation in the lengthened and shortened position in cat soleus muscle*. J. Physiol. (78) p. 214-220, 1982.

Curriculum Vitae

Jan Jaap de Morree is Autor des Buches «Die Dynamik des menschlichen Bindegewebes» (in holländischer Sprache). Er studierte Physiologie an der Freien Universität von Amsterdam, arbeitete 15 Jahre als Lehrer an der Physiotherapieschule in Den Haag und unterrichtet an verschiedenen Weiterbildungskursen für Physiotherapeuten. Momentan ist er Dozent an der Ausbildung für Bewegungstechnologie der Fachhochschule Den Haag, Holland.