



G. Wydra

Muskeldehnung - aktueller Stand der Forschung

Muscle stretching - Actual state of research

Bosenberg Klinik, St. Wendel (Chefarzt: Dr. med. P.-B. Wenzkat)

Zusammenfassung

Es erfolgt eine Beschreibung und kritische Diskussion der in der Literatur zu findenden Untersuchungen zur Muskeldehnung. Die Untersuchungen beschäftigen sich mit:

- Morphologischen Veränderungen.
- Elektrophysiologischen Erscheinungen.
- Effektivität verschiedener Methoden.

Die vorliegenden Studien vermitteln kein einheitliches Bild über die Anwendbarkeit und Effektivität verschiedener Dehntechniken. Die Probleme der dargestellten Untersuchungen liegen u.a. in der Selektion der Stichproben, der angewandten oft nicht miteinander vergleichbaren Treatments und den gewählten Kriterien zur Beurteilung der Effektivität. Vor dem Hintergrund der geführten Diskussion sollten insbesondere die zuweilen dogmatisch vorgetragenen Argumente für bzw. gegen die Anwendung einer bestimmten Dehntechnik kritisch überprüft werden.

Schlüsselwörter: Muskeldehnung, Dehnungsreflex, Beweglichkeit.

Summary

The literature on muscle stretching has been critically reviewed. Three groups of studies could be distinguished:

- Studies on the morphological effects of stretching.
- Studies on the electrophysiological phenomena of stretching.
- Comparative studies on the effectiveness of different stretching regimens.

The studies investigated provide no uniform picture with regard to applicability and efficacy of different stretching techniques. Major shortcomings of the studies presented concern the selection of random samples, the comparability of treatments and the criteria used to assess the efficacy of treatment. Given this background, arguments pro and contra the application of certain stretching techniques should be regarded with some reservation, in particular when they are presented in a dogmatic manner.

Key words: Stretching, H-Reflex, Flexibility

Einleitung

Die Muskeldehnung ist im letzten Jahrzehnt Gegenstand zahlreicher Publikationen gewesen. Anlaß der Publikationen war die kritische Auseinandersetzung mit den traditionellen Dehntechniken im Sport. Eine Reihe von Veröffentlichungen nahm die bisher im Sport verwandten dynamischen Dehntechniken kritisch unter Gesichtspunkten der Verletzungsgefahr unter die Lupe. Auch unter dem Gesichtspunkt der optimalen physiologischen Durchführung wurden weiche Stretchingtechniken als Methode der Wahl zur Verbesserung der Beweglichkeit erachtet. Murphy trägt zur Verwirrung der Anwender von Dehntechniken bei, wenn er in einem Artikel fragt, ob man durch statisches Dehnen Schädigungen hervorrufen könne (23). Bisher liegen keine Untersuchungen vor, die eindeutig die Überlegenheit einer Methode beweisen.

Analyse vorliegender Forschungsergebnisse

Differenzierung der Dehntechniken

Eine saubere Zuordnung der in der Praxis anzutreffenden und oftmals individuell variierten Techniken und Methoden läßt sich nicht immer erzielen. Im folgenden soll der Begriff Technik gebraucht werden, um die verschiedenen theoretisch voneinander abgrenzbaren Durchführungsformen zu unterscheiden. Nach der Art der Dehnung lassen sich zumindest fünf Techniken voneinander unterscheiden:

- die dynamische Dehnung (DS)
- die permanente oder statische Dehnung (SS)
- die Dehnung nach einer vorausgegangenen Muskelkontraktion - Contract-Release-Dehnung (CR)
- die Dehnung bei gleichzeitiger Antagonisten-Kontraktion (AC)
- die Kombination aus CR-Dehnung und AC-Dehnung (CR-AC)

Der Begriff Methode soll gebraucht werden, um die Art der Ausführung zu charakterisieren.

Morphologische Grundlagen

Untersuchungen zu den morphologischen Veränderungen, die durch das Dehnen ausgelöst werden, ergaben ein recht einheitliches Bild. Tabary et al. (28) konnten eine reversible Zunahme der Sarkomerzahl in Abhängigkeit vom Grad der Dehnung feststellen. Der Muskel versucht stets eine optimale Überlappung von Aktin und Myosin aufrechtzuerhalten, wodurch eine optimale Spannung des Muskels gewährleistet ist.

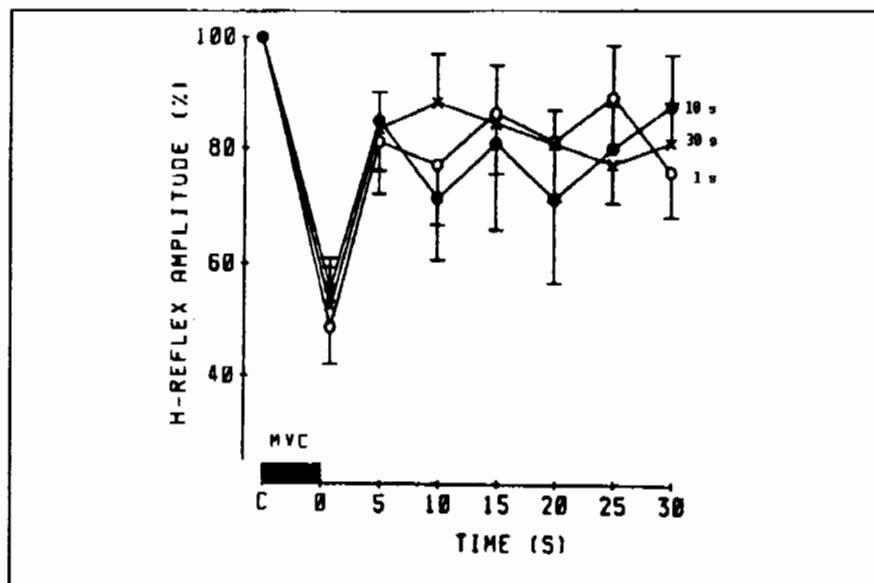


Abbildung 1: Veränderung der H-Reflexamplitude nach einer maximalen willkürlichen Kontraktion von 1s, 10s und 30s Dauer (9).

technik läßt sich auch auf der Basis von Trainingsexperimenten machen. Tabelle 1 bietet einen Überblick über die wichtigsten Arbeiten der letzten drei Jahrzehnte.

Die zur Verfügung stehenden Personenstichproben machen deutlich, daß eine Übertragung der gefundenen Ergebnisse auf andere Populationen nur schwer möglich ist. Lediglich Wydra *et al.* (34) arbeiteten nicht mit Schülern oder Studenten des 2. bis 3. Dezeniums, sondern mit Menschen des vierten bis sechsten Dezeniums. Unterschiedliche Geschlechter werden außer bei Wydra *et al.* (34) nur bei Etnyre und Lee (5) in die Untersuchung miteinbezogen. Osternig *et al.* (24) machen explizit auf die Notwendigkeit der Unterscheidung der Bezugsgruppen aufmerksam, und warnen vor der Übertragung von Ergebnissen auf andere Populationen.

Die zur Anwendung kommenden Dehn-techniken lassen sich nicht ohne weiteres miteinander vergleichen, da trotz gleicher Bezeichnung oftmals eine Variation hinsichtlich Ausführung und Zeitdauer der Dehnung festzustellen ist. In einer Arbeit von Wallin *et al.* (30) werden signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Techniken provoziert, indem nicht nur die Techniken variiert wurden, sondern gleichzeitig auch die Methoden: Während beim ballistischen Dehnen der Hüftextensoren eine unfunktionelle Ausgangsstel-

lung eingenommen wurde (Rumpfvorbeuge), wurde die postisometrische Dehnung funktionell durchgeführt (Flexion einer Hüfte bei Streckung der Gegenseite).

Die Untersuchungen können nach der Zeitspanne, über die sich die Experimente erstreckten, differenziert werden. Zum einen werden die kurzfristigen Effekte einzelner Dehnbehandlungen analysiert. Hierunter sind die Effekte einer einzelnen Dehnung oder Dehnbehandlung zu verstehen. Die Analyse der mittelfristigen Effekte basiert auf Untersuchungszeiträumen zwischen ein und zwölf Wochen. Aussagen zu längerfristigen Effekten finden sich nicht. Ebenso macht nur Tanigawa (29) Aussagen über die Rückbildung der Dehnfähigkeit nach dem Absetzen der Dehnbehandlung.

Als Kriterien der Effektivität werden in fast allen Untersuchungen Beweglichkeitsmaße angewandt. Differenziert werden können nach der Durchführungsform eine statische und eine dynamische Beweglichkeit sowie nach der Bewegungsausführung (mit oder ohne Helfer) eine passive bzw. eine aktive Beweglichkeit. Zwischen aktiver und passiver Beweglichkeit bestehen aufgrund des zugrundeliegenden morphologischen Substrats enge korrelative Beziehungen. Bei der Hüftflexion konnten in eigenen Untersuchungen zwischen aktiver und passiver Beweglichkeit Kor-

relationen von $r = .88$ ermittelt werden (34). In der Regel wird die aktive Beweglichkeit erfaßt.

Eine Besonderheit stellen die Arbeiten von Hardy und Jones (10) dar, die die dynamische Beweglichkeit aus der Bewegung heraus mittels Photozellen bzw. Stroboskopaufnahmen erfaßt haben. Einen ebenfalls anderen Ansatz verfolgten Schober *et al.* (26), die die muskuläre Entspannungsfähigkeit als Kriterium der Effektivität erachteten. Die Objektivität und Reliabilität der angewandten Meßverfahren kann als gegeben angenommen werden. Die derzeit wohl umfassendste Analyse legt Wiemann (31) vor, der die Effekte eines zehnwöchigen Dehnprogramms auf die Verbesserung der Beweglichkeit sowie die Dehnungs- und Ruhespannung des Muskels, die Kontraktions- und Explosivkraft, die Reflexbereitschaft, das EMG während einer Muskelkontraktion sowie die Muskelfaserlänge erfaßt.

Verstehen wir unter dem Ruhetonus eines Muskels die Spannung, die der Muskel gegenüber dem Versuch, ihn zu dehnen, entwickelt, so kann die durch Anlegen von submaximalen Kräften erzielte Beweglichkeit in einem Gelenk als Ausdruck des Muskeltonus erachtet werden. In einer eignen, bisher nicht publizierten Studie, wurde die Dehnfähigkeit der ischiokruralen Muskelgruppe in Abhängigkeit von der aufgetragenen Kraft analysiert (Abb. 2). Es konnten hochsignifikante korrelative Beziehungen zwischen der maximalen Hüftflexion und der durch den Zug von submaximalen Kräften erzielten Hüftflexion ermittelt werden. Die Korrelationen zwischen der maximalen Dehnfähigkeit und den durch submaximale Kräfte erreichten Beweglichkeitsparametern liegen zwischen $r = .81$ und $r = .96$. Die Ergebnisse sprechen dafür, daß die maximal erreichbare Beweglichkeit, wie sie in den meisten Arbeiten als Kriterium der Effektivität erachtet wurde, mit der Grundspannung des Muskels, die durch eine reflektorische Dauererregung über die Muskelspindel aufrechterhalten wird, korreliert.

Die Ergebnisse indizieren eine allgemeine Trainierbarkeit der Beweglichkeit. Unklar ist, ob die beobachteten Verbesserungen der Beweglichkeit auf strukturelle Veränderungen im Muskel oder auf eine erhöhte Resistenz der Muskulatur gegenüber Dehnbelastungen zurückzuführen sind (21, 31). Lang-

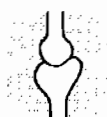


Tabelle 1: Literatur zur Effektivität von Dehntechniken (1962-1991)

Autoren	Stichprobe	Kriterien	Treatment	Treatmentdauer	Ergebnisse
de Vries 1962	Studenten	Verbesserung von aktiver Kumpflektion und ver Rumpfflexion und extension, Schulterektion während der Behandlungsdauer.	SS, DS, jeweils 30 - 60 sec. Dehnen. Keine Kontrollgruppe.	7-mal 30 Minuten, 2 Behandlungen pro Woche	Signifikante Verbesserung in den Gruppen. Keine Unterschiede zwischen den Gruppen.
Holt et al. 1970	Studenten	Verbesserung der aktiven Kumpflektion (Sit and reach) durch jede Einzelbehandlung.	Kombinierte Behandlungen bestehend aus: DS, SS, CR-AC. Die Dehnungen wurden in unterschiedlicher Reihenfolge durchgeführt. Jeweils 20 sec. Dehnen und 10 sec. Pause. Die CR-AC-Methode wurde in dieser Zeit 3-mal wiederholt. Keine Kontrollgruppe.	3 Behandlungen pro Woche in drei aufeinander folgenden Wochen. Davon der Einzelbehandlung 3-mal 2 Minuten.	Unterschiede zwischen den Gruppen bzgl. der CR-AC-Methode. Überlegenheit der CR-AC-Methode.
Tanigawa 1972	junge Männer	Kurz- und mittelfristige Verbesserung der passiven Hüftflexion, Mittel- und fristige Rückbildung der verteilten Beweglichkeit. Indirekte Bestimmung des Winkels.	Passive Dehnung, CR-Dehnung, Kontrollgruppe	2-maliges Dehnen pro Woche über einen Zeitraum von 3 Wochen	Überlegenheit der CR-Dehnung gegenüber der statischen Dehnung. Signifikante Rückbildung der Dehnbarkeit nach einer Woche ohne Dehnbehandlung.
Cornelius 1980	Studenten	Kurzfristige Verbesserung der passiven Hüftflexion (Winkelmessung).	CR- und CR-AC-Dehnung mit unterschiedlich langer Dauer der Muskelkontraktion (0 bis 6 sec.). DS, keine Kontrollgruppe.	Bisziellbehandlung	Überlegenheit der Anspannungstechniken gegenüber der gelenktechnischen Dehnung. Keine Unterschiede zwischen den Anspannungstechniken.
Moore und Hutten 1980	Gymnastinnen	Kurzfristige Verbesserung der Hüftbeweglichkeit durch eine Einzelbehandlung. EMG-Aktivität	SS, CR, CR-AC. Bei der CR- bzw. CR-AC-Methode wurde die Kontraktion 3 sec. durchgeführt. Keine Kontrollgruppe	Bisziellbehandlung	Größter Beweglichkeitszuwachs durch CR-AC-Technik; individuelle Unterschiede im EMG-Verhalten
Harley-O'Brien 1980	Studentinnen	Kurz- und mittelfristige Verbesserung der aktiven Hüftflexion (Winkelmessung).	SS-AC, CR (aktiv und passiv), DS, SS, SS mit Entspannung. 1 Minute Dehnung, 1 Minute Pause, 5 Wdh. Kontrollgruppe	10-minütige Dehnungen an jeweils 3 Tagen über 3 Wochen	Hochsignifikante Verbesserung in allen Gruppen während der gesamten Testintervalle; keine Gruppenunterschiede; geringe gradige mögliche Verbesserungen der Beweglichkeit
Sady et al. 1981	Studenten	Verbesserung der aktiven Beweglichkeit von Schulter, Kumpf und Hüftstreckern.	DS (20 Wdh.), SS (6 sec. halten - 3 Wdh.), CR (Dehnung bis zur Endposition, 6 sekündige Kontraktion - erneute Dehnung - 3 Wdh.). Kontrollgruppe	3-mal pro Woche über 6 Wochen	Überlegenheit der Anspannungstechnik. Größere Verbesserung der Beweglichkeit der Hüftbeuger als in den anderen Bereichen.
Lucas und Kow 1984	Studentinnen	Verbesserung der aktiven Beweglichkeit der Hüftbeuger (sit and reach).	DS, SS (jeweils 20-sec. Dehnung - 5 Wdh.), CR-AC (5-sec. Agonistenkontraktion - 10-sec. Antagonistenkontraktion). Keine Kontrollgruppe	5-minütige Dehnungen, 3-mal pro Woche, über 7 Wochen	Verbesserung in allen Gruppen; keine Gruppenunterschiede



Fortsetzung Tabelle 1:

Autoren	Stichprobe	Kriterien	Treatments	Treatmentdauer	Ergebnisse
Hardy 1985	42 Studentinnen	Kurz- und mittelfristige Verbesserung der aktiven Hüftflexion (Winkelmessung).	Aktives und passives CR-AC mit 0, 3 und 6 sec. Kontraktionsdauer und 10-sec. Dehnung - 3 Wdh.). SS - 30-sec. Dauerdehnung). Alle Gruppen führten 3 Serien mit jeweils 30 sec. Pause durch. Kontrollgruppe	Dehnung an 6 aufeinander folgenden Tagen.	Hochsignifikante Verbesserung in den Versuchsgruppen; positiver Zusammenhang zwischen Kontraktionsdauer und verbesserter Beweglichkeit bei aktivem AC-Dehnen.
Hardy und Jones 1986	24 Studentinnen	Verbesserung der dynamischen Hüftbeweglichkeit (Stroboskop-aufnahmen).	CR-AC (6-sec. Anspannung, 10-sec. Dehnung, 3 Wdh.). DS mit Betonung der Geschwindigkeit. DS mit Betonung des Bewegungsausmaßes. Alle Gruppen führten 3 Serien mit jeweils 30 sec. Pause durch. Kontrollgruppe.	Dehnung an 6 aufeinander folgenden Tagen.	Größere Verbesserung in den Versuchsgruppen (CR-AC; DS mit Betonung des Bewegungsausmaßes) als in der Kontrollgruppe; keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen.
Hardy und Jones 1986	18 Studenten	Verbesserung der dynamischen Schulterbeweglichkeit (Fotozellen).	CR-AC. DS mit Betonung des Bewegungsausmaßes. Übungsdurchführung wie oben. Kontrollgruppe.	Dehnung an 6 aufeinander folgenden Tagen.	Größere Verbesserung in den Versuchsgruppen (CR-AC; DS mit Betonung des Bewegungsausmaßes) als in der Kontrollgruppe; keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen.
Madding et al. 1987	72 Männer zwischen 22 und 40 Jahren	Kurzfristige Verbesserung der Hüftabduktion und Verringerung des Dehnungswiderstandes.	SS über 15, 45 und 120 sec.; Kontrollgruppe.	Einmalige Dehnung.	Hochsignifikante Verbesserung der Beweglichkeit und Abnahme des Dehnungswiderstandes in den Versuchsgruppen; keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen.
Etnyre und Lee 1988	49 Studenten und 25 Studentinnen	Kurz- und langfristige Verbesserung der Schulter- und aktiven Hüftbeweglichkeit (Goniometer).	SS (9 sec.), CR, CR-AC (jeweils 6-sec. Kontraktion mit folgender 3-sec. Dehnung). Dehnübungen wurden mit Partnerunterstützung durchgeführt. Kontrollgruppe	2-maliges Dehnen pro Woche über 12 Wochen	Hochsignifikante Verbesserung in den Treatmentgruppen; keine Unterschiede in der Trainierbarkeit zwischen Männern und Frauen; Anspannungstechniken effektiver als statisches Dehnen; größere Wirkung der CR-AC-Technik bei den Männern.
Schober et al. 1990	60 Sportstudenten.	Muskuläre Entspannungsfähigkeit der ventralen Oberschenkelmuskulatur nach vorausgegangener Belastung	SS, CR (Isometrische Kontraktion und 10-sec. Dehnung im Wechsel), Intermittierende (10-maliger Wechsel von Dehnung und Entspannung). Passive Dehnung durch Helfer über jeweils 2 Minuten. Kontrollgruppe.	Einmalige Dehnbehandlung nach vorausgegangener Belastung	Positive Auswirkungen der intermittierenden Dehnung; unterschiedliche Effekte der CR-Dehnung; negative Effekte der Dauerdehnung.
Wydra et al. 1991	Jeweils 40 Männer und Frauen (Rehabilitanden)	Verbesserung der kurz- und mittelfristigen aktiven und passiven Hüftbeweglichkeit (Goniometer).	SS (20 sec.), CR (10 sec. Anspannung - 10 sec. Dehnung), DS (20 Wdh.). 5-malige Wiederholung. Passive Dehnung durch Helfer. Kontrollgruppe.	Tägliches 10-minütiges Dehnen über 2 Wochen.	Keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen bei der kurzfristigen Verbesserung. Hochsignifikante Überlegenheit des DS über 2 Wochen. Höhere Trainierbarkeit der Frauen bei der passiven Beweglichkeit.



Hüftflexion in Prozent der maximalen Hüftflexion

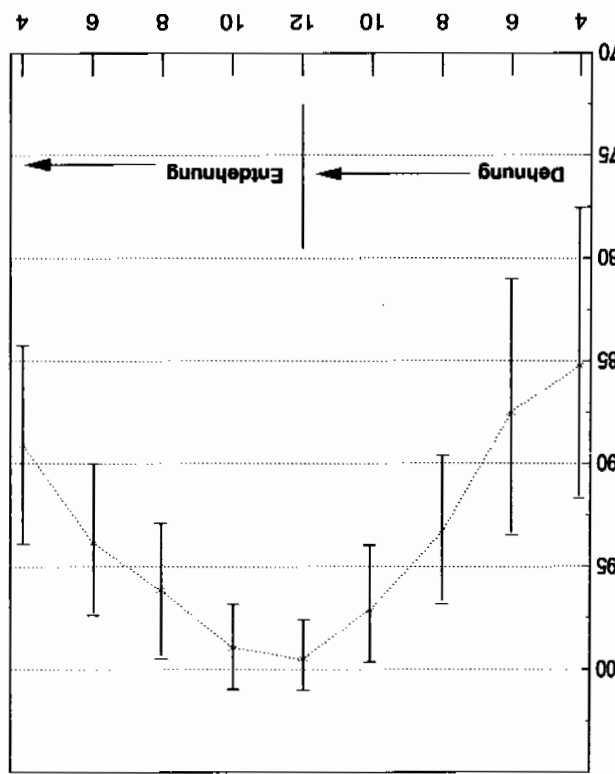


Abbildung 2: Dehnfähigkeit der ischiocruralen Muskelgruppe in Abhängigkeit von der für die Dehnung aufgewandten Kraft.

Insüg machen Dehnübungen bei vorliegenden Muskelferkürzungen nur dann einen Sinn, wenn es zu einer Zunahme der Muskelfaservlänge kommt. Bei einer biologisch vorgegebenen konstanten mittleren Sarkomerlänge von ca. 2,2 µm kann der Muskel seine optimalen Kraftfähigkeiten nur bei einer Zunahme der Sarkomerzahl in Längsrichtung entwickeln. Statische Dehntechniken erweisen sich im allgemeinen gegenüber den anderen Dehntechniken als unterlegen. Die Effekte von Anspannungstechniken und dynamischen Dehntechniken sind differenziert zu betrachten, jedoch läßt sich festhalten, daß Dehntechniken, die das Bewegungsausmaß betonen, effektiver sind als Dehntechniken, die die Bewegungsgeschwindigkeit betonen.

Diskussion

Die vorliegenden morphologischen und neurophysiologischen Arbeiten zeichnen sich durch eine hohe interne Validität aus. Kritisch ist die externe Validität und damit die Übertragung der Ergebnisse auf die sportliche Praxis zu betrachten. Die artifizialen Reiz- und Ableitungstechniken besitzen so gut wie keine physiologische Bedeutung und der Dehnungsreflex ist für die normale Bewegung wenig bedeutungsvoll (19). Hinzu kommt, daß das Experimentieren mit



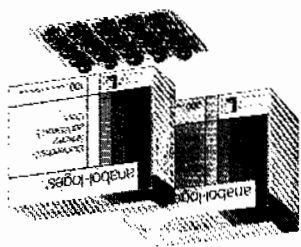
Ein paar Worte zum Thema: „fordern und fördern“

Wer seine Sportler fordert, muß sie auch fördern. Wirksam, sauber, langfristig. **anabol-loges**. Die leistungssteigernde Kombination aus Vitamin E, Magnesium, Kalium, Kieselerde, Johanniskraut. Reine Wirkstoffe der Natur – ausgewogen und hochwirksam dosiert. **anabol-loges** erhöht meßbar die körperliche Ausdauer und Belastbarkeit, vermindert Muskelschmerzen und Wadenkrämpfe. **anabol-loges** bringt Leistung sauber nach vorn. Hormonfrei.

Rezeptfrei in allen Apotheken.

anabol-loges zur Leistungssteigerung im Sport, bei Muskel- und Rückenschmerzen, körperlichen Erschöpfungszuständen. Nebenwirkungen und Gegenanzeigen sind nicht bekannt. Packungen mit 100, 200, 500 und 1 000 Kapseln.

Dr. Loges+Co GmbH
2090 Winsen/L.



erst fördern, dann fordern
anabol-loges®

mehr Leistung.



konstanten reflexauslösenden Reizen die Erklärung der zugrunde liegenden Mechanismen zusätzlich erschwert (18). Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß die in Jahrzehnten entwickelten Vorstellungen über die Kooperation skeletto- und fusimotorischer Systeme fast ausschließlich auf Experimente an anästhesierten oder dezerebrierten Tieren zurückgehen, während Versuche am Menschen selten durchgeführt wurden. Über den Einfluß supraspinaler Prozesse, die auch hemmend auf spinale Mechanismen sowie Reflexe einwirken können, lassen sich noch keine Aussagen machen. Wie *Wolpaw* (33) bei Primaten und *Evatt et al.* (6) beim Menschen zeigen konnten, kann das Reflexverhalten in hohem Maße auch durch Trainingsmaßnahmen moduliert werden.

In den meisten der analysierten Studien wurde die Verbesserung der Beweglichkeit als Kriterium der Effektivität einer Dehntechnik erachtet. Zuweilen wird auch die Regulation des Muskeltonus als Ziel eines Dehnprogramms angesehen. Während die maximale Beweglichkeit vorwiegend von anatomischen Strukturen abhängig ist, ist der Ruhetonus von elektrophysiologischen Geschehnissen abhängig. Es ist jedoch zu beachten, daß beim Muskel *in vivo* die durch die fibrilläre Struktur erzeugte Ruhespannung nicht von Spannungen differenziert werden kann, die von unwillkürlich, reflektorischen Kontraktionen herrühren (31).

Für die mittel- und langfristige Verbesserung der Dehnfähigkeit und die damit verbundenen elektrophysiologischen und strukturellen Veränderungen in der Muskulatur ist offenbar eine noch nicht näher zu bestimmende Reizschwelle zu überschreiten. Gerade hierin können die Gefahren eines Dehnprogramms liegen. Diese resultieren dabei weniger aus der Anwendung einer bestimmten Dehntechnik, als vielmehr aus den dabei ausgeübten Kräften. Auch durch statische Dehnübungen können Überdehnungen ausgelöst werden. Größer jedoch ist diese Gefahr bei dynamischen Dehnungen, insbesondere wenn diese nicht mit dem Ziel einer großen Bewegungsamplitude, sondern unter dem Gesichtspunkt einer hohen Bewegungsgeschwindigkeit (Zerrgymnastik) durchgeführt werden. Langsam durchgeführte dynamische Dehnübungen bergen kein größeres Verletzungsrisiko in sich als

statische Dehnübungen (7). Das statische Dehnen hat nach den vorliegenden Ergebnissen sogar Nachteile gegenüber Anspannungstechniken oder dynamischen Dehnstechniken, bei denen größere mittelfristige Effekte erreicht werden.

Bei der Interpretation der unmittelbaren Wirkung eines Dehnprogramms werden oftmals die absoluten Verbesserungen aufgrund von subjektiven Beurteilungsfehlern überschätzt. Auf die Diskrepanz zwischen tatsächlichem und beobachtetem Effekt wurde bereits von *Moore und Hutton* (22) aufmerksam gemacht, die feststellten, daß der beim Dehnen auftretende Schmerz und die erachtete Effektivität der Dehnstechnik sowohl miteinander als auch mit der EMG-Aktivität korrelieren, daß sich aber keine korrelativen Zusammenhänge mit der Verbesserung der Beweglichkeit zeigten.

Wie *High und Howley* (13) zeigten, hat weder ein statisches Dehnprogramm noch ein Aufwärmprogramm einen Effekt auf die Entstehung von Muskelkater nach konzentrischer Muskelarbeit. Neben einem potentiellen Einfluß auf die Verletzungsanfälligkeit werden dem Dehnen positive Effekte auf die muskuläre Regeneration zugeschrieben. *Schober et al.* (26) untersuchten die muskuläre Regeneration der ventralen Oberschenkelmuskulatur durch Dehnübungen und konnten interindividuelle Unterschiede aufzeigen, die deutlich machen, daß es beim Dehnen nicht die Methode der Wahl gibt. Als eine Ursache für die unzureichende Beeinflussung der Wiederherstellung durch Dauerdehnung könnte eine Verstellung der Ansprechschwelle der Propriozeptoren in Frage kommen, die zu einer Dysregulation des propriozeptiven Einstroms und damit zu einer persistierenden muskulären Tonuserhöhung führt.

Hortobagyi et al. (16) beschäftigten sich ebenfalls mit dieser Frage und untersuchten den Einfluß des langsamen Dehnens auf die Kraftentfaltung und die Erholung des Muskels nach Kraftarbeit. Sie konnten eine Korrelation zwischen Erholungszeit und Beweglichkeit nachweisen. Im Gegensatz hierzu hält *Wiemann* (31) fest, daß die im allgemeinen von einem Dehnstraining oder vom Stretching erwarteten Effekte wie Verminderung des Ruhetonus und Beseitigung einer Muskelverkürzung nicht nachgewiesen werden können.

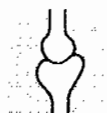
Ausblick

Die Frage, welche Dehnstechnik am effektivsten ist, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Für die Sportpraxis lassen sich jedoch aus der Fülle der Einzelergebnisse einige Empfehlungen ableiten, wobei das kurz- oder mittelfristige Ziel des Dehnprogramms genau spezifiziert werden muß. Es gilt dabei, einen individuellen Methodenpluralismus zur Anwendung kommen zu lassen und entsprechend den individuellen Bedürfnissen sowohl Anspannungstechniken als auch dynamische Dehnstechniken einfließen zu lassen.

Für die zukünftigen Forschungen ergeben sich eine Reihe von Fragen, die zu einer differenzierteren Betrachtungsweise des Dehnens im Sport führen sollten. Im einzelnen ist zu klären, welche Auswirkungen eine bestimmte Dehnstechnik bzw. eine bestimmte Methodenkombination in Abhängigkeit von Lebensalter, Geschlecht, Trainingszustand, Art der Muskelfaserzusammensetzung etc. auf die Entwicklung der Beweglichkeit, der Regenerationsfähigkeit, der Entspannungsfähigkeit, der Verletzungsanfälligkeit etc. aber auch auf die Kraftfähigkeiten hat?

Literatur

- (1) *Ashmore, C. R., P. J. Summers*: Stretch-induced growth of chicken muscles, myofibrillar proliferation. In: *Am. J. Physiol.* 241 (1981), C 93 - C 97.
- (2) *Cornelius, W. L., M. M. Hinson*: The relationship between isometric contractions of the hip extensors and subsequent flexibility in males. *J. Sports Med.* 20 (1980), 75 - 80.
- (3) *de Vries, H. A.*: Evaluation of static stretching procedures for improvement of flexibility. *Research Quarterly* 33 (1962), 222 - 228.
- (4) *Etnyre, B. R., L. D. Abraham*: H-reflexes changes during static stretching and two variations of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques. *Electroencephal. and Clin. Neurophysiol.* 63 (1986), 174 - 179.
- (5) *Etnyre, B. R., E. J. Lee*: Chronic and acute flexibility of men and women using three different stretching techniques. *Research Quarterly* 59 (1988), 222 - 228.
- (6) *Evatt, M. L., S. L. Wolf, R. L. Segal*: Modification of human spinal stretch reflexes: preliminary studies. *Neuroscience Letters* 105 (1989), 350 - 355.
- (7) *Farke, A.*: Entwicklung eines methodischen Konzeptes zur Optimierung der Dehnfähigkeit. Dipl.-Arbeit, Sportwissenschaftli-



- (29) *Tanigawa, M.C.*: Comparison of the hold-relax procedure and passive mobilization on increasing muscle length. *Physical Therapy* 52 (1972), 725 - 735.
- (30) *Wallin, D., B. Ekblom, R. Grahm, T. Nordenborg*: Improvement of muscle flexibility: A comparison between two techniques. *Am. J. Sports Med.* 13 (1985), 263 - 268.
- (31) *Wiemann, K.*: Beeinflussung muskulärer Parameter durch ein zehnminütiges Dehnungstraining. *Sportwissenschaft* 21 (1991), 295 - 305.
- (32) *Williams, P. E., G. Goldspink*: Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle. *J. Anat.* 127 (1978), 459 - 468.
- (33) *Wolpaw, J.R.*: Adaptive plasticity in the primate spinal stretch reflex: reversal and re-development. *Brain Research* 87 (1983), 299 - 304.
- (34) *Wydra, G., K. Bös, G. Karisch*: Zur Effektivität verschiedener Dehnmethoden. *Dtsch. Z. Sportmed.* 42 (1991), 386 - 400.
- Anschrift des Autors:**
Dr. Georg Wydra
Bosenberg Kliniken
6690 St. Wendel

Neu: Gelostreich - längs- und querdehnbare halbstare Zink-Gel-Binde

Im Gegensatz zu herkömmlichen Zink-Leim-Binden zeichnet sich der neue halbstare Zink-Gel-Verband Gelostreich (Beiersdorf AG, Hamburg) durch seine Anwendungsfähigkeit aus: Das neuartige, natürliche Trägermaterial aus 76% Viskose und 24% Baumwolle ist zweidimensional dehnbar (in Längsrichtung 50%, in Querrichtung 100%), ohne sich bei der Applikation in seine ursprüngliche Form zurückziehen. Dieser Gelostreich gewährleistet darüber hinaus eine hohe Therapiestichheit, da es sich durch leichte Dehnung beim Wickeln problemlos auch unebenen Körperstellen wie Fersen oder Ellenbogen anpaßt. Beim Anlegen kann einfach zirkulär gewickelt werden. Auf das bei starren Materialien notwendige Ein- und Abschneiden kann verzichtet werden - die Assistenz einer zweiten Person wird überflüssig.

Eine weitere Innovation bietet Gelostreich mit der neuartigen Zink-Gel-Masse: Der Einsatz von Cellulose macht sie besonders feinsämig und sehr gut modellierbar. Cellulose klebt im Gegensatz zu herkömmlichen verwerdeten Gelen in Zink-Leim-Verbanden nicht an Händen und bietet Bakterien kaum Angriffspunkte. Gelostreich ist daher besonders lange haltbar. Eine hohe Patientencompliance ist gewährleistet, denn der Verband ist lange stabil und sieht gut aus.

Enthaltenes Zinkoxid wirkt entzündungshemmend, leicht austrocknend und unterstützt gleichzeitig den Heilungsprozess - insbesondere dann ein Vorteil, wenn Hautverletzungen unter dem Verband vorliegen. Hautschweiß wird gebunden, Entzündungen werden vorgebeugt.

Die Binde in einheitlicher Breite von 10 cm steht für jede Anwendung in der richtigen Bindlänge (5, 7 und 10 m) zur Verfügung, so daß der Materialverbrauch gering bleibt. Für Grobverwundene wird Gelostreich auch in 10er Kartons angeboten.

Weitere Informationen:
Beiersdorf AG, Hamburg, Abteilung Orthopädie/Phlebologie, Kostenstelle 7482
Umsatz: 48,
2000 Hamburg 20

- (23) *Murphy, D. R.*: A critical look at static stretching: Are we doing our patients harm? *Chiropractic Sports Medicine* 5 (1991), 67 - 70.
- (24) *Osterm, L. R., R. N. Robertson, R. K. Troxel, P. Hansen*: Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. *Med. Sci. in Sports and Exercise* 22 (1990), 106 - 111.
- (25) *Stacy, S. P., M. Wortman, D. Blanke*: Flexibility training: Ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 63 (1982), 261 - 263.
- (26) *Schober, H., W. Kraft, G. Wittekopf, H. Schmidt*: Beitrag zum Einfluß verschiedener Dehnungsformen auf das muskuläre Entspannungssverhalten des M. quadriceps femoris. *Med. Sport* 30 (1990), 88 - 91.
- (27) *Smith, J. L., R. S. Hutton, E. Eldred*: Postcontraction changes in sensitivity of muscle afferents to static and dynamic stretch. *Brain Research* 78 (1974), 193 - 202.
- (28) *Tabary, J. C., C. Tabary, C. Tardieu, G. Tardieu, G. Goldspink*: Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization at different length by plaster casts. *J. Physiol. (London)* 224 (1972), 231 - 244.
- (1972), 231 - 244.
- (14) *Holly, R. G., J. G. Barnett, C. R. Ashmore*: Stretch-induced growth in chicken wing muscles: a new model of stretch hypertrophy. *Am. J. Physiol.* 238 (1980), C 62 - C 71.
- (15) *Holt, L. E., T. M. Travis, T. Okita*: Comparative study of three stretching techniques. *Perceptual and Motor Skills* 31 (1970), 611 - 616.
- (16) *Hortobagyi, T., J. Faludi, J. Tihanyi, B. Merkley*: Effects of intense stretching-ability training on the mechanical profile of the knee extensors and on the range of motion of the hip joint. *Int. J. Sports Med.* 6 (1985), 317 - 321.
- (17) *Hutton, R. S., J. L. Smith, E. Eldred*: Postcontraction sensory discharge from muscle and its source. *J. Neurophysiol.* 36 (1973), 1090 - 1103.
- (18) *Iles, J.*: Reciprocal inhibition during agonist and antagonist contraction. *Excerpta Medica* 62 (1986), 212 - 214.
- (19) *Jung, R.*: Zur Bewegungsphysiologie beim Menschen: Fortbewegung, Zielsetzung und Sportleistungen. In: *Küchler, G. (Hrsg.): Motorik*. Fischer, Stuttgart 1983, 7 - 63.
- (20) *Lucas, R. C., R. Koslow*: Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques of flexibility. *Perceptual and Motor Skills* 58 (1984), 615 - 618.
- (21) *Madding, S. W., J. G. Wong, A. Hallum*: Effect of duration of passive stretch on hip duration range of motion. *J. Orthop. and Sports Physical Therapy* 8 (1987), 409 - 416.
- (22) *Moore, M., R. Hutton*: Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Med. Sci. in Sports and Exercise* 12 (1980), 322 - 329.
- ches Institut der Universität des Saarlandes
1991 (unveröffentlicht).
- (8) *Franken, J. R., R. G. Holly, C. R. Ashmore*: Effects of graded duration of stretch on normal and dystrophic skeletal muscle. *Muscle and Nerve* 6 (1983), 269 - 277.
- (9) *Gustard, N., J. Duchateau, K. Hainaut*: Muscle stretching and motoneuron excitability. *Eur. J. Appl. Physiol.* 58 (1988), 47 - 52.
- (10) *Hardy, L., D. Jones*: Dynamic flexibility and proprioceptive neuromuscular facilitation. *Research Quarterly* 57 (1986), 150 - 153.
- (11) *Hardy, L.*: Improving active range of hip flexion. *Research Quarterly* 56 (1985), 111 - 114.
- (12) *Hartley-O'Brien, S. J.*: Six mobilisation exercises for active range of hip flexion. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 51 (1980), 625 - 635.
- (13) *Hugh, D. M., E. T. Howley*: The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. *Research Quarterly* 60 (1989), 357-361.
- (14) *Holly, R. G., J. G. Barnett, C. R. Ashmore*: Stretch-induced growth in chicken wing muscles: a new model of stretch hypertrophy. *Am. J. Physiol.* 238 (1980), C 62 - C 71.
- (15) *Holt, L. E., T. M. Travis, T. Okita*: Comparative study of three stretching techniques. *Perceptual and Motor Skills* 31 (1970), 611 - 616.
- (16) *Hortobagyi, T., J. Faludi, J. Tihanyi, B. Merkley*: Effects of intense stretching-ability training on the mechanical profile of the knee extensors and on the range of motion of the hip joint. *Int. J. Sports Med.* 6 (1985), 317 - 321.
- (17) *Hutton, R. S., J. L. Smith, E. Eldred*: Postcontraction sensory discharge from muscle and its source. *J. Neurophysiol.* 36 (1973), 1090 - 1103.
- (18) *Iles, J.*: Reciprocal inhibition during agonist and antagonist contraction. *Excerpta Medica* 62 (1986), 212 - 214.
- (19) *Jung, R.*: Zur Bewegungsphysiologie beim Menschen: Fortbewegung, Zielsetzung und Sportleistungen. In: *Küchler, G. (Hrsg.): Motorik*. Fischer, Stuttgart 1983, 7 - 63.
- (20) *Lucas, R. C., R. Koslow*: Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques of flexibility. *Perceptual and Motor Skills* 58 (1984), 615 - 618.
- (21) *Madding, S. W., J. G. Wong, A. Hallum*: Effect of duration of passive stretch on hip duration range of motion. *J. Orthop. and Sports Physical Therapy* 8 (1987), 409 - 416.
- (22) *Moore, M., R. Hutton*: Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Med. Sci. in Sports and Exercise* 12 (1980), 322 - 329.