

Kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung beim Krafttraining : ein Vergleich der physiologischen Parameter Blutdruck, Herzfrequenz und Blutlaktat vor, während und nach einem Maximalkrafttraining und einem Kraftausdauertraining

Autor(en): **Lecsko, Sabine / Varisco, Flavio**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Physiotherapie = Fisioterapia**

Band (Jahr): **35 (1999)**

Heft 4

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-929381>

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.

Kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung beim Krafttraining

Ein Vergleich der physiologischen Parameter Blutdruck, Herzfrequenz und Blutlaktat vor, während und nach einem Maximalkrafttraining und einem Kraftausdauertraining.

Sabine Lecko, dipl. Physiotherapeutin, Effingerstr. 15, Feusi Physiotherapieschule, 3011 Bern
Flavio Varisco, dipl. Physiotherapeut, Effingerstr. 15, Feusi Physiotherapieschule, 3011 Bern

Wie wirken sich ein Maximalkrafttraining und ein Kraftausdauertraining auf die Laktatkonzentration im Blut, Blutdruck und Herzfrequenz aus? In der Physiotherapie, in Rehabilitation und Prävention wird dem Krafttraining und dessen Auswirkungen immer grösserer Wert zugemessen, zumal gerade dieser Bereich in der Therapie sehr gut trainierbar ist. Als Physiotherapeuten haben wir es sehr häufig mit Patienten mit Muskelhypotrophien oder Schwächen der Haltemuskulatur zu tun. Deshalb wenden wir im Rahmen des Krafttrainings oft Methoden zur Vergrösserung des Muskelquerschnitts an. Daneben wird aber speziell im Rahmen der medizinischen Trainingstherapie auch die Verbesserung der Kraftausdauer angestrebt (Gustavsen/Streeck 1991, S. 38). Meistens bedienen wir uns dazu in beiden Fällen der Methode des dynamisch langsamen Krafttrainings. Je nachdem, welches Ziel verfolgt wird, werden die Intensität und die Anzahl der Wiederholungen variiert.

Energiebereitstellung bei körperlicher Belastung

Die einzige für den Muskel direkt nutzbare Energiequelle ist das Adenosintriphosphat, kurz ATP genannt. Dieses ist in der Muskelfaser unmittelbar in der Nähe von Aktin und Myosin gespeichert. Diese wirken, wenn sie durch den Einfluss von Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen zu Aktomyosin verbunden sind, als Phosphatase und spalten unter Hydrolyse ein Molekül Phosphorsäure vom ATP ab. Dieses wird somit zum Adenosindiphosphat (David, 1986, S. 33 f).

Das heisst also, sämtliche Energielieferanten (Kreatinphosphat, Glykogen und Fette) müssen zuerst in die für den Muskel Energie liefernde Form, das ATP, umgewandelt werden. Da aber der intrazelluläre ATP-Gehalt sehr begrenzt ist

(6 mmol/kg Muskelfeuchtgewicht nach Keul et al., 1969, S. 20 in Weineck, 1994, S. 85; Hollmann/Hettinger, 1990, S. 60), muss sich die Muskelzelle verschiedener Wege zur ATP-Resynthese

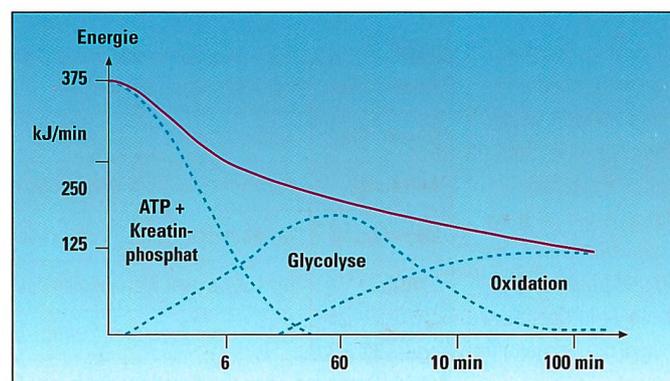


Abb. 1: Abfolge der Energiegewinnung (und ATP-Resynthese) zu Beginn der Muskelarbeit im Sport (Engelhardt/Neumann, 1994, S. 55)

bedienen. Die Art der Resynthese hängt wesentlich von den Arbeitsformen der Muskulatur und der Intensität ab. Dabei ist dynamische Arbeit im hohen Intensitätsbereich gekennzeichnet durch einen intensiven anaeroben Metabolismus. Diese Vorgänge laufen ohne Sauerstoffzufuhr ab. Es handelt sich hierbei um den extramitochondralen Stoffwechsel. Im Krafttraining wird vorwiegend in diesem Bereich gearbeitet.

Wie Abb. 1 zeigt, werden in den ersten Sekunden nach Beginn der Muskelarbeit direkt die ATP- und Kreatinphosphatspeicher in Energie umgewandelt. Da diese jedoch bereits nach rund sechs Sekunden intensiver Arbeit erschöpft sein würden, läuft bereits schon zu diesem Zeitpunkt parallel die anaerobe Glykolyse an, die nach rund einer Minute das Maximum ihrer Energiegewinnung erreicht. Zu diesem Zeitpunkt beginnt die Energiegewinnung (ATP-Resynthese) durch die aerobe Oxydation. Am meisten ATP und somit Energie wird am Anfang freigesetzt. Mit den ändernden Reaktionen nimmt auch die ATP-Bildungsrate ab. Dies erklärt auch, wieso mit fortdauernder Arbeit und somit ändernder Energiebereitstellung die Leistung abnimmt.

Methode zum Muskelaufbau (Abb. 3)

Für das Muskelaufbautraining war für uns die Dauer einer Serie insofern wichtig, dass sie nicht länger als 20 Sekunden dauern durfte und damit vorwiegend Energie auf anaerob-alkalazidem Weg aus Kreatinphosphat gewonnen werden kann (Abb. 2). Deshalb wurde die Wiederholungszahl auf 10 festgelegt, bei vorgegebenem Rhythmus, und die Intensität entsprechend darauf abgestimmt. Damit alle drei Serien über 20 Sekunden gingen, wurde die Intensität so gewählt, dass erst am Ende der dritten Serie die vollständige Erschöpfung erreicht wurde. Dazu wurde eine Woche vor der Testdurchführung ein «Testtraining» durchgeführt, bei dem für jeden Probanden das Gewicht bestimmt wurde, mit dem die vorgegebene Wiederholungszahl gerade noch in allen drei Serien ausgeführt werden konnte.

Methode zur Verbesserung der Kraftausdauer (Abb. 4)

Auch beim Kraftausdauertraining stand die Belastungsdauer (50 Sekunden) im Vordergrund und damit die vorwiegend anaerob-laktazide Energiebereitstellung (Abb. 2). Die damit verbundene Wiederholungszahl von 25 wurde in allen drei Serien nur durch zum Teil heftige verbale Stimulation erreicht.

Während beim Muskelaufbautraining der Übungsabbruch stattfindet, weil es «einfach nicht mehr geht» (man verspürt lediglich, dass eine weitere Wiederholung beim besten Willen nicht mehr möglich ist), ist beim Kraftausdauertraining das «Leidensvermögen» oder der Wille von grosser Bedeutung. Bei dieser Form trat im letzten Viertel der Wiederholungen ein starkes, brennendes Gefühl im Quadrizeps auf, das mitunter sogar als schmerzhaft empfunden wurde. Diese durch die Übersäuerung entstehende Empfindung zu überwinden, verlangt von der Versuchsperson äusserst grosse willentliche Anstrengung und ist von ungewohnten Personen nicht leicht zu erbringen und schon gar nicht zu erwarten.

Wir wählten diese Form eines anaeroben Kraftausdauertrainings, da die in der Physiotherapie gebräuchlichen Kraftausdauer-tests (vgl. Spring et al., 1990, S. 26 ff.) genau diese Fähigkeit der Muskulatur, mittels anaerob-laktazider Energiebereitstellung eine Leistung bis zur lokalen Erschöpfung zu erbringen, überprüfen. Die Zielwerte bei diesen Tests liegen zwischen 15 und 60 Wiederholungen, was einer Belastungsdauer von 30–120 Sekunden entspricht, womit (wie Abbildung 2 darstellt) hauptsächlich die anaerob-laktazide Energiebereitstellung und somit die anaerob-laktazide Kraftausdauer getestet wird.

Untersuchungsgruppe

Als Testpersonen stellten sich vier Schülerinnen und sechs Schüler der Physiotherapieschule Feusi, insgesamt also 10 Personen, zur Verfügung. Diese Gruppe war bezüglich Erfahrung mit Krafttraining gemischt. Dadurch erhielt unsere Untersuchung insofern Bezug zur Praxis, da auch Personen getestet wurden, die diese Trainingsmethoden nicht gewohnt waren. Insbesondere in der uns zur Verfügung stehenden Literatur wurde meist mit sehr gut trainierten Probanden (Bodybuilder, Gewichtheber) gearbeitet. Es ist aber anzunehmen, dass unsere Testgruppe immer noch überdurchschnittlich gute Bereitschaft zeigte, da sie aufgrund ihrer Ausbildung und unserer Informationen gut orientiert über die Anforderungen und Ziele dieser Arbeit war und die Teilnahme freiwillig erfolgte.

Energiebereitstellung

Anaerob-alkalotid (ATP + KrP)	Anaerob-laktazid (anaerobe Glykolyse)
<ul style="list-style-type: none"> sehr hoher Energiefluss nur sehr kurz verfügbar (ca. 15–20 Sekunden) 	<ul style="list-style-type: none"> recht hoher Energiefluss relativ kurz verfügbar (20–120 Sekunden, maximale Flussrate bei 50–60 Sekunden)
Anwendung im Krafttraining	
<ul style="list-style-type: none"> nahezu maximale Intensität möglich nur geringe Wiederholungszahl (ca. 8–10) 	<ul style="list-style-type: none"> submaximale Intensitäten möglich mittlere Wiederholungszahl (ca. 15–30)
Maximalkraft- /Muskelaufbautraining	Kraftausdauertraining
Wirkungen der Trainingsmethoden	
<ul style="list-style-type: none"> Muskelhypertrophie Vergrösserung der ATP- und KrP-Speicher Verbesserung des alkalotiden und laktaziden Stoffwechsels 	<ul style="list-style-type: none"> grössere Säuretoleranz Verbesserung des laktaziden und aeroben Stoffwechsels verbesserte Herzarbeit Vergrösserung der Muskelglykogenspeicher

Abb. 2: Zusammenhang zwischen Energiebereitstellung und Methoden des Krafttrainings

Methode der erschöpfenden submaximalen Krafteinsätze (= Hypertrophiemethode)	
Ausführung	konzentrisch-gleichmässig
Intensität	nahezu maximal
Leistung	sehr hoch (ca. 80–90% der individuellen Maximalkraft)
Bewegung	langsam (heben und senken des Gewichtes jeweils im 1-Sek.-Takt)
Dauer	bis zur zeitweiligen lokalen Muskelermüdung: 10 Wh. à 2 bzw. max. 20 Sekunden
Pause	3 Min. zwischen dem Beginn der Serien

Abb. 3: Gestaltung des Muskelaufbautrainings (nach Ehlenz, 1995, S. 111)

Methode der erschöpfenden submaximalen ausdauernden Krafteinsätze	
Ausführung	konzentrisch-gleichmässig
Intensität	submaximal
Leistung	hoch (ca. 50–75% der individuellen Maximalkraft)
Bewegung	langsam (heben und senken des Gewichtes jeweils im 1-Sek.-Takt)
Dauer	bis zur zeitweiligen lokalen Muskelermüdung, 25 Wh. à 2 bzw. ca. 50 Sekunden
Pause	3 Min. zwischen dem Beginn der Serien

Abb. 4: Gestaltung des Kraftausdauertrainings (nach Ehlenz, 1995, S. 121)

Messung des Blutdruckes

Zur Messung des Blutdruckes verwendeten wir ein elektronisches Handgelenk-Blutdruckmessgerät der Firma NAiS vom Typ EW273CD. Wir haben den Blutdruck vor und unmittelbar nach der Durchführung einer Übung gemessen. Das Gerät benötigte für eine Messung jeweils rund 30 Sekunden. Die Probanden trugen den Blutdruckmesser am rechten Handgelenk und legten für die Dauer der Messung den rechten Arm auf den Thorax, die Fingerspitzen an die linke Clavicula. Auf diese Weise waren für alle Probanden gleiche Messbedingungen gegeben.

Messung der Laktatwerte

Die Messung der Laktatwerte erfolgte mittels des portablen Laktatmessgerätes Accusport der Firma Boehringer, Mannheim. Für die Messung sind spezielle Messstreifen erforderlich, die auf einem Testfeld mit einem Tropfen Blut benetzt werden. In diesem Testfeld wird durch das Laktat des Blutes über enzymatische Reaktionsstufen eine Farbveränderung verursacht, welche vom Gerät gemessen wird. Für die Proben wird Kapillarblut, in unserem Fall aus einer Fingerkuppe, eingesetzt. Um Probleme zu umgehen, die sich beim direkten Auftragen eines Blutropfens auf das Testfeld ergeben können (zuwenig oder zuviel Blut verändern das Messergebnis oder führen sogar zu Fehlermeldungen), benutzten wir zur Blutaufnahme heparinisierte Mikrokapillaren. Dadurch wurde bei jeder Messung die annähernd gleiche Blutmenge auf das Testfeld aufgetragen (vgl. Höltko et al., 1994).

Messung der Herzfrequenz

Für die Pulsmessung wurden Pulsmesser vom Typ P3000 und P4000 der Firma Polar eingesetzt. Die Pulsfrequenz wird bei diesen Geräten mittels zweier Elektroden unterhalb des M. pectoralis abgenommen. Diese wird drahtlos auf das Speichergerät, eine spezielle dazu gehörende Uhr, übermittelt und alle fünf Sekunden gespeichert.

Die ermittelten Kurven haben wir mittels des Programmes HRCT 1.6 von H.P. Probst dargestellt und ausgewertet.

Übungsform

Die beiden Krafttests wurden mit derselben Übung durchgeführt (Abb. 5, 6). Die beidbeinige Beinpresse schien uns hierfür sehr sinnvoll, da die Beinmuskulatur häufig in dieser Form trainiert wird. Dabei wird mehr als ein Sechstel der gesamten Muskelmasse beansprucht. Wir sprechen somit von einer grossen Muskelgruppe,

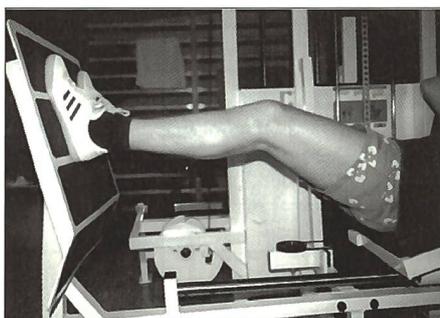


Abb. 5: Ausgangsstellung der Übung (10° Flexion)

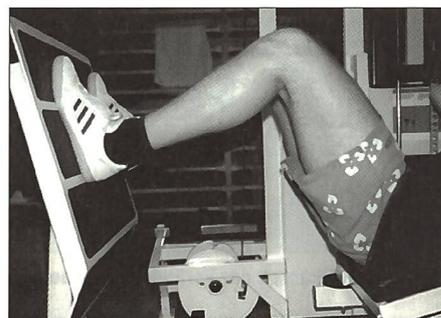


Abb. 6: Endstellung der Übung (90° Flexion)

womit diese Form auch als allgemein entwickelnde Übung bezeichnet werden kann (Hollmann/Hettinger, 1990). Dadurch ist, was die Herzarbeit (Herzfrequenz, Blutdruck) und die Laktatwerte betrifft, durchaus ein Vergleich zum Ausdauertraining möglich.

Zeitlicher Ablauf der Tests

Vor der eigentlichen Testserie musste von den Testpersonen ein minimales, standardisiertes Aufwärmen durchgeführt werden. Auf einem Cybex-Veloergometer wurde bei einem maximal erlaubten Puls von maximal 120 Schlägen pro Minute während 5 Minuten mit einer Tretfrequenz von 80 RPM und individuellen Widerständen von 75 oder 100 Watt eingefahren. Vor dem Aufwärmen wurde zudem zum ersten Mal der Laktatwert gemessen.

Der zeitliche Ablauf war wie folgt geplant:

- Laktatmessung
- 5 Minuten aufwärmen (Velo, Puls maximal 120)
- 5 Minuten Pause (Stretching, Vorbereitung an Maschine) und Laktatmessung
- Krafttraining wie folgt

Veränderung der Laktatwerte beim Muskelaufbautraining

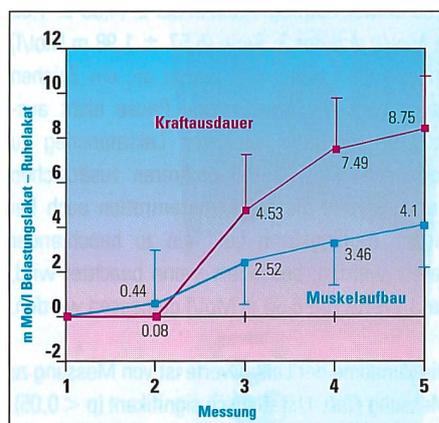


Abb. 7: Veränderung Laktatwerte im Direktvergleich der Methoden

Pro Training wurden fünf Laktatmessungen vorgenommen: Vor dem Trainingsbeginn (1. Messung) betrug der durchschnittliche Laktatwert $1,47 \pm 0,18$ m Mol/l (1,1 bzw. 1,8 m Mol/l Minimal- bzw. Maximalwert), was durchaus üblichen Ruhewerten entspricht (Tab. 3). Nach dem Aufwärmen (2. Messung) stieg das Laktat

1. Muskelaufbautraining: 3 Belastungen à 20 Sekunden			
0'	3'	6'	9'
xxxx ----- xxxx ----- xxxx -----			
BD BD	La BD BD	La BD BD	La BD

2. Kraftausdauertraining: 3 Belastungen à 50 Sekunden			
xxxxxxxxx ----- xxxxxxxxx ----- xxxxxxxxx -----			
BD	BD	La BD	BD
		La BD	BD
			La BD

|xxxx| = Durchführung der Übung (20 Sekunden beim Muskelaufbau-, 50 Sekunden beim Kraftausdauertraining) / ----- = Pause / La = Laktatmessung (Blutentnahme am Finger in der Serienpause 2½ Min. nach Übungsbeginn) / BD = Blutdruckmessung (unmittelbar vor und nach Übungsausführung), Pulsmessung und -speicherung erfolgten während der ganzen Zeit alle 5 Sekunden mittels Polar-Pulsmessgerät.

	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung
2. Messung	0.063	XXXX		
3. Messung	0.005	0.005	XXXX	
4. Messung	0.005	0.005	0.009	XXXX
5. Messung	0.005	0.005	0.005	0.028

Tab. 1: Signifikanzen der Veränderungen beim Muskelaufbautraining

auf durchschnittlich $1,91 \pm 0,62$ m Mol/l an. Die grösste Steigerung erfolgte dann nach der ersten Serie (3. Messung). Bei mittleren $3,99 \pm 1,25$ m Mol/l erreichten die höchsten Werte bereits 5,8 m Mol/l, während der Minimalwert nur 1,60 m Mol/l betrug. Auch in der 2. ($4,93 \pm 1,69$ m Mol/l) und der 3. Serie ($5,57 \pm 1,98$ m Mol/l) stiegen die Laktatwerte weiter an, ein Zeichen dafür, dass die dreiminütige Pause nicht ausreichte, um einen weiteren Laktatanstieg zu verhindern (Tab. 3). Bei mehreren zusätzlichen Serien könnte die Laktatkonzentration auch bei dieser Trainingsform bald ein zu beachtender Faktor werden, besonders wenn beachtet wird, dass Werte von 8,80 m Mol/l gemessen wurden.

Die Zunahme der Laktatwerte ist von Messung zu Messung (Tab. 1) statistisch signifikant ($p < 0,05$). Das absolute Mass bewegt sich aber durchaus in dem gemäss Theorie zu erwartenden Rahmen (Abb. 7), wenngleich drei Messungen Werte über 7 m Mol/l ergaben. Da diese Laktatwerte nicht sehr hoch sind, ist das Laktat bei dieser Belastungsform nicht leistungsbegrenzend. Die Energiebereitstellung erfolgt dominant alaktazid.

Veränderung der Laktatwerte beim Kraftausdauertraining

Durch die längere Belastungszeit sind bei dieser Trainingsform höhere Belastungen bezüglich Laktat zu erwarten, weil eben bei dieser Belastungszeit und -intensität der anaerob-laktaziden Energiebereitstellung eine dominierende Rolle zukommt. Der Anstieg des Laktats nach dem Aufwärmen um $0,08 \pm 1,493$ m Mol/l ist gering (Abb. 7). Nach der ersten Serie erfolgt der markanteste Anstieg des Laktats, aber auch danach sind die Laktatanstiege von Serie zu Serie signifikant (Abb. 2). Ganz deutlich höher sind aber die absoluten Werte (Tab. 3). Schon nach der ersten Serie beträgt der durchschnittliche Wert $7,8 \pm 1,533$ m Mol/l. In der letzten Serie erreicht das Laktat einen Durchschnittswert von $12,0 \pm 2,280$ m Mol/l, mit einem maximal gemessenen Wert von 15,3 m Mol/l. Bei dieser Ausführung des Kraftausdauertrainings sind hohe Laktatwerte unvermeidlich.

Auch beim Kraftausdauertraining sind die Veränderungen der Laktatwerte von Serie zu Serie hochsignifikant ($p < 0,05$).

Vergleich und Interpretation der Ergebnisse (Tab. 3)

Der Unterschied der Laktatwerte beider Methoden nach den jeweiligen Serien ist hochsignifikant ($p = 0,000!$). Die absoluten Werte der Kraftausdauermethode übertreffen die der Muskelaufbaumethode um mehr als das Doppelte und sind sehr hoch. Solche Laktatwerte sind zudem im Alltagsleben aussergewöhnlich, und deshalb ist auch Kraftausdauertraining, wie wir es durchgeführt haben, in der Therapie nicht sinnvoll.

Auch beim Muskelaufbautraining, mit Serienbelastung von 20 Sekunden ist der Organismus nicht in einem Steady-state. Laktatproduktion und -abbau sind also nicht in einem Gleichgewicht: die Produktion überwiegt, wenn auch nicht in dem Masse wie beim Kraftausdauertraining.

Das akkumulierte Laktat wird von untrainierten Personen anfänglich mit einer Geschwindigkeit

von etwa 0,3 m Mol/l pro Minute abgebaut, trainierte Personen können 0,5 m Mol/l pro Minute abbauen, bei gleichzeitiger leichter (aerober) körperlicher Betätigung (Engelhardt/Neumann 1994, S. 59). Die Halbwertszeit zur Beseitigung von Konzentrationen von zirka 5 m Mol/l beträgt zirka 10 Minuten, für 10 m Mol/l zirka 15 Minuten und für Werte über 20 m Mol/l mehr als 25 Minuten. Im allgemeinen ist nach 1 bis 3 Stunden das ganze Laktat beseitigt (Ehlenz et. al. 1995, S. 49). Das Laktat selbst im Blut wird also recht schnell abgebaut, aber die Auswirkungen eines hohen Laktatwertes auf den gesamten Organismus halten, abhängig von der Höhe des Laktatwertes, wesentlich länger an. Liesen (1994, 74 ff.) weist darauf hin, dass Laktat mittels Blut ins zentrale Nervensystem gelangt und demzufolge die Steuerungsmechanismen des Gehirns beeinflusst. Es wirkt störend auf die Nervenzellen und führt so zu einer Beeinträchtigung von Lern- und Adaptationsprozessen. Daneben aber ermöglicht Laktat erst die Aktivierung bestimmter hormoneller Mechanismen, die für die energetische Realisierung einer Leistung erforderlich sind. Eine zu grosse Belastung in diesem Bereich führt zu einer Beeinträchtigung der immunologischen Repairmechanismen und somit auch der Regeneration, wodurch eine Superkompensation gar nicht möglich wird. Dies gilt nicht nur für die energiebereitstellenden Systeme, sondern auch für komplexere Mechanismen der psycho-physischen, koordinativen und kreativen Leistungsfähigkeit (Abb. 4).

Wir müssen uns nun die Frage nach dem Sinn eines submaximalen Kraftausdauertrainings in der Physiotherapie stellen. Die mit dieser Metho-

	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung
2. Messung	0.878	XXXX		
3. Messung	0.005	0.005	XXXX	
4. Messung	0.005	0.005	0.005	XXXX
5. Messung	0.005	0.005	0.005	0.012

Tab. 2: Signifikanzen der Veränderungen beim Kraftausdauertraining

	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung	5. Messung
Muskelaufbau	1.47 ± 0.183	1.91 ± 0.621	3.99 ± 1.246	4.93 ± 1.691	5.57 ± 1.979
Kraftausdauer	3.26 ± 1.272	3.34 ± 1.493	7.79 ± 1.533	10.75 ± 2.206	12.01 ± 2.228
pooled variances	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000

Tab. 3: Mittelwertvergleich der Laktatbildung der Methoden

WAS MACHEN DIE ITALIENER ANDERS?



Fastum[®]gel

Ketoprofenum

für schnelle Schmerzbefreiung
und starke Entzündungshemmung

Das erste topische Ketopropfen der Schweiz • kassenzulässig

Zusammensetzung: Ketopropfen 2.5%. **Eigenschaften/Wirkungen:** Nichtsteroidaler Entzündungshemmer aus der Gruppe der Propionide zur topischen Anwendung mit antiphlogistischer und analgetischer Wirkung. **Indikationen/Anwendungsmöglichkeiten:** Schmerzhaftes entzündliche oder traumatische Affektionen der Gelenke, Sehnen, Bänder und Muskeln (Arthritis, Periarthritis, Synovitis, Tendinitis, Tenosynovitis, Bursitis, Prellungen, Zerrungen, Luxationen, Tortikollis, Lumbago). **Dosierung/Anwendung:** Täglich 1-2x 3-5cm auf die Haut auftragen und zur Verbesserung der Absorption leicht einreiben. **Anwendungseinschränkungen:** Überempfindlichkeit gegenüber dem Präparat. Nicht auf die Schleimhäute, offene Wunden und Hautläsionen aufzutragen. **Packungen:** Tuben zu 50g Gel. **Liste B. Kassenzulässig.** Ausführliche Angaben entnehmen Sie bitte dem Arzneimittel-Kompendium der Schweiz. A. MENARINI AG, Eggbühlstrasse 14, 8052 Zürich.



A. MENARINI AG

	Muskel- aufbau	Kraftaus- dauer	Differenz	Signifi- kanz
1. Serie Maximalpuls Minimalpuls	132 67	152 78	20 11	0.011 0.075
2. Serie Maximalpuls Minimalpuls	133 69	157 90	24 21	0.003 0.012
3. Serie Maximalpuls Minimalpuls	134 70	163 95	29 25	0.001 0.003

Tab. 5: Vergleich und Signifikanz der Herzfrequenzveränderung bei beiden Methoden

findet meistens spontan statt und dient der Stabilisierung des Rumpfes und soll im Sinne eines Overflows auch eine Krafterhöhung zur Folge haben. Bolt et al. (1955, in Hollmann/Hettinger, 1990, S. 50) stellten fest, dass der intravasale Druck um denselben Druck anstieg wie der intrathorakale Druck beim Pressen. Nach tiefer Inspiration wird bei geschlossenen Atemwegen die Expirationsmuskulatur einschliesslich der Bauchmuskulatur kräftig angespannt und so der intrathorakale und intraabdominale Raum unter hohen Überdruck gesetzt (bis 100 mm Hg bzw. 13,3 kPa). Der venöse Rückstrom wird dadurch stark gehemmt, das Schlagvolumen des rechten Ventrikels sinkt ab, der extrathorakale venöse Druck steigt, die Halsvenen treten hervor. Der arterielle Blutdruck steigt vorübergehend stark an, da das Blut vermehrt aus der intrathorakalen Aorta in die extrathorakalen Arterien (besonders des Halses, Kopfes und der Arme) strömt und der linke Ventrikel noch solange Blut auswirft, wie der Blutvorrat in der Lunge zu seiner diastolischen Füllung ausreicht. Dann sinkt der arterielle Blutdruck ab (Keidel et al., 1985, S. 6.31). MacDougall et al. (1985, S. 787 ff.) massen den Blutdruck während der Übungsausführung mittels eines Angiokatheters. Bei der beidbeinigen Beinpresse, die auch wir in unseren Tests durchführten, konnten mittlere Blutdruckwerte bis zu 300 mm Hg während der Belastung verzeichnet werden. Einzelne Spitzenwerte erreichten zirka 370 mm Hg. Beim Valsalva-Manöver (Pressdruck) allein massen sie eine Zunahme von 120 mm Hg. Bei einer Kraftanstrengung mit Pressatmung kann also der Blutdruck massiv zunehmen. Obwohl bei jeder Erhöhung des Aortendruckes die Durchblutung der Herzkranzgefässe gesteigert wird, ist die Herzarbeit nicht ökonomisch. Auf öfter wiederholte Reize dieser Art reagiert die Herzmuskulatur mit einer Herzwandverdickung (Hypertrophie). MacDougall et al. (1985, S. 788) stellten fest, dass allein durch die Kompression der Venen durch die Muskulatur keine derart hohen Blutdruckwerte möglich sind, wie sie beim sogenannten Valsalva-Versuch zu messen sind. Das heisst also, dass mit bewusster (Aus-)At-

mung während einer Belastung die Blutdruck-erhöhung deutlich reduziert werden kann.

Veränderung der Blutdruckwerte beim Muskelaufbautraining

Es sei an dieser Stelle nochmals erwähnt, dass die Blutdruckmessungen Werte vor und zirka 30 Sekunden nach der Belastung darstellen und nicht während der Belastung, da dies invasive Methoden bedingt hätte, was wir mit unseren Mitteln nicht bewerkstelligen konnten.

Es fällt auf, dass die Blutdruckkurven sowohl beim diastolischen als auch beim systolischen Druck auf und ab verlaufen. Zu Beginn der Erholungsphase ist der Wert gegenüber dem Ende der Pause eher erhöht. Da die Messung des Blutdrucks mit unserem Gerät zirka 30 Sekunden in Anspruch nahm, ist der erste Wert nach der Belastungsphase mit Vorsicht zu geniessen. In dieser Zeit ist der Blutdruck im Ansteigen begriffen, und das Blutdruckmessgerät ermittelt hier einen Mittelwert, glättet die Spitze sozusagen aus.

Als Vergleich zu den von uns ermittelten Werten veranschaulicht der direkt gemessene Blutdruckverlauf bei einer Versuchsperson, den MacDougall et al. (1985, S. 787) während eines Maximalkrafttrainings (11 Wiederholungen bis zu ermüdungsbedingtem Übungsabbruch) mittels Angio-

katheter direkt gemessen und aufgezeichnet haben, die hohe Blutdruckbelastung (Abb. 10).

Wir haben jeweils vor und nach den Serien die Blutdruckmessungen durchgeführt und natürlich vor dem Testbeginn den Ruhewert bestimmt. Die Maxima der systolischen Durchschnittswerte erreichen 121 mm Hg, in Einzelfällen 138 mm Hg, sind also nicht sehr hoch. Bei den diastolischen Blutdruckwerten sind die Schwankungen nicht signifikant, und obwohl der letzte gemessene Wert am höchsten ist (70,7 mm Hg), sind die absoluten Werte nicht von Bedeutung. Es lässt sich auch im Verlauf über das ganze Training statistisch keine Tendenz ausmachen.

Veränderung der Blutdruckwerte beim Kraftausdauertraining

Der Verlauf der Kurve ist ähnlich wie beim Muskelaufbautraining. Nach der ersten und dritten Serie sind deutlich erhöhte Spitzen bei den systolischen Drucken auszumachen. Bei der dritten Serie weicht der Mittelwert (132,7 mm Hg) ziemlich vom Median (126,5 mm Hg) ab. Es fallen hier drei Werte von über 150 mm Hg auf, während sich die ändern sieben Versuchspersonen um 120 mm Hg bewegen. Es besteht allerdings der Verdacht auf Messungenauigkeit. Da das Messgerät einen Mittelwert über mehrere Sekunden (zirka 30 Sekunden) ermittelt und der Blutdruck sich in dieser Zeit verändert, kann sich eine zeitliche Verschiebung bei der Messung um ein paar Sekunden bemerkbar machen, zumal sie insbesondere bei der fünften Messung auch beim diastolischen Blutdruck ungewöhnlich hoch ausfällt.

Vergleich und Interpretation der Ergebnisse (Abb. 9)

Interessanterweise sind die systolischen Werte während des Kraftausdauertrainings im Vergleich zum Muskelaufbautraining höher, aller-

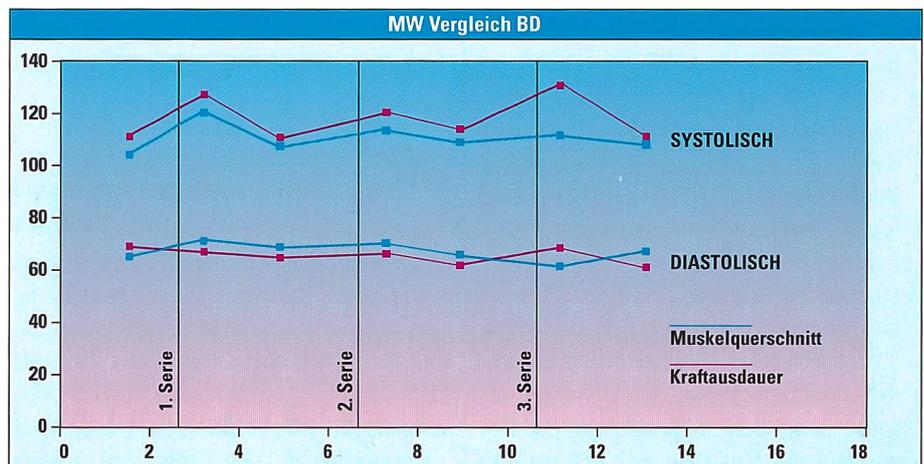


Abb. 9: Vergleich der ermittelten systolischen und diastolischen Blutdruckwerte beider Methoden

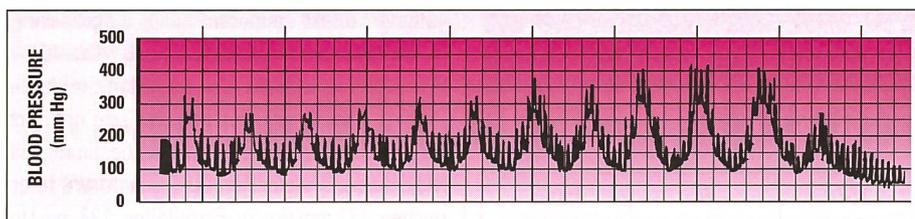


Abb. 10: Blutdruckverlauf eines Probanden während der Beinpresse (McDougall et al., 1985, S. 787)

dings nicht signifikant. Die diastolischen Blutdrucke sind mit Ausnahme des Ruhewertes und dem Wert nach der dritten Serie signifikant tiefer. Es ergibt sich also eine grössere Differenz zwischen systolischem und diastolischem Druck beim Kraftausdauertraining im Vergleich zum Maximalkrafttraining. Die Blutdruckmessungen in unserer Arbeit sagen aber nichts über die Belastungsphase aus, wo sie gemäss anderen Studien (MacDougall et al., 1985; Fleck/Dean, 1987) dreimal so hoch werden können!

Möglichkeiten zur Verminderung der Herzbelastungen beim Krafttraining

- **Atemtechnik:** Eine korrekte Atemtechnik ist wohl das wichtigste Mittel um hohe Blutdruckwerte zu mässigen. Die Pressatmung, also das Anhalten der Luft während einer Belastung, ist unbedingt zu vermeiden. Bei einer auxotonischen Trainingsform ist es von Vorteil, wenn während der konzentrischen Phase die Expiration erfolgt, während der exzentrischen Phase die Inspiration.
- **Übungsausführung:** Da es gerade beim Muskelquerschnitttraining erwünscht ist, dass der Muskel anaerob-alkalisch arbeitet, wird die Trainingsform oft so gewählt, dass der Muskel während der Serie nicht entlastet wird, also die Durchblutung unterbrochen bleibt. Durch Entlastung des Muskels zwischen den einzelnen Wiederholungen kann die Blutdrucksteigerung etwas gemildert werden. Möglicherweise wird dadurch aber die Effizienz auch reduziert, in der Anwendung im therapeutischen Rahmen ist dies aber sicher vertretbar.
- **Methode:** Anstelle des auxotonischen Muskelaufbautrainings, im Sinne von mehreren Serien zu zirka 10 konzentrisch-exzentrischen Wiederholungen ohne Entlastung, könnte ein isometrisch-intermittierendes Muskelaufbautraining 2 (vgl. Radlinger et al., 1998) durchgeführt werden. Bei vergleichbarer Intensität wie beim auxotonischen Krafttraining werden alle 30 Sekunden 4–6 Sekunden dauernde isometrische Kontraktionen ausgeführt, bis das vorgegebene Gewicht nicht mehr gehalten werden kann. Dies kann auch erst nach 15 Minuten der Fall sein. Diese Methode hat aber

die Nachteile, dass sie zeitlich aufwendig ist und durch die Isometrie der Muskel nicht über die ganze Bewegungsamplitude angesprochen wird.

Zusammenfassung

Um einen optimalen Trainingseffekt zu erzielen, müssen Belastungsdauer und -intensität miteinander gekoppelt sein und im Training zur Ausbelastung führen. Ist dies beim anaeroben Kraftausdauertraining der Fall, führt dies in unserer Testanordnung zu sehr hohen Laktatwerten ($12,01 \pm 2,28$ nach 3 Serien zu 25 Wh.) und auch hohen Pulsfrequenzen ($163,5 \pm 14,316$). Derart hohe Laktatwerte entsprechen in keiner Weise einer ADL (Activity of daily living) und sind demzufolge auch nicht wünschenswert. Beim Muskelaufbautraining blieben dagegen die Veränderungen von Laktat ($5,57 \pm 1,979$ nach 3 Serien zu 10 Wh.) und Pulsfrequenz ($134,8 \pm 18,624$) und somit die metabolischen Belastungen deutlich geringer.

Der untersuchte Aspekt der Herzfrequenz ist ebenfalls aufschlussreich in bezug auf die Dosierung der Belastungsparameter im Krafttraining. Die hohe Laktatbelastung ist auch durch eine höhere Pulsfrequenz in den Belastungspausen begleitet. So kann in den Belastungspausen, vor Beginn der nächsten Serie, mittels einer Pulsmessung ganz grob kontrolliert werden, in welchem Ausmass die trainierende Person noch stoffwechselfähig belastet ist.

Über die Veränderung des Blutdrucks vor und nach den Trainingsserien können mit unserer Testanlage keine wesentlichen Schlüsse gezogen werden.

Fazit

Wie aus der Theorie zu erwarten war, unterscheiden sich die beiden Methoden Muskelaufbau und Kraftausdauer deutlich in der Energiebereitstellung. Die von uns im Muskelaufbautraining gemessenen Laktatwerte bestätigen, dass eine 20 Sekunden dauernde, ausbelastende Übung mehrheitlich anaerob-alkalisch Energiebereitstellung erfordert. Eine Serienpause von drei Minuten ist ausreichend, um eine Anhäufung des

Laktats wenigstens über drei Serien im Rahmen zu halten. Um einen Trainingseffekt, nämlich die Querschnittzunahme, wirkungsvoll zu erreichen, muss die Intensität derart gewählt werden, dass die trainierende Person nach etwa zehn Wiederholungen (bzw. ca. 20 Sekunden Belastung) nicht mehr in der Lage ist, eine weitere Wiederholung in der gleichen Qualität anzuhängen (bzw. das Gewicht länger zu halten). Gerade dieses Kriterium ist entscheidend für einen optimalen Trainingseffekt. Der Faktor Ausbelastung (soweit von Schmerzen her möglich) ist hier als intensitätsbestimmendes Element in den Vordergrund zu stellen.

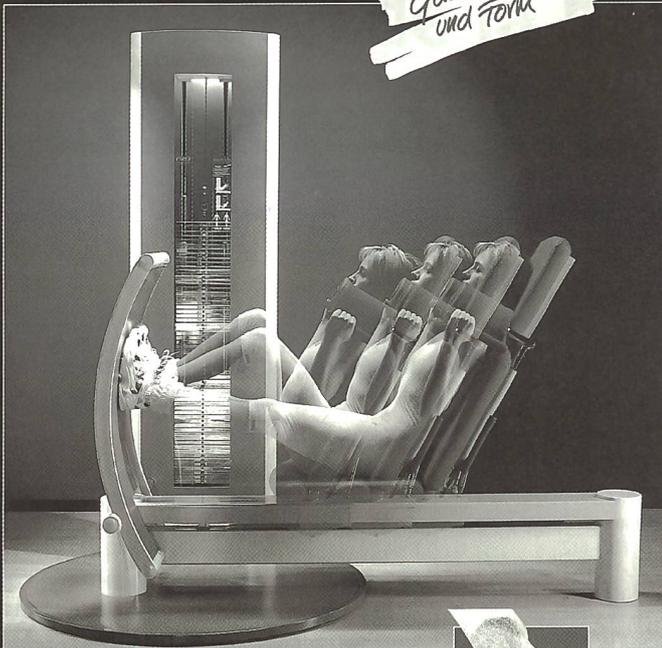
Beim Kraftausdauertraining wird die massiv anaerob-laktatide Energiebereitstellung offensichtlich. Die Laktatwerte werden derart hoch, dass sie zum limitierenden Faktor werden. Solch hohe Laktatwerte sind äusserst unangenehm, und eine Ausbelastung erfordert einen enormen Willen. Für ein normales Alltagsleben ist diese Art von Energiebereitstellung nur ganz kurzfristig und von minimaler Bedeutung. Allerdings: Beim «normalen» Kraftausdauertraining, wie es von vielen Personen, z.B. in Fitnesszentren durchgeführt wird, d.h. mit 20–30 Wiederholungen ohne vollständige Ausbelastung, treten nicht annähernd so hohe Laktatwerte auf. Dies stellten wir selbst fest, als wir Laktatmessungen bei Leuten vornahmen, die ein diesbezüglich gestaltetes Training durchführten. Hier überstiegen die Werte beim Kraftausdauertraining die Grenze von 4 mmol/l nur wenig. Die Intensität und der Grad der Ausbelastung sind also bezüglich der Laktatentwicklung beim Kraftausdauertraining von entscheidender Bedeutung.

Sehr selten wird in der Physiotherapie streng methodisch und differenziert eine Komponente der Kraft gezielt trainiert. Sehr häufig, weil oft nicht anders möglich, werden eher unspezifische Methoden des Krafttrainings angewandt. Was dabei aber verloren geht, ist der beim speziellen Krafttraining grundlegende Zusammenhang zwischen Reizintensität und Reizdauer, und somit kann auch das eigentliche Ziel (z.B. Muskelaufbau) nicht optimal erreicht werden. Wird also keine Ausbelastung erzielt, kann nicht mehr von einem Training zur differenzierten Kraftentwicklung gesprochen werden. Es handelt sich vielmehr um ein Basistraining, mit Methoden zur komplexen Kraftentwicklung. Dabei kommt es durch dieses Training zu undifferenzierten – was nicht etwa heissen soll unerwünschten – Wirkungen. Mit diesem Training werden allgemeine Ziele avisiert, wie der Ausgleich muskulärer Dysbalancen, Muskelaufbau, Kapillarisation, Verbesserung des aerob-anaeroben Stoffwechsels (lokale Muskelausdauer), zum Teil auch intramuskuläre Koordination und Fettabbau (Ehlers

GEN/US®
FUNKTIONSSYSTEME

Das Besondere
unter den Besten

*Genial in Funktion
und Form*



Design geschützt

Erleben Sie
den Unterschied

AKTIVE
REHA-
SYSTEME

Ausgestattet mit modernster Technologie

Linearführung

- geräuscharm
- kugelgelagert, leichtgängig
- vollständig abgedeckt

einfaches Handling

idealer Einstieg durch schmale
Linearführung

feinste Gewichtsabstufungen bis 150 kg
- auch mit Gewichtssatz 200 kg lieferbar

Einstellungen aus der Trainingsposition
heraus

Einknopf Schulterstützenverstellung

wählen Sie unter 4 Farbkombinationen

Für weitere Informationen, Unterlagen oder einen
Besichtigungstermin rufen Sie uns an:

FRITAC MEDIZINTECHNIK AG
8031 Zürich
Hardturmstrasse 76
Telefon 01-271 86 12
Fax 01-271 78 35



PERNATON® GEL

Das neue Einreibemittel

Das neue Erlebnis zum Einreiben mit PERNATON Gel. Das fettfreie Einreibemittel mit hochwertigen **GAG-Glykosaminoglykanen** und original PERNA®-Extrakt, den speziellen Vitalstoffen aus dem Meer für Bindegewebe und Gelenke, kühlt sofort wohltuend und wärmt danach mit intensiver Hautdurchblutung. Die **Anwendung** ist einfach: 2-3 Portionen leicht einmassieren an Stellen wie: Nacken, Schultern, Rücken, Ellbogen, Armen, Beinen, und Füßen.



Tube à 125ml

Sportler verwenden das Gel zur Unterstützung vor der Aufwärmphase und nach dem Sport zur raschen Erholung und besseren Regeneration. PERNATON Gel riecht angenehm frisch und zieht sofort ein.

**Für
Ionto- und
Phonophorese
geeignet**



NEU!

1kg Profi-Packung mit Dosierspender für den täglichen Einsatz in der Praxis!

1kg Profi-Packung

Gratis-Info und Muster Anforderung:

Vorname: _____
Name: _____
Beruf: _____
Strasse: _____
PLZ/Ort: _____

Semomed AG, Postfach, 4002 Basel Fax 061-272 98 73

für Bindegewebe und Gelenke

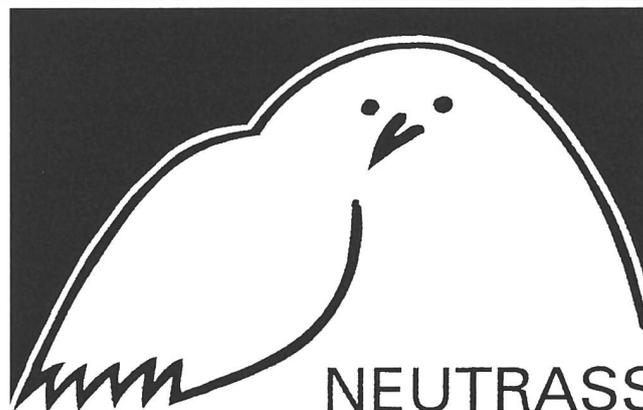
et al., 1995, S. 109 ff.). Es handelt sich also um ein ganzes Sammelsurium von erwünschten Zielen, ohne dass eines direkt mehr gewichtet würde (Methoden zur komplexen Kraftentwicklung). Häufig wird diesem Umstand in der Therapie zu wenig Rechnung getragen. Wenn ein Patient wegen Schmerzen, Gelenkbelastung oder anderen Problemen nicht an die Intensität herankommt, die für einen optimalen Muskelaufbau nötig wäre, wird häufig die niedrigere Belastung durch eine grössere Wiederholungszahl «kompensiert». Die rein physikalische Rechnung mag wohl aufgehen, aber es werden nicht diejenigen Faktoren verbessert, die eigentlich verbessert werden sollten. Es werden unter anderem die «falschen» Energiebereitstellungssysteme angesprochen. Dies ist gerade im Bereich der Kraftausdauer insofern ungünstig, da dann die negativen Auswirkungen der Laktatbelastung überwiegen können. Ein erhöhter Laktat Spiegel belastet den Kreislauf, wenn auch nur für relativ kurze Zeit, die Regeneration des Kreatinphosphatspeichersystems wird beeinträchtigt, die Bewegungskoordination verschlechtert sich bei starker Übersäuerung. Unter Umständen wirkt sich das saure Milieu hemmend auf Wundheilungsprozesse aus.

Es ist also sehr wichtig, nicht das Ziel der Methode, sondern die Methode dem Ziel anzupassen.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1) BIRNBAUMER N., SCHMIDT R.F.: Biologische Psychologie; 2. Auflage; 1991
- 2) DAVID E.: Beiträge zur Sportmedizin, Band 29: Grundlagen der Sportphysiologie; 1986
- 3) EHLENZ H., GROSSER M., ZIMMERMANN E., ZINTL F.: Krafttraining: Grundlagen, Methoden, Übungen, Leistungssteuerung, Trainingsprogramme; 5. Auflage; 1995
- 4) ENGELHARDT M., NEUMANN G.: Sportmedizin: Grundlagen für alle Sportarten; 1994
- 5) FLECK S.J., DEAN S.D.: Resistance-training experience and the pressor response, during resistance exercise; Journal of Applied Physiology; 1987; 63: 116–120
- 6) GAMBKE B., MÜLLER C.: Accusport: Evaluation of a new system for determining lactate in capillary blood; Poster presented at the 33rd German Congress of Sports Medicine; 1993
- 7) GUSTAVSEN R., STREECK R.: Trainingstherapie im Rahmen der Manuellen Medizin: Prophylaxe und Rehabilitation; 2. Auflage; 1991
- 8) HAENNEL R., KOON-KANG T., QUINNEY A., KAPAGODA T.: Effects of hydraulic circuit training in cardiovascular function; Medicine and science in Sports and Exercise; 1989; 21: 605–612
- 9) HOLLMANN W., HETTINGER T.: Sportmedizin: Arbeits- und Trainingsgrundlagen; 2. Auflage; 1990
- 10) HÖLTKE V., VÖLKER B., FISCHER W.: Erste Praxiserfahrungen mit dem neuen Laktatmessgerät «Accusport»; Leistungssport; 1994; 5: 17–19
- 11) KEIDEL W.D. (Hrsg.): Kurzgefasstes Lehrbuch der Physiologie, 6. Auflage, 1985
- 12) KOMI P.: Kraft und Schnellkraft im Sport, 1994
- 13) LIESEN H.: Sportmedizinisch orientierte Trainingssteuerung; in Brack R., Hohmann A., Wieland H. (Hrsg.): Trainingssteuerung, 1994, 74–85
- 14) MacDOUGALL J.D., TUXEN D., SALE D.G., MOROZ J.R., SUTTON J.R.: Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise; Journal of Applied Physiology; 1985; 58: 785–790
- 15) MARTIN D., CARL K., LEHNERTZ K.: Handbuch der Trainingslehre; 1991
- 16) RADLINGER L., BACHMANN W., HOMBURG J., LEUENBERGER U., THADDEY G.: Rehabilitative Trainingslehre, Thieme Verlag Stuttgart 1997 (im Druck)
- 17) RADLINGER L., BACHMANN W., HOMBURG J., LEUENBERGER U., THADDEY G.: Rehabilitatives Krafttraining, Thieme Verlag Stuttgart 1998 (im Druck)
- 18) SCHMIDT R.F., THEWS G. (Hrsg.): Physiologie des Menschen, 23. Auflage; 1987
- 19) SPRING H., KUNZ H.-R., SCHNEIDER W., TRITSCHLER T., UNOLD E.: Kraft: Theorie und Praxis; 1990
- 20) SPRING H., ILLI U., KUNZ H.-R., RÖTHLIN K., SCHNEIDER W., TRITSCHLER T.: Dehn- und Kräftigungsgymnastik: Stretching und dynamische Kräftigung; 4. Auflage; 1992
- 21) TESCH P.A., COLLIANDER E.B., KAISER P.: Muskel metabolism during intense, heavy-resistance exercise; European Journal of Applied Physiology; 1986; 55: 362–366
- 22) WEINECK J.: Optimales Training; 8. Auflage; 1994

ANZEIGE



NEUTRASS
VERSICHERUNGS-PARTNER AG

Führung des SPV-Versicherungssekretariats

- Erstellung, Ausbau, Beratung und Betreuung des SPV-Versicherungskonzeptes – eine kostenlose Dienstleistung für SPV-Mitglieder
- Ausführung von neutralen und unabhängigen Versicherungsanalysen in allen Versicherungsbereichen
- Erstellung von Prämien-/Leistungsvergleichen
- Durchsetzung von Leistungsansprüchen
- Verwaltung von Portefeuilles und Rahmenverträgen
- Ihre direkte Telefonnummer: **041 - 799 80 50**
Büro Graubünden/Rheintal: **081 - 284 80 89**

Gestion du bureau des assurances FSP

- Constitution, développement, assistance et conseils concernant le concept d'assurance FSP, des prestations gratuites pour les membres de la FSP
- Réalisation d'analyses neutres et indépendantes dans tous les domaines d'assurance
- Etablissement de comparaisons primes/prestations
- Surveillance de l'exécution des droits aux prestations
- Gestion de portefeuilles et de contrats-cadre
- Bureau régional pour la Suisse romande: **022 - 367 80 25**
Fax: **022 - 367 80 28**