

Zeitschrift: Physiotherapie = Fisioterapia

Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

Band: 37 (2001)

Heft: 9

Artikel: Akute kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung im Muskelaufbautraining : (Teil 2) : eine empirische Untersuchung bei maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung am Beispiel der Leg-Press

Autor: Bartholdi, Enrico / Schranz, Björn / Radlinger, Lorenz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-929173>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Akute kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung im Muskelaufbautraining¹

(Teil 2)

Eine empirische Untersuchung bei maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung am Beispiel der Leg-Press

Enrico Bartholdi (Physiotherapeut)

Björn Schranz (Physiotherapeut)

Lorenz Radlinger (Diplom-Sportlehrer, Sportwissenschaftler)

Die vorliegende Untersuchung soll zeigen, welche akute kardiovaskuläre und metabolischen Beanspruchungen bei Gesunden beim Muskelaufbautraining bei maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung auftreten können.

12 männliche gesunde Probanden (Durchschnittsalter: 25 Jahre \pm 1,6) absolvierten an der beidbeinigen Leg-Press bei RM14 in einwöchigem Abstand 14 (= maximale Ausbelastung), 11 (= submaximale Ausbelastung) und 7 Wiederholungen (mittlere Ausbelastung) à 5 Serien bei 3-minütigen Serienpausen. Als Parameter wurden kapilläres Laktat, Blutdruck und Herzfrequenz, Rate Pressure Product sowie subjektives Belastungsempfinden gewählt.

Ergebnisse: Herzfrequenz

Abbildung 7 zeigt exemplarisch das Herzfrequenzverhalten unter Kraftbelastung:

Das Ansteigen der HF kurz vor den Serien ist durch den gleichen Vorgang wie beim Blutdruck bedingt. Die HF nimmt mit Beginn der Belastung und mit zunehmender Seriendauer zu. Nach Belastungsende steigt die HF interessanterweise

noch einige Sekunden weiter an. Die genauen Mechanismen, über welche die HF-Reaktionen vermittelt werden, sind bisher noch nicht ausreichend bekannt. Die folgenden Vorgänge scheinen jedoch den wesentlichsten Anteil am HF-Anstieg zu haben:

Durch den stark erhöhten intrathorakalen Druck wird der venöse Rückstrom vermindert, was über eine ungenügende Füllung des linken Ventrikels das Herzminutenvolumen reduziert (Fleck 1994, 307). Dadurch verkleinert sich die Blutdruck-Amplitude (Differenz zwischen systolischem und diastolischem Blutdruck), was wiederum eine

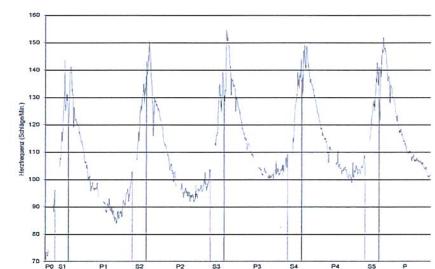


Abb. 7: Exemplarisches Verhalten der Herzfrequenz bei submaximaler Ausbelastung unter Kraftbelastung.

Enthemmung des Sympathikus und somit Steigerung der HF bewirkt. Dieser Vorgang wird als Valsalva-Mechanismus bezeichnet (Stegemann 1991, 241).

Inwiefern eine hormonale Sympathikusaktivierung an der Kreislaufanpassung unter Kraftbelastung beteiligt ist, untersuchten Meyer et al. (1992, 535ff.), wobei sie keine signifikante Korrelation der Plasma-Katecholaminspiegel (Adrenalin/Noradrenalin) zu HF und Blutdruck nachweisen konnten.

Dieselben Autoren führen an, dass durch den erhöhten intramuskulären Druck mechanische Rezeptoren entsprechende Reize empfangen, die über neurale Bahnen das Herz-Kreislauf-Zentrum im Stammhirn erreichen und dies eine Abnahme der vagalen Aktivität bewirkt.

Eine zusätzliche Stimulation des Stammhirnes erfolgt über den Cortex. Dieser Mechanismus scheint für die rasche Anpassung der HF an die veränderten Bedürfnisse entscheidend zu sein (Villiger in Saner 1993, 23). Villiger schreibt weiter, dass aufgrund experimenteller Daten auch eine Einflussnahme durch stoffwechselsempfindliche intramuskuläre Rezeptoren auf die HF diskutiert wird. Dies vor allem in Bezug auf die Feinadaptation der Herzeistung an die peripheren Bedürfnisse. Tabelle 6 zeigt die gemittelten Maxima bei der Herzfrequenz. Da die maximale HF mitunter

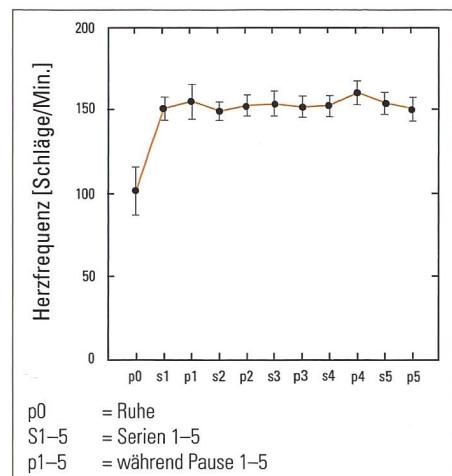


Abb. 8: Gemittelte maximale Herzfrequenz bei maximaler Ausbelastung.

1 Die zugrundeliegende Diplomarbeit wurde 2000 mit dem Wissenschaftspreis der Schweizerischen Gesellschaft für Sportmedizin ausgezeichnet.

Die Jubiläumsgeschenk-Serie geht weiter...

Preisaktion zum Abliegen: Manumed-Liege jetzt 1/3 günstiger

Liege-Bericht über die meistverlangte Manumed-Qualitätsliege «Optimal» von ENRAF NONIUS:

- 3-teilig
- mit Flexionslagerung und Trendelenburg-Position
- einfache Verstellung durch Gasdruckfedern
- verstellbare Höhe 45 cm–95 cm
- elektrisch mit Fuss-Schalter oder hydraulisch
- Polsterung grau mit Nasenschlitz, Breite 67 cm



Nur Fr. 2598.–
statt Fr. 3930.– exkl. MWSt.
Sie sparen:
Fr. 1332.–

MEDICARE

Mutschellenstrasse 115, 8038 Zürich, Tel. 01 482 482 6, Fax 01 482 74 88
e-mail: medicareAG@compuserve.com, www.medicareAG.ch

Unsere Partner für ENRAF NONIUS: Jardin Medizintechnik AG, Emmen; Comprys SA, Ascona; Concept Service Sàrl., Thônex.

SKS Rehab AG DER Schweizer Rollstuhl!

WolkenLEICHT sich fortbewegen...

... mit Elektro-Rollstuhl, Handrollstuhl oder ElektroScooter – wir zeigen Ihnen die besten Möglichkeiten. Individuelle Beratung, Vorführung, Probestellung und Service in der ganzen Schweiz!

«Mit SKS-Rollstühlen, mehr als nur fahren. Entscheiden Sie gut.»

SKS Rehab AG • 8762 Schwanden
Tel. 055 647 35 85 • Fax 055 647 35 86
e-mail: sks@sks-rehab.ch • www.sks-rehab.ch

Vita Concept

HIVAMAT 200 Tiefen-Oszillation – bevor das Trauma zum Alptraum wird



Bewährt zur Behandlung von:

- akuten Schmerzzuständen (Schleudertrauma)
- Myogelosen
- Wundheilungsstörungen – auch im offenen Wundbereich einsetzbar (Verbrennungen, Ulcus, Decubitus)
- Ödeme und Stauungen
- Narben



Kürzere Behandlungszeiten – schmerzfreie Behandlung – schnelle Regeneration

VitaConcept AG • Hagenbuchstr. 31 • 9000 St.Gallen • Tel 071/244 01 75 • Fax 071/245 45 51

• Natürlich gehts besser

	Serie 1	Pause 1	Serie 2	Pause 2	Serie 3	Pause 3	Serie 4	Pause 4	Serie 5	Pause 5
Max. Ausbel. (N = 5)	151	155	150	153	154	152	153	161	155	151
	±7	±11	±6	±6	±7	±6	±6	±7	±7	±7
Subm. Ausbel. (N = 12)	141	149	146	152	147	158	150	160	151	158
	±11	±5	±10	±11	±7	±11	±9	±10	±10	±10
Mittl. Ausbel. (N = 12)	130	137	130	138	132	141	131	141	134	142
	±8	±11	±7	±7	±9	±12	±15	±10	±10	±10

Tab. 6: Herzfrequenz: Gemittelte Maxima inklusive Standardabweichungen der drei Ausbelastungsarten.

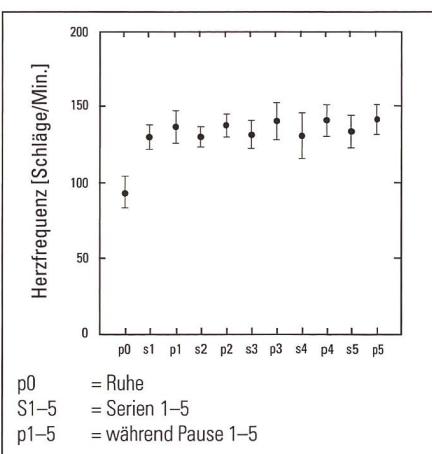
in die Pausen fällt (vgl. Abbildung 7), listen wir hier zusätzlich die Maxima der Pausen auf.

Maximale Ausbelastung: Innerhalb der maximalen Ausbelastung liegen nur die dritte gegenüber der zweiten Serie ($p = 0,043$) und die vierte gegenüber der dritten Pause ($p = 0,042$) höher. Die Pausenlänge reicht offenbar aus, um ein weiteres Ansteigen der HF zu verhindern.

Submaximale Ausbelastung: Bei der submaximalen Ausbelastung verbleibt die Serienbelastung auf gleichem Niveau. Im Pausenvergleich kommt nur die dritte Pause gegenüber der zweiten höher zu liegen ($p = 0,008$). Es lässt sich hier das Gleiche wie bei maximaler Ausbelastung interpretieren.

Mittlere Ausbelastung: Die maximale HF-Belastung der mittleren Ausbelastung bleibt sowohl für die Serien als auch für die Pausen während der ganzen Übungsdauer unverändert. Die HF-Belastung scheint hier dank der kurzen Seriendauer und der ausreichenden Pausen nicht weiter anzusteigen.

Vergleich: Gegenüber den anderen beiden Ausbelastungsarten bringt die mittlere Ausbelastung



eine deutlich geringere HF-Belastung mit sich ($0,043 \geq p \geq 0,002$). Dieses Resultat lässt darauf schliessen, dass die HF mit grösserer Wiederholungszahl und somit längerer Belastungsdauer zunimmt. Die maximale Ausbelastung liegt nur gerade in der ersten und in der dritten Serie sowie in der ersten Pause höher als die submaximale Ausbelastung. Dies könnte darauf hindeuten, dass eine Reduktion der Wiederholungszahl von 14 auf 11 die HF nur teilweise zu senken vermag.

Ergebnisse: Rate pressure product (RPP)

Die Resultate des RPP ergeben ein sehr ähnliches Bild wie die vorangehenden isolierten Ergebnisse von HF und Blutdruck.

Maximale Ausbelastung: Hier entsteht mit zunehmender Serienanzahl keine myokardiale Mehrbelastung. Es scheint, als ob bei einer tatsächlich maximalen Ausbelastung die Herz-Kreislauf-Belastung mit weiteren Serien nicht ansteigt.

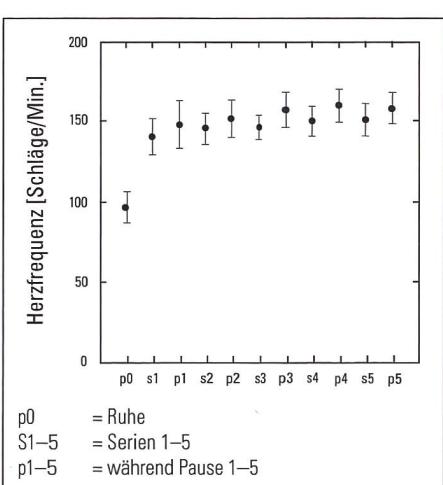
Submaximale Ausbelastung: Demgegenüber steht die submaximale Ausbelastung, welche von der ersten zur zweiten und von der dritten zur vierten Serie signifikante Zunahmen ergibt ($0,012 \geq p \geq 0,002$). Ob die Werte bei weiteren Serien noch ansteigen würden, ist aufgrund der unterschiedlichen Resultate des Blutdrucks und der HF nicht abzuschätzen. Wahrscheinlich könnte diese Frage nur durch das Resultat einer sechsten oder sogar siebten Serie beantwortet werden.

Mittlere Ausbelastung: Die mittlere Ausbelastung weist nur gerade in der zweiten Serie und in der zweiten Pause höhere Werte auf ($p = 0,023$; $p = 0,034$).

Die deutlich tiefere Wiederholungszahl von 7 pro Serie und die damit kürzere Seriendauer verhindert offenbar ein weiteres Ansteigen der myokardialen Belastung mit zunehmender Serienzahl.

Vergleich: Es zeigt sich, dass eine Reduktion der Belastungszeit um 5 s im Mittel für die submaximale Ausbelastung gegenüber der maximalen Ausbelastung keine wesentlich tiefere myokardiale Belastung mit sich bringt. So liegen denn nur die Werte der ersten Serie etwas tiefer ($p = 0,043$). Vergleicht man die mittlere mit der maximalen Ausbelastung, weisen die erste, dritte und vierte Serie bei der maximalen Ausbelastung höhere Werte auf.

Dass nicht die gesamte Belastung statistisch grösser ist, hängt mit der schon beim Blutdruck und der HF beschriebenen Problematik der geringeren Probandenanzahl ($N = 5$) und der damit verbundenen veränderten Standardabweichung zusammen. Dass die maximale Ausbelastung mit grosser Wahrscheinlichkeit trotz allem eine entscheidend grössere myokardiale Belastung darstellt, wird durch die Resultate des Vergleichs der mittleren mit der submaximalen Ausbelas-



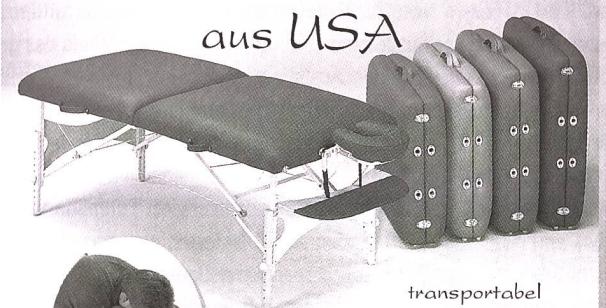
	1. Serie	2. Serie	3. Serie	4. Serie	5. Serie
Max. Ausbel. (N = 5)	26354	29553	30367	32303	31328
	± 3545	± 3804	± 3947	± 3752	± 6270
Subm. Ausbel. (N = 12)	25431	29749	30526	32901	35251
	± 6470	± 6793	± 5404	± 5604	± 6741
Mittl. Ausbel. (N = 12)	21189	22967	23659	24559	25508
	± 4818	± 5671	± 6727	± 6555	± 4779

Tab. 7: Rate Pressure Product: Gemittelte Maxima inklusive Standardabweichung der drei Ausbelastungsarten.

BEHANDLUNGSTISCHE

Das unübertroffene Original

aus USA



Sitzmassage
Portal Pro



Kataloge anfordern oder
Besichtigungstermin vereinbaren

OAKWORKS - G.Dawson

Berninastr. 11
CH - 8057 Zürich
Tel. 01 - 312 26 07
Fax 01 - 312 27 20



BESUCHSZEITEN (bitte nur nach Voranmeldung)
Mo & Di & Fr & Sa 9 - ~18 Uhr (Mi + Do geschlossen)

PRAXIS ZUBEHÖR



LASER-THERAPIE

Der LASER für schwierige Fälle

Analgesie / Regeneration /
Immunstimulation / Entzündungshemmung

Weitere Modelle

von 20 - 50mW rot und infrarot
Pocket-Therapy Laser Akupunktur-Laser
Komplett-Systeme mit Scanner bis 400mW
Dental-Laser 60-300mW

LASOTRONIC AG, Blegistrasse 13

CH-6340 Baar-Zug

Tel. 041 - 768 00 33 / Fax 041 - 768 00 30
lasotronic@lasotronic.ch www.lasotronic.ch

Pour la Romandie:

Technofit, Cheseaux s/Lausanne
Tel. 021 - 732 12 57 Fax 021 - 731 10 81



LASOTRONIC

Neues therapeutisch-medizinisches Bewegungs- und Trainings-System

Mit wenig Platz eine neue Atmosphäre schaffen.

Den Tarifvertrag wertschöpfend anwenden.

Sich von Routine entlasten.

Den eigenen Körper schonen.

Zeit gewinnen für individuelle Beratung und Behandlung.

- Keine drastischen Eingriffe.
- Eigene Behandlungskonzepte, Praxisfläche und Bisheriges behalten.
- Qualitätsbewusst wissenschaftlich und ganzheitlich therapieren.
- Automatisch aufzeichnen.
- Überzeugend.

KOORDINATIONS-DYNAMIK MIT DEM GIGER MD BEWEGUNGSSYSTEM

Unverbindlicher Schnupperkurs. Rufen Sie jetzt an: Telefon 041 - 741 11 42

Physiotherapie Thomas und Domenica Nyffeler
Bahnhofstrasse 1, 6312 Steinhäusen

Werbetypografik für jeden

Die Kissen(r)evolution

swiss hand made



Laub



Wolle



Getreide



Daunen



Neu: adatto



adatto ist **das erste Nackenkissen**, das sich **jeder therapeutischen Ausgangslage** exakt anpasst. Unterschiedlich harte Schaumstoffeinsätze, die in die Hohlkammern des elastischen Naturlatex-Kerns eingelegt werden, machen adatto zu einem wahren Verwandlungskünstler.

In der Höhe und Härte beliebig verstellbar, korrigiert adatto ungünstige Schlafhaltungen **individuell** und sorgt für **maximale Entspannung**. Bei der neuen Kissensensation handelt es sich um ein **Schweizer Produkt**.

adatto™
Nackenkissen mit System

Bestellungen und Informationen bei

adatto · Bahnhofstrasse 8 · CH-6110 Wolhusen · www.adatto.ch
E-mail: info@adatto.ch · Tel. 041-928 14 24 · Fax 041-928 10 62

Wärmetherapie durch

medizinisches Infrarot-A:

- Rheuma
- Arthrose
- Lumbalgie
- Ulcus cruris
- Sinusitis / Otitis
- Schmerztherapie
- muskuläre Verspannungen
- bei Sportverletzungen



hydrosun® 500-Strahler

Nur ein geringer Wellenlängenanteil des Infrarotspektrums kann die Hautoberfläche durchdringen und ist tiefenwirksam. Sein therapeutisches Potential ist allerdings beträchtlich.

Hydrosun stellt diese schonende und hochwirksame Strahlung mit einem einzigartigen mobilen Strahler für ein breites Anwendungsspektrum bereit.

Informieren Sie sich zum neuen Therapiekonzept mit gefiltertem Infrarot-A. Ein breites Angebot von Forschungsergebnissen namhafter Forscher liegt vor.



Jardin
Medizintechnik ag
Feldmattenstrasse 10
CH-6032 Emmen

Tel. 041 260 11 80
Fax 041 260 11 89

Faxantwort für Infos
041 260 11 89
-ausfüllen-kopieren-senden
Stempel:

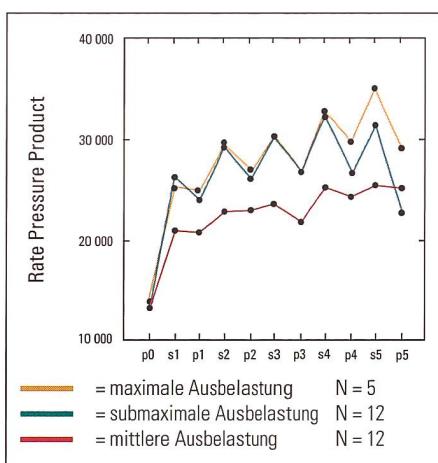


Abb. 11: Gemitteltes maximales RPP bei allen drei Ausbelastungsarten.

tung untermauert, da dort die Probandenanzahl wieder bei 12 lag. So liegen denn die RPP-Werte der mittleren Ausbelastung klar tiefer als diejenigen der submaximalen Ausbelastung. Wie-derum scheint die um 7 s kürzere Belastungszeit eine geringere Herz-Kreislauf-Belastung mit sich zu bringen.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die in diesem Kapitel enthaltenen Empfehlungen beziehen sich immer auf RM14 sowie in erster Linie auf die Bereiche Prävention und Rehabilitation und nicht auf den Leistungssport, wo zugunsten der Leistung oft gewisse gesundheitliche Risiken in Kauf genommen werden.

Die folgenden allgemeinen Empfehlungen sowie die Empfehlungen zum Laktat gelten sowohl für Gesunde (Patienten ohne kardiovaskuläre Risiken) als auch mit Einschränkung für Herz-Kreislauf-Patienten (Patienten mit pathologischen Veränderungen am kardiovaskulären System mit ärztlicher Erlaubnis zum Muskelaufbautraining).

Die Empfehlungen zum Blutdruck und zur Herzfrequenz beziehen sich nur auf Herz-Kreislauf-Patienten, da solche kardiovaskulären Reaktionen, wie sie bei unserer Untersuchung aufgetreten sind, für Gesunde, mit Einschränkung der alters-abhängigen Limite für die maximale Herzfrequenz (beim symptomatisch limitierenden Belastungstest wird die maximale HF von Saner (1998), altersabhängig nach der Formel 210 bis 220 minus Lebensalter definiert) unbedenklich sind.

Allgemein empfehlen wir:

- Vermeiden von Pressatmung und Glottisschluss durch Ausatmung während der konzentrischen Phase der Bewegung.
- Vermeiden von unnötigem Anspannen von an der korrekten Bewegungsausführung nicht beteiligter Muskulatur. Dies bedingt eine gute

intermuskuläre Koordination, was entsprechend geübt werden sollte.

- 10 Minuten leichte aerobe Belastung im Anschluss an Hypertrophietraining führt zu beschleunigtem Laktatabbau beziehungsweise rascherer Regeneration allgemein (Buskies et al. 1996, 180): Dies gilt vor allem nach der Belastung von grossen Muskelgruppen bei maximaler und submaximaler Ausbelastung.
- Die arbeitende Muskelmasse möglichst klein halten.

Laktat

Lecsko/Varisco (1996, 58) erhielten bei ihrer Untersuchung an der Leg-Press (5 Serien à 10 Wiederholungen mit 3 min Pause) Mittelwerte von 5,6 mmol/l \pm 2,0 (Ruhelaktat ist subtrahiert) nach der 5. Serie (Minimum: 3,3 mmol/l; Maximum: 8,8 mmol/l). Auf ähnliche Werte (wie diese Studie bei der maximalen Ausbelastung der Belastungsdauer) stiessen Tesch et al. (1986, 362ff.) bei einem Kraftaufbautraining mit Bodybuildern mittels vier (nicht näher beschriebenen) Beinübungen: Bei je 6 Serien à 10 Wiederholungen (bei allerdings nur einminütigen Pausen) ergaben sich maximale Mittelwerte von 13,3 mmol/l. Maximale Werte fanden Krämer et al. (1987, 250) bei ihrer Untersuchung an einer Gruppe von Bodybuildern und Gewichthebern vor: Diese hatten an 10 Geräten je 3 Serien à 10 Wiederholungen mit maximaler Ausbelastung auszuführen. Zwischen den Serien betrug die Pausenlänge 10 s, zwischen den Geräten abwechselnd 30 bzw. 60 s. Fünf Minuten nach Abschluss des Trainings wurde das Laktat entnommen. Beide Gruppen wiesen Mittelwerte von > 21 mmol/l auf. Bei all diesen Untersuchungen fand die Belastungsdauer keine Berücksichtigung, so dass die Zeitdauer der Belastung unbekannt bleibt. Dies hätte allerdings Auswirkungen auf die Art und Intensität der Energiebereitstellung.

Oft gelangen beim Muskelaufbautraining drei und mehr Serien zur Anwendung. Zugunsten eines tieferen Laktatwertes nur zwei Serien durchzuführen, erachten wir aufgrund fehlender wiederholter Ausbelastung (Belastungsumfang) und dadurch möglicherweise reduziertem Hypertrophiereiz als wenig sinnvoll. Betrachtet man nämlich die Mittelwerte nach drei Serien, so liegen diese bei der maximalen Ausbelastung immer noch bei zu hohen 10,9 mmol/l. Die 8,1 mmol/l bei der submaximalen Ausbelastung sind unserer Meinung nach knapp akzeptabel, während 4,8 mmol/l bei der mittleren Ausbelastung problemlos sind. Folgerichtig müsste aus metabolischer Sicht zum Schutze des Immunsystems zumindest bei grossen Muskelgruppen auf die maximale Ausbelastung verzichtet werden, besonders bei

älteren Patienten mit reduzierter Immunreaktion. Die submaximale Ausbelastung stellt diesbezüglich einen Grenzfall dar. Eindeutig am wenigsten wird das Immunsystem jedoch bei der mittleren Ausbelastung angegriffen, mit dem Preis des geringeren Ausbelastungsgrades und somit auch nicht optimalen Hypertrophiereizes.

Allerdings wird dieses Problem offenbar in gewissem Masse entschärft, so lange eine relativ kleine Muskelmasse eingesetzt wird. Pollmann (1993, 100f) fand in seiner Untersuchung nach 5 Serien Biceps-Curls respektive Bankdrücken à je 10–12 Wiederholungen mit jeweils 3 min Pause nach der letzten Serie Werte von 3–4 beziehungsweise 6–7 mmol/l. Allerdings wurde in dieser Untersuchung das Laktat jeweils direkt nach der Serie entnommen, so dass die Werte in Wahrheit etwas höher liegen dürften (vgl. S. 27). Die Bemerkung von Radlinger (1987, 117) scheint also richtig, dass es einer bestimmten Mindestgrösse an eingesetzter Muskelmasse bedarf, um mittels Blutlaktat entsprechende Aufschlüsse zu erhalten. Das heisst, dass bei kleiner Grösse an eingesetzter Muskelmasse die Laktatwerte beim Kraftaufbautraining ziemlich tief bleiben werden und somit für das Immunsystem wohl problemlos sind. Zu beachten ist aber die mögliche Akkumulation über die Trainingsdauer.

Da sich Patienten im Allgemeinen wohl nicht maximal «ausbelasten» (Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, Instabilitäten, Ausweich- und Kompensationsbewegungen, allgemein fehlende oder unter Ermüdung zunehmend schlechtere inter- und intramuskuläre Koordination, fehlendes Ausbelastungsgefühl, Angst vor scheinbar zu hohen Gewichten, fehlender Wille/Motivation etc.), wäre das Risiko von hohen Azidosen von Beginn weg geringer. Andererseits ist denkbar, dass dafür rascher Azidosen, als bei unserer Untersuchungsgruppe, die sich doch in relativ guter körperlicher Verfassung befindet, auftreten. Jedenfalls weisen Untersuchungen an 400-m-Läufern auf einen späteren Laktatanstieg der besten im Vergleich zu andern 400-m-Läufern hin (Keul u. Berg 1986, 213).

Blutdruck

Da in der Literatur keine greifbaren Angaben über nicht zu überschreitende HF-/Blutdruck- und RPP-Werte im Muskelaufbautraining vorliegen, empfehlen wir für Patienten mit pathologischen Veränderungen am kardiovaskulären System, eine individuelle Belastungsergometrie an jedem Kraft-Trainingsgerät respektive für jede Übung unter Aufsicht eines Kardiologen durchzuführen, um die jeweilige Belastung auf ihre Tolerierbarkeit zu überprüfen. Dies sollte unbedingt mittels einer kontinuierlichen Messmethode ermittelt werden, denn nur so kann auch sichergestellt

werden, dass die jeweiligen Maximalwerte erfasst werden können. Dieser Ansicht sind auch Verrill et al. (1996, 353ff.). Unseres Wissens gibt es dafür nur zwei Möglichkeiten: Finapres® (wie wir sie in unserer Untersuchung verwendeten) oder intraarterielle invasive Messung mittels Angiokatheter.

Diese in der Praxis aufwändige Empfehlung gründet sich auf folgende Überlegungen:

Bekannte Angaben über Blutdruck- und HF Grenzwerte unter Belastung stammen aus der Belastungsergometrie der Kardiologie (vgl. Guide pour les épreuves d'effort 1979, 72; Kindermann 1987, 244ff.; Csapo 1980, 144; Rost et al. 1982, 67ff.).

Nach Verrill et al. (1996, 351) stellt jedoch das RPP einen besseren Indikator für die kardiovaskuläre Beanspruchung unter Kraftbelastungen dar als Blutdruck und HF einzeln. Nach ihnen sollte der Trainingswert nicht höher steigen als der bei der Belastungsergometrie (bei Zeichen oder Symptomen von myokardialer Ischämie) aufgetretene Wert. Ob diese Angaben so übernommen werden können, ist allerdings fraglich. So entstehen im Muskelaufbautraining nur kurze, wenige Sekunden dauernde Belastungsspitzen. Bei der üblichen Belastungsergometrie nehmen Blutdruck und HF jedoch über einen längeren Zeitraum stetig zu. Es handelt sich hier also um eine Art Blutdruck- und HF-Steady-State.

Zudem weisen Meyer et al. (1992, 536) darauf hin, dass bei gleicher HF im Krafttraining der Blutdruck und somit auch das RPP höher sind als bei der Fahrradergometrie. Selbst bei vergleichbarem RPP darf nicht vergessen werden, dass dieses beim Muskelaufbautraining in grösserem Masse durch den Blutdruck beeinflusst wird, was wiederum zu einer anderen kardiovaskulären Belastung führt. Hier ist zudem anzufügen, dass das RPP unter Einfluss von Betablockern und Calcium-Antagonisten keine klare Aussage mehr liefert (Saner et al. 1993, 24).

Aber auch im Kraftaufbau selbst dürften die Werte an verschiedenen Geräten kaum vergleichbar sein: So fanden Wiecek et al. (1990, 1069) höhere intraarterielle Blutdruckwerte während Arm- als während Beinübungen. Verrill et al. (1996, 351) sind zudem der Meinung, dass die Unterschiede obere versus untere Extremität

bezüglich akuten Kreislaufreaktionen noch genauer untersucht werden müssten.

Die semiobjektiven Abbruchkriterien (Kindermann 1987, 244ff.; Csapo 1980, 144) wie Angina Pectoris, Schwindel, Blässe, Zyanose, fehlender Blutdruckanstieg, sinkender Blutdruck unter den Ruhewert sowie Hebung oder Senkung der ST-Strecke im EKG sollten selbstverständlich beachtet werden. Nach der fünften Serie liegen bei allen Ausbelastungsarten systolische Werte zwischen 200 mmHg und 250 mmHg vor. Zu beachten ist, dass die submaximale im Vergleich zur mittleren Ausbelastung über Serie 1–5 eine signifikant höhere Belastung darstellt.

Würden aus Mangel an anderen Angaben, trotz den oben angeführten Überlegungen, die gängigen Abbruchkriterien aus der Belastungsergometrie angewandt, so könnte man, nur den systolischen Blutdruck betrachtet, alle drei Ausbelastungsarten für Herzpatienten generell als weitgehend zumutbar bezeichnen.

Zwei wichtige Punkte dürfen jedoch nicht vergessen werden:

1. Einige Probanden überschreiten, die Standardabweichungen eingerechnet, den untersten Grenzwert von 250 mmHg (höchster gemessener systolischer Blutdruck = 312 mmHg).
2. Es wäre möglich, dass Herzpatienten mit höheren systolischen Blutdruckwerten reagieren.

Beim diastolischen Blutdruck ergibt sich ein anderes Bild: Ginge man vom Abbruchkriterium bei einem diastolischen Blutdruck ≥ 130 mmHg aus, so dürften Herzpatienten keine der drei Ausbelastungsarten durchführen. Denn bei der maximalen respektive submaximalen Ausbelastung wird dieser Wert bereits ab der zweiten Serie (143 ± 11 bzw. 142 ± 23), bei der mittleren Ausbelastung ab der dritten Serie (132 ± 30) überschritten. Werden wiederum die Standardabweichungen berücksichtigt, so wird der diastolische Blutdruckwert von 130 mmHg bei allen drei Ausbelastungsarten bereits in der ersten Serie übertroffen (128 ± 12 ; 128 ± 23 ; 122 ± 25). Da ein hoher diastolischer Blutdruck den myokardialen O_2 -Bedarf nicht direkt bestimmt und dabei die Koronarperfusion sogar noch unterstützt, setzen wir hinter die Übertragbarkeit dieses Abbruchkriteriums

auf das Muskelaufbautraining ein noch grösseres Fragezeichen als beim systolischen Blutdruck. Wird Muskelaufbautraining mit der hier untersuchten Methode durchgeführt und soll die maximale Blutdruckbelastung dabei möglichst gering gehalten werden, so wäre – wie schon erwähnt – die mittlere Ausbelastung der submaximalen und der maximalen Ausbelastung vorzuziehen.

Herzfrequenz

Bei allen drei Ausbelastungsarten resultiert nach Serie 3 eine HF von ≥ 140 /min. Wieder die Abbruchkriterien des Belastungs-EKGs nach der Formel $210 - 220$ minus Lebensalter angewendet, bedeutet dies bezüglich des maximalen Patientenalters (Gesunde und Herzpatienten ohne Symptome im Belastungs-EKG) beispielsweise (maximale und submaximale Ausbelastung zusammengekommen, da allgemein keine signifikanten Unterschiede):

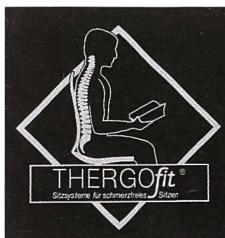
- maximale und submaximale Ausbelastung: 52- bis 62-jährig
- mittlere Ausbelastung: 69- bis 79-jährig

Bei maximaler und submaximaler Ausbelastung wäre für Patienten dieses Alters eine vierte Serie nicht mehr empfehlenswert, da bei der maximalen Ausbelastung ein signifikanter Anstieg vorliegt und sich die beiden Ausbelastungsarten statistisch nicht unterscheiden. Demnach würde beim Durchführen von vier Serien das maximale Patientenalter auf 49- bis 59-jährig absinken. Bei der mittleren Ausbelastung dürfen hingegen auch 69- bis 79-jährige Patienten fünf Serien absolvieren.

Wie schon beim Blutdruck bemerkt, hilft auch hier eine Reduktion von 14 auf 11 Wiederholungen also nicht, um die HF klar abzusenken. Demgegenüber lässt sich bei der mittleren Ausbelastung das maximale Patientenalter potenziell um 17 Jahre steigern.

Wieder bleibt zu bedenken, dass dies Mittelwerte sind und, dass Untrainierte oder Herz-Kreislauf-Patienten mit anderen HF-Werten reagieren könnten. Unter Berücksichtigung dieser und obigen Überlegungen sind diese Altersangaben entsprechend vorsichtig zu behandeln.

ANZEIGE



RÜCKENSCHMERZEN?

www.sitzen.ch

Thergofit AG
Am Platz 10
CH-7310 Bad Ragaz
Tel. 081 - 300 40 40

Rate Pressure Product

Da wir in der Literatur keine Angaben über nicht zu überschreitende RPP-Maximalwerte gefunden haben, ist es schwierig, hierfür klare Schlussfolgerungen und Empfehlungen zu formulieren. Das

RPP als Produkt aus dem systolischen Blutdruck und der HF spiegelt jedoch grösstenteils die vorangehenden Resultate wider.

Aus der Auswertung geht hervor, dass auch hier die mittlere Ausbelastung die tiefste myokardiale

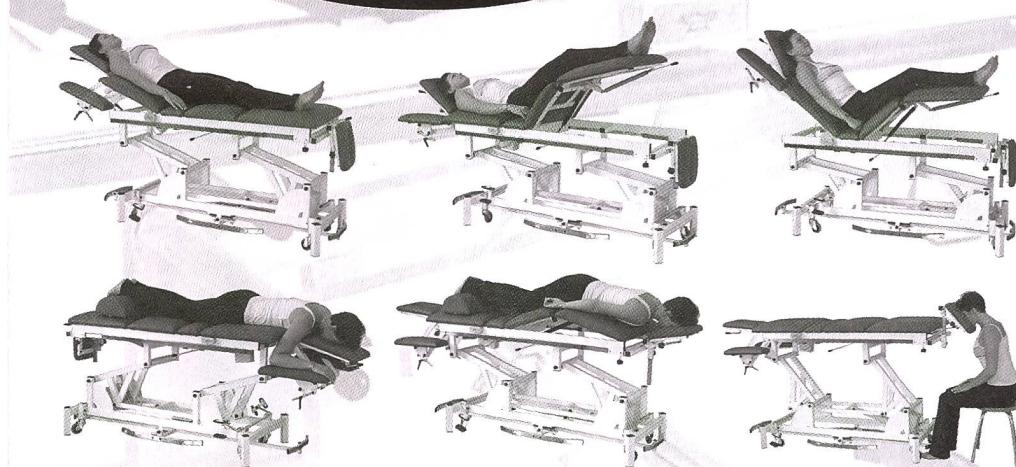
Maximalbelastung darstellt. Noch einmal wird bestätigt, dass die Reduktion der Wiederholungen um 3 Wiederholungen von maximal zu submaximal Ausbelastung keine tiefere Maximalbelastung für das Myokard mit sich bringt.

LITERATURVERZEICHNIS

- ACHERMANN Y., BÄNZIGER B., HUG P. (1995): Blutdruck im Krafttraining. Diplomarbeit Sportlehrerdiplom II ETH Zürich, Abteilung für Turn- und Sportlehrer
- BJARNASON B. (1986): Krafttraining mit Koronarpatienten (Teil 2). *Herz, Sport und Gesundheit*, 3, 12–14.
- BÜHRLE M., WERNER E. (1985): Muskelquerschnittstraining der Bodybuilder. In: Bürkle M. (Hrsg.): *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*. Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, Bd. 56, Verlag Karl Hofmann Schorndorf, 199–212.
- BUSKIES W., BOECK-BEHRENS U., ZIESCHANG K. (1996): Möglichkeiten der Intensitätssteuerung im gesundheitsorientierten Krafttraining. *Sportwissenschaft* (26), 2, 171–183.
- CSAPO G. (1980): Konventionelle und intrakardiale Elektrokardiographie. *Documenta Geigy*
- FLECK S.J. (1994): Kardiovaskuläre Reaktionen und Adaptationen während Kraftbelastungen. In: Komi PV (Hrsg.): *Kraft und Schnellkraft im Sport*. Deutscher Ärzte-Verlag, 302–310.
- FRÖHLICHER V.F. (1987): *Exercise and the heart. Clinical concepts*, 2. Auflage, Chicago, Year Book Medical Publishers
- GABRIEL H., KINDERMANN W. (1998): Leistungssport und Immunsystem – Immunologische Grundlagen, belastungs- und trainingsbedingte Veränderungen des Immunsystems, Infektionen, Substitution. *Leistungssport* (28), 5, 5–13.
- GUIDE POUR LES ÉPREUVES D'EFFORT (1979): Epreuves d'effort et réadaptation de la Société française de cardiologie. *Arch. Mal. Cœur*, numéro spécial.
- HASSELBACH W. (1975): Muskel. In: Gauer O.H., Kramer K., Jung R. (Hrsg.): *Physiologie des Menschen*. München: Verlag Urban und Schwerzenberg.
- HOLLMANN W., HETTINGER T. (1990): *Sportmedizin: Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart: Schattauer Verlag.
- HOLLMANN W. et al. (1982): Gefahren im Breitensport – insbesondere für den älteren Menschen – aus internistischer Sicht. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 33, 147–150.
- HURLEY B.F., SEALS D.R., EHSANI A.A., CARTIER L.J., DALSKY G.P., HAGBERG J.M., HOLLOSZY J.O. (1984): Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (16), 5, 483–488.
- JONES R.D., BROWN A.G., ROULSON C.J., SMITH I.D., CHAN S.C. (1992): The upgraded Finapres 2300e. A clinical evaluation of a continuous non-invasive blood pressure monitor. *Anaesthesia* (47), 8, 701–705.
- KEUL J., BERG A. (1986): Energiestoffwechsel und körperliche Leistung. In: Hollmann W. (Hrsg.): *Zentrale Themen der Sportmedizin*. Berlin: Springer Verlag, 196–243.
- KINDERMANN W. (1987): Ergometrie-Empfehlungen für die ärztliche Praxis. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* (38), 6, 244–268.
- KRAEMER W.J., NOBBE B.J., CLARK M.J., CULVER B.W. (1987): Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *International Journal of Sports Medicine* (4), 8, 247–252.
- LARSEN R. (1997): Anästhesie und Intensivmedizin für Schwestern und Pfleger. Berlin: Springer Verlag, 338ff.
- LECSKO S., VARISCO F. (1996): Kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung beim Krafttraining. Ein Vergleich der physiologischen Parameter Blutdruck, Herzfrequenz und Blutlaktat während eines Muskelaufbaustrainings und eines submaximalen Kraftausdauertrainings. Bern: Diplomarbeit Physiotherapieschule Feusi.
- LEHMANN M., BAUR S., BUCK S., GASTMANN U., LEHMANN C., LIU Y., LORMES W., OPITZ-GRESS A., REISSNECKER S., SIMSCH C., STEINACKER J.M. (1999): Übertraining und Leistungsminderung – Vom harten Training, grosser Wettkampfdichte und kurzen Regenerationszeiten. *Leistungssport* (30), 5, 23–29.
- LIESEN H. (1994): Sportmedizinisch orientierte Trainingssteuerung. In: Brack R., Hohmann A., Wieland H. (Hrsg.): *Trainingssteuerung*. Stuttgart: Verlag Stephanie Naglschmid, 74–85.
- LIESEN H., BAUM M. (1997): Sport und Immunsystem. Praktische Einführung in die Sportimmunologie. Stuttgart: Hippokrates Verlag.
- LINSENBARNDT S., THOMAS T.R., MADSEN R.W. (1992): Effect of breathing techniques on blood pressure response to resistance exercise. *British Journal of Sports Medicine* (26), 2, 97–100.
- LORENZ R. et al. (1993): Veränderungen immunologischer Messgrößen durch intensive Kraftausdauerbelastungen. In: Tittel K., Arndt K.H., Hollmann W. (Hrsg.): *Sportmedizin – gestern – heute – morgen*. Leipzig: Barth, 206–210.
- MAC DOUGALL J.D., MC KELVIE R.S., MOROZ D.E., SALE D.G., MC CARTNEY N., BUCK F. (1992): Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. *Journal of applied physiology* (73), 4, 1590–1597.
- MAC DOUGALL J.D., MOROZ D.E., SALE D.G., SUTTON J.R., TUXEN D. (1985): Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *Journal of applied physiology* (58), 3, 785–790.
- MADER A. (1984): Eine Theorie zur Berechnung der Dynamik und des steady state von Phosphorylierungszustand und Stoffwechselaktivität der Muskelzelle als Folge des Energiebedarfs. Köln: Habilitationsschrift Sporthochschule.
- MARKWORTH P. (1983): *Sportmedizin 1 – Physiologische Grundlagen*. Hamburg: Rowohlt Verlag.
- MC KELVIE R.S., MC CARTNEY N. (1990): Weightlifting Training in Cardiac Patients. *Sports Medicine* (10), 6, 355–364.
- MEYER K., KARDOS A., SAMEK L., LEHMANN M., KUNZ K., CASPAR U. et al. (1992): Intervall-Kraftbelastung im Vergleich zu Fahrradergometer-Belastung. Untersuchung zum Einsatz von Kraftausdauertraining bei Koronarpatienten. *Zeitschrift für Kardiologie* (81), 10, 531–537.
- NEUMANN G., SCHÜLER K.P. (1989): Sportmedizinische Funktionsdiagnostik. Leipzig.
- NOVAK H. et al. (1990): Boerhaave-Syndrom nach Aerophagie und Pressatmung. *Med. Sport* (30), 213–216.
- POLLMANN D. (1993): Muskuläre Beanspruchung im Mikrozzyklus des Krafttrainings. Eine elektromyographische Analyse dynamischer und isometrischer Krafttrainingsformen. Berichte und Materialien des Bundesinstituts für Sportwissenschaft (8/93); Köln: Verlag Sport + Buch Strauss.
- RADLINGER L., BACHMANN W., HOMBURG J., LEUENBERGER U., THADDEY G. (1998 a): Rehabilitative Trainingslehre, Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- RADLINGER L., BACHMANN W., HOMBURG J., LEUENBERGER U., THADDEY G. (1998 b): *Rehabilitatives Krafttraining*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- RADLINGER L. (1987): Lokale Kraftausdauer. Theoretische und empirische Untersuchungen leistungsbestimmender Parameter. Köln: Dissertation Deutsche Sporthochschule.
- ROITT Y. (1993): *Leitfaden der Immunologie*, 4. Auflage, Berlin: Blackwell Wissenschaft.
- ROSTR. HOLLMANN W., HECK H., LIESEN H., MADER A. (1982): Belastungsuntersuchungen in der Praxis. Grundlagen, Technik und Interpretation ergometrischer Untersuchungsverfahren. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- ROSTR. (1984): *Herz und Sport*, Erlangen: Perimed Verlag.
- ROSTR. (1989): Krafttraining bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Sporttherapie in Theorie und Praxis (5), 2, 9–12.
- RÜGHEIMER E., PASCH T. (Hrsg.) (1985): *Notwendiges und nützliches Messen in Anästhesie und Intensivmedizin*. Berlin: Springer Verlag, 221–227.
- SANER H. (Hrsg.) (1993): *Kardiale Rehabilitation*, Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- SANER H. (1998): Referat: Belastungstests im Focus.
- SCHMIDT R.F., THEWS G. (Hrsg.) (1987): *Physiologie des Menschen*, 23. Auflage, Berlin: Springer.
- SEIFERT A. et al. (1990): Krafttraining – Eine Empfehlung für Herzpatienten? *Herz, Sport und Gesundheit*, 7, 56–57, Ausgabe B.
- SILBERNAGL S., DESPOPOULOS A. (1991): *Taschenatlas der Physiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- STEGEMANN J. (1991): *Leistungsphysiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- STONE M. (1987): Heart rate and lactate levels during weighttraining exercise in trained and untrained men. *Physician and Sportsmedicine*, 15, 97–105.
- TESCH P., COLLIANDER E.B., KAISER P. (1986): Muscle metabolism during intense, heavy-resistance exercise. *European Journal of applied physiology and occupational physiology* (4), 55, 362–366.
- VERRILL D.E., RIBISL P.M. (1996): Resistive Exercise Training in Cardiac Rehabilitation (an Up-date). *Sports Medicine* (21), 5, 347–383.
- WEIDEMANN H., MEYER K. (1991): *Lehrbuch der Bewegungstherapie mit Herzkranken*. Darmstadt: Steinkopff Verlag.
- WEINECK J. (1990): *Sportbiologie*. Erlangen: Perimed Verlag.
- WESTCOTT W. (Jahr unklar): Strength training and blood pressure response. <http://www.kieser-training-schweiz.ch>, Artikel Nr. 66.
- WIECEK E.M., MC CARTNEY N., MC KELVIE R.S. (1990): Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery disease. *The American Journal of Cardiology* (66), 15, 1065–1069.
- ZINTL F., GROSSER M., ZIMMERMANN E., STARTISCHKA S. (1991): *Konditionstraining*. München: BLV Verlag.
- ZINTL F. (1994): *Ausdauertraining: Grundlagen, Methoden, Trainingssteuerung*. München: BLV Verlag.

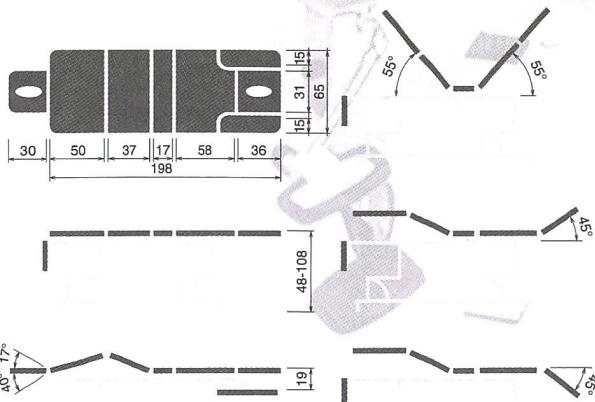
AKTION !

Gültig bis 31.10.2001



Masse: 198 x 65 cm, 8-teilig

- ✓ Rundumschalter
- ✓ Elektrisch höhenverstellbar von 48 - 108 cm
- ✓ Rollen mit Zentralbremse (in jeder Position ausfahrbar)
- ✓ Rückenteil zum Aufsitzen elektrisch bedienbar
- ✓ Kopfteil positiv und negativ verstellbar mit Gasdruckzylinder
- ✓ Zusätzliches Kopfteil am Fussende, mechanisch verstellbare Neigung und Höhe
- ✓ Zwei Gesichtsöffnungen
- ✓ Flexionslagerung mit Kopf am Fussende
- ✓ Massage sitzend
- ✓ Absenkbare Armstützen mit Parallel-Mechanismus
- ✓ Schaumstoffhalbrolle im selben Bezug



Im Preis inbegriffen bei allen Modellen:

- 30 Polsterfarben zur Auswahl, ohne Aufpreis
- Alle RAL-Farben für Stahlrahmen (pulverbeschichtet), ohne Aufpreis
- 1 Schaumstoffhalbrolle gratis
- 2 Jahre Garantie**
- CE geprüft

Fordern Sie unseren Hauptkatalog an!
HOTLINE
 ZUM LOKALTARIF
0878/889899

via Stazione 3, 6600 MURALTO, CH
TEL: 0878 / 88 98 99
 FAX: 091 / 743 05 06
<http://www.resi-med.com>
 e-mail: info@resi-med.com

support for you and your patients

RESI