

Zeitschrift:	Physiotherapie = Fisioterapia
Herausgeber:	Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband
Band:	37 (2001)
Heft:	8
Artikel:	Akute kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung im Muskelaufbautraining : eine empirische Untersuchung bei maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung am Beispiel der Leg-Press
Autor:	Bartholdi, Enrico / Schranz, Bjorn / Radlinger, Lorenz
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-929169

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

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 kardiovaskulären 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.

Energiebereitstellung

Für das Krafttraining von Interesse ist die anaerobe Energiebereitstellung: Sie geschieht ohne Sauerstoffverbrauch entweder anaerob-alaktazid (Kreatinphosphat: KrP), das heißt ohne Akkumulation von Laktat, oder anaerob-laktazid (Glukose), mit Akkumulation des Laktats. Da die Übergänge von alaktazid und laktazid fließend sind, sollte man eher von dominant laktazider bzw. dominant alaktazider Energiebereitstellung sprechen. Über

die maximale Einsatzdauer des Kreatinphosphatspeichers herrschen gegensätzliche und teilweise auch unklar formulierte Meinungen (*Tab. 1*). Gemäß Zintl (1994, 44 u. 52) springt die Glykolyse bei maximaler Intensität bereits nach ca. 5 s an, dominiert bei Belastungen zwischen 25 s und 2 min und erreicht ihre Höchstdurchsatzraten nach 40–60 s (Keul/Berg 1986, 201; Höchstdurchsatzraten nach 30–40 s). Auch Karlsson weist schon bei Belastungszeiten von 10–30 s (entspricht ~7–20 Wiederholungen) auf die Verantwortlichkeit des Laktats für unterschiedlich lange Belastungen hin (Karlsson in Radlinger 1987, 101). Gemäß Zintl (1994, 170ff.) werden Blutlaktatwerte von 4–6 mmol/l als niedrige, 6–13 mmol/l als mittlere und >13 mmol/l als hohe Azidose bezeichnet. Bereits ab Werten von 6–8 mmol/l kann man von einem Qualitätsverlust der technischen Bewegungsfähigkeiten ausgehen. Erst nach einer Erholungsphase von 30–60 min normalisiert sich die mittlere und hohe Azidose wieder restlos, was einer Halbwertszeit von 12–15 min. entspricht (Heck 1990, 39, Hollmann u. Hettinger 1990, 61). Während das Laktat im Blut also relativ schnell abgebaut wird, halten die Auswirkungen eines hohen Laktatwertes wesentlich länger an. Nachdem das Laktat via Blutweg ins zentrale Nervensystem gelangt ist, beeinträchtigt es seinerseits Lern- und Adaptationsprozesse und erhöht andererseits die Ausschüttung der Neurotransmitter Adrenalin und Noradrenalin, was letztlich zu einer Beeinträchtigung des Immunsystems führt (Liesen 1994, 74ff., Liesen u. Baum 1997, 48, Gabriel u. Kindermann 1998; Gabriel 2000; Niemann 2000).

Bei beeinträchtigter Regeneration wird somit eine biologische Anpassung nicht in gewünschtem Maße möglich. Zudem werden durch die erhöhte laminäre Strömung während des Trainings vermehrt randständige Lymphocyten aus der Blutbahn in die Lymphknoten transportiert, wo sie bis zu mehreren Wochen liegen bleiben können.

Autor	Maximale Einsatzdauer in Sekunden
Markworth (1988, 237)	<ul style="list-style-type: none"> • 3–9 s intensive Muskelarbeit (KrP) • spätestens nach 20 s (ATP + KrP) ausgeschöpft
Karlsson (in Radlinger 1987, 97)	5–10 s gemeinsame Verantwortlichkeit von ATP / KrP / Laktat
Mader (1984, 225)	erste 4 s praktisch vollständig KrP (ab 4 s nur mehr niedrige KrP-Konzentration, praktisch rein laktazide Energiebedarfsdeckung)
Zintl (1994, 47)	7–10 s (ATP + KrP)
Keul u. Berg (1985, 201/205)	höchstens 20 s, je nach Intensität
Werner (1985, 202)	20–30 s intensive Kontraktionen

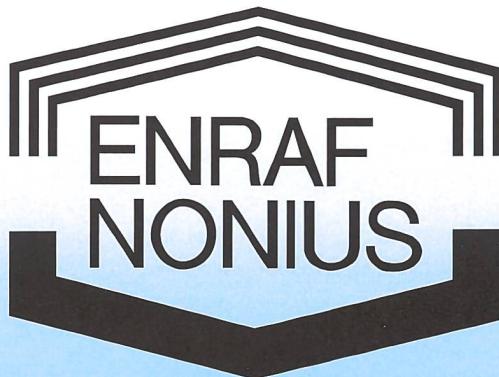
Tab. 1: Zusammenstellung der maximalen Einsatzdauer des KrP-Speichers nach Ansicht diverser Autoren.

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

Nr. 1 in der Schweiz
Ihre Direkt-Vertretung für

MTR MEDIZIN
THERAPIE
REHA AG

Roosstrasse 23
CH-8832 Wollerau
Tel. 01 / 787 39 40
Fax 01 / 787 39 41
info@mtr-ag.ch



Therapie

Manumed Liegen
+ Zubehör



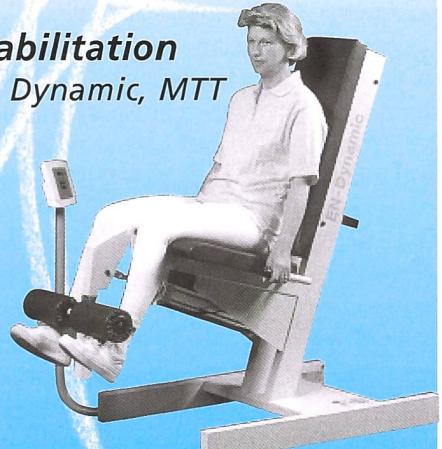
Elektrotherapie

Endomed + Sonopuls



aktive Rehabilitation

EN Track + EN Dynamic, MTT



Verlangen Sie unseren Gesamtkatalog: Info@mtr-ag.ch

PERNATON® GEL

Das neue Gel zum Einreiben

Das neue Erlebnis zum Einreiben mit PERNATON Gel. Das fettfreie Gel mit hochwertigen GAG-Glykosaminoglykanen und original Perna®-Extrakt, den speziellen Vitalstoffen aus dem Meer für Bindegewebe und Körper, kühlt sofort wohltuend und wärmt danach mit intensiver Hautdurchblutung.

Die Anwendung ist einfach:
2-3 Portionen (bei Bedarf mehrmals täglich) an den gewünschten Stellen wie Nacken, Schultern, Rücken, Armen, Knie, Beinen, Füßen leicht einmassieren.



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



**1 kg
Profi-Packung**

1 kg mit
Dosierspender für
den täglichen Einsatz
in der Praxis.

Gratis-Info und Muster-Anforderung:

Vorname: _____

Name: _____

Beruf: _____

Strasse: _____

PLZ/Ort: _____

SEMODMED AG, Postfach, 4002 Basel
Tel. 061-307 99 88, Fax 061-303 05 74

Phy01

Der Perna-Extrakt enthält hochmolekulare GAG-Glykosaminoglykane, natürliche Bestandteile der
Bindegewebe, Bänder und Gelenkknorpel

Blutlaktat	Regenerationszeit Immunsystem
<10 mmol/l	1–2 Tage; keine Beeinträchtigung der Gesundheit
10–14 mmol/l	1–3 Wochen; erhöhte Infekt- und Verletzungsanfälligkeit
>14 mmol/l	1–3 Monate; hohes Risiko für Erkrankungen

Tab. 2: Einfluss der Laktazidose auf die Regenerationszeit und die Gesundheit (Liesen 1994, 80).

Durch diesen Vorgang dürfte sich die Lymphozytentanzahl in der Blutbahn verringern, da wahrscheinlich mehr Lymphocyten in die Lymphknoten hinein als hinaus in die Blutbahn gelangen. Hinweise darauf findet man bei Liesen u. Baum (1997, 8). Auch Roitt (1993, 300) beschreibt eine verminderte Rezirkulation von Lymphocyten unter dem Einfluss von Kortikosteroiden. Es ist jedoch fraglich, wie entscheidend die Lymphocytenanzahl ist, solange sie nicht in gravierendem Masse vermindert ist. Mindestens ebenso wichtig dürfte die Neuproduktion und Aktivität von Lymphocyten und Makrophagen sein. Obwohl nähere Untersuchungen zu diesem Thema wünschenswert wären, so ist immerhin die Korrelation zwischen Kortisol und erhöhter Infektauffälligkeit bewiesen. Roitts Aussage, dass die Makrophagenfunktion durch Kortikosteroide gehemmt wird, deutet zudem darauf hin, dass sich bei lang andauerndem Muskelaufbautraining die Makrophagenaktivität durch die chronisch erhöhte Glukokortikoidausschüttung tatsächlich verändern kann. Im Weiteren hemmen erhöhte Kortisolwerte die Abheilung und Narbenbildung nach Verletzungen (Roitt 1993, 300ff.).

- Nachstehend nochmals zusammengefasst die langfristigen Effekte der Glukokortikide (Schmidt in Schmidt u. Schäfer 1994, 231; Roitt 1993, 300ff.):
- erhöhte Infektauffälligkeit / langsamere Remission von Infekten
 - verlangsamte Abheilung und Narbenbildung nach Verletzungen
 - Schlaf- und Konzentrationsstörungen
 - Spannungskopfschmerzen
 - erschwertes Lernen

Viele Untersuchungen, in welchen auf die erhöhte Infektauffälligkeit als Folge von hohen Laktatwerten hingewiesen wird, beziehen sich auf ein leistungssportliches Ausdauertraining; aber auch im Kraftbereich konnte in einigen Untersuchungen eine Beeinflussung des Immunsystems durch hohe Kraftbelastungen bei Gewichthebern (Neumann u. Schüler 1984, 195) und bei intensiven Kraftausdauerbelastungen (Lorenz et al. 1993, 210) nachgewiesen werden. Buskies et al. (1996, 180) ziehen den Schluss, dass im Breiten- und Gesundheitssport die einzelne Serie nicht bis zur letztmöglichen Wiederholung durchgeführt werden sollte.

Einführung in das Muskelaufbautraining (Hypertrophiestraining)

Als idealer Reiz beim Hypertrophiestraining wird in der Literatur allgemein die maximale Ausbelastung genannt (Costill et al. 1979; Weider 1981; Bührle/Werner 1984; Robinson 1990; Mentzer 1991). Dabei muss die einzelne Serie wirklich bis zur letztmöglichen Wiederholung durchgeführt werden. Angestrebt wird eine sukzessive Ausschöpfung des KrP-Speichers mittels unvollständiger Erholung (Pausen) über mehrere Serien. Therapierelevant dürfen hier (auch aus Zeitgründen) 3–5 Serien sein. Allerdings führen auch tiefere Ausbelastungen offenbar noch zu gutem Maximalkraftzuwachs. So beschreiben Buskies et al. (1996, 172) bei submaximaler Ausbelastung einen Maximalkraftzuwachs zwischen 8,4% und 15,8%. Radlinger et al. (1998 b, 62ff.) führen folgende Prinzipien für ein präventives und rehabilitatives Muskelaufbautraining unter der Zielsetzung eines maximalen Hypertrophiaeffektes auf: Maximale Ausbelastung in jeder Serie im Rahmen des dominant anaerob-alaktaziden Energiebereiches innerhalb von 6 bis 30 Sekunden beziehungsweise 6–15 Wiederholungen. Je deutlicher diese 15 Wiederholungen respektive 30 s überschritten werden, desto mehr überwiegt der Anteil des laktaziden Stoffwechsels. Diese 30-Sekunden-Zeitlimitierung soll zu einer geringeren maximalen Laktatbildung führen. Werden weniger als sechs Wiederholungen ausgeführt, so wird in steigendem Masse intramuskuläre Koordination trainiert. Im Gegensatz zum Hypertrophiestraining erfolgen dann in erster Linie neuromuskuläre Anpassungen (Rekrutierung, Frequenzierung) mit nur geringem Querschnittszuwachs. Trotzdem finden auch beim Hypertrophiestraining vorerst vor allem neuromuskuläre Anpassungen statt, bis sich mit der Zeit der Hypertrophiaeffekt einstellt. Neuromuskuläre

Anpassungen und Querschnittszuwachs führen schliesslich zur Maximalkraft. Zur Frage, ob der KrP-Speicher durch Training überhaupt vergrössert werden kann, liegen in der Literatur widersprüchliche Befunde vor.

Fragestellung

Muskelaufbau nimmt in Prävention und Rehabilitation einen wichtigen Stellenwert ein. Viele Therapeuten dürfen jedoch aufgrund vielfältiger klinischer Schwierigkeiten (Bewegungsqualität, Schmerz, Instabilität, Angst etc.) verunsichert sein, wie stark die Patienten «auszubelasten» sind, besonders bei pathologischen Veränderungen am kardiovaskulären System. Die vorliegende Untersuchung soll klären, welche akute kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung beim Muskelaufbautraining bei maximaler Ausbelastung auftreten kann. Zusätzlich interessierte uns die Beanspruchung bei nur submaximaler und mittlerer Ausbelastung, um feststellen zu können, inwiefern es sich allenfalls lohnen würde, zugunsten einer möglichen geringeren kardiovaskulären und metabolischen Beanspruchung auf einen optimalen Hypertrophiaeffekt zu verzichten.

Methodik

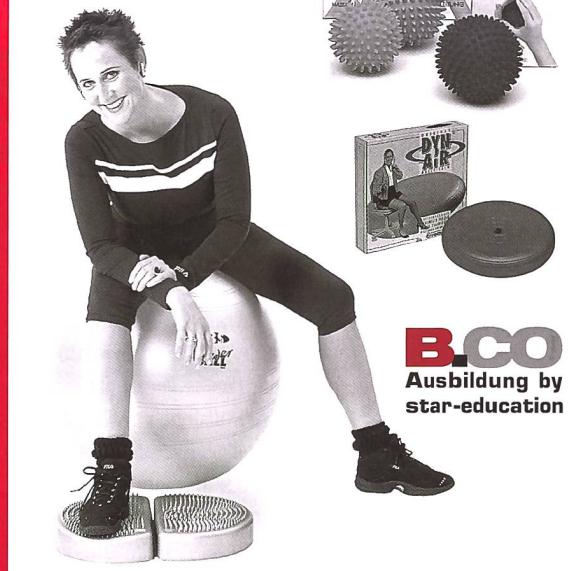
An der Untersuchung nahmen 12 gesunde männliche Probanden teil (Durchschnittsalter: 25 Jahre ± 1,6; Fitness- bis Leistungssportler), welche an der beidbeinigen Leg-Press² beim Repetitions Maximum 14 (= RM 14) in einwöchigem Abstand 5 Serien à 14, 11 und 7 Wiederholungen bei 3-minütigen Pausen absolvierten. Wir wählten bewusst eine Übung wie die beidbeinige Leg-Press, da hier eine grosse Muskelmasse angesprochen wird. Dies hat den Vorteil, dass Belastungswerte aus der Ausdauerdiagnostik als Orientierungswerte bei der Interpretation herangezogen werden können. Zuerst erschienen die Probanden zweimal im Abstand von einer Woche mit dem Ziel, Lernef-

2 Wir danken der Physiotherapeutin Christina Vollenwyder und ihrem Physiotherapeutinnenteam (Physiotherapie Dinamo, Bern) für die freundliche Unterstützung bei dieser Untersuchung.

Woche	Grad der Ausbelastung	Serien	Wiederholungen	Dauer Serienpause (Minuten)	Belastungsdauer (Sekunden)
3	maximal	5	14	3	~28
4	submaximal	5	11	3	~22
5	mittel	5	7	3	~14

Tab. 3: Zeitlicher Ablauf der Untersuchung.

»baelle»gewichte
 »sitzkissen»tuer
 »rehabilitation
 »ergotherapie
 »fitness
 »physiotherapie
 »schulsport



trisport ag

Im Bösch 67 6331 Hünenberg
Tel. 041/785 81 11 Fax 041/785 81 22

GYMplus

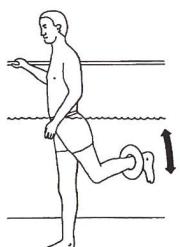
drückt individuelle Übungsprogramme für Ihre Patienten

Über 3'000 Übungen in 21 Sammlungen:

Allgemeine Physiotherapie, Training mit Gewichten, Aktive Rehabilitation, Hydrotherapie, Medizinische Trainingstherapie, Paediatrie und viele mehr!

SOFTplus Entwicklungen GmbH
Lättichstrasse 8, 6340 Baar
Tel: 041/763 32 32, Fax: 041/763 30 90
Internet: <http://www.gymplus.ch>

Katalog und Demoversion erhalten Sie unverbindlich und gratis.



PHYSIOLINE

Matthias Roth - 5507 Mellingen

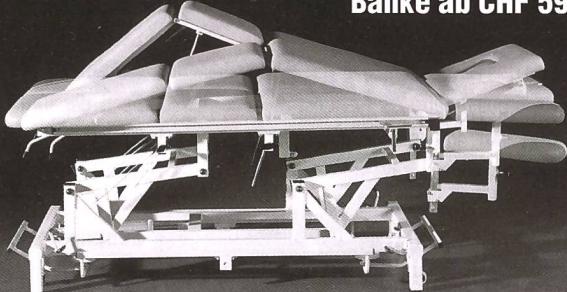
«Reparatur und Bezug
auch von
Fremdprodukten»

Med. Praxiseinrichtungen



zu supergünstigen
Konditionen

Bänke ab CHF 590.-



Tel. 079 438 86 55 · Fax 062 293 67 36 · E-Mail: physioline@smile.ch

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 Steinhhausen

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“

Messparameter	Bestimmungszeitpunkt
Laktat	vor der 1. Serie und jeweils 2 min nach jeder Serie
systolischer und diastolischer Blutdruck	kontinuierlich während des gesamten Trainings
Herzfrequenz	kontinuierlich während des gesamten Trainings
Rate Pressure Product	kontinuierlich während des gesamten Trainings
Subjektives Belastungsempfinden	Frage an den jeweiligen Probanden direkt nach jeder Serie

Tab. 4: Messparameter und deren Bestimmungszeitpunkt.

fekte während der Untersuchung zu minimieren beziehungsweise auszuschliessen (Wochen 1 und 2). Dieses Übungstraining beinhaltete folgende Aspekte:

- Bestimmung des individuellen Testgewichts (RM 14) und allfällige Korrektur des Gewichts in der zweiten Woche
- Erlernen des Bewegungsausmasses: Knieflexion/-extension 90°/10°/0°
- Erlernen des Bewegungsablaufs und des Bewegungstempos (knapp 2 s / Zyklus)
- Erlernen der korrekten Atemtechnik (keine Pressatmung)

Das individuelle Testgewicht war als dasjenige Gewicht definiert, bei welchem die Probanden mit letzter Anstrengung gerade noch die 14. Wiederholung bewältigen konnten (= RM14). Dieses Gewicht wurde während der gesamten Studie beibehalten und nicht mehr verändert.

Während der Wochen 3 bis 5 lief die eigentliche Untersuchung (Tab. 3).

Als Messparameter wurden gewählt:

1. Blutlaktat (kapillär am Ohrläppchen, analysiert mittels Lange Miniphotometer plus LP 20)
2. systolischer und diastolischer Blutdruck (nicht-invasiv und kontinuierlich gemessen mittels Finapres® Modell 2300)
3. Herzfrequenz (nichtinvasiv und kontinuierlich gemessen mittels Finapres® Modell 2300)
4. berechnetes Rate Pressure Product sowie
5. das subjektive Belastungsempfinden mittels Visueller-Analog-Skala (0–100%).

Das subjektive Belastungsempfinden gaben die Probanden jeweils in Prozent zwischen 0 und 100% an. Bei der maximalen Ausbelastung erfragten wir dieses nicht, da durch die vorherige Bestimmung des Gewichtes die Ausbelastung maximal, also immer 100 Prozent sein musste.

Ergebnisse: Laktat

Bei allen drei Ausbelastungsarten betragen die Ruhewerte im Mittel 1,4 mmol/l (SD: ± 1,1; ± 0,3; ± 0,4).

Maximale Ausbelastung: Bereits nach der ersten Serie wiesen sämtliche Probanden Werte von über 4 mmol/l auf. Die mittlere Blutlaktatkonzentration lag bei 5,9 mmol/l ± 1,0. Die Werte stiegen bis zur dritten Serie jeweils signifikant an ($0,005 \geq p \leq 0,003$) und lagen hier im Mittel bei 10,9 mmol/l ± 2,8 (Minimum: 6,1 mmol/l; Maximum: 16,2 mmol/l). In den letzten beiden Serien stieg die Konzentration jeweils noch tendenziell an ($p = 0,093$; $p = 0,059$) und betrug nach der fünften Serie im Mittel 13,2 mmol/l ± 2,0 (Minimum: 10 mmol/l; Maximum: 16,5 mmol/l).

Submaximale Ausbelastung: Die mittlere Blutlaktatkonzentration nach der ersten Serie lag bei 5 mmol/l ± 0,9. Die Werte stiegen bis zur fünften Serie jeweils signifikant an ($0,005 \geq p \leq 0,002$) und betrugen nach der vierten Serie im Mittel 9,3 mmol/l ± 1,3 (Minimum: 6,8 mmol/l; Maximum: 10,9 mmol/l). Auch mit der letzten 5. Serie war nochmals ein signifikanter Anstieg zu verzeichnen ($p = 0,015$), und zwar im Mittel auf 10 mmol/l ± 1,6 (Minimum: 6,7 mmol/l; Maximum: 12,3 mmol/l).

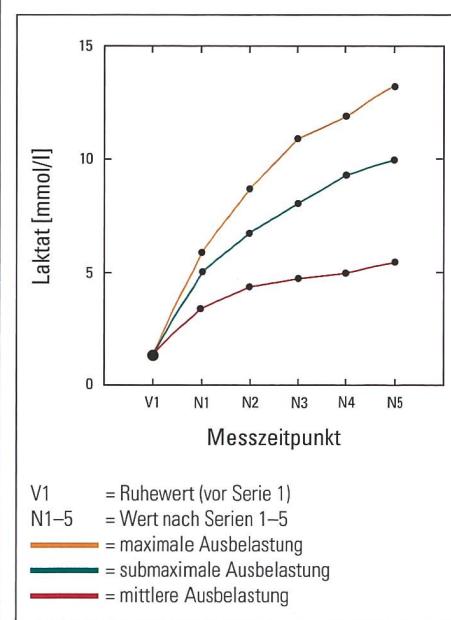


Abb. 1: Blutlaktatanstieg bei maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung (N = 12).

Mittlere Ausbelastung: Die mittlere Blutlaktatkonzentration lag bei jeweils signifikantem Anstieg ($p = 0,002$; $p = 0,003$) nach den ersten beiden Serien bei $3,4 \text{ mmol/l} \pm 0,5$ und nach der zweiten Serie bei $4,4 \text{ mmol/l} \pm 1,0$. Mit den nächsten beiden Serien war nur ein statistisch tendenzieller Anstieg feststellbar ($p = 0,110$; $p = 0,224$), und die Werte lagen bei $4,8 \text{ mmol/l} \pm 1,0$ nach der dritten Serie. Erst mit der letzten Serie stiegen die Werte nochmals deutlich an ($p = 0,002$) und lagen im Mittel bei $5,5 \text{ mmol/l} \pm 1,4$ (Minimum: 2,7 mmol/l; Maximum: 7,5 mmol/l).

Vergleich: Zwischen allen drei Ausbelastungsarten bestehen im Serienvergleich jeweils signifikante Unterschiede ($0,008 \geq p \leq 0,002$), außer beim Vergleich maximaler mit submaximaler Ausbelastung nach der ersten Serie ($p = 0,062$). Aus den vorangehenden Resultaten kann gefolgert werden, dass allgemein dominant anaerob-alaktazide Belastungen vorliegen, was an den Werten jeweils nach der ersten Serie ersichtlich ist (maximal: $5,9 \text{ mmol/l} \pm 1,0$; submaximal: $5,0 \text{ mmol/l} \pm 0,9$; mittlere: $3,4 \text{ mmol/l} \pm 0,5$). Lägen hoch laktazide Belastungsbedingungen vor, würde man nach der Belastung in der ersten Serie wesentlich höhere Laktatwerte erwarten können (z.B. $> 10 \text{ mmol/l}$).

Die mit jeder Serie ansteigenden Werte zeigen jedoch, dass die 3-minütigen Pausen nicht ausreichen, das entstandene Laktat abzubauen. So wären bei der maximalen Ausbelastung nach der ersten Serie statt 3 min ca. 8 min Pause notwendig, um die Laktatkonzentration bei einer Eliminationsrate von $0,5 \text{ mmol/l/min}$ von $5,9 \text{ mmol/l}$ wieder auf 2 mmol/l zu reduzieren und somit eine Akkumulation zu verhindern. Am deutlichsten ist dies bei der maximalen Ausbelastung, bei der sich nach der fünften Serie im Mittel $13,2 \text{ mmol/l}$ Laktat akkumuliert haben, während die bei der mittleren Ausbelastung angefallenen $5,5 \text{ mmol/l}$ als milde zu bewerten sind.

Betrachtet man die verschiedenen Anstiege in Abbildung 1 mit ihren Signifikanzwerten, so kann man spekulieren, dass sich die Laktatkonzentrationen mit weiteren Serien bei folgenden Werten eingependeln werden:

- maximale Ausbelastung: 13–15 mmol/l
- submaximale Ausbelastung: 10–11 mmol/l
- mittlere Ausbelastung: 5–6 mmol/l

Ergebnisse: Subjektives Belastungsempfinden

Maximale Ausbelastung: Wie bereits erwähnt, erfragten wir bei der maximalen Ausbelastung das subjektive Belastungsempfinden nicht, da die Probanden geübt waren, sich zu 100% «auszubelasten».

ORIGINAL MEDAX

Von uns entwickelt und seit vielen Jahren bewährt.

Machen Sie **keine Experimente mit** irgendwelchen **Kopien!**

Unser Fabrikationsprogramm:

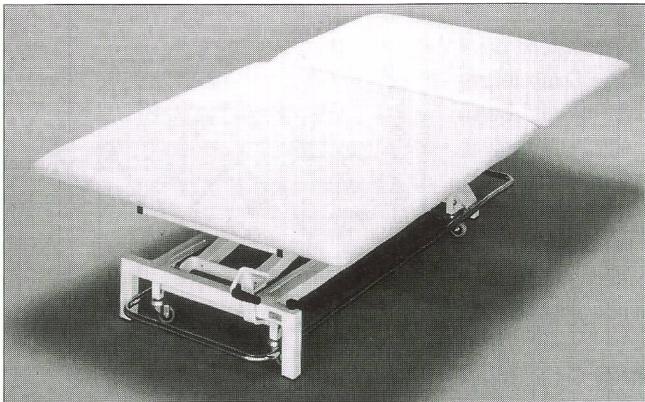
- 2-/3-/4-/6teilige Liegen
- Manualtherapie-Liegen
- Extensionsliegen
- Kombi-Liegen mit Gynäkologieteil
- Bobath-Liegen
- CLEWA-Kofferliegen (Import)

Behandlungsliege MEDAX P 40 A



- Elektrische Höhenverstellung von 44 bis 104 cm mit praktischer Fuss-Schaltstange
- Rückenstütze und Kniestellung mit bequemen Hubhilfen stufenlos verstellbar
- Fahrwerk (Lenkrollen) mit Fußpedal in jeder Position der Höhenverstellung ausfahrbar
- Sehr stabiles Schweizer Fabrikat
- SEV-geprüft
- 2 Jahre Garantie

BOBATH-Liege MEDAX 1- oder 2teilig



- Senden Sie uns bitte eine Dokumentation.
 Bitte rufen Sie uns an.

Name: _____
Strasse: _____
PLZ/Ort: _____
Tel.: _____

MEDAX AG
MEDIZINTECHNIK
Schneckelerstrasse 20
CH-4414 Füllinsdorf BL
Tel. 061-901 44 04
Fax 061-901 47 78
PH-03/94

**So können Sie richtig
entspannen!**



Der FUNMASSAGER – das kleine handliche Massagegerät für unterwegs und zu Hause.

- ermöglicht tiefwirkende oder oberflächige Massage des Nackens, des Rückens und der Schultern
- einfache und funktionelle Anwendung
- fördert die Durchblutung und dehnt die Muskulatur
- erhältlich in 5 attraktiven Farben



MEDiDOR
HEALTH CARE • THERAPIE

Eichacherstrasse 5 · CH-8904 Aesch
E-mail: mail@medidor.ch · Internet: www.medidor.ch

Telefon 01 - 7373444

Fax 01 - 7373479

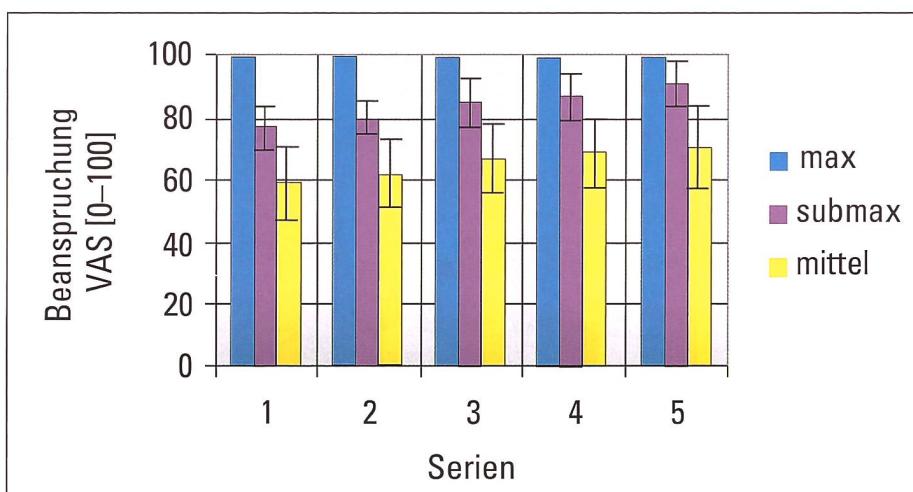


Abb. 2: Subjektive Beanspruchung bei maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung (N = 12).

Submaximale Ausbelastung: Nach der ersten Serie lag das subjektive Belastungsempfinden im Mittel bei $77\% \pm 7$ (Minimum: 68%, Maximum: 90%). Signifikante Anstiege waren mit der dritten und fünften Serie zu verzeichnen ($p = 0,015$; $p = 0,007$), nach welchen die Werte im Mittel bei $85\% \pm 8$ (Minimum: 70%, Maximum: 100%) bzw. $91\% \pm 7$ (Minimum: 75%; Maximum: 100%) lagen. Das bedeutet, dass vom subjektiven Belastungsempfinden her über 5 Serien eine gut 90-prozentige Ausbelastung möglich ist. Wünschenswert wäre für einen besseren Hypertrophieeffekt wenigstens nach der letzten Serie eine 100-prozentige Ausbelastung. Da die Werte mit der letzten Serie noch signifikant anstiegen, könnte eine 100-prozentige Ausbelastung hypothetisch nach der sechsten oder siebten Serie vorliegen.

Mittlere Ausbelastung: Nach der ersten Serie wurde das subjektive Belastungsempfinden mit $59\% \pm 12$ allgemein gut als «mittel» eingeschätzt (Minimum: 40%; Maximum: 80%). Signifikant waren die Anstiege hier nach der dritten und vierten Serie ($p = 0,006$; $p = 0,041$) mit Werten von $67\% \pm 11$ (Minimum: 50%; Maximum: 80%) beziehungsweise $69\% \pm 11$ (Minimum: 50%; Maximum: 82%). Zuletzt stiegen die Werte nicht mehr signifikant an und lagen bei $71\% \pm 13$ (Minimum: 45%; Maximum: 90%), womit subjektiv eine Ausbelastung zwischen $\frac{2}{3}$ und $\frac{3}{4}$ vorliegt. Es ist also hier nicht möglich, sich mittels 5 Serien «auszubelasten». Hypothetisch wären dafür bis zu 10 Serien und mehr notwendig.

Vergleich mittlere mit submaximaler Ausbelastung: Zwischen den zwei Ausbelastungsarten liegt im Serienvergleich von Serie eins bis fünf die submaximale Ausbelastung jeweils klar höher ($0,003 \geq p \geq 0,002$), was bedeutet, dass vom subjektiven Belastungsempfinden her der Ausbelastungsgrad bei der submaximalen Ausbelastung deutlich höher liegt, oder umgekehrt bei der submaximalen zur maximalen und bei der

mittleren zur submaximalen respektive maximalen Ausbelastung subjektiv eine deutliche Entlastung beziehungsweise Beanspruchungsminderung empfunden wird.

Diese offensichtliche Belastungsminderung empfiehlt sich im präventiven und rehabilitativen Training:

- bei ungeübten Trainierenden,
- bei Trainierenden mit geringer Motivation und
- bei verminderter Belastbarkeit.

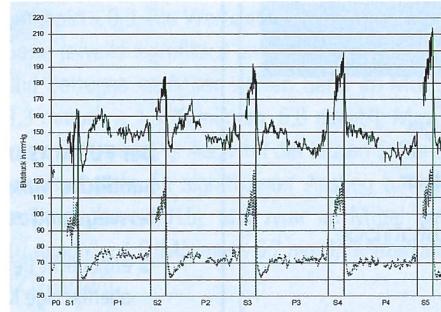


Abb. 3: Exemplarische Darstellung des Blutdruckverhaltens unter Kraftbelastung.

Ergebnisse: Blutdruck

Da wir bei der maximalen Ausbelastung bei 7 Probanden nicht über das nötige Computerprogramm zur Aufzeichnung der Finapres®-Daten verfügten, verglichen wir bei jeglicher Mitbeteiligung der maximalen Ausbelastung nur die Herzfrequenz-, Blutdruck- und RPP-Werte derjenigen 5 Probanden (N = 5), die wir bei allen Ausbelastungsarten aufgezeichnet hatten. Abbildung 3 zeigt exemplarisch das Blutdruckverhalten unter Kraftbelastung.

Jeweils vor Beginn der ersten Serie ist ein Anstieg des Blutdruckes feststellbar, was durch den Gedanken an die bevorstehende körperliche Arbeit bedingt sein könnte. Gemäß Villiger (in Saner 1993, 23) kann dies eine Herzfrequenzsteigerung bewirken und über ein gesteigertes Herzminutenvolumen den Blutdruck anheben.

Derselbe Mechanismus könnte auch für den Blutdruckanstieg in den Pausen unmittelbar vor Beginn der nächsten Serie verantwortlich sein. Mit Beginn der Belastung nehmen sowohl der systolische als auch der diastolische Blutdruck sukzessive zu, um etwa bei den letzten Wiederholungen innerhalb einer Serie ihr Maximum zu erreichen. Dieser Anstieg dürfte zwei Gründe haben: Einerseits wird zur Stabilisation der Wirbelsäule die Rumpfmuskulatur angespannt, was zu einer Zunahme des intrathorakalen Druckes führt. Andererseits steigt durch die verstärkte Muskelkontraktion der intramuskuläre Druck, was zu einem Anstieg des peripheren Widerstandes führt (Meyer et al. 1992, 536; Mac Dougall et al. 1985, 788ff.; Fleck 1994, 307ff.). Allgemein spielten möglicherweise auch die zusätzliche Rekrutierung kontraktiler Elemente sowie die Anspannung von Hilfsmuskulatur bei fortschreitender Ermüdung eine Rolle (vgl. auch Mac Dougall et al. 1985, 788).

Nach Beendigung einer Serie sinken beide Werte (systolisch und diastolisch) innerhalb weniger Sekunden zum Teil bis auf die Ruhewerte oder sogar darunter (diastolisch) ab, steigen danach teilweise aber wieder etwas an.

Das rasche Absinken des Blutdrucks nach Seriende ist wahrscheinlich durch die rasche Abnahme des intramuskulären und des intrathorakalen Druckes nach Abstellen des Gewichts bedingt (vgl. Meyer et al. 1992, 536). Der tiefere intramuskuläre Druck führt zu einer plötzlichen verstärkten Perfusion der Muskulatur durch zuvor gestautes Blut. Dies kann sich, besonders bei grossen Muskelgruppen wie auf der Leg-Press, in einem schnellen Blutdruckabfall äussern. Zudem kann eine vorübergehende Überreaktion oder Unterreaktion des Blutdruck-Regulationssystems als Antwort auf die hohen Blutdruckwerte am

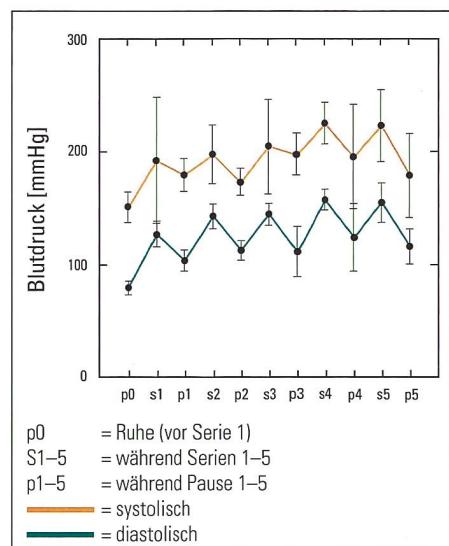


Abb. 4: Gemittelte Maxima des systolischen und diastolischen Blutdruckes bei maximaler Ausbelastung (N = 5).

	1. Serie syst./diast.	2. Serie syst./diast.	3. Serie syst./diast.	4. Serie syst./diast.	5. Serie syst./diast.
Maximale Ausbelastung (N = 5)	193/128 $\pm 55/\pm 12$	198/143 $\pm 26/\pm 11$	205/145 $\pm 42/\pm 10$	225/157 $\pm 18/\pm 9$	222/154 $\pm 32/\pm 17$
Submaximale Ausbelastung (N = 12)	187/128 $\pm 31/\pm 23$	215/142 $\pm 42/\pm 23$	218/148 $\pm 26/\pm 21$	229/152 $\pm 27/\pm 23$	245/160 $\pm 36/\pm 30$
Mittlere Ausbelastung (N = 12)	160/122 $\pm 24/\pm 25$	185/126 $\pm 38/\pm 25$	187/132 $\pm 41/\pm 30$	197/135 $\pm 42/\pm 28$	203/140 $\pm 47/\pm 35$

Tab. 5: Gemittelte systolische und diastolische Maxima inklusive Standardabweichung (in mmHg).

Schluss der Serien den Blutdruck-Rückgang mit beeinflussen (vgl. Mac Dougall et al. 1985, 789). Im Folgenden werden die gemittelten maximalen systolischen Blutdruckwerte dargestellt und interpretiert.

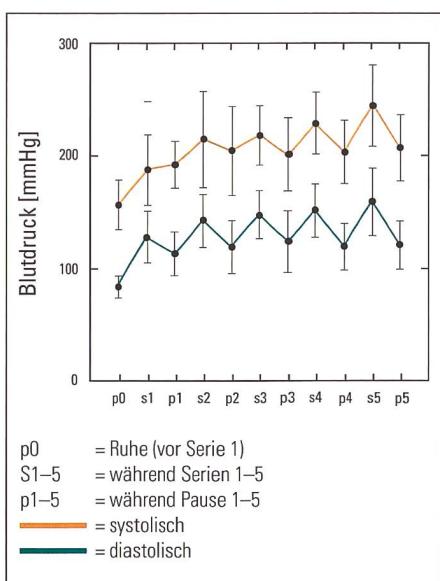


Abb. 5: Gemittelte Maxima des systolischen und diastolischen Blutdruckes bei submaximaler Ausbelastung (N = 12).

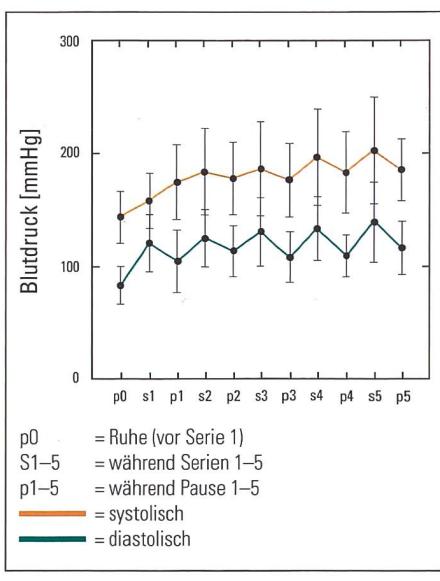


Abb. 6: Gemittelte Maxima des systolischen und diastolischen Blutdruckes bei mittlerer Ausbelastung (N = 12).

Mittlere Ausbelastung: Bei der mittleren Ausbelastung steigen die Werte nur von der ersten zur zweiten Serie an ($p = 0,003$). Dies könnte zeigen, dass die Belastungsdauer von etwa 14 s hier für die gegebene Intensität zu kurz war, um ein weiteres Ansteigen mit zunehmender Serienzahl zu bewirken.

Vergleich: Werden die drei Ausbelastungsarten miteinander verglichen, so zeigt sich, dass sowohl die submaximale wie auch die mittlere Ausbelastung statistisch die gleiche Blutdruckbelastung ergeben wie die maximale Ausbelastung. Für die submaximale Ausbelastung scheint uns nachvollziehbar, dass sich eine Reduktion der Wiederholungszahl um nur 3 im Mittel nicht in tieferen Blutdruckwerten niederschlägt. Dass die mittlere Ausbelastung mit 7 Wiederholungen weniger immer noch gleich hohe Werte zur Folge hatte, liegt unserer Ansicht nach an der geringeren Probandenzahl (N = 5) und den damit veränderten Standardabweichung. Wird nämlich die submaximale Ausbelastung mit der mittleren Ausbelastung (N = 12) verglichen, so liegt der Blutdruck für die mittlere Ausbelastung eindeutig tiefer. Dies ist bei der kurzen Seriendauer auch zu erwarten.

Maximale Ausbelastung: Für die maximale Ausbelastung ist von Serie zu Serie kein systolischer Blutdruckanstieg feststellbar. Dies könnte ein Hinweis dafür sein, dass die Probanden bereits in der ersten Serie tatsächlich maximal «ausbelastet» waren. Wäre dies erst gegen den Schluss der Fall gewesen, hätte der Druck durch den Einsatz von zusätzlicher Muskulatur oder einer eventuellen leichten Pressatmung als Folge der Ermüdung weiter ansteigen müssen.

Submaximale Ausbelastung: Bei der submaximalen Ausbelastung steigen die Werte von Serie zu Serie jeweils an ($0,031 \geq p \geq 0,004$). Dies deutet darauf hin, dass der oben beschriebene Mechanismus hier stattgefunden hat.

ANZEIGE

Brauchen Sie eine Behandlungsliege?

Kommen Sie zu Paramedi!

z.B. Profimed 5

5-teilige Behandlungs-Liege ab **Fr. 2830.–** inkl. MwSt.

Verlangen Sie unsere ausführlichen Unterlagen

Saum 13
9100 Herisau
Tel./Fax 071/352 17 20
Mobil 078/627 25 50
E-Mail: paramedi@gmx.ch

PHYSIOTHERAPIE
BEHANDLUNGSLIEGEN
MASSAGEPRODUKTE
GYMNASTIK