

**Zeitschrift:** Fisio active  
**Herausgeber:** Schweizer Physiotherapie Verband  
**Band:** 40 (2004)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Kardiovaskuläre und metabolische Reaktionen von DMD-Patienten beim Kraft- und Ausdauertraining  
**Autor:** Tal-Akabi, Amir  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-929563>

### **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:** 12.04.2026

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

# Kardiovaskuläre und metabolische Reaktionen von DMD-Patienten beim Kraft- und Ausdauertraining

Amir Tal-Akabi, Physiotherapeut, Abt. für Pädiatrische Neurologie sowie neurologische Klinik, Unispital Bern, E-Mail: a.tal@rehabern.ch

## Schlüsselwörter:

kardiovaskuläre und metabolische Reaktionen, Duchenne-Muskeldystrophie (DMD), Kraft- und Ausdauertraining

Die Ziele der Studie bestanden darin, die Trainingsfähigkeit von DMD-Patienten zu bestimmen und ihre Ruhewerte mit denjenigen von gesunden Personen zu vergleichen. Untersucht wurden zwölf DMD-Patienten (13.9 Jahre  $\pm$  3.2). Laktat, Herzrate und Blutdruck wurden vor und nach Kraftübungen (mittlere Intensität) und Ausdauertests gemessen. Kraftübungen für die Ellbogenflexoren, 14 RM-Übung (5 Blöcke à 7 Wiederholungen) und Step-wise Ausdauer-test wurden an drei verschiedenen Sitzungen im Abstand von jeweils einer Woche durchgeführt. Die Ruhewerte für Herzrate, Laktat und den diastolischen Blutdruck unterschieden sich nicht von den Werten bei Gesunden. Der systolische Blutdruck war bei den DMD-Patienten im Ruhezustand wesentlich tiefer als bei den gesunden Testpersonen ( $p < 0.01$ ). Die Messungen vor und nach der 14 RM-Übung und dem Ausdauer-test ergaben keinen grossen Unterschied. Die Herzrate stieg stark nach der 14 RM-Übung und dem Ausdauer-test ( $p < 0.05$ ). Aus diesen Untersuchungen konnte geschlossen werden, dass DMD-Patienten auf Kraft- und Ausdauerübungen normal reagieren. Wahrscheinlich können diese Übungen gefahrlos trainiert werden, wenn die Patienten dabei einer angemessenen Belastung wie in der angewandten 14 RM-Übung ausgesetzt sind. Weitere Studien müssen durchgeführt werden, um die Erkenntnisse dieser Studie zu stützen. Es ist jedoch nicht einfach, eine angemessene Zahl von geeigneten Patienten zu finden.

## ABSTRACT

**Objectives:** The objectives of this study were to determine the exercise capacity of DMD patients and compare their rest values with healthy subjects.

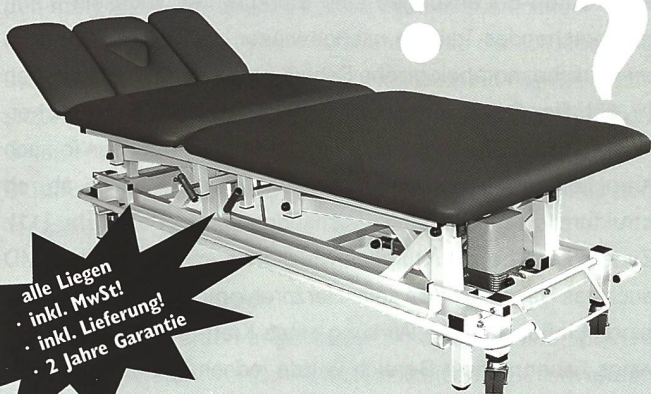
**Materials and methods:** 12 DMD-patients (13.9 y  $\pm$  3.2). Lactate, HR and BP were compared pre/post strength exercise (middle intensities) and endurance-test. Strength tests for elbow flexors, 14 RM exercise (5 sets, 7 repetitions) and step wise endurance test were performed during 3 separate sessions set 1 week apart.

**Results:** HR, Lactate and diastolic BP in rest did not differ from healthy subjects. Systolic BP of DMD in rest was significantly lower than in healthy subjects ( $p < 0.01$ ). Pre/post 14 RM and endurance exercises did not change significantly. HR increased significantly following 14 RM and endurance exercises ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions:** DMD-patients have a normal response to strength and endurance exercise, and could probably be trained without risk using intensities as in our 14 RM exercise. More research needs to be carried out to further support these findings. There are however problems in recruiting an adequate number of patients.

## WARUM MEHR? BEZAHLEN?

2- bis 10-teilige Behandlungsliegen  
z.B. Profimed 5



alle Liegen  
inkl. MwSt!  
inkl. Lieferung!  
2 Jahre Garantie

5-teilige elektrische Behandlungsliege wie abgebildet:

**Fr. 3'290.-**

Ein Vergleich lohnt sich!  
Verlangen Sie unsere ausführlichen Unterlagen.



**Behandlungsliegen**  
Saum 2195, CH-9100 Herisau  
Tel. 071 352 17 20  
Fax 071 352 19 12  
eMail: info@paramedi.ch  
www.paramedi.ch

## BODYBLADE



Ihr zuverlässiger Partner für alle Belange.  
Verlangen Sie unseren Gratiskatalog.

Un partenaire compétent pour tous vos  
besoins. Demandez notre catalogue gratuit.

Avenue Ruchonnet 2 bis  
CH - 1003 Lausanne

Tél.: 021 312 15 15  
Fax: 021 320 50 68  
E-mail: cuirosa@worldcom.ch

# cuirosa

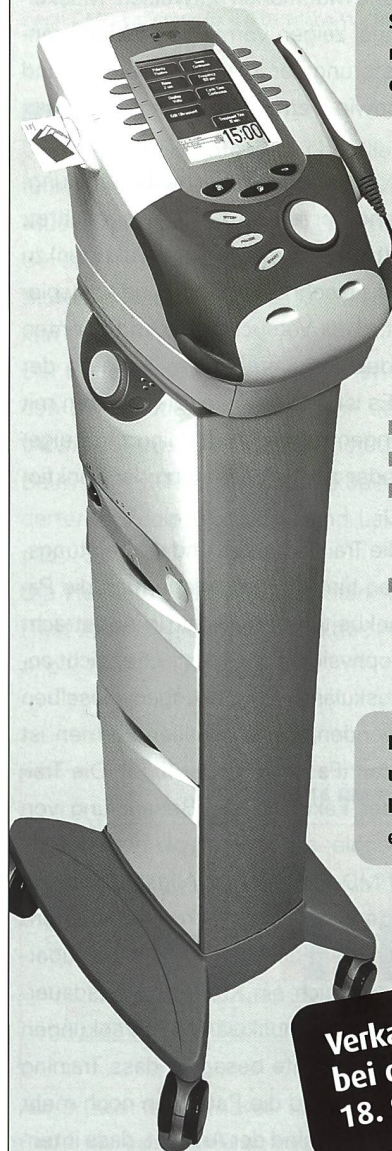
**MEDIDOR**  
HEALTH CARE • THERAPIE

# Intelect<sup>®</sup> Advanced

Der neue Standard  
in der Therapie!

█ Elektrotherapie mit 26 Strömen, Ultraschall 1-3 MHz, EMG,  
EMG-Stim, Laser, Vakuum

Sie kombinieren das Gerät  
nach Ihren Bedürfnissen  
oder bauen es später aus!



**CHATTANOOGA  
GROUP, INC.**

- █ Einfachheit in der Menüführung
- █ viele spezielle Funktionen
- █ Patientenprotokolle mittels  
Chipkarten die am Desktop  
verarbeitet werden können
- █ grosse klinische Protokoll-  
bibliothek eingebaut, mehr-  
sprachig

Lassen Sie sich überzeugen  
und lernen Sie das neue  
Intelect Advanced und seinen  
erstaunlichen Preis kennen!

**Verkaufsoffener Samstag  
bei der Medidor AG am  
18. September 2004!**

**MEDIDOR** Eichacherstrasse 5 · CH-8904 Aesch b. Birmensdorf/ZH · Tel. 01 737 34 44  
HEALTH CARE • THERAPIE Fax 01 737 34 79 · E-Mail mail@medidor.ch · Internet www.medidor.ch

## EINLEITUNG

Progressive Muskeldystrophie (PMD) ist die übergreifende Bezeichnung für eine Gruppe von genetisch bedingten neuromuskulären Erkrankungen, die zu Muskelschwäche und Muskelschwund führen. Davon betroffen ist vor allem die Skelettmuskulatur. Einige PMD-Formen beeinträchtigen aber auch das Herz und andere unwillkürliche Muskeln. Es gibt verschiedene klinisch, histochemisch und genetisch nachgewiesene Arten der Muskeldystrophie. Die Schwäche wird als Hauptproblem dieser neuromuskulären Erkrankungen betrachtet. Die bei Kindern am häufigsten auftretende Form ist die Duchenne-Muskeldystrophie (DMD). Kinder mit DMD leiden an Muskelschwäche und sind normalerweise ab acht bis zwölf Jahren an den Rollstuhl gefesselt. Mit der Zeit treten auch Lungen- und Herzprobleme auf [1]. Man weiss, dass das für DMD verantwortliche Gen auf dem X-Chromosom liegt. Das entsprechende Gen ist für das muskelspezifische Protein Dystrophin kodiert und kann verschiedene Mutationen aufweisen. Muskelfasern mit Dystrophin-Mangel zeigen verminderte Membranstabilität, was zu einer Zerstörung der Muskelzellen führt und erhöhte Verwundbarkeit sowie verminderte Regenerationsfähigkeit hervorruft.

Für keine PMD-Form gibt es eine spezifische Behandlung. Therapeutische Eingriffe sind vor allem darauf ausgerichtet, sekundäre Komplikationen (Lungenprobleme, Kontrakturen) zu vermeiden. Ausserdem sind sie sehr zeitintensiv und kostspielig. Einige sind der Ansicht, dass Versuche, solche Patienten zu rehabilitieren, wegen des fortschreitenden Verlaufs der Krankheit sinnlos sind [2]. Es ist noch unklar, ob Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen von einem Training zur Steigerung der Muskelkraft und/oder zur Verbesserung der Funktionen profitieren.

Ganz allgemein kann man die Trainierbarkeit und die Leistungsfähigkeit von PMD-Patienten hinterfragen, wenn man die Pathophysiologien dieser Krankheiten betrachtet. In Anbetracht der unterschiedlichen Pathophysiologien ist es sicher nicht angebracht, auf alle neuromuskulären Erkrankungen dieselben Übungen und Tests anzuwenden. Nicht bei allen Formen ist derselbe Muskeltyp betroffen (Fasertyp I oder II) [3]. Die Trainingsart ist ein bedeutender Faktor in der Behandlung von Patienten mit Muskeldystrophie, aber bis jetzt konnte die geeignetste Übungsform für PMD-Patienten im Allgemeinen und für DMD-Kranke im Besonderen noch nicht ermittelt werden. Die Autoren von entsprechender Fachliteratur sind sich überhaupt nicht darüber einig, wie sich ein Kraft- und Ausdauertraining auf Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen auswirkt. Einige klinische Fallberichte besagen, dass Training die Muskeln zusätzlich schädigt und die Patienten noch mehr schwächt [4, 5, 6]. Einige Autoren sind der Ansicht, dass intensives Training schädliche Wirkung auf eine kranke Skelettmuskulatur haben kann [7], während andere die Notwendigkeit eines Muskeltrainings für Patienten mit Duchenne-Muskeldystrophie (DMD) in Frage stellen [8].

Auf der anderen Seite haben einige Autoren bei Patienten mit verschiedenen neuromuskulären Erkrankungen eine Stärkung der Muskeln durch entsprechendes Training nachgewiesen, und zwar ohne dass ersichtliche morphologische Schädigungen aufgetreten wären [9, 10]. Der Grund für diese Diskrepanz ist unklar. Möglicherweise variiert das Ergebnis eines intensiven Trainings je nach Krankheit, und wahrscheinlich hängt es auch davon ab, ob strukturelle Abnormitäten vorhanden sind oder nicht [11]. Zudem kann bei strukturellen Muskelerkrankungen wie DMD auch das Herz betroffen sein. Herzprobleme könnten ebenfalls einen Einfluss auf die Wirkung eines Kraft- und Ausdauertrainings haben; dieser Bereich wurde jedoch bisher noch nicht untersucht.

Das Ziel dieser Studie bestand darin, die Trainingsfähigkeit von 12 DMD-Patienten zu bestimmen. Dazu wurden ihre metabolischen und kardiovaskulären Reaktionen auf Kraft- und Ausdauerübungen geprüft und ihre Ruhewerte in den Bereichen Blutdruck, Herzrate und Laktat mit Gesunden im selben Alter verglichen.

## METHODE

Die Untersuchungseinheit bestand aus zwölf Patienten mit einer histochemisch und/oder genetisch abgestützten DMD-Diagnose, Durchschnittsalter 13.9 Jahre ( $\pm 3.2$ ).

Alle Betroffenen sowie deren Eltern oder Betreuer erhielten Anweisungen und Informationen zur Studie. Die Studie wurde von der örtlichen Ethikbehörde genehmigt. Die Daten wurden mit deskriptiver und inferentieller Statistik ausgewertet:

Die Laktat-, Herzrate- und Blutdruckwerte wurden mit Hilfe des Wilcoxon-Tests analysiert. Es wurden die Unterschiede vor und nach den Trainingssitzungen untersucht. Die Ruhewerte für Blutdruck, Herzrate und Laktat wurden mit den Werten von zwölf gesunden Freiwilligen im selben Alter verglichen. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe einer Tabelle und einer Grafik dargestellt und mit dem Mann-Whitney-U-Test statistisch ausgewertet.

## VORGEHEN BEI DEN ÜBUNGEN UND TESTS

Messungen fanden während drei getrennten Trainingssitzungen statt, diese lagen jeweils eine Woche auseinander. Blutlaktat aus dem Ohrläppchen, Herzrate sowie diastolischer und systolischer Blutdruck wurden vor, während und nach den Test-sitzungen miteinander verglichen. Die Ruhewerte für Blutlaktat, Herzrate sowie für den systolischen und diastolischen Blutdruck wurden mit den Werten von den zwölf gesunden Testpersonen im selben Alter verglichen.

### Regeln für den Abbruch

Die Patienten wurden angewiesen, ihren Physiotherapeuten und den Testverantwortlichen bei Übelkeit oder Beschwerden zu informieren. Der Test wurde abgebrochen, wenn der Patient erschöpft war, an Muskelschmerzen oder Atemnot litt oder von sich aus einen Abbruch verlangte.

#### Kräftetest

Während der ersten Sitzung wurde die maximale isometrische und dynamische Kraft für die Ellbogenflexoren ermittelt und die maximale Last berechnet, die der Patient 14-mal aushalten kann (14 RM; das Gewicht, das eine Person 14-mal heben kann [12]).

#### 14 RM-Test

Während der zweiten Sitzung wurden Blutlaktat, Herzrate und Blutdruck vor, während und unmittelbar nach einer Ellbogenflexionsübung von mittlerer Intensität gemessen. Die Aufwärmübung bestand aus fünf Kontraktionen ohne Widerstand und leichtem Stretching der Extremitäten. Der Patient sass mit ausgestreckten Unterarmen und von hinten abgestützten Ellbogen auf einem Stuhl. Es gab fünf Übungsblöcke, bei denen die Patienten das 14 RM-Gewicht je 7-mal hoben. Bei jedem Heben wurden die Ellbogen während zwei Sekunden voll angewinkelt und durchgestreckt. Zwischen den einzelnen Übungsblöcken gab es drei Minuten Pause.

#### Ausdauer-test (Laktat «Step-wise Test»)

Während der dritten Sitzung wurden Blutlaktat, Herzrate und Blutdruck vor, während und nach einem Step-wise Ausdauer-test gemessen. Für den Test wurde ein Arm-ergometer MOTomed viva 2 der Firma Reck verwendet. Die Patienten begannen die Übung mit der absoluten Mindestlast (3 Watt). Die Intensität wurde alle zwei Minuten um drei bis fünf Watt erhöht. Nach jeder Erhöhung wurden die Werte erneut gemessen.

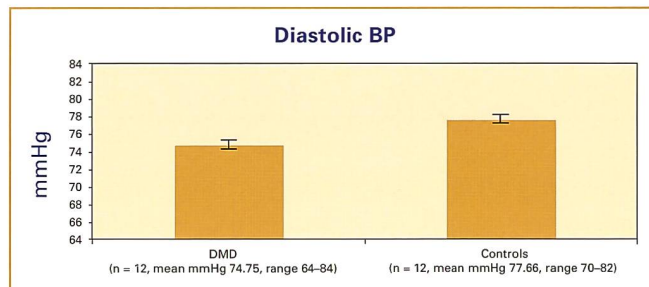


Abb. 1: Vergleich des diastolischen Blutdrucks im Ruhezustand zwischen zwölf Gesunden und zwölf DMD-Patienten (kein grosser Unterschied).

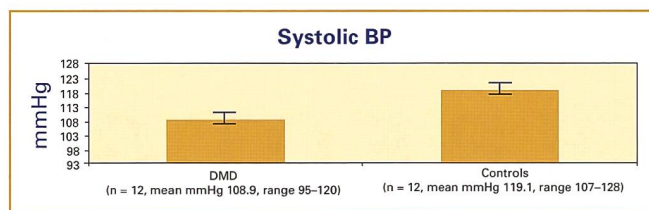


Abb. 2: Systolischer Blutdruck im Ruhezustand bei zwölf Gesunden und zwölf DMD-Patienten ( $p < 0.01$  Mann-Whitney).

## ERGEBNISSE

Die drei Tests konnten nicht bei allen zwölf Patienten durchgeführt werden. Die Gründe dafür waren Kräftemangel ( $n = 2$ ), Muskelkontraktoren ( $n = 1$ ) und Motivationsprobleme ( $n = 2$ ). Bei den Ruhewerten für Herzrate, Laktat und den diastolischen Blutdruck (Abb. 1) gab es keine Unterschiede zwischen Kranken und Gesunden.

Der Ruhewert für den systolischen Blutdruck war dagegen bei den DMD-Patienten wesentlich tiefer als bei den Gesunden (Abb. 2;  $p < 0.01$ , Mann-Whitney-U-Test).

Beim 14 RM-Test (Test 2) und beim Ausdauer-test (Test 3) änderten sich die Blutdruck- und Laktatwerte nicht wesentlich (Abb. 3).

Die Herzrate stieg dagegen stark während des 14 RM-Tests (Test 2; Abb. 4) und während des Ausdauer-tests (Test 3; Abb. 5;  $p < 0.05$ , Wilcoxon-Test).

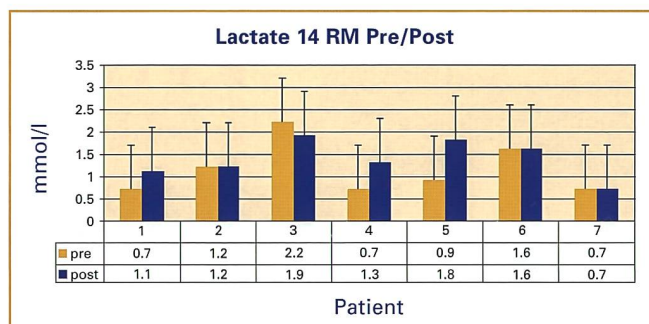


Abb. 3: Laktat vor und nach der 14 RM-Kraftübung mittlerer Intensität (Test 2; kein grosser Unterschied).

# ENERCETICA®

ENERGETISCH-LEITFÄHIGE KÖRPER- UND MASSAGECREME

LEITET

- ◆ Narbenentstörung
- ◆ unterstützt energetische Therapien
- ◆ Selbstbehandlung zur Förderung des Energieflusses (z. Bsp. vor und nach sportlichen Aktivitäten usw.)

GLEITET

- ◆ Massagen
- ◆ Fussreflexzonen-Massage

PFLEGT

- ◆ Narben
- ◆ Körper- und Gesichtshaut (ersetzt Körpercreme / lotion)

Weitere Informationen und Bestellungen bei:

Enercetica, Chilefeldstrasse 12, CH-5634 Merenschwand  
Tel.-056 664 54 04, Fax 056 664 76 05, Internet www.enercetica.ch

Clap Tzu

Europas führender Hersteller von Massagetischen aus Holz



Auf einen Blick...

- ◆ leicht & zusammenlegbar
- ◆ stabil & höhenverstellbar
- ◆ umfangreiches Zubehör
- ◆ fachkundige Beratung
- ◆ hohe Lebensdauer
- ◆ spezielle Cranio- & Reikitische

Massagetische aus Holz, die durch ihr lebendiges Design eine Freude fürs Auge sind und Funktionalität bieten.



Tao Trade®

Mittlere Str. 151, 4056 Basel  
Tel./Fax: 061 381 31 81  
mail: office@taotrade.ch  
web: www.taotrade.ch

Wir wünschen Ihnen viel

# ERFOLG

mit **Therapie 2000**

der Administrationssoftware für Physiotherapien

Wir sind vor Ort wann immer Sie uns brauchen . . .  
Beratung / Schulung / Installationen / Erweiterungen / Reparaturen

DNR Inter-Consulting, Tel. 041 630 40 20

## Sitzkeile!

- ◆ 2 Grössen (klein und gross)
- ◆ 2 Qualitäten (hart und normal)
- ◆ mit Frottee-Überzug, waschbar (4 Farben)

kaufen Sie besonders günstig bei:

**TOBLER & CO. AG**

Strickerei, Näherei

9038 Rehetobel

Tel. 071 877 13 32

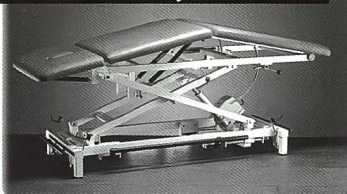
Fax 071 877 36 32

E-Mail: tobler.coag@rehetobel.ch

wir liefern Ihnen gerne auch  
**Keile**  
auf Mass!

## Vielseitige Lösungen für Ihre Therapieansprüche !

**GYM ...tausendfach bewährt!**



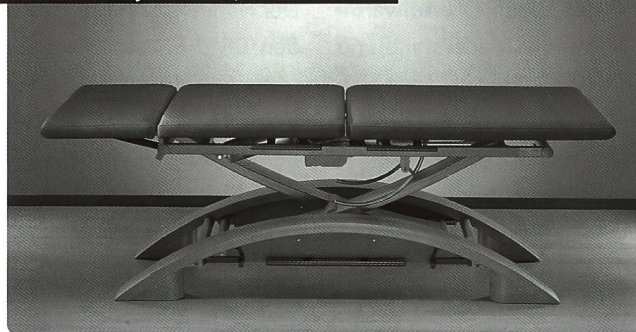
stark  
in Preis und Leistung!

**THERA ...die Funktionelle!**



Neuheit!

**ARCUS ...für Therapie und mehr!**



Viele weitere Modelle und Zubehör im Gesamtkatalog.

# LIMA

BEHANDLUNGSLIEGEN  
& PRAXISZUBEHÖR



**OAKWORKS**

**KOFFERLIEGEN**

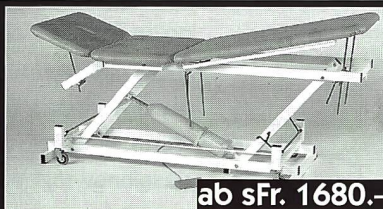
grösste Auswahl  
ab Fr. 590.- !



LIMA Berninastr. 11 www.lima.ch Tel. 01 312 26 07  
8057 Zürich info@lima.ch Fax 01 312 27 20

## RehaTechnik

- Massage und Therapieliegen
- Schlingentische und Zubehör



ab sFr. 1680.-

## LEHRINSTITUT RADLOFF

CH-9405 Wienacht-Bodensee  
Telefon 071 891 31 90  
Telefax 071 891 61 10

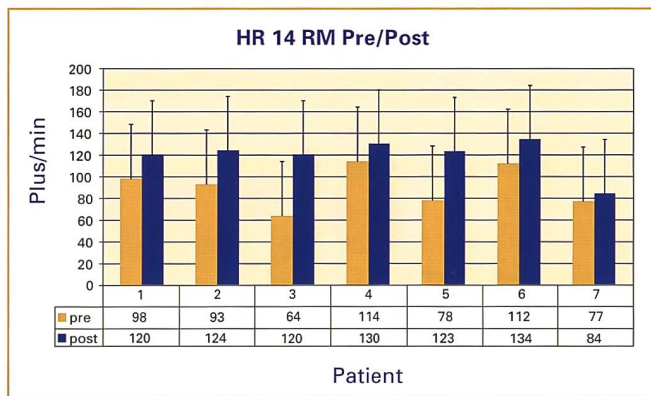


Abb. 4: Herzrate vor und nach der 14 RM-Kraftübung mittlerer Intensität (Test 2;  $p < 0.05$ , Wilcoxon).

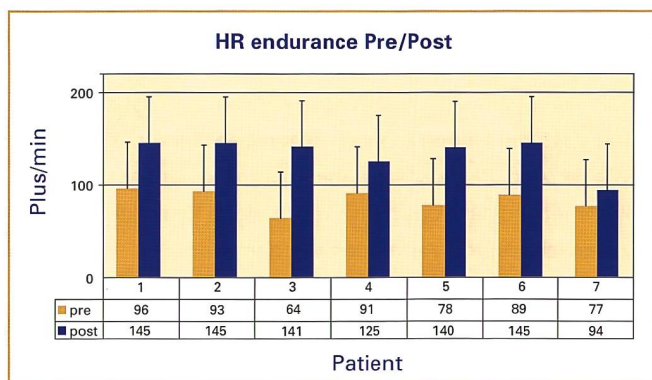


Abb. 5: Herzrate vor und nach der Ausdauerübung (Test 3;  $p < 0.05$ , Wilcoxon).

## AUSWERTUNG

Eines der Ziele der Studie bestand darin, die Ruhewerte für Blutdruck, Herzrate und Laktat von DMD-Patienten mit den Werten von Gesunden im selben Alter zu vergleichen. Wie der Abschnitt Ergebnisse schon gezeigt hat, gab es keine wesentlichen Unterschiede bei den Werten für Herzrate, Laktat und dem diastolischen Blutdruck. Diese Ergebnisse lassen darauf schliessen, dass bei diesen Testpersonen die Ruhewerte den Werten von Gesunden sehr ähnlich sind. Es ist aber unmöglich, daraus Schlüsse für die Gesamtheit der DMD-Patienten zu ziehen. Die Ergebnisse können nicht verallgemeinert werden, da die Zahl der Testpersonen zu klein ist. Dennoch sollte man beachten, dass der systolische Blutdruck bei den DMD-Patienten bedeutend tiefer ( $p < 0.01$ ) war als bei den gesunden Testpersonen. Auch der diastolische Blutdruck war bei neun von zwölf DMD-Patienten tiefer als bei den gesunden Testpersonen im selben Alter. Daraus könnte man schliessen, dass der Blutdruck bei DMD-Patienten leicht tiefer ist als bei Gesunden. Damit läge er auch unter den Normwerten, die vom American National High Blood Pressure Education Program NHBPEP (amerikanisches Bluthochdruck-Erziehungsprogramm) veröffentlicht wurden [13]. Nur drei Patienten hatten im Vergleich zu den Normwerten des NHBPEP leicht erhöhte Werte

beim diastolischen Blutdruck. Dieser Umstand lässt sich vielleicht mit der sitzenden Lebensweise und den entsprechenden Folgen erklären. Die negativen Auswirkungen einer sitzenden Lebensweise und der Tatsache, dem orthostatischen Stress nicht ausgesetzt zu sein, sind allgemein bekannt: schlechte physische Kondition, relativ hohe Herzrate, Hypothrophie der Skelettmuskulatur, Abnahme der Lungenfunktion, tiefer Blutdruck durch abnehmende vasomotorische Reflexe und geringes Blutvolumen im Kreislauf [14].

Es war schwierig, genügend Testpersonen zu finden, die alle Aufnahmekriterien erfüllten. Während der Studie musste ein Patient wegen Kontrakturen der Ellbogenflexoren ( $> 90$  Grad) ausgeschlossen werden. Eine Mindest-Muskelkraft von 4/5 erwies sich ebenfalls als anspruchsvolles Kriterium. Bei der Rekrutierung für die Studie erfüllten lediglich 12 von 33 Kandidaten dieses Kriterium. In der ersten Studienwoche fand man dann heraus, dass zwei Patienten eine Muskelkraft von nur 3/5 hatten. Diese mussten vom Training ausgeschlossen werden. Zwei weitere Patienten gaben schon bald auf und wurden wegen fehlender Motivation von der Studie ausgeschlossen. Bei Blutlaktat und Blutdruck zeigten die Ergebnisse keine grossen Unterschiede vor und nach dem Kraft- beziehungsweise Ausdauertraining. Daraus lässt sich schliessen, dass fünf Übungsblöcke mit je sieben Wiederholungen und einem Gewicht von 14 RM sich bei diesen Testpersonen kaum auf die Laktatwerte und den Blutdruck auswirken. Die Ergebnisse lassen auch den Schluss zu, dass diese Patienten während beiden Sitzungen in der anaerobischen Zone blieben. Keine der Testpersonen wies hohe Laktatwerte auf und nur ein Patient (Nr. 9 nach dem Ausdauer-test) erreichte die aerobisch-anaerobische Schwelle.

Hohe Blutlaktatwerte können zu Laktatacidose führen, was die Muskelzellen schädigt. Bei pH 6.2 sterben die Zellen sogar ab [15]. Aus diesem Grund wurde untersucht, in welchem Mass die Laktatwerte bei einem Kraft- und Ausdauertraining ansteigen. Gemäss Mader [16] erreicht der Blut-pH nur bei einer Blutlaktatmenge von etwa 20–25 mmol/l Werte von zirka 7.0–6.95 und der Zell-pH Werte um 6.6–6.4. Solche Werte treten zum Beispiel bei 400-m-Sprintern während eines Wettkampfes auf. Die während unserer Studie gemessenen Laktatwerte (Durchschnitt 1.37 mmol/l  $\pm$  0.7) können keinesfalls zu darunter liegenden pH-Werten führen (direkter Austausch mit Prof. Wallimann, ETH Zürich, 2002). Wie der Vergleich mit gesunden Testpersonen gezeigt hat, gab es bei den Laktatwerten (im Ruhezustand) keinen wesentlichen Unterschied zwischen unseren DMD-Patienten und den Gesunden. Das bedeutet, dass der Blut-pH mit den normalen Werten von 0.8–1.5 mmol/l im Normbereich von 7.2–7.4 bleibt (Radlinger, direkter Austausch 2002).

Die Herzrate war nach dem 14 RM-Krafttraining ( $p < 0.05$ ) und dem Step-wise Ausdauer-test ( $p < 0.05$ ) bedeutend höher. Bei einer Leistungszeit von höchstens 14 Sekunden und einer Intensität von 14 RM findet die Energieversorgung auf der anaerobischen Ebene statt. Dennoch stellten wir in der Pause unmittelbar nach dem ersten Kraftübungsblock und bei der ersten Messung während des Ausdauer-tests eine rasche und bedeutende Erhöhung der Herzrate fest. Auf den ersten Blick wirkt dieser rasche Anstieg alarmierend, so dass man sich fragen könnte, ob Muskeltraining für DMD-Patienten sinnvoll ist. Verschiedene Untersuchungen an gesunden Testpersonen zeigten jedoch ebenfalls eine Erhöhung der Herzrate, und zwar bereits nach dem ersten Krafttrainingsblock mit verschiedenen Intensitäten [17, 18]. Dieser Umstand kann folgendermassen erklärt werden: Ein Anstieg des Afterloads bewirkt einen temporären Rückgang des Schlagvolumens. Durch den «Frank-Starling»-Mechanismus und als Reaktion auf die stärkere Kontraktion des Ventrikelmuskels nimmt das Schlagvolumen zwar wieder zu und erreicht wieder dasselbe Niveau wie vor dem Afterload [19], die zusätzliche Energie aber, die für die Muskelarbeit benötigt wird, kann nicht allein durch den Anstieg des Herzschlagvolumens geliefert werden. Eine Erhöhung der Herzrate ist daher die logische Konsequenz [17]. Eine weitere Ursache für den Anstieg der Herzrate könnte die Zunahme des intrathorakalen Drucks sein [20], der im Endeffekt das «Valsalva-Manöver» bewirkt. Dieses hemmt das sympathische Nervensystem [21] und bewirkt in einer ersten Phase eine Verlangsamung der Herzfrequenz (während der Übung). Doch wenn sich die Muskeln nach dem «Valsalva-Manöver» wieder entspannen (in der Pause), kommt es zu einer Beschleunigung der Herzfrequenz und zu einer erhöhten Herzrate. Zudem stimuliert der Anstieg des intramuskulären Drucks mechanische Rezeptoren, die über Nervenverbindungen das Herz-Kreislauf-Zentrum im Hirnstamm erreichen. Dadurch wird die Aktivität des Vagusnervs eingeschränkt [22]. Zusätzlich wird der Hirnstamm über den Kortex stimuliert. Dieser Mechanismus scheint für die rasche Anpassung der Herzrate an neue Anforderungen sehr wichtig zu sein [23].

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

- DMD-Patienten reagieren normal auf Kraft- und Ausdauerübungen, wenn das Trainingsgewicht auf ihre Muskelkraft abgestimmt wird. Die kardiovaskuläre und metabolische Reaktion auf die Übungen ist mit derjenigen von Gesunden vergleichbar:
  - > Im Ruhezustand bewegen sich Laktatwerte und Herzrate im Normalbereich eines Gesunden.
  - > Im Ruhezustand sind der systolische und der diastolische Blutdruck bei DMD-Patienten etwas tiefer als bei gesunden Testpersonen, was wahrscheinlich auf die sitzende Lebensweise der Kranken zurückzuführen ist (Abb. 1, 2).
  - > Sowohl bei Kraft- als auch bei Ausdauerübungen steigt die Herzrate bei DMD-Patienten normal (Abb. 4, 5).
- DMD-Patienten könnten wahrscheinlich gefahrlos trainiert werden, wenn sie dabei einer angemessenen Belastung wie im angewandten 14 RM-Test ausgesetzt sind (Test 2): Der Laktatwert stieg nicht wesentlich an, was darauf hindeutet, dass die Übung in einer anaeroben Zone durchgeführt wurde (Abb. 3). Es sollte daher nicht zu einer Laktatacidose kommen, so dass das damit verbundene Risiko der Muskelzellenschädigung vermieden werden kann.
- Unsere Studie zeigt auch einige Probleme beim Training von DMD-Patienten auf. Im Besonderen hatten wir beachtliche Probleme, eine angemessene Zahl von Patienten zu rekrutieren. Gründe für diese Schwierigkeiten sind:
  - > ungenügende Zahl von Patienten mit einem ähnlichen Grad der Schwäche / Trainingsfähigkeit
  - > Jugend der Patienten in einem Stadium, in dem Muskelkraft «trainierbar» ist
  - > fehlende Motivation der Patienten, sich den Unannehmlichkeiten der Übungen und Tests auszusetzen
  - > fehlende Unterstützung der Betreuer und des PersonalsIn Anbetracht dieser Probleme können in der Schweiz nur Studien durchgeführt werden, an denen mehrere Institute beteiligt sind.  
Man braucht viel Motivationsarbeit, um bei jedem Patienten ein konsequentes Training zu gewährleisten.

*Der Autor dankt Frau Dr. M. Steinlin, Herrn Dr. K. Rösler, der Schweizerischen Gesellschaft für Muskelkranke (SGMK), dem Mathilde Escher Heim, Zürich, und besonders den Patienten für die gute Zusammenarbeit und die Unterstützung.*

# TOTAL ENTSPANNT

Professionelle Liegehilfen aus dem erstklassigen elsa-Schaum



Perfekt aufeinander abgestimmt: Nacken- und Venenkissen, Matratze



Perfekte Hygiene: Sowohl Überzug wie auch Matratze waschbar!

Gesichtsauflagen von elsa: garantiert einmaliger Komfort für Ihre Patienten



Höhe 4 cm

Dieses Modell eignet sich für Therapieliegen mit Öffnung für Nase.



Höhe 7 cm

Dieses Modell eignet sich für Therapieliegen ohne Öffnung.

Beide Modelle werden mit einem abnehm- und waschbaren Überzug in der Farbe türkis oder royal geliefert.

80% Cotton,  
20% Polyamid

royal  
türkis

elsa Vertriebs AG CH-6032 Emmen Telefon 041 269 88 88 Telefax 041 269 88 80 www.elsaint.com

## Die individuelle Einrichtung

Sporttherapie

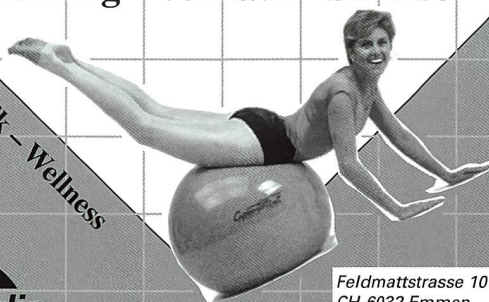
Physiotherapie

Therapie  
Gymnastik-Training • Therapie- und Massageliegen • Lagerungshilfen • Wäsche • Desinfektions- und Pflegeprodukte • Thermo-Therapie • kalt/warm • Massagematerial • Vorhänge • Mobil- liar • Stühle • Extension-Manipulation • Hydrosun- Lampen • Sauna • Dampfbadprodukte • Hydro-Therapie • US-Elektro-Therapie • Geräte-Zubehör • HF-Therapie • Puls-, Blutdruck-Messgeräte • Anatomisches Lehrmaterial • Bewegungs- trainer • Polysport-Tape-Eiswasser-Wärmesalbe

Innovativ

in  
Planung • Verkauf • Service

Gymnastik - Wellness



Jardin  
Medizintechnik ag

E-Mail: info@jardin-jmt.ch

Feldmattstrasse 10  
CH-6032 Emmen  
Tel. 041 260 11 80  
Fax 041 260 11 89  
Pour la Suisse romande:  
Natel direct 079 515 14 85



**MIETSERVICE**  
C.P.M. BEWEGUNGSSCHIENEN  
Knie - Sprunggelenk - Schulter

NorthCoast Übungsbänder  
Thera-Band Sortiment  
Over Door Pulley

**ALLENSPACH MEDICAL AG**

Fabrikweg 294 4718 Holderbank SO  
Tel. 062 390 18 88 Fax 062 390 13 34  
info@allenspachmedical.ch www.allenspachmedical.ch

Sophis Ware

## Ihr Partner für die Administration!

- SophisPhysio – die Software für Physiotherapeuten
- SophisErgo – die Software für Ergotherapeuten  
Die Softwareprogramme mit denen die Administration einer Praxis zum Vergnügen wird.
- PhysioTools – das Original  
Die Software zur Erstellung von individuellen Übungs- anleitungen und Trainingsplänen.
- SophisTraining  
Die Software zur Verwaltung und Überwachung von Trainingsabonnements.
- SophisPhysio bereits ab Fr. 1'100.—  
Die anpassungsfähige Lösung für Praxen aller Grössen!

Weitere Informationen und Demoversionen erhalten Sie bei:  
SophisWare, 4562 Biberist, 032 672 01 92, physio@sophisware.ch

Werden Sie **unschlagbar** in der physio- therapeutischen Behandlung mit Ihrem beruflichen Wissen und **GIGER MD®** Instrumenten.

Machen Sie den Schritt in die Moderne, werden Sie unabhängig und verlangen Sie eine Offerte.

Physiotherapie Thomas und Domenica Nyffeler  
Bahnhofstrasse 1, 6312 Steinhausen  
Telefon 041 741 11 42, Telefax 041 741 11 52  
E-Mail: tnyff@bluewin.ch

## LITERATUR

1. RODILLO E, NOBLE-JAMIESON CM, ABER V, HECKMATT JZ, MUNTONI F, DUBOWITZ V. Respiratory muscle training in Duchenne muscular dystrophy. *Arch Dis Child* 1989; 64: 736–738.
2. KAWAZOE Y, KOBAYASHI M, TASAKA T, TAMAMOTO M. Effects of therapeutic exercise on masticatory function in patients with progressive muscular dystrophy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1982; 45: 343–347.
3. FOWLER WM JR, TAYLOR M. Rehabilitation management of muscular dystrophy and related disorders: I. The role of exercise. *Arch Phys Med Rehabil* 1982; 63: 319–321.
4. BONSETT CA. Pseudohypertrophic muscular dystrophy: Distribution of degenerative features as revealed by anatomical study. *Neurology* 1963; 13: 728–738.
5. JOHNSON EW, BRADDOM R. Over-work weakness in facioscapulothoracic muscular dystrophy. *Arch Phys Med Rehabil* 1971; 52: 333–336.
6. WANGER M, VIGNOS PJ, FONOW D. Serial isokinetic evaluations used for a patient with scapulothoracic muscular dystrophy: a case-report. *Phys Ther* 1986; 66: 1110–1113.
7. KILMER DD, MCCRORY MA, WRIGHT NC, AITKENS SG, BERNAUER EM. The effect of a high resistance exercise program in slowly progressive neuromuscular disease. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 560–563.
8. BROOK MH. A clinician's view of neuromuscular diseases. Second edition. Baltimore: Williams & Wilkins 1986.
9. MCCARTNEY N, Moroz D, Garner SH, McComas AJ. The effects of strength training in patients with selected neuromuscular disorders. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20: 362–368.
10. TOLLBÄCK A, ERIKSSON S, WREDENBERG A ET AL. Effects of high resistance training in patients with myotonic dystrophy. *Scand J Rehab Med* 1999; 31: 9–16.
11. ANSVED T. Muscle training in muscular dystrophies. *Acta Physiologica Scand* 2001; 171: 359–366.
12. BARTHOLDI E, SCHRANZ B, RADLINGER L. Akute kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung im Muskelaufbautraining. Eine empirische Untersuchung bei maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung am Beispiel der Leg-Press. *Physiotherapie* 2001a; 8: 4–11.
13. NHBPEP. The sixth report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. NIH Publication No. 98–4080: 1997.
14. CONVERTINO VA, BLOOMFIELD SA, GREENLEAF JE. An overview of the issue: physiological effects of bed rest and restricted physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 187–90.
15. RADLINGER L, BACHMANN W, HOMBURG J, LEUENBERGER U, THADDEY G. Rehabilitatives Krafttraining. Stuttgart; New York: Thieme Verlag 1998.
16. Mader A. Eine Theorie zur Berechnung der Dynamik und des steady state von Phosphorylierungszustand und Stoffwechsellaktivität der Muskelzelle als Folge des Energiebedarfs. *Habilitationsschrift Sportschule Köln* 1983.
17. LECSKO S, VARISCO F. Kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung beim Krafttraining. Ein Vergleich der physiologischen Parameter Blutdruck, Herzfrequenz und Blutlaktat vor, während und nach einem Maximalkrafttraining und einem Kraftausdauertraining. *Physiotherapie* 1999; 4: 19–28.
18. BARTHOLDI E, SCHRANZ B, RADLINGER L. Akute kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung im Muskelaufbautraining. Eine empirische Untersuchung bei maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung am Beispiel der Leg-Press. *Physiotherapie* 2001b; 9: 4–10.
19. KEIDEL W.D. Kurzgefasstes Lehrbuch der Physiologie, 6. Auflage 1985.
20. FLECK S.J. Kardiovaskuläre Reaktionen und Adaptationen während Kraftbelastungen. In: Komi PV (Hrsg.). *Kraft und Schnellkraft im Sport*. Deutscher Ärzte-Verlag, 1994: 302–310.
21. STEGEMANN J. Leistungsphysiologie. Stuttgart: Thieme Verlag 1991.
22. MEYER K, KARDOS A, SAMEK L, LEHMANN M, KUNZ K, CASPAR U. Intervall-Kraftbelastung im Vergleich zur Fahrradergometer-Belastung. Untersuchung zum Einsatz von Kraftausdauertraining bei Koronarpatienten. *Zeitschrift für Kardiologie* 1992; 81 (10): 531–537.
23. VILLIGER B. in Saner H. *Kardiale Rehabilitation*. Stuttgart: Thieme Verlag 1983: 23.