



# Fit durch Strom – Wer profitiert überproportional?

Sport als Therapie – mit diesem Leitsatz verbindet sich die Erkenntnis einer leitlinienorientierten evidenzbasierten Sporttherapie, die vom Arzt verordnet, überwacht und individuell angepasst werden muss.

## Autoren

Fritzche, D. (Herz- und Diabeteszentrum Nordrhein Westfalen, Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie)

Fruend, A. (Herz- und Diabeteszentrum Nordrhein Westfalen, Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie)

Horstkotte, D. (Herz- und Diabeteszentrum Nordrhein Westfalen, Klinik für Kardiologie)

Kleinöder, H. (Sporthochschule Köln)

Mellwig, K.-P. (Herz- und Diabeteszentrum Nordrhein Westfalen, Klinik für Kardiologie)

## Interessenkonflikt

Weder der Autor noch die Ko-Autoren befinden sich in einem Interessenkonflikt.

## Abstrakt

Die Vorstellung, dass moderates Ausdauertraining im Rahmen der Sekundärprävention die Prognose der chronischen Herzinsuffizienz verbessert, wurde inzwischen hinreichend validiert. In der klinischen Routine bleiben jedoch erfahrungsgemäß nur wenige, gut geführte, hoch motivierte und zumeist jüngere Patienten einer dauerhaften sportlichen Begleittherapie zugänglich. Unsere Erfahrungen mit Ganzkörper-Elektromyostimulation (EMS-Training) an herzinsuffizienten Patienten zeigen ein bislang nicht erahntes Potential bei der Regenerierung neurohumoraler, inflammatorischer und skelettmuskulärer Krankheitssymptome im Rahmen der Systemerkrankung „Chronische Herzinsuffizienz“ (CHI).

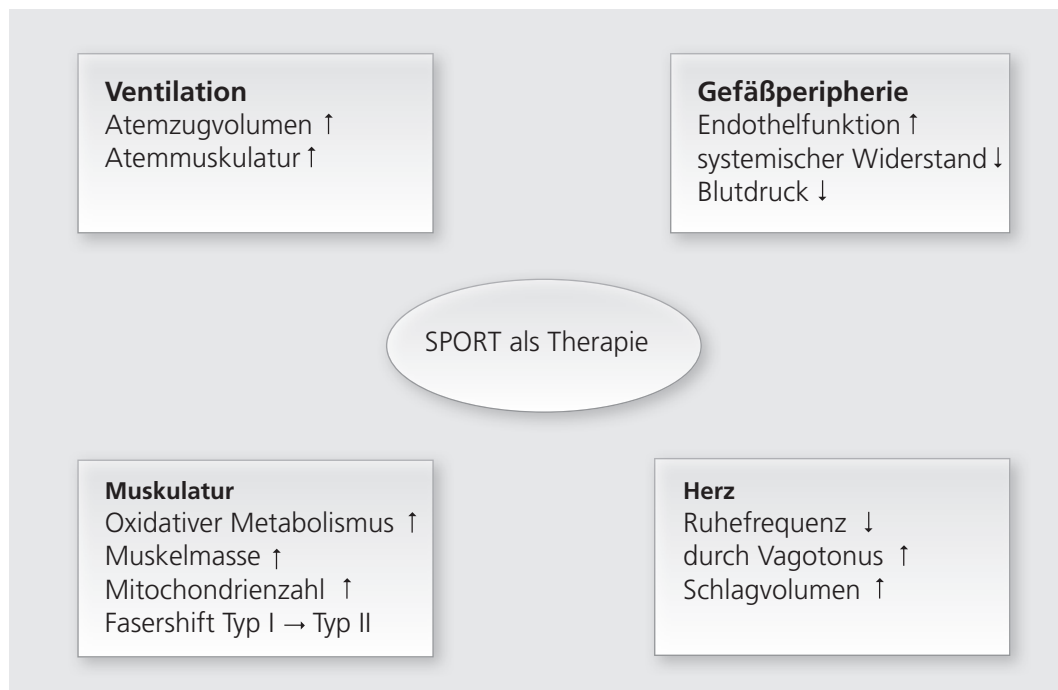


Abb.1.: Organspezifische Effekte regelmäßiger körperlicher Aktivität in Primär- und Sekundärprävention (nach Hamprecht)

In der **Präventionsmedizin** ergaben sich erste epidemiologische Hinweise auf kardioprotektive Effekte durch Sport aus großen Metaanalysen, in denen körperliche Aktivitäten mit der Mortalität korreliert wurde. Die Mortalitätsreduktion von Individuen mit einer sportlichen Betätigung von mindestens 1.000 kcal/Woche betrug 30-40 % gegenüber der inaktiven Durchschnittspopulation.

Aus diesen Studienergebnissen resultierte die Leitlinienempfehlung, mindestens 30-45 Min. am Tag körperlich aktiv zu sein. Die Belastungsintensität sollte bei 70 % der altersadjustierten maximalen Herzfrequenz liegen.

Die Wirkmechanismen von Sport als Therapieform lassen sich nach gegenwärtigem Wissensstand wie in Abb. 1 zusammenfassen.

Diese Erkenntnisse eröffneten die Neubewertung der CHI als Systemerkrankung und nicht als eine isolierte Erkrankung der Herzens.

Vor diesem Hintergrund entwickelten wir **eigene Überlegungen**, einen Therapieansatz zur Optimierung systemischer skelettmuskulärer, inflammatorischer und neurohumoraler Störungen zu untersuchen, welcher unabhängig von der mentalen und physischen Kapazität der Patienten mit CHI primär das „Organ Muskulatur“ konditioniert, um sekundäre Effekte auf die übrigen Störungen im Rahmen der Systemerkrankung CHI zu erzielen.

Unsere **Arbeitshypothese** basierte auf folgenden Überlegungen:

Herzinsuffiziente Patienten (oder herzkrankte Patienten) sind bei der Durchführung dynamischer Trainingsarten (Joggen, Rad fahren, etc.) durch einen raschen Anstieg der Herzfrequenz regelhaft limitiert und erreichen nicht die für ein effektives körperliches Training notwendige Belastungsstufe.

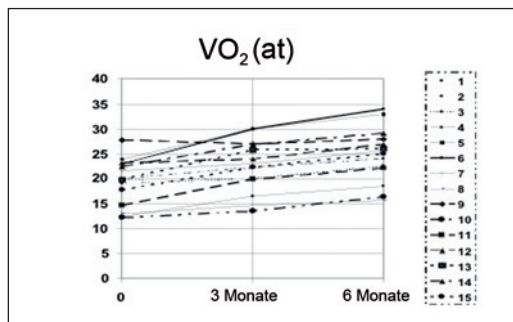
Durch EMS-Training werden große Muskelgruppen unabhängig von sonstigen patientenseitigen Faktoren extern erregt. Es erscheint möglich, mithilfe des EMS-Trainings eine Intensität des Trainings zu erreichen, welche es dieser Patientengruppe erlaubt, von der Optimierung zahlreicher Stoffwechsel- und muskelphysiologischer Parameter zu profitieren.

#### Methode

Im Rahmen einer prospektiven Pilotstudie (Ethikvotum Reg.-Nr. 27/2008, Universität Bochum) schlossen wir Patienten mit gesicherter Diagnose einer chronischen Herzinsuffizienz in ein sechsmonatiges Trainingsprogramm (Ganzkörper-EMS) ein. Als Trainingsgerät wurde das miha bodytec®-Gerät ausgewählt ([www.miha-bodytec.de](http://www.miha-bodytec.de)).

Die ausgewählten Patienten wurden sechs Monate trainiert. Am Beginn, nach drei und sechs Monaten wurden Leistungstests (Spiroergometrie), Blutuntersuchungen (u. a. Kreatinkinase) Ultraschalluntersuchungen des Herzens und andere Funktionsuntersuchungen durchgeführt. Ferner

Abb.2.: Verlauf der  $VO_2$  at während der sechsmonatigen Trainingsphase

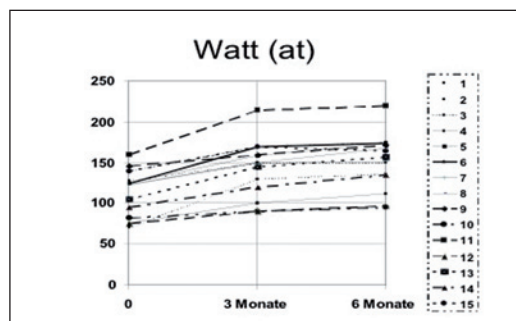


wurden vor und nach jedem Training Blutdruck sowie Blutzuckerwerte kontrolliert.

### Ergebnisse

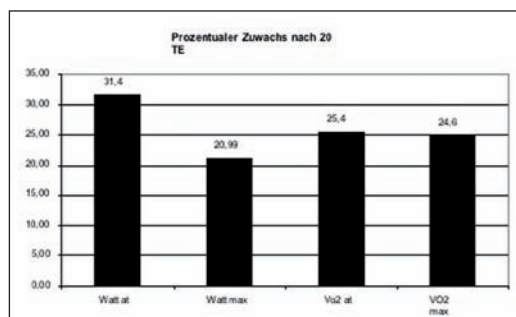
Während der Trainingsdauer konnten wir eine deutliche Steigerung der Sauerstoffaufnahme an der anaeroben Schwelle ( $VO_2$  at) dokumentieren. Die  $VO_2$  at lag zu Beginn der Trainingsphase bei  $19,39 (\pm 5,3)$  ml/kg/KG und stieg bis zum Ende des Trainingszyklus auf  $24,25 (\pm 6,3)$  ml/kg/KG ( $p < 0,05$ ). Dies bedeutet eine Steigerung der  $VO_2$  at auf 125,4 % gegenüber dem Ausgangswert. In der Spitze konnten wir eine Zunahme der  $VO_2$  at um 96 % beobachten. Da die maximal geleistete Arbeit (Watt max.) unter Messbedingungen häufig vom momentanen Zustand und der Leistungsbereitschaft abhängig ist, stellen wir die geleistete Arbeit ausschließlich an der anaeroben Schwelle (Watt at) dar.

Abb. 3.: Verlauf der Leistung an der anaeroben Schwelle (Watt at) während der sechsmonatigen Trainingsphase



Die Watt at stieg im Beobachtungszeitraum von  $109,7 (\pm 40,9)$  Watt auf  $143,89 (\pm 42,4)$  Watt an. Somit erreichten wir eine Leistungssteigerung an der anaeroben Schwelle auf 131,4 % in Bezug auf den Ausgangswert. Auch hier konnte für den Einzelfall eine Leistungssteigerung um 100 % dokumentiert werden.

Abb. 4.: Zusammenfassende Darstellung der Leistungssteigerung (Watt) und der Sauerstoffaufnahme nach 20 Trainingseinheiten



Die Herzfrequenz blieb während eines Trainingszyklus nahezu konstant. ( $74,4/\text{Min.}$  vor Training;  $75,6/\text{Min.}$  nach Training), während es zu einer signifikanten Änderung des Blutdruckes kam. So wurde bei Trainingsstart im Mittel ein Blutdruck von  $127,17/75,11$  mmHg gemessen, bei Trainingsende lag der Blutdruck bei  $123,57/71,57$  mmHg ( $p_{\text{Syst}} < 0,05$ ;  $p_{\text{Diast}} < 0,001$ )

Ferner wurde durch ein 20 Min. andauerndes Training der Blutzuckerspiegel signifikant um 23 % gesenkt. Bei Trainingsbeginn wurden im Mittel  $191,9 (\pm 31,0)$  mg/dl und nach 20 Min. Training  $156,8 (\pm 38,14)$  mg/dl gemessen.

Im Trainingszeitraum wurde keine signifikante Änderung des Körpergewichtes beobachtet. Der Body Mass Index (BMI) lag bei  $26,8 (\pm 3,34)$  am Beginn des Trainingszyklus resp. bei  $26,9 (\pm 3,2)$  nach sechs Monaten. Allerdings kam es zu einem Anstieg der Muskelmasse um 5 % ( $2-14,9$  %) bei entsprechender Reduktion des Körperfettanteiles. Der Anteil der fettfreien Masse (FFM %) stieg von  $57,2$  % ( $\pm 9,1$ ) auf  $60,0$  % ( $\pm 10,2$ ) (Impedanzwaage „Body composite analyser“; Tanita®).

Am Beginn der Trainingsphase wurden Creatinkinase-Bestimmungen (CK) vor und 24 Stunden nach dem Training als Maß für die individuelle Trainingsintensität durchgeführt. Der Anstieg der Creatinkinase betrug im Mittel  $250$  U/l. Im Einzelfall konnte ein CK-Wert um  $2770$  U/l bestimmt werden.

Die bei 11 Patienten (73 %) geäußerten „Rückenschmerzen“ waren bereits nach wenigen Trainingseinheiten komplett eliminiert. 14 Patienten gaben bei der Abschlussbefragung eine deutlich gesteigerte subjektive Leistungssteigerung, eine Steigerung ihrer Lebensqualität, des körperlichen „Spannungsgefühls“, eine Verbesserung der Stimmungslage und eine positive Beurteilung des Trainingsverlaufes an. Nur ein Patient äußerte sich indifferent.

### Diskussion

Vom Umfang der Leistungssteigerung durch EMS-Training waren wir überrascht. Eine Zunahme der anaeroben Leistungsfähigkeit nach drei bzw. sechs Monaten von bis zu 96 % (mean 25,35 %) wurde bislang durch keine andere in der primären oder sekundären Rehabilitationsmedizin durchgeführten Sporttherapieformen erreicht. Ferner stieg die maximale Sauerstoffaufnahme um 24,6 %.

Auch dies ist eine Steigerung, welche durch andere Sportformen bislang an einem vergleichbaren Patientenkollektiv nicht gezeigt werden konnte. Unter gängigen aeroben Ausdauerprogrammen im Rahmen der kardialen Sekundärprävention

wurden bei CHI-Patienten 12-15 % Leistungssteigerung, gemessen in %  $\text{VO}_2$  max, dokumentiert.

Der Verlauf des CK-Anstieges besonders bei Trainingsbeginn unterstreicht die hohe Effizienz des EMS-Trainings. Im Einzelfall erreichten die gemessenen CK-Werte Bereiche, wie sie gelegentlich nach maximaler Belastung bei gesunden Leistungssportlern gemessen werden, sodass die relative und individuelle Belastung durch das Ganzkörper-EMS-Training Auswirkungen hat, die einer maximalen Belastung eines gesunden Sportlers entsprechen.

Diese Beobachtung veranlasste uns zu einer adaptiven Gestaltung der Trainingsintensität unter fortlaufender Kontrolle enzymologischer Parameter. Offenbar führt der hohe Trainingsreiz zum temporären Abbau zahlreicher Myofibrillen mit anschließender Resynthese von effizienter Muskelmasse. Dies konnte durch die Impedanzmessung (Zunahme von Muskelmasse) bewiesen werden.

Die relative Konstanz der Herzfrequenz während einer Trainingseinheit ist ein überraschendes Ergebnis, dessen Erklärung bislang nicht gelingt. Wir hätten bei gegebener Intensität des Trainings, welches die Patienten selbst auf Stufe 8 einer 12-stufigen Skala zum Stromempfinden/Kontraktionsstärke adjustieren sollten, eine deutlichere Steigerung der Herzfrequenz erwartet, die dem Umfang, der Stärke sowie der Anzahl der gleichzeitig erregten muskulären Endplatten entsprechen würde. Jedoch ist die Steigerung der Herzfrequenzrate unerwartet gering ausgefallen. Andererseits kommt die Stabilität der Herzfrequenz der Effizienz des Trainings bei Herzkrankungen sehr entgegen.

Die down-Regulation des Blutdrucks, hier vor allem des diastolischen Blutdruckes, ist signifikant und kann durch eine Widerstandsverminderung im systemischen Kreislauf (Eröffnung muskulärer Kapillaren durch Training) sowie eine verbesserte Endothelfunktion erklärt werden. In unseren Untersuchungen war die Reduktion des systemischen Widerstandes bzw. des Blutdrucks gleichsam signifikant wie durch etablierte pharmakologische Therapieansätze (z. B. ACH-Hemmer).

Kein Patient verließ die Studie während der Trainingsphase. Alle Patienten dokumentierten in einer Befragung den hohen Zugewinn an Lebensqualität, ein stärkeres Spannungsgefühl des Körpers und eine deutlich gestiegene subjektive Leistungsfähigkeit. Nebenbefundlich waren die bei 73 % der Patienten existenten Rückenbeschwerden nach kurzer Trainingsphase eliminiert. Dies deckt sich mit zahlreichen anderen sportwissenschaftlichen Untersuchungen. Ferner wurde eine



Abb. 5: PD. Dr. K.-P. Mellwig, Prof. Dr. D. Fritzsche und A. Freund (von links) beobachten das Training einer an einer schweren Herzkrankung leidenden jungen Patientin

hochsignifikante Reduktion des Blutzuckerspiegels in unmittelbarem Trainingszusammenhang beobachtet.

#### **Zusammenfassung**

Wir haben erstmalig in einer prospektiven Pilotstudie die Wirkung und die Akzeptanz von EMS-Training – einer Art passiven, von der mentalen Einstellung und dem physischen Leistungsvermögen weitgehend unabhängigen Trainingsform – bei herzinsuffizienten Patienten untersucht.

Wir konnten eine bis zu 96%ige Steigerung der Sauerstoffaufnahme an der anaeroben Schwelle nachweisen ( $\text{VO}_2$  at 19,39 ( $\pm 5,3$ ) ml/kg/KG vor Trainingsbeginn;  $\text{VO}_2$  at 24,25 ( $\pm 6,34$ ) ml/kg/KG am Ende der Trainingsphase,  $p < 0,05$ ). Der diastolische Blutdruck sank signifikant ( $p_{\text{Syst}} < 0,05$ ;  $p_{\text{Diast}} < 0,001$ ), der Muskelzuwachs betrug bis 14 % bei Gewichtskonstanz. Die Trainingsmethode wurde zu 100 % akzeptiert (keine drop outs), die Patienten gaben eine deutlich gesteigerte subjektive Leistungsfähigkeit an.

Die Ergebnisse lassen ein erhebliches Potential in der kardiologischen Primär- und Sekundär-Rehabilitation erahnen, wobei gerade schwer eingeschränkte Patienten mit CHI überproportional profitierten.

#### **Danksagung:**

Wir bedanken uns für die freundliche Unterstützung der vorliegenden Untersuchung beim „Förderverein Herzzentrum NRW Bad Oeynhausen e. V.“