

## Atemmuskulatur

# Training der Atemmuskulatur \*

Th. Bösl<sup>1</sup>, J. Bönsch<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Orthozentrum München, Ambulantes Rehabilitationszentrum  
<sup>2</sup>Klinikum Großhadefelder Land, Abteilung Pneumologie (Chefa. zt. Dr. Klaus Korn)

**OXYCARE** GmbH  
Sauerstoff- u. Beatmungstechnik  
Tel. 04 21 - 48 99 6-6 / Fax - 48 99 6-99  
Zentrale:  
28307 Bremen • Holzweide 6

### Zusammenfassung

Lange Zeit wurde angenommen, die Ausdauer sei hauptsächlich durch das Herz-Kreislauf-System determiniert und durch die Muskulatur limitiert. Das Atmungssystem besitzt bei einem Gesunden genügend Reserven. Studien der Arbeitsgruppe um Prof. Bouletier, Sportphysiologe an der ETH Zürich, haben gezeigt, dass auch die Atmung die Leistung limitiert, und ein gezieltes Training der Atemmuskulatur die körperliche Leistungsfähigkeit verbessert. Hierzu entwickelte er ein Trainingsgerät, mit dem die Ausdauer der Atemmuskulatur durch isokapnische Hypoxie zu trainieren ist. Dieses, genannt SpinTiger®, ist ebenfalls für Patienten mit Lungenerkrankung (z. B. COPD) ein geeignetes Mittel, die Leistungsfähigkeit zusätzlich zum allgemeinen aeroben Ausdauertraining zu verbessern.

**Schlüsselwörter:** Atemmuskulatur, Training, SpinTiger®, Ausdauer, COPD

### Summary

#### Training respiratory muscles

For a long time it was assumed that endurance was mainly limited by the heart and circulatory system, and partly by the muscles, whereas the respiratory system of a healthy person possesses adequate reserves. But studies by Prof. Bouletier, a sports physiologist at the ETH in Zürich, and his colleagues, have shown that respiratory function can limit performance and that goal-oriented training of the respiratory muscles actually improves physical performance. He developed a training device for this purpose, by which respiratory muscle endurance can be trained: by means of isocapnic hypoxia. The so-called "SpinTiger" is likewise an appropriate device for patients with lung disease (e.g. COPD) to improve their capacity, as an addition to general aerobic endurance training.

**Key words:** respiratory muscles, training, SpinTiger®, endurance, COPD

### Résumé

#### Entraînement des muscles respiratoires

Pendant longtemps, on a pensé que les limites de l'endurance étaient essentiellement fonction du système cardiaque et circulatoire mais partiellement aussi fonction de la musculature. On considérait que le système respiratoire d'un individu, bien portant avait suffisamment de réserves. Des études qui ont été faites par le groupe de travail proche du professeur Bouletier, physiologue sportif à l'EPF de Zurich, ont montré que la respiration impose également des limites à la performance et qu'un entraînement ciblé des muscles respiratoires améliore la capacité fonctionnelle. A cet effet, il a développé un appareil à l'aide duquel l'endurance des muscles respiratoires est entraînée par hypoxie isocapnique. Cet appareil, le "SpinTiger" constitue ainsi un moyen approprié – en plus du programme général d'entraînement d'endurance aérobie – pour améliorer la capacité fonctionnelle des patients atteints de maladies pulmonaires, telles que COPD par exemple (en tant que pathologie obstructive chronique).

**Mots-clés:** muscles respiratoires, entraînement, SpinTiger®, endurance, COPD

\* Vortrag beim 3. Pneumologentag des 4. qtr. in Tübingen, 15. 10. 03 in Gera am Königsee

Allgemein ist man der Ansicht, dass vor allem das Herz-Kreislauf-System und die Sauerstoffkapazität (VO<sub>2max</sub>) begrenzen. Es wird deshalb empfohlen, die VO<sub>2max</sub> als Maß für die Ausdauerleistungsfähigkeit durch ein

Training des Herz-Kreislauf-Systems und der Muskulatur zu verbessern, während das Atmungssystem über genügend Reserven verfüge. Studien haben jedoch gezeigt, dass bei ausdauertrainierten Athleten und Sportlern nach Wettkämpfen die Atemfunktionspa-

rameter reduziert sind (Chevrolet, 1993) und dass sich nach intensiven längeren körperlichen Anstrengungen die Kontraktionskraft des Zwerchfells und Atemhilfsmuskulatur sind vermindert. Ein gezieltes Skelettmuskulatur- und somit

kann davon ausgegangen werden, dass die Atemmuskulatur wie andere Skelettmuskeln ermunterbar ist. Dies sind unter anderem Bewegungen dafür, dass die Atmung die Leistungsfähigkeit fördert, was Boutschauch in mehreren Studien bestätigen konnte. (z. B. Boutschauch et al., 1992)

**Atemtraining steigert die Leistungsfähigkeit**

In dieser Studie von Boutschauch verließen die Versuchspersonen 12 Sitzungen jeweils 30 min zwischen 80 und 180 l/min je nach individuellen Voraussetzungen. Das damit eingesetzte Atemgerät angepasst war sein Körpergewicht gesteuert und konnte nur als Labgerät verwendet werden.

Die allgemeine Ausdauerleistungsfähigkeit verbesserte sich hierbei bei den Inaktiven Prozent um 30% und bei den Aktiven um 53%.

Die Ausdauerleistungsfähigkeit wurde durch einen Fahrradausdauer test bei 80% bzw. bei 77% der  $\dot{V}O_{2max}$  gemessen.

Der Grund und die Zusammenhänge für die Leistungsverbesserung nach einem Atemtraining sind noch nicht ganz geklärt. Vermutet werden zwei Hypothesen diskutiert:  
 1. Eine reduzierte Atmung bzw. ein späteres Einsetzen der Hyperventilation vor dem Leistungseinbruch oder  
 2. Verminderte Bläuektaspiegel.

Aus dem in dieser Studie verwendeten stationären Gerät hat mittlerweile ein portables Handgerät entwickelt worden (Abb. 1). Dieser SpiroTiger® besteht aus der Basisstation und dem Handgerät. Die Basisstation ist der eigentliche Trainer. In sie werden die persönlichen Daten und Trainingsparameter eingegeben, um das Training über die Atemfrequenz (AF) und die Atemtiefe zu steuern und zu überwachen. Hierzu sind folgende Lungenvolumenparameter notwendig:

- Vitalkapazität (VC)
- Maximal ventilatorisches Volumen (MVV)
- Atemausdehnungen (AMV)

Ein saulentes und kurze Töne geben die Atemfrequenz vor. Bei größeren Abweichungen war die ermittelte Trainingsparameter gibt das Gerät optische und akustische Warnsignale.

21. 11. 2008, 10:00:00



Abb. 1: SpiroTiger® Atemgerät als Handgerät im Einsatz

und fordern zu einer Änderung der Atemfrequenz zu (Abb. 2). Außerdem besteht die Möglichkeit, bis zu 20 Trainingseinheiten für jeweils vier Parameter im Logbuch abzulesen und auszulesen, oder über eine PC-Software mittels Datenkabel am Computer grafisch auszuwerten.

Das Handgerät besteht aus dem Gerät mit der Steuereinheit, dem Luftleitenden System mit Magneten und dem Atemzweifel. Muss noch bei dem ursprünglichen Atemtrainer das CO<sub>2</sub> vor extern zugeführt werden, so wird beim SpiroTiger durch die Ventiltechnik und der individuell angepasster Atemtiefe der Kohlendioxidspiegel mittels Rückführung konstant gehalten (Abb. 3).

**Erhöhte Atemfrequenz bei konstantem CO<sub>2</sub>-Spiegel**

Beim allgemeinen aeroben Ausdauertraining erfolgt die Belastung durch eine erhöhte Muskelkirkulation über einen längeren Zeitraum. Dies wird beim SpiroTiger® Training durch die erkrankte Hyperpnoe erreicht. Hierunter versteht man eine Erhöhung der Atemfrequenz bei konstantem CO<sub>2</sub>-Spiegel. Die beim Training erfassten Daten werden von dem Handgerät mit einem Kabel an die Basisstation geleitet. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei diesem Training um ein lokales Ausdauertraining der Atemmuskulatur. Es ist hervorzuheben, dass hierbei nicht gegen einen Widerstand gearbeitet wird. Folgende Muskelgruppen werden angesprochen:

- Zwerchfell
- Interkostalmuskeln extern und intern

**PROFILINE**  
**GERÄTEGESTÜTZTE KRANKENGYMNASTIK**

CE TÜV ZAT

**MULTITRAINER**

- Mit 11 Trainingseinheiten, Ventile, Luftgummi, Luft für 200 l/min, 1000 l/min, 1500 l/min, 2000 l/min
- Mit 100 l/min, 1500 l/min, 2000 l/min, 2500 l/min

**KABELZUG LINEAR EXPLOSIV**

**HÜCKENSTABILISATOR und FUNKTIONSBANK**

**KETTLER-KOLLEG**  
**FORBILDUNGSPROJEKT**

Freizeitmarkt Kettler

## Atemmuskulatur



Abb. 1:  
Diaphragm, LCC, Anzöger und Aufsicht

- Abdominalmuskulatur
- Atemhilfsmuskulatur (Abb. 4)

### Inspiration und Expiration werden verbessert

Das Training ist sowohl auf eine Verbesserung der Inspiration, als auch auf eine verstärkte Aktivierung der Expiration ausgerichtet. Dadurch sollten Veränderungen in der Muskelphysiologie der Atemmuskulatur und deren Ermüdung erreicht werden. Ein gezieltes Training spezieller Muskelgruppen steigert heftigermaßen deren Durchblutung und Sauerstoffversorgung und hat Einfluss auf Energiebereitstellung und Stoffwechselprozesse. Die Atemmuskulatur wird



Abb. 2:  
Arbeitsplatz nach dem Strömeyer

dabei gestärkt. Es verbessert sich neben ihrer Elastizität und auch die inner- und -intermuskuläre Koordination. Die Reißfähigkeit der Lunge wird erhöht, ebenso einige Lungenfunktionsparameter, wie z. B. AMV und MVV.

### Mehrere Studien belegen die Wirkungen dieses Trainings bei gesunden Probanden

- Verbesserung der allgemeinen Ausdauerleistungsfähigkeit (Bawolff et al., 1992; Markov et al., 2001)
- Verbesserung der Atemmuskulaturleistungsfähigkeit, jedoch keine Veränderung der Lungenfunktionsparameter VC, FEV1 und PaO<sub>2</sub> (Stusski et al., 2001)
- Atemmuskulaturtraining hat keinen Einfluss auf das kardiovaskuläre System (Markov et al., 2001)
- Atemmuskulaturtraining verringert die Blutlaktatkonzentration nach Arbeitsbelastung (Spengler et al., 1993)

### Aber auch die Wirkung bei Patienten ist durch Studien bewiesen

Die Studie von Scherer et al. im Jahre 2000 zeigte erstmals, dass ein Ausdauertraining der Atemmuskulatur auch bei Patienten mit COPD positive Effekte erzielt. Bei COPD erkrankte Patienten (FEV1 50 % Soll) mit einem durchschnittlichen Alter von 67 Jahren wurden untersucht. Ihre Belastung war allein durch die Atemnot limitiert. Die Trainingsgruppe (15 Personen) führte ein Ausdauertraining der Atemmuskulatur mit dem SpiroTiger. Über einen Zeitraum von 6 Wochen durch. Sie trainierten 6 Tage pro Woche zu jeweils zwei Trainingseinheiten à 15 Minuten. Die Kontrollgruppe (15 Personen) absolvierte Übungen ohne jegliche Trainingseffekte mit dem Spirometer „Coach 2“ in gleichem Umfang

und Intensität. Es wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Verbesserte Atemmuskulatur- und -ausdauer
- Höhere körperliche Leistungsfähigkeit
- Verringerung der Atemnot
- Gewinn an Lebensqualität

Die körperliche Leistungsfähigkeit wurde mit dem 6 Minuten Gehtest gemessen, die Atemnot mittels TDI Score und die Lebensqualität über den S-12-Score.

### Unsere eigenen Erfahrungen decken sich mit den oben genannten Ergebnissen

Seit Mitte 2002 wird der Atemtrainer im Klinikum Bentzenlager/Land eingesetzt. Das Gerät wird für Senioren und Patienten mit COPD, Schlafapnoe-Syndrom und Mukoviszidose verwendet. Die meisten Patienten verspüren eine allgemeine Verbesserung der Atmung und sind vereinzelt in der Lage Sportgut zu mobilitätleren. Tendenz: steigern sich die Werte der Lungenfunktion, was wohl auf eine effektivere Atmung und Ausschöpfung der Ressourcen zurückzuführen ist. Einige Patienten hatten jedoch Schwierigkeiten, sich dem vorgegebenen Atemrhythmus anzupassen und brachen das Training nach wenigen Einheiten ab.

### Ein Beispiel aus der Praxis

Eine 80-jährige Patientin, die an Morbus Basedow erkrankt ist, trainierte über einen Zeitraum von drei Monaten mit dem SpiroTiger. Sie nutzte das Atemtraining, um die durch die Erkrankung aufgetragene Passivität zu überwinden. Sie verspürte hierdurch eine Intensivierung der Atmung, stufte dies als „wichtig“ für die Atmung und fühlte sich wieder selbstständig. Sie ist inzwischen in der Lage leichte Tätigkeiten im Schwimmen, Laufen und Skilanglauf zu absolvieren.

### Die Trainingsplanung gliedert sich in drei Phasen.

1. In der Grundphase wird der Patient mit dem Gerät vertraut gemacht. Hierbei achtet er sich auf den Atemrhythmus einzustellen. Die Trainingsdauer soll nur wenige Minuten betragen. Die Atemfrequenz

## Atemmuskulatur

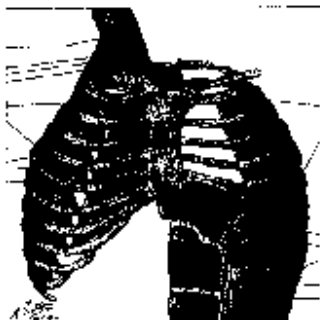


Abb. 1  
 Aufbau der Atemmuskulatur

ist gegenüber der Normleistung nicht erhöht.

2. Die nächste Phase dient dem Aufbau einer leistungsfähigen Atemmuskulatur und der Steigerung der Brundausdehnung. Dies wird durch eine Steigerung der Atemkapazität und eine Verlängerung der Einatemzeit erreicht und erfolgt über einen Zeitraum von mehreren Wochen.

3. Um die gesungene Leistungsfähigkeit zu erhalten ist ein Training zwei- bis dreimal pro Woche notwendig (Erhaltungsphasis).

Das Atemmuskultraining ist ein wichtiger Bestandteil bei der Behandlung von Patienten mit pneumologischen Erkrankungen. Zum einen können inactive Patienten hierdurch ein allgemein besseres Ausmaß an Training herangeführt werden, zum anderen ist es als sinnvolle Ergänzung hinzu zu verstehen. Weitere Einsatzbereiche sind sowohl im Sport, als auch in der Therapie dankbar.

(Wir danken der Firma MFV-Training und Herrn Dr. Angerer für die freundliche Unterstützung.)

### Literatur:

1. Beckett, J., Plickner, P.: The Respiratory System as a Functional Unit. *Exkursion: Normal Sedentary Subjects. Eur J Appl Physiol* 64 (1990) 145-159
2. Chevret, L. G., et al.: Alterations in Inspiratory Antagonist Muscle Force and Diaphragm Pressure After a Marathon. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26 (1994) 1017-1027
3. Johnson, B. L., et al.: Exercise-induced Diaphragmatic Fatigue in Healthy Humans. *J. Physiol (Lond)* 460 (1998) 389-405
4. Schmitt, Th., et al.: Respiratory Muscle Fatigue During a Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Resp Crit Care Med* 159 (2000) 1737-1743
5. Sjaagco, Th., et al.: Elevated Exercise Energy Expenditure in Humans. *Eur J Appl Physiol* 79 (1999) 294-306

6. Sjaagco, Th., Mook, G., et al.: Respiratory Muscle Inactivity Training in Humans Increases Oxygen Uptake Without Affecting Blood Gas Concentrations. *Int J. Exp. Physiol* 06 (2001) 302-306

### ■ Korrespondenzadresse:

Thomas Bösl  
 Orthopädie München  
 Am Lakenwald 14, 80699 München  
 Telefon: 089 307 72  
 089 307 6090  
 TBS@Stk.med.uni-muenchen.de

Joerg Bursari  
 Klinik für Orthopädie und  
 Abteilung Sportmedizin  
 Malsbenden  
 30627 Solingen  
 P.O. Box 10000, Solingen



Thomas Bösl

- 1995 - 2000 Studium der Sportwissenschaften mit Fachrichtung Frauenfußball, Rehabilitation und Behindertensport an der TU München
- 2000 - 2005 Tätigkeit in der südthüringenspezifischen Abteilung am Klinikum Berchtesgaden/Lehrstuhl für Schwerepunktpneumologie
- seit April 2003 Tätigkeit im Ambulanzambulanz-Rehabilitationszentrum München -Isarring



Joerg Bursari

- 1996 Abschluss des Diplom-Studiums der Sportwissenschaften mit Fachrichtung Rehabilitation und Behindertensport an der Deutschen Sporthochschule Köln
- seit 1996 in der sportmedizinischen Abteilung tätig am Klinikum Berchtesgaden/Lehrstuhl für Schwerepunktpneumologie