

# Forschen für einen längeren Atem

**Wie die Arm- und Beinmuskeln können auch die Atmungsmuskeln ermüden. Die Sportphysiologin Christina Spengler und ihr Team von der ETH Zürich haben ein spezifisches Training für die Atmungsmuskulatur entwickelt. Davon können sowohl Spitzensportler wie auch weniger Trainierte profitieren. Sogar für Patienten, die beatmet werden müssen, ist ein Training in Entwicklung.**

Die Funktionen des menschlichen Körpers – speziell unter körperlicher Belastung, wenn Atmung, Kreislauf und Muskulatur an ihre Grenzen stossen – faszinieren Christina Spengler, Professorin am Institut für Bewegungswissenschaften und Sport an der ETH Zürich, seit jeher. Spengler studierte erst Biochemie an der ETH Zürich und forschte dann als Postdoktorandin zum Thema Atmungsantrieb an der Harvard School of Public Health in Boston, USA. 1997 kehrte sie in die Schweiz zurück und ist jetzt Leiterin des Exercise Physiology Lab der ETH Zürich. Da sie bestimmte Untersuchungen an den Probanden nicht selbst verantworten konnte, studierte Christina Spengler an der Universität Zürich noch Medizin. «Nach Abschluss dieses Zweitstudiums war ich für meine Forschungsvorhaben noch besser gerüstet», sagt sie.

## **Vom passiven Erschlaffen bis zum aktiven Zusammenspiel**

Wenn die Sportphysiologin über ihren Forschungsschwerpunkt Atmungstraining erzählt, zieht sie einen schnell in den Bann dieser Vielfalt. In Ruhe ist lediglich die Einatemmuskulatur aktiv, das heisst das Zwerchfell als Haupteinatemmuskulatur wird eingesetzt sowie die inspiratorische Zwischenrippenmuskulatur, während die Ausatmung passiv erfolgt. Wird die Atmung zum Beispiel durch sportliche Aktivität gesteigert, so werden weitere inspiratorische Muskeln, die am Schultergürtel, am Kopf oder an den Halswirbeln ansetzen, aktiviert. Auch die Ausatmung muss dann aktiv erfolgen, um grössere Atemflüsse zu erreichen, das heisst die expiratorische Thorax- und Abdominalmuskulatur werden nun ebenfalls rekrutiert.

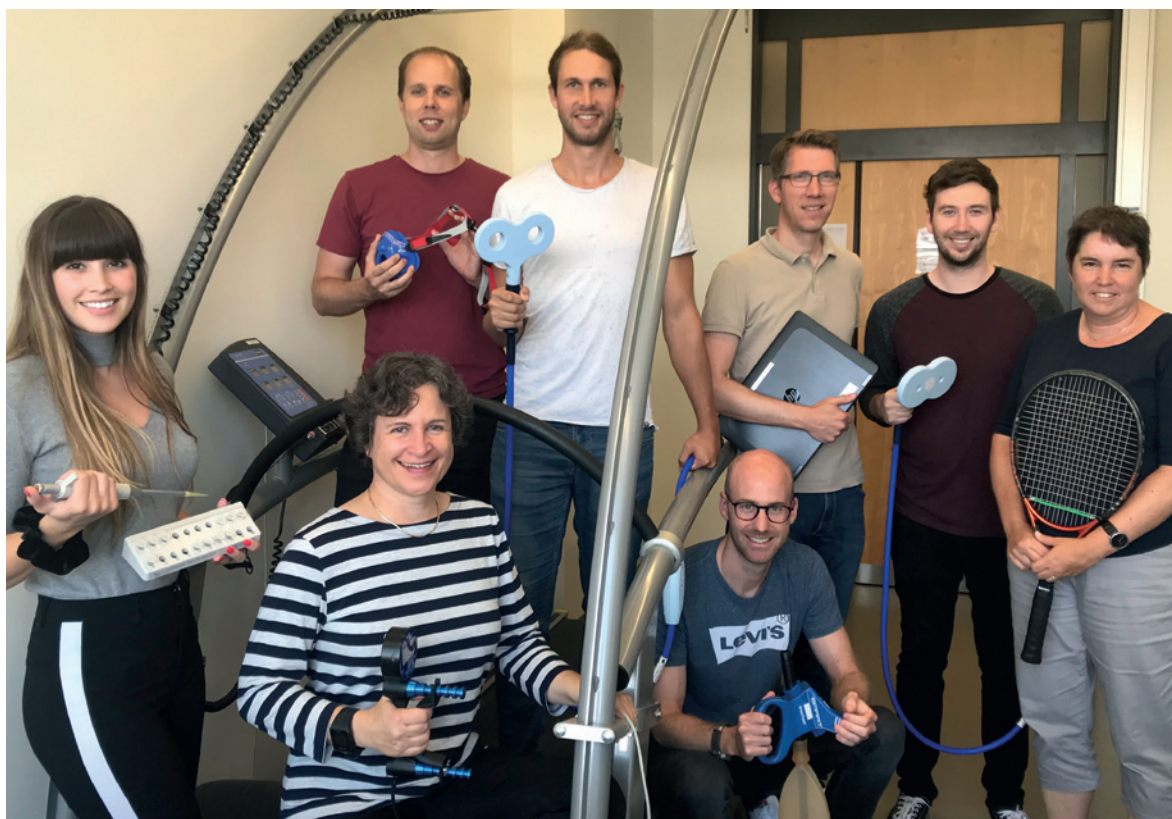
«Nach wie vor gibt es bei der Atmung noch viele offene Fragen», sagt Christina Spengler. So ist zum Beispiel bis heute nicht definitiv geklärt, weshalb nur die einen gesunden Personen beim Sport Atemnot bekommen und die anderen nicht. Leicht amüsiert erzählt die Sportphysiologin auch, dass die Atmung übrigens bereits angekurbelt wird, wenn man nur daran denkt, dass man Sport macht. Ihre Daten zeigen, dass der Körper im Laufe der Entwicklung offenbar zum Teil lernt, dass er die Atmung erhöhen muss, wenn eine Leistung ansteht.

Ausdauersportler sind sich seit jeher gewohnt, ihre Arm- und Beinmuskulatur zu trainieren. In den letzten zwei Jahrzehnten setzte sich langsam die Erkenntnis durch, dass auch die Atemmuskulatur ermüden kann und dadurch die sportliche Leistung begrenzt wird. «Während intensiver körperlicher Belastung kann es zwischen der Atmungs- und Beinmuskulatur zu einem Konkurrenzkampf um die Blutzufuhr kommen», erklärt Spengler. Ermüdet und übersäuert die Atmungsmuskulatur, verengen sich via vegetatives Nervensystem die Blutgefässe auch in den übrigen beanspruchten Muskeln. Dies führt dazu, dass die Gliedmassen rascher zu ermüden beginnen und beispielsweise ein Läufer oder Radfahrer sein Tempo reduzieren muss. So schützt sich der Körper auf natürliche Weise vor Überforderung, schränkt aber gleichzeitig auch die eigene Leistungsfähigkeit ein. «Je später die Atmungsmuskulatur ermüdet, desto später setzt der negative Effekt auf die Beinmuskeln ein und desto leistungsfähiger ist der Athlet», erklärt Christina Spengler.

## **Beutel verhindert Schwindel**

Wie aber kann die Atmungsmuskulatur gezielt trainiert werden? Eigentlich ganz einfach: Durch intensives Ein- und Ausatmen. Aber das funktioniert eben doch nicht so einfach. Wer schon einmal eine Luftmatratze aufgeblasen hat, kennt das Problem. Nach kurzer Zeit wird einem schwindlig. Der Grund liegt beim Hyperventilieren.

Anfangs haben die Sportphysiologen mit selbst gebastelten Geräten geforscht, die das Hyperventilieren vermieden. Dies hat sich jedoch inzwischen längst geändert. Die Schweizer Firma iddiag hat zusammen mit der Sportphysiologie der ETH Zürich ein marktreifes Atmungstrainingsgerät entwickelt.



Das Team von Christina Spengler (vorne sitzend) untersucht unter anderem, wie sich das Training der Atmung auf die Leistungsfähigkeit von Sportlern auswirkt.

Durch ein Mundstück atmen die Probanden intensiv ein und aus. Der Atemvorgang wird überwacht und über ein Display gibt ihnen das Gerät vor, wie schnell und wie tief sie atmen, und wie sie die Atmung allenfalls korrigieren müssen. Um zu verhindern, dass die Personen während des Trainings zu viel  $\text{CO}_2$  ausatmen und als Folge davon die  $\text{CO}_2$ -Konzentration im Blut sinkt, wird ein Grossteil der ausgeatmeten Luft in einem ballonförmigen Beutel gespeichert. Diese Luft, deren  $\text{CO}_2$ -Konzentration höher ist als in der Umgebungsluft, wird beim nächsten Atemzug zusammen mit wenig Frischluft wieder eingeatmet.

#### Für Topathleten und wenig Trainierte

«Ohne diese Ballonkonstruktion würde man hyperventilieren, das heisst die  $\text{CO}_2$ -Konzentration im Blut würde abfallen und es würde einem schwindlig, über längere Zeit könnte es sogar zu Krämpfen oder Ohnmacht kommen», erklärt Spengler. Der Beutel am Atmungstrainingsgerät wirkt nach dem gleichen Mechanismus wie die Papiertüte, in die Personen atmen sollten, die aufgrund einer Panikattacke hyperventilieren.

Längst trainieren Topathleten zusätzlich zu ihrem üblichen Training mit dem Atmungstrainingsgerät – manche mit grossem Erfolg wie etwa die Schweizer Triathlon-Olympiasiegerin Nicola Spirig oder der Mountainbiker Nino Schurter, Olympiasieger und Weltmeister. Die ehemalige Spitzenski-fahrerin Dominique Gisin stärkte damit ihre Rumpfmuskulatur. Durch das Atmungstraining kann möglicherweise eine bessere Oberkörperstabilität erreicht werden, was bei der Abfahrt von zentraler Bedeutung ist.

In den letzten fünfundzwanzig Jahren ist eine Fülle von Studien über den Effekt von Atmungstraining auf die Ganzkörperleistungsfähigkeit publiziert worden. Allerdings besteht eine grosse Variabilität bezüglich der Art des Atmungstrainings, Sport- und Testart sowie Testintensität. Um herauszufinden, wie effektiv die verschiedenen Atmungsmuskeltrainings sind und ob sich die Leistungen bei allen Sportarten ähnlich steigern lassen, hat Christina Spengler deshalb mit ihrem Team 46 unterschiedliche Studien ausgewertet. Mehr als 800 gesunde, mehr oder weniger sportliche Radfahrer, Läufer, Ruderer und Schwimmer waren darunter. Es zeigte sich, dass die-

jenigen, die noch nicht auf einem sehr hohen Niveau Sport treiben, am meisten von einem Training der Atmungsmuskulatur profitieren. Bei besser Trainierten war der Effekt etwas geringer. Insgesamt ergab Spenglers Analyse, dass sich die Leistung unabhängig von der Sportart erhöht. Allerdings spüren nicht alle Sportler, dass sich ihre Atmung durch das Training verbessert. Besonders interessant ist das spezifische Training der Atmungsmuskulatur für Personen, die sich sehr wenig bewegen oder während körperlicher Belastung an Atemnot leiden, ist Christina Spengler überzeugt. Wenn die Atmung subjektiv nicht mehr limitierend ist, bewegen sich diese Menschen wieder eher und können auch wieder besser Sport treiben.

Christina Spengler und ihr Team haben in den vergangenen Jahren auch das Atmungstraining perfektioniert. «Eine halbe Stunde lang intensiv atmen kann nämlich nicht nur ganz schön anstrengend sein, sondern auch sehr langweilig», sagt die Professorin, die immer alles gerne auch selbst testet. Sie und ihr



Mit diesem von der ETH mitentwickelten Gerät lässt sich die Atmung gezielt trainieren.

Team entwickelten deshalb ein neues Trainingsprogramm, bei dem sich Phasen intensiven Atmens mit Ruhephasen abwechseln. Es hat sich gezeigt, dass mit zwölf Trainingseinheiten eines kurzweiligeren, nur elf Minuten dauernden Sprint-Intervall-Atmungstraining mit sechs Mal einer Minute Intensivtraining und fünf Mal einer Minute Pause dazwischen, ähnliche Trainingseffekte erzielt werden können.

### Messtechnische Herausforderung

«Um den Effekt eines Trainings auf die Muskulatur zu erfassen, muss die spezifische Veränderung der Muskelkontraktilität gemessen werden», erklärt Christina Spengler und fügt hinzu: «Als Goldstandard wird heute die Messung der Muskelkontraktilität als Antwort auf elektrische oder magnetische Nervenstimulation der entsprechenden Muskulatur angesehen.» Allerdings ist das bei der Atmungsmuskulatur eine besondere Herausforderung, denn diese Muskulatur ist messtechnisch nicht so einfach zugänglich wie zum Beispiel die Arm- oder Beinmuskulatur.

Für die Bestimmung der Zwerchfeller müdung werden die Phrenicusnerven vor und nach der Belastung stimuliert. Dies kann bilateral mittels Elektroden (invasiv mit Nadeln oder transkutan) erfolgen, was eine relativ selektive Zwerchfellkontraktion auslöst. Die Kontraktionsstärke während der Stimulation wird mittels Veränderung des Druckes in der Speiseröhre und im Magen erfasst und zum sogenannten transdiaphragmatischen Druck verrechnet.

Die Phrenicusnerven können auch mittels Magnetstimulation gereizt werden. Diese Methode soll nun auch Intensiv-Patienten, die beatmet werden, zugute kommen. «Wird eine Muskulatur nicht gebraucht, baut sie ab. Das ist beim Zwerchfell nicht anders», sagt Christina Spengler. Mittels Magnetstimulation der Phrenicusnerven soll die Atemmuskulatur bei beatmeten Patienten aktiviert und so der Abbau reduziert werden. Ziel ist unter anderem, die Schwierigkeiten der Entwöhnung vom Beatmungsgerät nach einer längeren Beatmungsphase zu reduzieren.

Susanne Haller-Brem

Die Autorin ist Biologin und arbeitet als Wissenschaftsjournalistin.