

## Betriebseinheit Sportmedizin und Sportphysiologie

■ Leiter: Prof. Dr. Norbert Maassen, PD Dr. Uwe Tegtbur

### Forschungsprofil

Die Betriebseinheit besteht aus zwei Untereinheiten: der Sportphysiologie und der Sportmedizin. Die Betriebseinheit ist keine reine Forschungseinheit, da sie durch die Beteiligung an der Betreuung der Kaderathleten des Landes-Sportbunds-Niedersachsen erhebliche Dienstleistungspflichten hat. Weiterhin wird der Unterricht für die Sportstudenten der Universität Hannover in Sportphysiologie und Sportmedizin durchgeführt. Die Forschung gliedert sich in folgende Bereiche:

- Wirkung von Sport in Prävention und Rehabilitation.
- Anwendungsbezogene Forschung im Bereich Leistungsdiagnostik und Leistungssteuerung.
- Grundlagenorientierte Forschung im Bereich Sportphysiologie (muskuläre Ermüdung, Gewebepufferung, Atmungsregulation, Hypoxie).

### Forschungsprojekte

#### Die Wirkung von „Intermittierender Hypoxie in Ruhe“ auf die Ausdauerleistungsfähigkeit

In der Studie „Die Wirkung intermittierender Hypoxie in Ruhe (IHT) auf die Leistungsfähigkeit in Ausdauerbelastungen“ wurde die Wirkung von kurzfristigem (5min), wiederholten (alle 5 min) Sauerstoffmangel (9%) ohne körperliches Training auf die Dauerleistungsfähigkeit untersucht. Die Versuchspersonen atmeten in Ruhe (sitzend) durch eine mit der Hand gehaltenen Maske unterschiedliche Gasgemische. Eine Gruppe wechselte zwischen Raumluft und hypoxischem Gemisch (9% O<sub>2</sub>) und, eine zweite zwischen Hypoxie und Hyperoxie (50-60% O<sub>2</sub>). Die dritte Gruppe atmete kontinuierlich Raumluft, allerdings auch durch die Maske (Kontrolle). Die Gasgemische wurden jeweils für 5 Minuten eingeatmet. Die Dauer der Sitzungen dauerte 60 bzw. 90 min. Zehn solcher Sitzungen wurden innerhalb von 14 Tagen durchgeführt. Die Veränderungen in der Dauerleistungsfähigkeit wurden bei Hand- und Fahrradergometrie bestimmt.

Ergebnisse: Die Sauerstoffsättigung erreicht während der Hypoxiephasen der Sitzungen ca. 65 % im arterialisierten Blut und die Herzfrequenz steigt um ca. 30 Schläge. In diesen beiden Größen wie auch im PO<sub>2</sub> und PCO<sub>2</sub> im arterialisierten Blut gibt es über die 10 Sitzungstage im Mittel keine Veränderungen. Trotzdem nahm die empfundene Belastung für die einzelnen V<sub>p</sub> mit jeder Sitzung ab. Die Leistungsfähigkeit auf dem Fahrradergometer (Fahrzeit bei 80% der maximalen Leistung aus einem Stufentest) wurde in der ersten Hypoxie-Gruppe (n=5), bei der die Versuchspersonen IHT für 1 Stunde durchführten, nicht verbessert. Die Arbeitszeit bei Unterarmarbeit war bei einer Sitzungsdauer von einer Stunde um ca. 35 %

verlängert. Wird IHT für 1,5 Stunden ( $n=17$ ) durchgeführt, steigt die Dauerleistungszeit bei Fahrradergometrie um ca. 20 % an ( $p<0.001$ ). Diese Verbesserung ist unabhängig von der anfänglichen Leistungsfähigkeit ( $VO_{2max}$ ).

Die Retikulocyten sind am Tag nach der 1. Sitzung erhöht ( $p<0.001$ ) und bleiben bis zum Ende der Sitzungsphase erhöht. Bei diesem Anstieg der Retikulocyten sollte eine Vergrößerung des Blutvolumens und eine Verjüngung der Erythrozytenpopulation zu messen sein. Die Verjüngung der Population sollte mit Veränderungen der Sauerstoffbindungseigenschaften einhergehen. Weder die Gesamtmenge an Hämoglobin, noch der Hämatokritwert, noch das Blutvolumen noch der MCHC, der P50, die intraerythrozytäre DPG und GOT Konzentrationen veränderten sich. Die Leistungsverbesserung kann also nicht durch Veränderungen der Sauerstofftransporteigenschaften erklärt werden. Zusätzlich muss man annehmen, dass junge Erythrozyten abgebaut werden (Neocytolyse).

Auch Herzfrequenz und Laktatkonzentration im arterialisierten Blut zeigen bei niedriger und hoher Belastung keinen Unterschied. Weitere Parameter, wie Säure-Base-Status, Elektrolyte, Gesamteiweiß und Glukose, die im cubital-venösen Blut während der Ergometrien bestimmt wurden, zeigen ebenfalls keine signifikanten Veränderungen durch die Hypoxie-Sitzungen. Die Leistungsverbesserung ist also nicht von den üblichen Veränderungen der systemischen Größen begleitet.

Die Ventilation der Versuchspersonen der Hypoxie-Gruppen ist bei niedrigen Belastungen vor und nach IHT gleich, bei der hohen Belastung (80% der maximalen Leistung aus dem Stufentest) steigt sie aber langsamer an ( $p<0.003$ ). Beim zeitgleichen Punkt am Belastungsende des Eingangstests ist die Ventilation im Ausgangstest ca. 15 l (ca. 10%) geringer als im Eingangstest. Hauptursache für die reduzierte Ventilation ist die reduzierte Atemfrequenz. Am Ende der jeweiligen Belastung sind die Werte der Ventilation wieder annähernd gleich. Bei ähnlichen Verbesserungen der Leistung durch körperliches Training sind normalerweise die Herzfrequenzen erniedrigt und die Ventilation ist unverändert. Das zeigt, dass hier andere Mechanismen zur Leistungssteigerung führen.

Die Arbeitszeit bei der Unterarmergometrie (90% der Maximalleitung) verbessert sich in den Hypoxie-Gruppen (1,5 %) um ungefähr 40% ( $p<0,001$ ). Auch hier sind keine Veränderungen im Energiestoffwechsel (Laktatkonzentration, Sauerstoffaufnahme, Metabolite des Fettstoffwechsels), dem Elektrolythaushalt, Säuren-Basen-Status, der Durchblutung oder Sauerstoffausschöpfung zu messen.

Zusammenfassung: Nach zwei Wochen IHT sind sowohl die Leistungszeit auf dem Fahrrad als auch bei der Handergometrie verlängert. Unterschiede in der Herzfrequenz, [Laktat] und im Blutvolumen sind nicht zu sehen, aber Ventilation und Atemfrequenz sind erniedrigt. Das bedeutet, dass sich die Verbesserung der Leistung nicht durch ein vergrößertes Blutvolumen erklären lässt und auch nicht von den üblichen Veränderungen begleitet ist, die eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit im allgemeinen charakterisieren. Nimmt man an, dass die Ventilation ein Parameter ist, der leistungslimitierend wirkt, könnte man zu dem Schluss kommen, dass die reduzierte Ventilation der Grund für die Leistungsverbesserung ist. Tatsäch-

lich ist durch Boutellier gezeigt worden, dass ein Ausdauertraining der Atemmuskulatur die Ventilation während der Arbeit erniedrigt und die Ausdauerfähigkeit bei Fahrradergometrie verbessert, ohne einen Einfluss auf die Blutgaskonzentrationen oder auf das kardiovaskuläre System zu haben. Die Ventilation während der IHT-Sitzungen ist allerdings zu gering, um als Training der Atemmuskulatur zu wirken. Da auch die Arbeitszeit bei Belastung der kleinen Muskelgruppe, bei der die Atemarbeit keine Rolle spielt, deutlich zunimmt, und der Stoffwechsel keine Veränderung zeigt, kann die Ursache für die Verbesserung in einer veränderten Rekrutierung oder in einer Reduktion der zentralen Ermüdung liegen

■ Projektleiter: Prof. Dr. N. Maassen; Unterstützt durch das Bundesinstitut für Sportwissenschaft.

### **Weitere Forschungsprojekte**

#### **Einfluss von Veränderungen des Umgebungsdruckes auf den Muskelstoffwechsel bei Belastung.**

■ Projektverantwortlicher: Prof. Maassen; Mitarbeiter: J. Zange, M. Beisteiner, DLR (Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt).

#### **Die Wirkung von respiratorischen und metabolischen Veränderungen des Säuren-Basen-Status auf die muskuläre Leistungsfähigkeit.**

■ Projektverantwortlicher: Prof. Maassen

#### **Anteil des Fettstoffwechsels an der Energiebereitstellung bei hochintensiver Intervallbelastung.**

■ Projektverantwortlicher: Prof. Maassen

#### **Die Wirkung eines hochintensiven, intervallartigen Trainings auf Dauerleistungsfähigkeit und Regenerationsfähigkeit**

■ Projektverantwortlicher: Prof. Maassen; Mitarbeit: Maja Frische; Förderung: Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Evangelisches Studienwerk

#### **Simulation der interstitiellen Kalium-Konzentration bei unterschiedlichen körperlicher Belastungen**

■ Projektverantwortlicher: Prof. Maassen; Mitarbeit: Brigi John; Förderung: Studienstiftung des Deutschen Volkes

### **Planung, Durchführung und Evaluation des Betriebssports der Berufsfeuerwehr In Hannover.**

Kooperation: Institut für Sportwissenschaft der Uni Hannover (Frau Bach); Förderung: Stadt Hannover.

### **Muskelfunktions- und Kraftdiagnostik zur Trainingssteuerung im Leichtathletik-Sprint (weiblich)**

■ Projektleiter: U Tegtbur; Förderung: Bundesinstitut für Sportwissenschaft

### **Körperliches Training nach Herz- oder Lungentransplantation Bereich Sportmedizin.**

■ Projektleiter: U Tegtbur; Förderung: Hoffmann La-Roche/THG-Chirurgie

### **Sekundärprävention und Langzeitrehabilitation bei Patienten mit Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen.**

■ Projektleiter: U Tegtbur

### **Gesundheitsgefährdung und Leistungslimitierung durch Gewichtsreduktion in der Vorwettkampfphase bei Leichtgewichtruderern.**

■ Projektleiter: U Tegtbur

### **Lebensqualität und Leistungsfähigkeit von Patienten in Diabetes mellitus-Sportgruppen.**

■ Projektleiter U.Tegtbur

## **Originalpublikationen**

Kugler C, **Tegtbur U**, Strüber M, Niedermeyer J, Haverich A. Quality of life after lung transplantation. Progress in transplantation 2004;14(4):331-6.

**Tegtbur U, Sievers C**, Busse MW, Pethig K, Warnecke G, Kugler C, **Gützlaff E**, Künsebeck, HW, Strüber M, Haverich A, Niedermeyer J. Lebensqualität und körperliche Leistungsfähigkeit bei Patienten nach Lungentransplantation. Pneumologie 2004; 58: 72-78.

## **Übersichten**

Bach, I., A. Gereke, und **N. Maassen**; Schutzfaktor Sport. Wie Bewegung und Sport positive Effekte auf die Gesundheit haben. Unimagazin Hannover; 2004;1/2: 28-33.

## **Buchbeiträge**

**Maassen, N.** Mögliche Ursachen der muskulären Ermüdung bei intensiven Belastungen. In: Bach, I., editors. Skilauf und Snowboard in Lehre und Forschung (15),

Hamburg: Czwalina Verlag; 2004; 67-76.

**Tegtbur U**, Knöller R, Nowoisky H. Trainingssteuerung im Wasserball. In: Hrsg Bundesinstitut für Sportwissenschaft: BISP Jahrbuch 2003. Bergheim: Druckpunkt Offset; 2004. p. 275-82.

Schmidt, W. F. J., Böning, D., and **Maassen, N.** Erythrocytes. In: Mooren, F. C. and Völker, K., editors. Molecular and cellular exercise physiology, (17) Champaign, USA: Human Kinetics; 2004. p. 309-19.

### Abstracts

2004 wurden 16 Abstracts publiziert.

### Habilitation

PD Dr. Uwe. Tegtbur: Körperliches Training und Lebensqualität im Langzeitverlauf nach Lungentransplantation. („Sportmedizin“)

### Dissertation

Dr. Vladimir Shushakov (Dr. rer. nat.): Die Bedeutung der Ionen- und Wasserverschiebungen in der arbeitenden Muskulatur für die myoelektrische Aktivität und die Muskelermüdung.

### Diplom- und Magisterarbeiten

Fischbeck T (Staatsexamen); Präventives und rehabilitatives Training von Kraft und Beweglichkeit im Rahmen des Betriebssports in einem Großunternehmen. Eine Pilotstudie. Universität Hannover.

Fuchs I (Staatsexamen); Einfluss von Ernährung und Bewegung auf das Metabolische Syndrom unter besonderer Berücksichtigung des Fettstoffwechsels. Universität Hannover.

Jank J (Staatsexamen); Entwicklung und Erprobung eines gesundheitsorientierten Ausdauertrainings im Rahmen des Betriebssports in einem Großunternehmen. Universität Hannover.

Stache A (Magister); Verhalten von Metaboliten des Fettstoffwechsels bei intensiver Intervallbelastung. Universität Hannover.

Stubbe C (Staatsexamen); Das Verhältnis von [K<sup>+</sup>] im Plasma zur Größe des Summenaktionspotentials bei isometrischer und isotonischer Arbeit. Universität Hannover.

Wichmann P (Staatsexamen); Das Bewegungs- und Ernährungsverhalten von Kindern und Jugendlichen. Universität Hannover.

Wrigge L (Staatsexamen); Einfluss einer bewegungsorientierten Reduktionsdiät auf die emotionale Befindlichkeit der Teilnehmer und Teilnehmerinnen. Universität Hannover.