

## **Körperliche Aktivität und Gesundheit**

Hollmann W, Strüder HK

Diehl J

*Blickpunkt der Mann 2006; 4 (3)*

11-15

**Homepage:**

**[www.kup.at/dermann](http://www.kup.at/dermann)**

**Online-Datenbank mit  
Autoren- und Stichwortsuche**

**Krause & Pachernegg GmbH  
Verlag für Medizin und Wirtschaft  
A-3003 Gablitz**

Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf  
Erscheinungsort: 3003 Gablitz

# Körperliche Aktivität und Gesundheit\*

W. Hollmann, H. K. Strüder, J. Diehl

*Dank Automatisierung und Elektronisierung dürfte die muskuläre Beanspruchung des Menschen in den vergangenen 100 Jahren um 30 bis 40 % zurückgegangen sein. Konsequenzen sind Bewegungsmangelkrankheiten (Hypokinosen), denen durch gezieltes körperliches Training bzw. vergrößerte körperliche Aktivität begegnet werden kann. In Betruhe-Studien an gesunden männlichen Personen des 3. Lebensjahrzehnts stellten wir z. B. nach 9-tägiger absoluter Betruhe eine Reduzierung der aeroben Kapazität um 21 % fest, eine Verminderung der Herzgröße um 10 % und signifikante negative Beeinflussungen des Herz-Kreislaufsystems, der Atmung und des Stoffwechsels. Schon Minimal-Trainingsprogramme können kompensatorisch wirken. Im Mittelpunkt von Gesundheitserhaltung und Leistungssteigerung durch Ausdauer- und Krafttraining steht die Skelettmuskulatur. Vornehmlich Typ I-Muskelfasern besitzen eine hohe Kapillardichte und ein großes Mitochondrienvolumen, verbunden mit Rezeptoren u. a. für Insulin. Training bzw. körperliche Aktivität auf allgemeine aerobe dynamische Ausdauer spricht vor allem die Typ I-Fasern an und begegnet damit der Entwicklung eines metabolischen Syndroms. Bildgebende Verfahren erlauben seit ca. 20 Jahren eingehende hämodynamische und metabolische Studien selbst kleiner Gehirnabschnitte in Ruhe und bei körperlicher Arbeit. Dynamische Arbeit bewirkt hochsignifikante regionale Gehirndurchblutungssteigerungen, während statische Arbeit ohne nennenswerten Einfluß ist. Gleichzeitig erfahren Nervenwachstumsfaktoren eine vermehrte Produktion, zum Teil verbunden mit einer Neurogenese und Zunahme der Kapillarisation. Daher kann körperliche Aktivität nicht mehr nur als nützlich für das kardiopulmonale System und den Stoffwechsel angesehen werden, sondern auch für das Gehirn.*

*Due to automation and high-tech the muscular demand has probably decreased by 30–40 % over the past 100 years. This has resulted in consequential diseases based upon lack of exercise (hypokinosis), which can be counteracted by specific physical training or increased physical activity respectively. In bed rest studies in healthy male subjects aged 20–30 we established a reduced aerobic capacity of 21 %, a reduction of heart size of 10 % and a significant negative impact on the cardiovascular, respiratory and metabolic system after 9 days of absolute bed rest. Even minimal training programmes can have a compensatory effect. The skeletal musculature is in the main focus of health maintenance and performance enhancement through endurance and strength training. Primarily type I muscle fibres have a high capillary density and a large mitochondrial volume combined with receptors among others for insulin. Training or physical activity on a generally aerobic dynamic endurance level particularly activates type I fibres and thus counteracts the development of a metabolic syndrome. For the last 20 years imaging techniques enable detailed hemodynamic and metabolic studies of even small brain areas at rest and during physical activity. Dynamic activity causes highly significant regional increase in brain blood flow, whereas static activity has no noteworthy impact. Simultaneously nerve growth factors experience an increased production partly connected with a neurogenesis and enhancement of capillarisation. Hence physical activity cannot only be considered beneficial for the cardiopulmonary system and the metabolism but also for the brain. **Blickpunkt DER MANN 2006; 4 (3): 11–15.***

Die Medizin befindet sich heute zweifellos in der größten Umbruchsituation ihrer Geschichte. Es handelt sich um die Verlagerung der Schwerpunkte in Forschung, Lehre und Praxis von der Therapie auf die Prävention. Es wird in zukünftigen Jahrzehnten weniger darauf ankommen, eine Krankheit zu heilen – das wird gewissermaßen eine Selbstverständlichkeit sein –, als vielmehr das Auftreten einer Erkrankung zu verhüten. Der Fortschritt des Wissens, kombiniert mit dem der technischen Entwicklungen, wird mit Sicherheit eines nahenden Tages die Medizin in den gewünschten Stand versetzen.

Im Vordergrund sowohl des individuellen als auch des allgemein gesellschaftlichen Interesses stehen Herz-Kreislaufkrankungen, Stoffwechselliden, Krebskrankheiten, Beschwerden am Halte- und Bewegungsapparat und altersbedingte körperliche und geistige Leistungseinbußen. In allen genannten Bereichen spielt körperliche Aktivität eine Rolle im Sinne der Gesundheitserhaltung und Leistungsförderung.

## Abkehr von langer Betruhe, Hinwendung zu körperlichem Training

Um die gesundheitliche Bedeutung von körperlicher Aktivität beurteilen zu können, bedarf es einerseits

\*Mit Unterstützung der Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung, Essen, der Oertel-Stiftung, Eichenau, und des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, Bonn

Aus dem Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin und dem Institut für Motorik und Bewegungstechnik, Deutsche Sporthochschule Köln

Korrespondenzadresse: Univ.-Prof. mult. Dr. med. Dr. h. c. Wildor Hollmann, Deutsche Sporthochschule Köln, Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin, Carl-Diem-Weg 6, D-50933 Köln, E-mail: Diehl@dshs-koeln.de

Kenntnis über die Konsequenzen von Bewegungsmangel, andererseits über die Effekte von körperlichem Training. Darum begannen wir in den 1950er Jahren mit experimentellen Untersuchungen über den Einfluß von unterschiedlich langer, absoluter Betruhe gesunder Personen auf das kardiopulmonale System und den Stoffwechsel. Auslöser für diese Untersuchung war die Erkenntnis, daß seit der Währungsreform 1948 und der damit verbundenen Umstellung der Lebensbedingungen die Zahl der Herzinfarkt-toten Jahr für Jahr anstieg. Die Ursachen waren unbekannt. Die später so aufschlußreiche Framingham-Studie hatte erst 1949 begonnen und legte noch keine Befunde vor. Aufgrund der explosionsartig zunehmenden Motorisierung und Technisierung speziell in dem völlig zerstört gewesenen Deutschland gingen wir davon aus, daß ein Übermaß an ernährungsbedingter Kalorienzufuhr bei gleichzeitiger ungewöhnlicher Reduzierung des Kalorienverbrauchs eine Rolle spielen könnten. Man nimmt an, daß der technologische Fortschritt zu einer Reduktion des täglichen Energieverbrauchs in einer Größenordnung von etwa 30–40 % geführt hat [1].

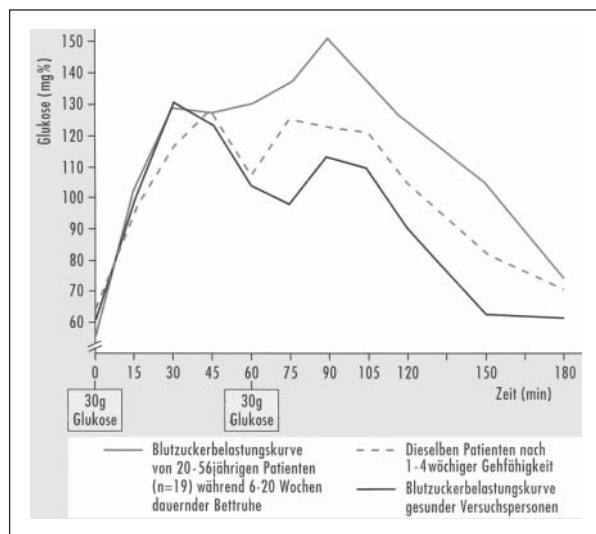
Unsere Untersuchungen ergaben, daß z. B. eine 9-tägige absolute Betruhe gesunder männlicher Personen des 3. Lebensjahrzehnts eine Reduzierung der organischen Leistungsfähigkeit (maximale Sauerstoffaufnahme) um 21 % nach sich zog, eine Verkleinerung des Herzvolumens um 10 % und hochsignifikante Steigerungen der Herzfrequenz, des Atemminutenvolumens und der Laktatproduktion zur Bewältigung einer gegebenen submaximalen Belastungsstufe im Vergleich zu einem Zeitpunkt vor der Betruhe. Alle Befunde beeinträchtigten den Leistungs- und Gesundheitszustand. Ferner ließ die Betruhe die Herzfrequenz in Ruhe und auf bestimmten Wattstufen signifikant ansteigen. Das bedeutete einen Sauerstoffmehrbedarf des Myokards schon in Körperruhe. Ein Herzinfarkt ist aber charakte-

risiert durch ein Mißverhältnis zwischen Sauerstoffbedarf und -angebot im Herzmuskel. Infolgedessen ergab allein dieser Befund einen tendenziellen Hinweis im Hinblick auf Herzinfarktgefährdung durch körperliche Inaktivität [2, 3].

In weiteren Untersuchungen ermittelten wir den Einfluß von mehrwöchiger bis mehrmonatiger Bewegungseinschränkung aufgrund von Gipsverbänden auf die Blutzuckerregulation. Beim Staub-Traugott-Doppelbelastungstest fanden sich pathologische Verhaltenskurven, die sich nach einem Gehtrainingsprogramm auf den Klinikfluren innerhalb von 4 Wochen normalisierten (Abb. 1) [2].

Nun stellte sich die Frage nach den gesundheitsbezogenen Einflüssen von körperlichem Training. Hierzu entwickelten wir sogenannte Minimal-Trainingsprogramme. Sie umfaßten 5-minütige bis 30-minütige Arbeitszeiten, mehrmals wöchentlich auf dem Fahrradergometer mit Größenordnungen um 70% der individuellen Höchstleistung durchgeführt (Abb. 2). Obwohl es sich um durchschnittlich leistungsfähige männliche Personen des 3. Lebensjahrzehnts handelte, sahen wir in den meisten der untersuchten Parameter schon mit diesen kurzfristigen körperlichen Belastungsansprüchen signifikante Veränderungen [4].

Ähnliche Befunde konnten in Prag und in Moskau erhoben werden. Als 1966 der Weltkongreß für Sportmedizin in Hannover stattfand, bestand die international übliche Behandlung des Herzinfarktpatienten in einer 4- bis 6-wöchigen absoluten Ruhigstellung im Bett. In den USA intensiviert man sogar diese Vorgehensweise noch, indem Arme und Beine festgewickelt wurden. Angesichts der aktuellen Befundlage bildeten wir eine Kommission, bestehend aus 7 Personen von 5 Nationen, die ein Schreiben an die Weltgesundheitsorganisation (WHO) nach Genf richteten. Darin wurden die genannten Befunde mitgeteilt, verbunden mit dem Wunsch, seitens der WHO ein internationales Symposium einzuberufen, zum Zwecke der Überarbeitung der Richtlinien zur Behandlung des Herzinfarktpatienten. Die WHO reagierte prompt mit 3 solcher



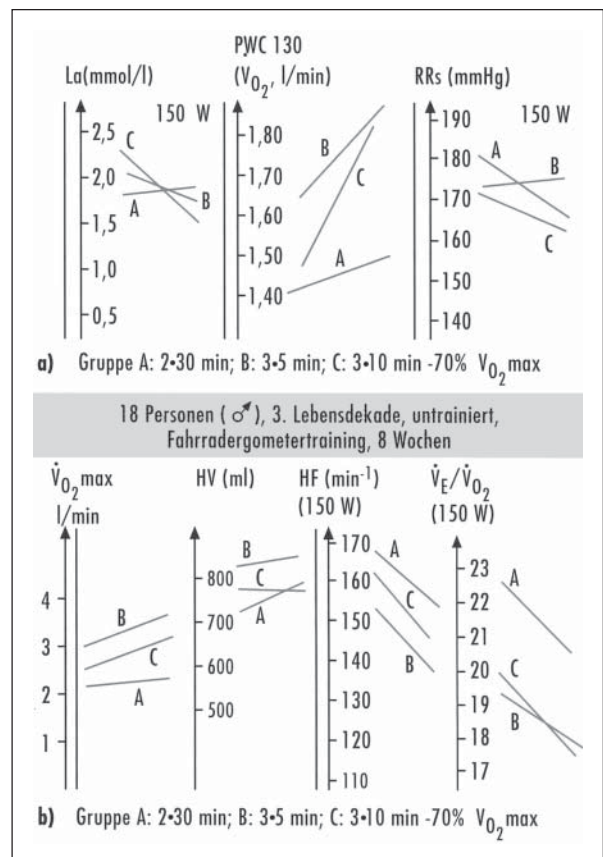
**Abbildung 1:** Einfluß von längerer körperlicher Inaktivierung und nachfolgender Bewegungstherapie auf den Blutzuckerspiegel im Staub-Traugott-Test (aus [2], © W. Hollmann)

Symposien. Immerhin dauerte es dann doch noch bis zum Jahre 1977, als man in einem Symposium in Luxemburg endgültig die lange Bettruhe des Herzinfarktpatienten durch Frühmobilisation, Bewegungstherapie und Rehabilitation mittels Training ersetzte [5].

Dennoch hatten jene Kollegen, die sich für körperliche Aktivität zum Zwecke von Prävention, Therapie und Rehabilitation einsetzten, noch lange Zeit einen schweren Stand auf Kongressen und Symposien. Vor allem von US-amerikanischer Seite kamen immer wieder Einwände gegen körperliches Training in seiner gesundheitlichen Bedeutung, die noch in den 1960er Jahren völlig verneint wurde [6, 7]. Erst mit den 1980er Jahren konnte sich endgültig dosierte körperliche Aktivität als Mittel der Gesunderhaltung durchsetzen. Immerhin gab es aber noch Anfang der 1980er Jahre Kardiologen, die jede Form körperlicher Bewegung nach Herzinfarkt zu dem Zeitpunkt ablehnten, obwohl bereits ab 1965 die ersten ambulanten Herztrainingsgruppen in Deutschland gegründet worden waren (in Schorndorf, Hamburg, Köln und Freiburg).

### Gesundheits- und leistungssteigernde Effekte körperlichen Trainings

Die diesbezügliche Bedeutung von körperlicher Aktivität bzw. von sportlichem Training unterteilen wir



**Abbildung 2:** Einfluß von Minimal-Trainingsprogrammen auf das kardiopulmonale Leistungsverhalten. Gruppe A trainierte zweimal wöchentlich je 30 Minuten, Gruppe B dreimal je 5 Minuten, Gruppe C dreimal je 10 Minuten mit 70% der individuellen Höchstleistung ( $V_{O_2,max}$ ) (La = Laktat, PWC 130 = Leistung bei Pulszahl 130/min, RRs = systolischer Blutdruck, HV = Herzvolumen, HF = Herzfrequenz,  $\dot{V}_E/\dot{V}_{O_2}$  = Atemäquivalent) (aus [4], © W. Hollmann)

nach 3 zeitlich unterschiedlichen Gesichtspunkten:

- Kindes- und Jugendalter,
- Erwachsenenalter,
- älterer und alter Mensch.

Ziel einer genügenden körperlichen Aktivität im **Kindes- und Jugendalter** ist eine optimale Entwicklung von Körper und Geist. Praktisch jede lebende Körperzelle wird hiervon positiv beeinflusst. Die belastungsbedingte vermehrte Produktion von Wachstumshormon erleichtert die Zellproliferation in allen Organen. Herz-Kreislauf-Atmungssysteme werden ebenso in ihrer Entwicklung gestärkt wie Knochen- und Muskelsystem sowie das Gehirn. Während Herz-Kreislauf- und Stoffwechseleinflüsse seit langem bekannt sind, konnte die Bedeutung körperlicher Aktivität für das Gehirn erst durch die Einführung der neuen bildgebenden Verfahren wie die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und die funktionelle Magnet-Resonanz-Tomographie (fMRT) erkannt werden. Aktive muskuläre Beanspruchung stellt den stärksten Reiz zur Bildung von Synapsen sowie zum Neuriten- und Dendritenwachstum dar. Angesichts der heute bekannten, unglaublich großen Gehirnplastizität kann hierdurch die Grundlage für spätere, auch optimale Geistesleistungen gelegt werden.

Eine Studie in den USA hat gezeigt, daß Kinder zwischen 8 und 18 Jahren durchschnittlich 4 Stunden täglich mit Fernsehen oder Videokassetten verbringen. Wenn man alle sitzenden Tätigkeiten wie Computerspiele, außerschulische Computernutzung und Spielfilme berücksichtigt, sind es sogar durchschnittlich 5 Stunden und 20 Minuten pro Tag [1]. Das ist diejenige Zeitspanne, welche in der „Vor-Medienzeit“ mit Spiel und Herumtollen im Freien verbracht wurde.

Beim **erwachsenen Menschen** dient körperliche Aktivität der Vorbeugung von Arteriosklerose und damit einer Vielzahl von Herz-Kreislaufkrankungen. Gleichzeitig werden Stoffwechsel und Immunsystem positiv beeinflusst, verschiedenen Krebserkrankungen partiell vorgebeugt. Beim **älteren und alten Menschen** stellt körperliches Training bzw. körperliche Aktivität die einzige, wissenschaftlich gesicherte Möglichkeit dar, sich funktionell jünger zu erhalten, als es chronologisch dem Geburtsschein entspricht.

Das massenmäßig größte menschliche Organ ist die **Skelettmuskulatur**. Körperliche Aktivität erhöht die aerobe Kapazität und die Größe der Muskelfasern. Zur näheren Differenzierung muß zwischen zwei hauptsächlichsten Muskeltypen unterschieden werden: Typ I- und Typ II-Fasern. Typ II-Fasern haben wiederum als Untergruppen Typ IIa und Typ IIx. Mit den unterschiedlichen Typen sind differierende Stoffwechsel- und kontraktile Eigenschaften verbunden. Typ I-Fasern kontrahieren langsam, Typ II-Fasern schneller und Typ IIx-Fasern am schnellsten. Dabei sind Typ IIx-Fasern etwa 10-mal und Typ IIa-Fasern etwa 3- bis 5-mal schneller als Typ I-Fasern, wohingegen die zu entwickelnde Muskelspannung bei Typ IIx-Fasern etwa 15 bis 20 % größer ist als bei Typ I-Fasern. Deswegen ist die Kraft der Typ IIx-Fasern bedeutend größer als die der Typ IIa- und vor allem der Typ I-Fasern [8].

Die Faserzusammensetzung ist in erster Linie eine Frage der genetischen Komponente. Wohl aber läßt sich die

Prävalenz der Subgruppen hinsichtlich der Typ II-Fasern durch körperliche Aktivität beeinflussen, ferner die Größe der Faseroberfläche. Normalerweise besitzen die Skelettmuskeln des menschlichen Rumpfes und der Extremitäten in etwa eine 50:50-Verteilung der beiden Hauptfaserarten. Die Alterungsvorgänge beeinflussen die Faserzusammensetzung nur geringfügig in dem Sinne, daß die Typ II-Fasern abnehmen. Gleichzeitig vermindert sich die Querschnittsfläche der Muskelfasern und die Verkürzungsgeschwindigkeit. Training gegen hohen Widerstand ergibt den besten Effekt sowohl im Hinblick auf die Nettoeinlagerung von kontraktile Proteinen in den Muskelfasern als auch für den Erhalt der kontraktile Eigenschaften.

Typ I-Fasern haben die meisten Kapillaren und das größte Mitochondrienvolumen sowie die höchste Fettverbrennungskapazität [9]. Sie besitzen eine Vielzahl von Insulinrezeptoren. Im Gegensatz hierzu sind Typ IIx-Fasern mit den wenigsten Kapillaren und dem kleinsten Mitochondrienvolumen sowie der geringsten Fettverbrennungskapazität ausgestattet, ferner mit einer niedrigen Insulinempfindlichkeit [10].

Um die aerobe Kapazität der Skelettmuskelfasern zu vergrößern, sind leichte Kontraktionen großer Muskelgruppen wie beim Gehen, langsamen Dauerlauf, Treppensteigen, Schwimmen oder Radfahren besonders geeignet. Mit einem etwas stärkeren Ausdauertraining – jenseits von 60–70 % der individuellen Höchstleistung – kann die Stoffwechselkapazität um das 3- bis 4-fache verbessert werden, was für alle Muskeltypen gilt. Die Rekrutierung der Typ II-Fasern ist allerdings erst bei mittlerer bis intensiver Kraftbeanspruchung zu erzielen [8].

In früheren Jahrzehnten standen bei Fragen körperlichen Trainings Herz und Lunge im Vordergrund des Interesses. Speziell die sportmedizinischen Forschungen von 1960 bis heute ließen die Skelettmuskulatur in den Vordergrund treten, wegen ihrer Bedeutung nicht nur für den Stoffwechsel, sondern auch für das Herz-Kreislaufsystem.

## Das metabolische Syndrom

In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat die Anzahl von Personen mit Übergewicht bis Adipositas, Hypertonie, niedrigen HDL- und hohen LDL-Cholesterinwerten und einem hohen Insulin/Glukose-Quotienten ständig zugenommen – heute unter dem Begriff „metabolisches Syndrom“ zusammengefaßt. Von entscheidendem Einfluß ist der Lebensstil. Die Größenordnung der körperlichen Aktivität sowie die Qualität und Quantität der Ernährung stehen im Mittelpunkt. Dabei sind die grundlegenden Eigenschaften der einzelnen Fasertypen der Skelettmuskulatur von maßgeblicher metabolischer Bedeutung. Ein hoher Anteil an Typ IIx-Fasern stellt einen Risikofaktor für das metabolische Syndrom dar [11, 10]. Einfaches Gehen, Treppensteigen oder Radfahren kann zu einer 30- bis 50-fachen Steigerung des Energieumsatzes über den Grundumsatz hinaus in der Skelettmuskulatur führen. Ein ausdauertrainierter Muskel deckt einen größeren Teil seines Substratbedarfs durch Fett als ein untrainierter [12]. Dabei gibt es einen engen Zusammenhang zwi-

schen dem Fettstoffwechsel und der Insulinempfindlichkeit im Skelettmuskel. Je höher der Anteil an Typ I-Fasern, desto größer die Insulinsensibilität und desto niedriger der Insulinpiegel, welcher in Verbindung mit den Fettstoffwechselvorgängen einen Risikofaktor zur Arterioskleroseentstehung darstellt. Es konnte gezeigt werden, daß in einer Gruppe fettleibiger glukoseintoleranter Patienten die gut Ausdauertrainierten ein normales Insulin/Glukose-Verhältnis aufwiesen, was im Gegensatz zu den Untrainierten stand. Epidemiologische Untersuchungen ließen erkennen, daß das Risiko zur Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 bei körperlich aktiven Übergewichtigen um 50 % geringer ist [13].

Nicht nur Ausdauertraining, sondern auch Krafttraining kann Typ II-Fasern in Typ I-Fasern umwandeln [14]. Hierzu bedarf es lediglich eines leichten Trainings mit geringen Widerständen, wobei der Erfolg schon nach einigen Monaten eintritt.

Als Risikofaktor für die Entstehung von Arteriosklerose und ihren Folgeerscheinungen wie Herzinfarkt, Schlaganfall und peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen spielen Insulinresistenz und abnorme Endothelfunktion eine besondere Rolle. Es konnte ferner in verschiedenen Studien ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Typ II-Muskelfasern und einer Hypertonie beschrieben werden [11, 15, 16].

Eine abnorme Endothelfunktion kann ebenso wie die Muskelfaserzusammensetzung und die Kapillarisation einen Einfluß auf die Durchblutung des Muskels und damit auf die Insulin-vermittelte Glukoseaufnahme ausüben. Alle diese Gesichtspunkte lassen vermuten, daß die Muskelfaserzusammensetzung in Verbindung mit einer verminderten endothelialen Funktion und einer insulinvermittelten Glukoseaufnahme zur Entwicklung eines metabolischen Syndroms beiträgt [17].

## Gehirn und körperliche Aktivität

Noch in der ersten Hälfte der 1980er Jahre war in neurologischen Lehrbüchern zu lesen, daß keine Form muskulärer Beanspruchung die Gehirndurchblutung beeinflussen könnte. Ein Automatiezentrum würde wegen der Bedeutung des Gehirns dessen Durchblutung und Stoffwechsel stets konstant halten. 1985 begannen wir mit den ersten Fahrradergometeruntersuchungen in Verbindung mit Messungen der Gehirndurchblutung und des Gehirnstoffwechsels. Schon bei 25 Watt, eine Belastungsstufe analog einem ganz langsamen Spaziergang, zeigte sich in allen untersuchten Gehirnabschnitten eine deutliche Durchblutungssteigerung, im Mittel um 20 %. Eine Belastungsintensität von 100 Watt ließ die mittlere Durchblutung auf ca. 30 % über den Ruheausgangswert steigen [18].

In weiteren Untersuchungen stellten wir fest, daß eine 30-minütige Belastung mit 60 % der individuellen Höchstleistung in 9 von 10 untersuchten Gehirnregionen zu signifikanten Verminderungen des Glukosestoffwechsels führte, während in einem Bezirk, dem Okzipitalhirn, der Glukosestoffwechsel hochsignifikant anstieg [19]. Da aber die Größenordnung des Stoffwechsels im Gehirn bei körperlicher Arbeit nicht

zurückgeht, muß aus den Befunden geschlossen werden, daß andere Substrate metabolisiert werden, wie z. B. Ketonkörper und Laktat.

Jede regionale Durchblutungssteigerung ist mit einer hochsignifikanten Steigerung der Produktion von Nervenwachstumsfaktoren und Neurotransmittern verbunden, ferner mit einer Neurogenese [20]. Faßt man das diesbezügliche heutige internationale Wissen zusammen, ergeben sich die in Abbildung 3 dargestellten Befunde. Überraschend ist, daß sogar die Kapillarisation des Gehirns durch muskuläre Arbeit verbessert wird, analog der Skelettmuskulatur [21–23]. Die Gehirnplastizität geht so weit, daß z. B. bei Berufs-Cellisten im Stirnhirn eine makroskopisch sichtbare strukturelle Adaptation erfolgt, die nach mehrwöchiger Einstellung des Cellospiels verschwunden ist [24].

Wir ließen seit vielen Jahren bewegungsungewohnte Personen mit einem Durchschnittsalter von 70 Jahren und gleichaltrige Ausdauersportler 14 semantisch voneinander unabhängige Wörter lernen. Mittels PET registrierten wir die aktivierten Gehirnteile sowohl während des Lernprozesses als auch später beim Abfragen des Erlernten. Typisch ist, daß mit zunehmendem Alter die Größenordnung jener Gehirnbezirke zunimmt, welche durch eine geistige Aufgabe aktiviert werden. Die Untersuchung ergab, daß bei identischer kognitiver Leistungsfähigkeit die ausdauertrainierten Personen signifikant kleinere Gehirnbezirke benötigen. Es hatte also eine „Ökonomisierung“ der Gehirnarbeit stattgefunden, wie wir sie sonst nur von der Skelettmuskulatur und vom Verhalten des Kreislaufsystems kennen. Die Befunde der durchschnittlich 70-jährigen Personen ähnelten nun eher denen von 20- bis 30-jährigen Untrainierten [25].

Auch die Psyche wird durch körperliche Aktivität positiv beeinflusst. Hierfür sind verschiedene biochemische Mechanismen verantwortlich. Fast parallel zum Anstieg des Laktatspiegels im arteriellen Blut steigt jener von Endorphinen an. Sie können eine „High-Stimmung“ vermitteln. Gleichzeitig erfolgt eine vermehrte Freisetzung

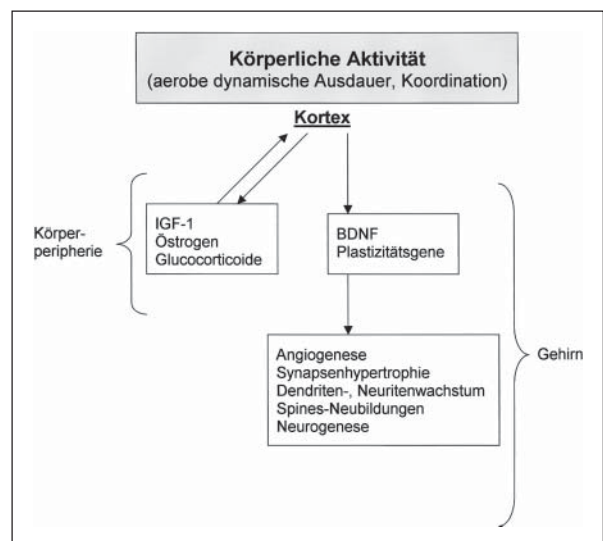


Abbildung 3: Einfluß von aerober körperlicher Aktivität auf das Gehirn bei gleichzeitiger Darstellung der Bedeutung von Metaboliten aus der Körperperipherie (aus [22], © W. Hollmann)

von Serotonin und Dopamin, welche einen positiven Stimmungseinfluß ausüben. Bei einer submaximalen körperlichen Belastung steigt auch die Blutkonzentration an Noradrenalin an, was als Neurotransmitter ebenfalls eine positive Stimmungsbeeinflussung auslöst [26–28].

In einer 5-jährigen Langzeitstudie an 4615 erwachsenen männlichen und weiblichen Personen jenseits des 65. Lebensjahres konnte nachgewiesen werden, daß körperliche Aktivität in hohem Maße Depressionen entgegenwirkt. Lag eine klinische Depression vor, konnte in Verbindung mit körperlichem Training die Medikamentendosis hochsignifikant reduziert werden [29].

Eine retrospektive Studie bezüglich 193 Personen mit möglicher oder wahrscheinlicher Alzheimer'scher Erkrankung und 358 gesunden Kontrollpersonen im Alter zwischen 20 und 60 Jahren ließ den Schluß zu, daß jene mit Alzheimer'scher Erkrankung in ihrem mittleren Lebensabschnitt zu deutlich weniger körperlicher Aktivität neigten als die gesunden Kontrollpersonen. Es sollten aber weitere klinische Studien durchgeführt werden, um diesbezüglich Erkenntnisse zu erweitern [30].

Abschließend ist festzustellen: In einer Welt, die durch Elektronisierung und Automatisierung eine ständig wachsende Einsparung an körperlicher Arbeit ermöglicht, bedarf es einer gezielten Kompensation des auftretenden Bewegungsmangels durch körperliche Aktivität. Koordinative Übungen dienen dem Erhalt der Autonomie über den eigenen Körper bis in ein gegebenenfalls hohes Lebensalter, Krafttraining einer Vergrößerung des Muskelfaserquerschnitts mit positiven Auswirkungen auf Knochen, Sehnen, Bänder und Gelenke [31]. Herz und Atmung können jedoch durch Krafttraining in gesundheitlicher Hinsicht nicht beeinflusst werden. Nur Ausdauertraining erzielt wünschenswerte Adaptationen im Herz-Kreislauf- und Atmungssystem. Auf Einzelheiten kann in diesem Beitrag nicht eingegangen werden. Das Gehirn reagiert positiv auf koordinative Beanspruchungen und auf Ausdauer im Sinne aerober Stoffwechselfvorgänge.

#### Literatur:

- Haskell WL. Sport, exercise, and health. Toward the next century. *Der Orthopäde* 2000; 29: 930–5.
- Hollmann W. Körperliches Training als Prävention von Herz-Kreislaufkrankheiten. Hippokrates-Verlag, Stuttgart, 1965.
- Hollmann W, Rost R, Dufaux B, Liesen H, Heck H, Lagerström D, Mader A, Schürch P. Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankheiten durch körperliches Training. Hippokrates-Verlag, Stuttgart, 1983.
- Hollmann W, Hettinger Th. Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. Schattauer, Stuttgart/New York, 2000 (4. Aufl.).
- Commission of the European Communities: Joint EEC/WHO Workshop on physical activity in primary prevention of ischaemic heart disease. ECSC-EEC-EAEC, Luxemburg, 1978.
- Heyden S. Über die Bedeutung von Sport in der Vorbeugung von Herz-Kreislaufkrankheiten. *Ärztl Fortbildungskongress der Bundesärztekammer, Grado/Italien*, 1966.
- Heyden S. Risikofaktoren für das Herz. Ergebnisse und Konsequenzen der Post-Framingham-Studie. Boehringer-Mannheim, 1974.
- Saltin B, Helge JW. Skeletal muscle, physical activity, and health. *Der Orthopäde* 2000; 29: 941–7.
- Schön FA. Licht- und elektronenmikroskopische Befunde am M. vastus lateralis und ihr Bezug zu physiologischen Messgrößen bei Normalpersonen, Sportstudenten und Ausdauertrainierten. Dissertation Deutsche Sporthochschule, Köln, 1978.
- Lindgarde F, Saltin B. Daily physical activity, work capacity and glucose tolerance in lean and obese normoglycaemic middle-aged men. *Diabetologica* 1981; 20: 134–8.
- Krotkiewski M, Lithell H, Shono N, Wysocki M, Holm G. High blood pressure and muscle morphology/metabolism – causal relationship or only associated factors? *Clin Physiol* 1998; 18: 203–13.
- Andersson A, Sjödin A, Olsson R, Vessby B. Effects of physical exercise on phospholipid fatty acid composition in skeletal muscle. *Am J Physiol* 1998; 274: E432–E438.
- Blair SN, Brodney S. Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: Current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: S646–S662.
- Andersen JL, Schiaffino S. Mismatch between myosin heavy chain mRNA and protein distribution in human skeletal muscle fibers. *Am J Physiol* 1997; 272: C1881–C1889.
- Frisk-Holmberg M, Essen B, Fredrikson M, Strom G, Wibell L. Muscle fibre composition in relation to blood pressure response to isometric exercise in normotensive and hypertensive subjects. *Acta Med Scand* 1983; 213: 21–6.
- Karlsson J, Diamant B, Folkers K, Lund B. Muscle fibre types, ubiquinone content and exercise capacity in hypertension and effort angina. *Ann Med* 1991; 23: 339–44.
- Cleland SJ, Petrie JR, Ueda S, Elliott HL, Connell JM. Insulin as a vascular hormone: implications for the pathophysiology of cardiovascular disease. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 1998; 25: 175–84.
- Herholz K, Buskies W, Rist M, Pawlik G, Hollmann W, Heiss WD. Regional cerebral blood flow in man at rest and during exercise. *J Neurol* 1987; 234: 9–13.
- Herzog H, Unger C, Kuwert T, Fischer HG, Scholz D, Hollmann W, Feinendegen LE. Physical exercise does not increase cerebral metabolic rate of glucose utilization. XVth Internat Symposium on Cerebral Blood Flow and Metabolism, Miami, 1991.
- Eriksson PS, Perfilieva E, Björk-Eriksson Th, Alborn AM, Nordborg C, Peterson DA, Gage FH. Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nat Med* 1998; 4: 1313–7.
- Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci* 2002; 25: 295–301.
- Hollmann W, Strüder HK, Tagarakis CVM. Körperliche Aktivität fördert Gehirngesundheit und -leistungsfähigkeit – Übersicht und eigene Befunde. *Nervenheilkunde* 2003; 22: 467–74.
- Hollmann W, Strüder HK, Tagarakis CVM. Kognition – männliches und weibliches Gehirn. In: Schill WB, Bretzel RG, Weidner W (eds). *Männer-Medizin in der allgemeinmedizinischen und internistischen Praxis*. Urban und Fischer, 2005; 341–55.
- Elbert T, Pantev C, Wienbruch C, Rockstroh B, Taub E. Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science* 1995; 270: 305–7.
- Schmidt D, Krause BJ, Herzog H, Strüder HK, Hautzel H, Klose C, Wouters E, Hollmann W, Müller-Gärtner HW. Influence of memory load on the change of regional cerebral blood flow during verbal working memory in elderly subjects. *Neuroimage* 1999; 9: S907.
- Arentz T, De Meirleir K, Hollmann W. Die Rolle der endogenen opioiden Peptide während Fahrradergometerarbeit. *Dtsch Z Sportmed* 1986; 37: 210–9.
- Hollmann W, Fischer HG, De Meirleir K, Herzog H, Herholz K, Feinendegen LE. The brain – regional cerebral blood flow, metabolism, and psyche during ergometer exercise. In: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens TH (eds). *Physical Activity, Fitness and Health. Internat Proc and Consensus Statement. Human Kinetics, Champaign/Ill. (USA)*, 1994; 490–503.
- Strüder HK, Hollmann W, Platen P, Wöstmann R, Ferrauti A, Weber K. Effect of exercise intensity on free tryptophan to branched-chain amino acids ratio and plasma prolactin during endurance exercise. *Can J Appl Physiol* 1997; 22: 280–91.
- Laurin D, Verreault R, Lindsay J, MacPherson K, Rockwood K. Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Arch Neurol* 2001; 58: 498–504.
- Holland RP, Fritsch T, Smyth KA, Koss E, Lerner AJ, Chen CH, Petot GJ, Debanne SM. Patients with Alzheimer's disease have reduced activities in midlife compared with healthy control-group members. *Proc Natl Acad Sci USA* 2001; 98: 3440–5.
- Wenderlein JM, Hengstler S. Knochendichte mit Bezug zur kognitiven Leistung im Alter. *Z Geburtshilfe u. Frauenheilkunde* 2002; 62: 30–6.

# Mitteilungen aus der Redaktion

## Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

## e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

## Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)