



Aus dem Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin
Deutsche Sporthochschule Köln

Körperliche Aktivität und Gesundheit¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ **von W. Hollmann**



- 1) Mit Unterstützung des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, Köln
- 2) Mit Unterstützung der Krupp-von-Bohlen- und Halbach-Stiftung, Essen
- 3) Mit Unterstützung der Oertel-Stiftung, Mülheim/Ruhr
- 4) Mit Unterstützung der Eckloff-Stiftung, Bad Kissingen
- 5) Mit Unterstützung des Club of Cologne, Köln



Das vom Veranstalter gewünschte Thema birgt ein breites Spektrum an Abhandlungsmöglichkeiten. Nur die wesentlichsten Gesichtspunkte können genannt werden. Im einzelnen erwarten Sie in meinen Ausführungen folgende Hauptpunkte:

1. ein allgemeiner Aspekt zum Thema;
2. experimentell fundierte Befunde über gesundheitsbezogene Auswirkungen von Bewegungsmangel;
3. Krafttraining und Gesundheit;
4. Ausdauertraining und Gesundheit;
5. Gehirn und muskuläre Aktivität aus gesundheitsbezogener Sicht.

1. Ein allgemeiner Aspekt zum Thema

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 schon in kommenden Jahren mehr und mehr die Medizin in den gewünschten Stand versetzen.

Im Vordergrund sowohl des individuellen als auch des allgemeingesellschaftlichen Interesses stehen Herz-Kreislaufkrankungen, Stoffwechselkrankheiten, Krebserkrankungen, Schäden am Halte- und Bewegungsapparat und altersbedingte körperliche und geistige Leistungseinbußen. Dass medizinische Maßnahmen schon heute in der Lage sind, in wesentlichem Umfang präventiv wirksam werden zu können, sei am Beispiel der Herzinfarktentwicklung veranschaulicht. Die Welle der Herzinfarktzunahme ist beispielsweise in den USA der in Europa um ca. 20 Jahre vorangegangen. Der absolute Höhepunkt an Herzinfarktsterblichkeit war in den USA im Jahre 1963 erreicht. Von 1964-1994 ist die Zahl der Herzinfarktstoten in den Altersstufen zwischen dem 40. und 70. Lebensjahr in den USA um über 50 % zurückgegangen. Ähnliche Zahlen können für Kanada und Australien genannt werden (WHO, 1995).

Hier soll im Vordergrund des Interesses die gesundheitsbezogene Bedeutung von körperlicher Aktivität stehen. Summarisch kann festgestellt werden: in Kindheit und Jugend ist eine genügende muskuläre Aktivität erforderlich zur optimalen Entwicklung von Körper und Geist. Beim erwachsenen Menschen sind Training und Sport in der Lage, degenerativ verursachten Herz-Kreislaufkrankungen sowie Stoffwechselkrankheiten und Krebsleiden vorzubeugen. Beim älteren und alten Menschen erreichen wir durch gezielte Übungs- und Trainingsmaßnahmen, altersbedingten körperlichen und geistigen Leistungseinbußen entgegenzuwirken.



2. Experimentell fundierte Befunde über gesundheitsbezogene Auswirkungen von Bewegungsmangel

Ein dem Arzt vertrautes Argument lautet: Mein Vater hat nicht trainiert, mein Großvater hat nicht trainiert, und doch sind beide sehr alt geworden. Warum also soll ich trainieren? Die Frage ist leicht beantwortbar. Durch die fortschreitende Technisierung und spätere Automatisierung sowohl im Berufsleben als auch im Freizeitdasein ist der tägliche Kalorienverbrauch des Menschen in diesem Jahrhundert immer weiter zurückgegangen. Allein in dem kurzen Zeitraum von 40 Jahren kann man in der Alt-Bundesrepublik Deutschland von 1950-1990 eine Reduzierung des täglichen Kalorienverbrauchs bei männlichen Personen von ca. 400 kcal, bei weiblichen von ca. 300 kcal feststellen. Die Konsequenz lautet: In der ca. 4,4 Millionen Jahre alten Menschheitsgeschichte stellen die heute lebenden Menschen die erste Generation dar, welche bei der Bewältigung ihrer Berufs- und Privataufgaben so geringe Energiemengen verbraucht, dass biologischen Mindestanforderungen nicht mehr genügt wird. Die hierauf bezogene biologische Grundregel heißt: Gesundheits- und Leistungszustand eines Organismus werden bestimmt vom Erbgut, von Umweltbedingungen sowie von der Qualität und Quantität der muskulären Beanspruchung. Nicht umsonst stellt die Skelettmuskulatur mit ca. 65 % des gesamten Körpergewichts das schwerste Organ des menschlichen Körpers dar. Akute und chronische muskuläre Aktivitäten bewirken biochemische und biophysikalische Reaktionen bzw. Adaptationen seitens eines jeden Organs. Das gilt für Gehirn und Nervensystem ebenso wie für alle inneren Organe, den Halte- und Bewegungsapparat des Körpers sowie für die Hormonproduktionsstätten. Jede Form muskulärer Aktivität wird von einer Fülle von biochemischen und biophysikalischen Reaktionen aus inneren Organen und Hormonproduktionsstätten begleitet. Unterschreiten diese Reizsetzungen kritische Mindestwerte, resultieren Hypotrophien und hieraus folgernde verringerte organische Reaktionsbreiten. Darum sind gezielte muskuläre Beanspruchungen eine biologische Notwendigkeit geworden.

1958 begannen wir mit experimentellen Untersuchungen über den Einfluss von mehrtägiger oder mehrwöchiger absoluter Bettruhe auf gesundheitsbezogene körperliche Reaktionen. So löste eine neuntägige absolute Bettruhe hochsignifikante Reduzierungen der Leistungsfähigkeit von Herz, Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel aus. Die Herzgröße reduzierte sich signifikant. Wurde vor und nach der Bettruhe eine gegebene Leistung auf einem Fahrradergometer absolviert, geschah das nach der Bettruhe mit wesentlich höheren Pulsfrequenzen, Atemminutenvolumina und Laktatwerten im Blut. Alle genannten Erscheinungen müssen aus gesundheitlicher Sicht negativ beurteilt werden. So spielt die Größenordnung der Herzfrequenz (Pulsfrequenz) die wesentlichste Rolle für die Größe des lebensnotwendigen Sauerstoffbedarfs des Herzmuskels selbst. Liegen Einengungen der Herzkranzgefäße vor, womit wir speziell jenseits des 35. Lebensjahres beim Männern und jenseits des 40. Lebensjahres bei Frauen rechnen müssen, beinhaltet eine erhöhte Herzfrequenz eine vergrößerte Gefahr des Auftretens eines Missverhältnisses zwischen Sauerstoffbedarf und Sauerstoffangebot im Herzmuskel. Je größer diese Schere wird, desto mehr droht das Zugrundegehen von Herzmuskelgewebe bis hin zum Herzinfarkt. Bei



einer mehrwöchigen Bettruhe von späteren Astronauten wurden hochsignifikante Zunahmen der Ruhepulsfrequenz festgestellt. Damit war zu jener Zeit - Anfang der 60er Jahre - der erste Hinweis erbracht, dass absolute Ruhigstellung von längerer Dauer keine Entlastung, sondern eine Belastung des Herzkreislaufsystems mit sich bringt. Diese und andere Befunde führten deshalb in der zweiten Hälfte der 60er Jahre zu dem besonders von sportmedizinischer Seite geführten Bemühen, die damals übliche 4-6wöchige absolute Ruhigstellung des Patienten nach Herzinfarkt durch eine Frühmobilisation, Bewegungstherapie und nachfolgende Rehabilitation mittels körperlichem Training zu ersetzen. Diese wohl größte Revolution in der Therapie innerhalb der Kardiologie in diesem Jahrhundert wurde also entscheidend von sportmedizinischer Seite ausgelöst und bewirkt.

Damit verbunden war in der zweiten Hälfte der 60er Jahre das totale Umdenken in Kurorten. Bis zu dieser Zeit standen passive Maßnahmen wie Bäder, Trinkkuren, Diäten, Massagen, Packungen ganz im Vordergrund aller Kurmaßnahmen. Sportmedizinische Forschungsergebnisse bewirkten dann jene Revolution, die Halhuber unter dem Schlagwort zusammenfasste: „Opas Heilbad ist tod.“ Heute ist wissenschaftlich die überlegene Bedeutung aktiver körperlicher Bewegungsmaßnahmen auch in Bereichen von Therapie und Rehabilitation unumstritten.

Ebenfalls in der ersten Hälfte der 60er Jahre führten wir Stoffwechseluntersuchungen an wochen- oder monatelang eingegipst gewesenen Personen im orthopädischen Bereich durch. Es ergaben sich pathologische Reaktionskurven im Verhalten des Blutzuckerspiegels nach zwei Glukosegaben, die im Abstand von einer Stunde verabfolgt wurden. Wenige Tage bis Wochen einfacher gymnastischer Übungen genügten zur Beseitigung dieses pathologischen Phänomens. Die damals uns noch unbekannt Deutung führt heute in den Bereich des so genannten metabolischen Syndroms. Man versteht darunter erhöhtes LDL-Cholesterin, vermindertes schützendes HDL-Cholesterin, erhöhter Blutdruck u.a. Die Zusammenhänge konnten in den 80er Jahren geklärt werden. Bewegungsmangel bedingt einer Verminderung der Zahl und der Sensitivität von Insulinrezeptoren. Infolgedessen muss der Insulinspiegel im Blut erhöht werden, um dennoch eine genügende Glukosedeposition in Form von Glykogen zu erhalten. Erhöhte Insulinspiegel aber stellen einen erheblichen Risikofaktor für die Entwicklung von Arteriosklerose mit all ihren Folgeerscheinungen dar. Körperliches Training lässt die Zahl und Sensitivität von Insulinrezeptoren in den Skelettmuskelzellen zunehmen, wodurch der Insulinspiegel hochsignifikant gesenkt werden kann. Das ist dann gleichzeitig in Bezug auf diesen Punkt eine Arterioskleroseprophylaxe.

Dass ferner längere Bettruhe das vegetative Nervensystem negativ beeinflusst und zu einer erhöhten Ausschüttung von Kalzium in Richtung einer Osteoporosebegünstigung führt, versteht sich für den physiologisch Denkenden fast von selbst. Gleichzeitig nimmt die Skelettmuskelmasse und deren Kraft ab.



3. *Krafttraining und Gesundheit*

Jenseits des 30.-40. Lebensjahres beginnen aus wissenschaftlich unbekanntem Gründen Skelettmuskelzellen abzusterben. Das betrifft speziell Muskelfasern. Bei Unterlassung einer jeden Form von Krafttraining nimmt dementsprechend auch die Skelettmuskelkraft ab. Der Rückgang bewegt sich zwischen dem 20. und 70. Lebensjahr zwischen 20 % und 40 %. Krafttraining ist in der Lage, diesem nur scheinbar altersbedingten Verlust hochintensiv entgegenzuwirken. Es ist erstaunlich, wie gering der hierzu notwendige Aufwand ist. Wird täglich mindestens 5mal eine Muskelgruppe je mindestens 5-10 s lang mit etwa 70 % der individuellen Maximalkraft statisch (isometrisch) beansprucht, reicht dies offenbar aus, um altersbedingte Verluste nahezu hundertprozentig zu kompensieren.

Dabei ist auch in hohem Lebensalter noch eine Krafttrainierbarkeit sowohl im Hinblick auf Hypertrophie als auch hinsichtlich Koordinationsverbesserung möglich. Das bewiesen Untersuchungen von Fiatarone et al., die an 87-96jährigen Männern durchgeführt wurden. Sie konnten hochsignifikant ihre Muskelkraft und, damit verbunden, die Fähigkeit zum autonomen Treppensteigen und anderer Alltagsverrichtungen steigern.

Gefahrenquellen müssen beim Krafttraining selbstverständlich berücksichtigt werden. In der heutigen Zeit der vielen Bodybuilder bestehen sie in erster Linie in einer akuten Überbeanspruchung von vorher untrainiert gewesenen Muskeln. Rhabdomyolyse (Muskelzellvernichtung) kann die Folge sein. Auf andere negative gesundheitliche Erscheinungen kann hier nicht eingegangen werden. Wohl soll aber besonders betont werden, dass es mit keiner Form von Krafttraining möglich ist, die gesundheitlich gewünschten Reize auf Herz, Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel im Sinne biochemischer und biophysikalischer Adaptationen zu setzen. Das geht nur mit Ausdauerbeanspruchungen. Umgekehrt kann mit reinen aeroben Ausdauerbeanspruchungen nur wenig für den Halte- und Bewegungsapparat getan werden.



4. **Ausdauertraining und Gesundheit**

Es gibt acht verschiedene Formen von Ausdauer. Hier soll nur die so genannte allgemeine aerobe dynamische Ausdauer mit ihren Konsequenzen angesprochen werden. Man versteht darunter Beanspruchungen einer Muskelgruppe, die größer ist als mindestens 1/6 der gesamten Skelettmuskulatur (größer als ein Bein) über eine Belastungsdauer von länger als mindestens 3 min, wobei die Belastungsintensität weitestgehend einen aeroben Energiedeckungsmechanismus zulässt. Es resultiert also wenig Milchsäurebildung.

Die heutigen internationalen Empfehlungen, die weitgehend auf unsere Untersuchungen aus der ersten Hälfte der 60er Jahre zurückgehen, lauten: Besonders empfehlenswerte körperliche Betätigungsformen sind Gehen (schnelles Gehen), Wandern, Bergwandern, langsamer Dauerlauf (Jogging), Radfahren, Schwimmen, Skilanglauf u.a. Unter Berücksichtigung individueller Aspekte können auch Spiele wie Tennis, Fußball, Handball, Basketball, Hockey u.a. empfohlen werden.

Gesundheitlich optimal sind 3mal wöchentliche Betätigungen mit jeweiligen Belastungsintensitäten zwischen 50 % und 70 % der individuellen maximalen Leistungsfähigkeit. Das entspricht unter der Voraussetzung normaler Ruheausgangswerte Pulsfrequenzen analog der Faustregel:

$180 \text{ minus Lebensalter in Jahren} = \text{maximale Trainingspulsfrequenz}$. Die Belastungsdauer sollte zwischen 30 und 60 min liegen bei kontinuierlicher Beanspruchung.

Warum die genannten Sportarten, insbesondere der langsame Dauerlauf? Aus kardiologischer Sicht gilt die Regel: Mit einem Minimum an Organbelastung sollte ein Maximum an gesundheitlich wünschenswerten biochemischen und biophysikalischen Adaptationen erzielt werden. Welche Sportarten dem am ehesten entsprechen, kann experimentell untersucht werden. Die Häodynamik entspricht der physikalischen Reaktion, der Stoffwechsel der chemischen. Die Häodynamik kann man untersuchen, indem ein Katheter mit Druckmesselement in eine Arterie oder der Aorta lanziert wird, was die kontinuierliche intraarterielle Blutdruckregistrierung bei unterschiedlichsten körperlichen Betätigungsformen gestattet. Hierbei konnte nur eine körperliche Betätigungsform ermittelt werden, bei welcher unabhängig von der Belastungsintensität der diastolische Blutdruck nicht anstieg, damit ein Mindestmaß an Organbelastung mit sich bringt: Gehen oder Dauerlauf. Den Stoffwechsel kann man beurteilen durch Gegenüberstellung von gegebenen Größen der Sauerstoffaufnahme pro Minute und dem gleichzeitigen arteriellen Laktatspiegel. Wiederum ergab sich in unseren Untersuchungen der günstigste Wert für den Dauerlauf; es folgten das Treppensteigen, Radfahren, Tretkurbelarbeit im Liegen und Drehkurbelarbeit im Stehen.

Somit konnte sowohl aus biophysikalischer als auch aus biochemischer Sicht festgestellt werden: am günstigsten sind der Dauerlauf bzw. artverwandte Betätigungen.



Welches sind einige der gesundheitsbezogenen wichtigsten Adaptationen, die durch ein solches Training erreichbar sind? In der Skelettmuskulatur kommt es zu einer Zunahme des Mitochondrienvolumens, damit also der Kraftwerke einer Zelle, dem einzigen Ort des Sauerstoffwechsels. Gleichzeitig steigen enzymatische Aktivitäten an, der Myoglobingehalt in der Zelle, welcher für den Sauerstofftransport von der Zellmembran zur Mitochondrie verantwortlich ist, und der intramuskuläre Glykogengehalt. Ferner wird auf gegebenen submaximalen Belastungsstufen mehr Fett anstelle von Zucker verbrannt. Es tritt gleichzeitig eine hochsignifikante Verbesserung der Kapillarisation ein, damit also der Sauerstoffbelieferungsmöglichkeit bei körperlicher Arbeit für die einzelne Muskelzelle.

Die Bedeutung dieser peripheren metabolischen und hämodynamischen Adaptationen für das Herz selbst lässt sich durch einen Trick dokumentieren. Wir trainierten gesunde Probanden mehrere Wochen lang einbeinig auf einem Fahrradergometer. Somit hatten die Betroffenen später ein ausdauertrainiertes und ein untrainiertes Bein. Wurde eine gegebene Leistung mit dem ausdauertrainierten Bein durchgeführt, geschah das nach dem Training mit einer hochsignifikanten Reduzierung der Pulsfrequenz und des systolischen Blutdrucks. Das Produkt von Frequenz und systolischem Druck aber gibt exakt den Sauerstoffbedarf des Herzmuskels an. Er ist also durch die peripheren Trainingsmaßnahmen, die das Herz selbst direkt gar nicht betrafen, hochsignifikant vermindert, was dem Entgegenwirken eines Herzinfarkts gleichkommt. Die Bewältigung der Arbeit mit dem untrainiert gebliebenen Bein ließ keine statistisch signifikanten Unterschiede erkennen. Gleiches galt für die Größenordnung des Atmungsaufwandes, der bei Anwendung des trainierten Beines hochsignifikant kleiner ausfiel als Ausdruck einer Verbesserung der Atmungsökonomie.

Am Herzen treten zahlreiche Anpassungsmechanismen ein, von denen nur drei erwähnt seien: Durch veränderte Arbeitsweise sinkt zusätzlich der Sauerstoffbedarf des Herzmuskels, gleichzeitig aber steigt das Sauerstoffangebot an; die elektrische Stabilität wächst.

Im Blut sind vielfältige trainingsbedingte Veränderungen zu registrieren, die schon nach kurzfristigem Training eintreten. Einige der wichtigsten: die Risikofaktoren Fibrinogengehalt, Adhäsivität und Aggregabilität der Blutplättchen sowie deren Zahl geht zurück. Gleichzeitig verbessern sich die Fließeigenschaften des Blutes. Auch diese Mechanismen wirken einem Herzinfarkt entgegen.

Vielfältig sind Auswirkungen des Ausdauertrainings auf den Zellstoffwechsel. Hier seien im Rahmen des Fettstoffwechsels nur erwähnt eine Senkung des schädlichen LDL-Cholesterins bei gleichzeitiger Vermehrung des nützlichen HDL-Cholesterins. Selbst bei Hypercholesterinämikern nimmt durch Ausdauertraining die Zahl der besonders kleinen LDL-Partikel ab, die vermutlich in spezieller Weise die Arterioskleroseentstehung begünstigen (Berg, Halle et al., 1994).

Wie beim Krafttraining zeigte sich schon z.B. durch unserer Untersuchungen in der ersten Hälfte der 70er Jahre eine qualitativ unveränderte Trainierbarkeit des älteren und alten Menschen im Hinblick auf die



genannten aeroben Ausdauertrainingseffekte. Selbst 65-70jährige Personen konnten nach einem mehrwöchigen Training eine organische Leistungsfähigkeit wiedererlangen, die den Durchschnittswerten von je 20 Jahre jüngeren untrainierten Personen entsprach. Dies war eine Bestätigung unseres Slogans aus den 60er Jahren: Durch ein geeignetes körperliches Training gelingt es, 20 Jahre lang 40 Jahre alt zu bleiben. Sowohl hämodynamisch als auch metabolisch sind im Vergleich zum jungen Menschen völlig identische Trainingsadaptationen nachweisbar.

Nach der Darstellung der genannten physikalischen und chemischen Mechanismen ist es nicht verwunderlich, dass Paffenbarger et al. schon 1978 eine hochsignifikante Verminderung der Herzinfarktzahlen bei 40-50jährigen Personen feststellen konnte, wenn sie das beschriebene Training ausführten. Diese Autoren stellten darüber hinaus fest, dass ein gesundheitliches Optimum bei einem wöchentlichen kalorischen Mehrverbrauch von etwa 1500-2000 kcal liegt. In jüngsten Untersuchungen dieses Arbeitskreises zeigte sich darüber hinaus eine Differenzierung zwischen niedrigen Belastungsintensitäten, die ausschließlich auf eine Vergrößerung des Kalorienverbrauchs durch die muskuläre Arbeit hinzielen, und höheren Belastungsstufen (analog 70 % der individuellen maximalen Leistungsfähigkeit). Das ist auch sportmedizinisch aufgrund der vorliegenden Befunde verständlich. Die mit niedrigen Belastungsintensitäten großen Umfangs erzielten Steigerungen des Kalorienverbrauchs wirken sich dominierend im Stoffwechselgeschehen aus. Werden jedoch innerhalb der Trainingsmaßnahmen auch höhere Belastungsintensitäten von genannter Größenordnung gefordert, treten zusätzliche periphere Adaptationen im Sinne der verbesserten Kapillarisation u.a. ein. Speziell letztere sind nach den Befunden von Lee et al. geeignet, gleichzeitig die Lebenserwartung signifikant zu steigern.

Bereits der Weltkonsensuskongress, der alle 15-20 Jahre einmal stattfindet, hatte in Toronto 1992 in einer Deklaration festgestellt: Geeignetes körperliches Training kann die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Herzinfarkts um 50 % vermindern. Ausgehend von diesen wissenschaftlich als gesichert geltenden Fakten führten wir 1994 in Köln die erste gemeinsame Tagung zwischen Weltgesundheitsorganisation (WHO) und Weltverband für Sportmedizin (FIMS) durch, um eine gemeinsame Deklaration zu verabschieden, die von der WHO an alle Regierungen der Welt gesandt wurde. Darin sind zahlreiche Empfehlungen gegeben zur Förderung der Gesundheit durch Sport und körperliche Aktivität vom Kindes- bis zum Greisenalter.



5. **Gehirn und muskuläre Aktivität aus gesundheitlicher Sicht**

In der jüngeren Zeit entwickelte Techniken haben es in den vergangenen 10 Jahren erstmals möglich gemacht, nähere Einblicke zu gewinnen in regionale Gehirndurchblutung und regionalen Gehirnstoffwechsel sowie Neurotransmitterverhalten während körperlicher Arbeit. Einige klassische Auffassungen mussten revidiert werden wie die angebliche Nicht-Beeinflussbarkeit der regionalen Gehirndurchblutung durch muskuläre Arbeit und die Unveränderlichkeit des Gehirnstoffwechsels. Unerhört vielfältig sind die Beziehungen zwischen der Skelettmuskulatur und selektiven Gehirnregionen in Verbindung mit körperlicher Aktivität. Aufgrund von experimentellen Untersuchungen an Schimpansen einerseits, die logische Übertragung von Adaptationsprozessen in Verbindung mit Training andererseits darf man annehmen, dass speziell beim älteren und alten Menschen durch geeignete muskuläre Aktivitäten ein altersbedingter Dendritenverlust und Synapsenhypotrophie sowie die Abnahme von Spines entgegengewirkt werden kann. Letzteres hätte z.B. Konsequenzen für das Kurzzeitgedächtnis. Die Kombination von gezielter muskulärer Aktivität mit geistigem Training sollte optimal sein zur Vorbeugung von vorzeitigen Leistungsverlusten des Gehirns im Alternsprozess.

Gleichzeitig konnten wir enge Verbindungen zwischen muskulärer Aktivität und Wohlbefinden nachweisen. Neben der Freisetzung von endogenen opioiden Peptiden (z.B. Endorphine) spielen auch andere, hier nicht näher aufzuzeigende biochemische Vorgänge in Verbindung mit muskulärer Arbeit eine Rolle bei der Entstehung der bekannten, trainingsbedingten Stimmungsverbesserung.

Zusammenfassend ist festzustellen: Durch geeignetes körperliches Training bzw. Sport ist man in der Lage, zahlreichen Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen sowie auch verschiedenen Krebskrankheiten entgegenwirken zu können. Gleichzeitig kann man sich hierdurch funktionell körperlich wie geistig jünger erhalten, als es chronologisch dem Geburtsschein des Betreffenden entspricht. Kontraindikationen und Gefährdungsmöglichkeiten, auf welche hier nicht eingegangen werden konnte, müssen natürlich beachtet werden.



Zusammenfassung

Präventivmedizin wird in Forschung, Lehre und Praxis die Medizin der Zukunft sein. Darin werden Empfehlungen zu einer gesunden Lebensführung eine zentrale Position einnehmen. Der Rückgang des täglichen Energieumsatzes als Folge von Technisierung und Automatisierung hat offenbar biologisch notwendige Mindestanforderungen unterschreiten lassen. Heute übliche Bewegungsmangelerscheinungen dokumentieren sich in einer verminderten Leistungsfähigkeit von Herz, Kreislauf, Atmung, Stoffwechsel und Skelettmuskulatur, welche Tendenzen zu Herz-Kreislaufkrankungen sowie zu Stoffwechselleiden fördern. In Kindheit und Jugend ist es die Aufgabe von Training und Sport, durch überschwellige Reizsetzungen eine optimale Entwicklung der inneren Organe, ihrer hormonellen Steuerung sowie des Halte- und Bewegungsapparates zu erzielen. Beim erwachsenen Menschen haben v.a. die motorischen Hauptbeanspruchungsformen Ausdauer, Kraft und Koordination eine besondere Bedeutung. Ausdauertraining wirkt in wissenschaftlich eindeutig nachgewiesener Form degenerativ verursachten Herz-Kreislaufkrankungen sowie Stoffwechselleiden und auch verschiedenen Krebskrankheiten entgegen. Beim älteren Menschen verlangsamt es altersbedingte Leistungsverluste der inneren Organe. Ein täglich nur wenige Minuten beanspruchendes Krafttraining kompensiert die jenseits des 30.-40. Lebensjahres einsetzende Verminderung der Zahl von Skelettmuskelfasern und ist in der Lage, bis in ein höheres Lebensalter eine durchschnittliche Kraft-Leistungsfähigkeit aufrecht zu erhalten. Die gesundheitliche Bedeutung betrifft sowohl den Halte- und Bewegungsapparat als auch das Nervensystem, insbesondere das Gehirn. Beim älteren und alten Menschen können koordinative Schulungen Autonomieverluste des Einzelnen in Beherrschung seines Körpers entgegenwirken. Ferner kann durch kombinierte Ausdauer- und Kraftbeanspruchungen beim älteren und alten Menschen das Gehirn in hämodynamischer und metabolischer Hinsicht positiv beeinflusst werden mit Auswirkungen z.B. auf das Kurzzeitgedächtnis.



Literatur

- American College of Sports Medicine: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 265 (1990).
- American Heart Association: A position statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology. *Circulation* Vol. 81 (1), 396 (1990).
- Arentz, T., K. De Meirleir, W. Hollmann: Endogene opioide Peptide während Fahrradergometerarbeit. *Dt. Z. Sportmed.* 37 (7), 210 (1986).
- Assmann, G.: Lipidstoffwechsel und Artherosklerose. Schattauer, Stuttgart-New York 1982.
- Berg, A., J. Johns, N. Baumstark, M. Kreutz, J. Keul: Changes in HDL-subfractions after a single extended episode of physical exercise. *Atherosclerosis* 47, 231 (1983).
- Berg, A., M. Halle, M.W. Baumstark, J. Keul: Die Bedeutung der Lipoproteine für die Pathogenese der koronaren Herzkrankheit. *Dt. Ärzteblatt* 91 (12), 822 (1994).
- Bergström, J.: Muscle electrolytes in man, determined by neutron activation analysis on needle biopsy specimens. A study on normal subjects, kidney patients, and patients with chronic diarrhoea. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 14 (Suppl. 68): 1962.
- Bijnen, F.C.H., C.J. Caspersen, W.L. Mosterd: Physical inactivity as a risk factor for coronary heart disease: A WHO and International Society and Federation of Cardiology position statement. *Bull. WHO* 72 (1), 1 (1994).
- Björntorp, P., M. Fahlén, G. Grimby, A. Gustafson, I. Holm, P. Renström, T. Schersten: Carbohydrate and lipid metabolism in middle-aged physically well-trained men. *Metabolism* 21, 1037 (1972).
- Blair, S., H. Kohl, R. Paffenbarger, D. Clark, K. Cooper, L. Duponds: Physical fitness and all-cause mortality prospective study of healthy men and women. *J. Amer. med. Ass.* 262, 2395 (1989).
- Blair, S.N., H.W. Kohl, N.F. Gordon, R.S. Paffenbarger: How much physical activity is good for health? *Ann. Rev. Publ. Health* 13, 99 (1992).
- Bouchard, C., R.J. Shephard, Th. Stephens (eds.): Physical Activity, Fitness, and Health. International Proceedings and Consensus Statement. Human Kinetics Publishers, Champaign/Ill. 1993.
- Dufaux, B., G. Assmann, A. Mader, W. Hollmann: Nephelometric determination of apolipoprotein A-I in endurance-trained athletes. Spring Meeting, Dresden: The European Atherosclerosis Group, 1979.
- Dufaux, B., G. Assmann, U. Order, A. Hoederath, W. Hollmann: Plasmalipoproteins, hormones and energy substrates during the first days after prolonged exercise. *Int. J. Sports Med.* 2, 256 (1981).
- Dufaux, B., H. Liesen, R. Rost, H. Heck, W. Hollmann: Über den Einfluß eines Ausdauertrainings auf die Serum-Lipoproteine unter besonderer Berücksichtigung von HDL bei jungen und älteren Personen. *Dt. Z. Sportmed.* 30, 123 (1979).
- Ekelund, L.G., W.L. Haskell, J.L. Johnsen, F.S. Whaley, M.H. Criqui, D.S. Sheps: Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men: The lipid research clinics mortality follow-up study. *N. Engl. J. Med.* 319, 1379 (1988).
- Fatarone M., E.C. Marks, N.D. Ryan, C.N. Meredith, L.A. Lipsitz, W.J. Evans: High intensity strength training in nonagenarians. *J.A.M.A.* Vol. 263 (22), 3029 (1990)
- Gollnick, P.D., L.A. Bertorci, T.B. Kelso, E.H. Witt, D.R. Hodgson: The effect of high intensity exercise on the respiratory capacity of skeletal muscle. *Pflügers Arch.* 415, 405 (1990).



- Gordon, T., W.P. Castelli, M.C. Hjortland, W.D. Kannel, T.R. Dawber: High density lipoprotein as a protective factor against coronary heart disease: Framingham Study. *Am. J. Med.* 62, 707 (1977).
- Hagberg, J.M.: Physical Activity, Fitness, Health, and Aging. In: Bouchard, C., R.J. Shepard, Th. Stephens (eds.): *Physical Activity, Fitness, and Health. International Proceedings and Consensus Statement.* Human Kinetics Publishers, Champaign/Ill. 1994
- Hagberg, J.M., J.E. Graves, M. Limacher: Cardiovascular responses of 70-79 year old men and women to exercise training. *J. Appl. Physiol.* 66, 2589 (1989).
- Haskell, W.L., H.J. Montoye, D. Orenstein: Physical activity and exercise to achieve health-related physical fitness components. *Public Health Rep.* 100, 202 (1985).
- Hollmann, W.: Die klinische Bedeutung der Bewegungstherapie bei Herzkranken. *Med. Welt* 12, 635 (1962).
- Hollmann, W.: Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit des Sportlers. Barth, München 1963.
- Hollmann, W.: Prävention von Herz-Kreislaufkrankheiten durch körperliches Training. Hippokrates, Stuttgart 1965.
- Hollmann, W.: Sport und Präventivmedizin. In: Schölmerich, P., U. Theile, J. v. Troschke (Hrsg.): *Präventive Medizin. Akademie der Wissenschaften und der Literatur.* Fischer, Stuttgart-New York (1988).
- Hollmann, W., Th. Hettinger: *Sportmedizin - Arbeits- und Trainingsgrundlagen.* Schattauer, Stuttgart - New York 1990.
- Hollmann, W., H. Liesen, R. Rost, H. Heck, J. Satomi: Präventive Kardiologie: Bewegungsmangel und körperliches Training aus epidemiologischer und experimenteller Sicht. *Z. Kardiol.* 74, 46 (1985).
- Hollmann, W., R. Rost, B. Dufaux, H. Liesen: Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankheiten durch körperliches Training. Hippokrates, Stuttgart 1983.
- Hollmann, W., R. Rost, H. Liesen: Die Bedeutung des Sports für das Herz des älteren Menschen. *Z. Kardiol.* 74, Suppl. 7, 39 (1985).
- Hollmann, W., R. Rost, H. Liesen, B. Dufaux, H. Heck, A. Mader: Assessment of different forms of physical activity with respect to preventive and rehabilitative cardiology. *Int. J. Sports Med.* 2, 67 (1981).
- Hollmann, W., R. Rost, A. Mader, H. Liesen: Altern, Leistungsfähigkeit und Training. *Dt. Ärztebl.* 89 (38), 3041 (1992).
- Kannel, W.B., A. Belanger, R. D'Agostino, I. Israel: Physical activity and physical demand on the job and risk of cardiovascular disease and death: The Framingham Study. *Am. Heart J.* 112, 820 (1986).
- Kramsch, D.M., A.J. Aspen, B.M. Abramowitz, T. Kreimendahl, W.B. Hood: Reduction of coronary atherosclerosis by moderate conditioning exercise in monkeys on an atherogenic diet. *N. Engl. J. Med.* 305, 1483 (1981).
- Leon, A.S., J. Connett, D.R. Jacobs, R. Rauramaa: Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death. The multiple risk factor intervention trial. *J. A. M. A.* 258, 2388 (1987).
- Morris, J.N., M.G. Everitt, R. Pollard, S.P. Chave, A.M. Semmence: Vigorous exercise in leisure-time: Protection against coronary heart disease. *Lancet* II, 1207 (1980).
- O'Connor, G.T., J.E. Buring, S. Yusuf et al.: An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation* 80, 234 (1989).
- Paffenbarger, R.S., R.T. Hyde, A.L. Wing, C.C. Hsieh: Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N. Engl. J. Med.* 314, 605 (1986).
- Paffenbarger, R.S., A.L. Wing, R.T. Hyde: Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *Am. J. Epidemiol.* 108, 161 (1978).



- Powell, K.E., P.D. Thompson, C.J. Casperson, J.S. Kendrick: Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Ann. Rev. Public Health* 8, 253 (1987).
- Rippe, J.M., A. Ward, J.P. Poreari, P.S. Freedson: Walking for health and fitness. *JAMA* 259, 2720 (1988).
- Rost, R.: Herz und Sport. Perimed, Erlangen 1990.
- Rost, R., F. Webering (eds.): *Kardiologie im Sport*. Deutscher Ärzteverlag, Köln, 1987.
- Saltin, B., G. Blomqvist, J. Mitchell, R.L. Johnsen, K. Wildenthal, C.B. Chapman: Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation* 37, 38 (Suppl. 7), 1 (1968).
- Saltin, B., L. Hartley, A. Kilbom, I. Astrand: Physical training in sedentary middle-aged and older men. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 24, 323 (1969).
- Schön, F.A., W. Hollmann, H. Liesen, E. Waterloh: Electromicroscopical findings in m. vastus lat. of untrained, endurance-trained persons and marathon runners and the relations to the relative maximal oxygen uptake and lactate production (German). *Dt. Z. Sportmed.* 31 (12), 343 (1980).
- Strauzenberg, S.E.: *Körperliches Training für die Gesundheit*. VEB Volk und Gesundheit. Berlin 1977.
- Suominen, H., E. Keikkinen, H. Liesen, D. Michel, W. Hollmann: Effects of 8 weeks' endurance training on skeletal muscle metabolism in 56-70-year old sedentary men. *Europ. J. appl. Physiol.* 37, 173 (1977).
- Wannamethee, G., A.G. Shaper: Physical activity and stroke in British middle-aged men. *Brit. Med. J.* 304, 597 (1992).
- Weidemann, H., K. Meyer: *Lehrbuch der Bewegungstherapie mit Herzkranken*. Steinkopff, Darmstadt 1991.
- Weltgesundheitsorganisation (WHO): *Epidemiology and prevention of cardiovascular diseases in elderly people*. WHO Technical Report Series 853, Genf 1995.
- Weltgesundheitsorganisation (WHO)/Weltverband für Sportmedizin (FIMS): *Gesundheit und körperliche Aktivität*. *Dt. Ärztebl.* 91 (50), 1994.
- Wilhelmsen, L., J. Bjure, B. Ekström-Jodal, M. Aurell, G. Grimby, K. Svärdsudd, G. Tibblin, H. Wedel: 9 year's follow-up of a maximal exercise test in a random population sample of middle-aged men. *Cardiology* 68 (Suppl. 2), 1 (1981).
- Wood, P.D., W. Haskell, H. Klein, S. Lewis, M.P. Stein, J.W. Farquhar: The distribution of plasma lipoproteins in middle-aged male runners. *Metabolism* 25, 1249 (1976).

Anschrift des Verfassers

Univ.-Prof. mult. Dr. med. Dr. h.c. Wildor Hollmann

Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin

Deutsche Sporthochschule Köln

50933 Köln