

J. S. Skinner

## Körperliche Aktivität und Gesundheit: Welche Bedeutung hat die Trainingsintensität?

*Physical activity and health:  
What is the importance of training intensity?*

Abteilung für Kinesiologie, Indiana Universität, Phönix, USA

### Zusammenfassung

Dieses Manuskript stellt Zusammenhänge zwischen Trainingsintensität und Gesundheit vor und basiert auf der aktuellen Datenlage zu Studien verschiedener Erkrankungen und Herzkreislauf-Risikofaktoren. Immer mehr kristallisiert sich heraus, dass Regelmäßigkeit der körperlichen Aktivität wichtiger als die Intensität ist. Das Training bei einer hohen Intensität ist für die Verbesserung von Fitness und Leistung angebracht, während gemäßigte Intensität für die Verbesserung und das Beibehalten der Gesundheit adäquat scheint. Für einige krankhafte Zustände (z. B. Hypertonie und Typ 2 Diabetes) gibt es akute und chronische Effekte vermehrter körperlicher Aktivität; diese legen auch nahe, dass ein regelmäßiges Bewegungs-Programm zu einem gesünderen Lebensstil führt und das Sterbe-Risiko an vielen sogenannten „Lebensstil – Krankheiten“ verringert.

**Schlüsselwörter:** körperliche Aktivität, Trainingsintensität, Krankheiten, Gesundheit

### Einleitung

Obgleich man der Meinung sein könnte, dass eine Zusammenfassung über Trainingsintensität und Gesundheit ziemlich einfach sei, ist dies nicht der Fall. Eine Beurteilung der Trainingsintensität ist gar nicht so einfach. Normalerweise werden hierzu die Grundkomponenten des Trainings (d.h., Häufigkeit, Dauer, Intensität und Sportart bzw. Art des Bewegungsprogrammes) benötigt (18). Als Relativindex für Bewegungsintensität wird  $\%VO_2\max$  benutzt. Infolgedessen kann, selbst wenn Häufigkeit, Dauer und Sportart für alle Personen gleich sind, die Intensität der gleichen absoluten Menge an Bewegung durchaus sehr unterschiedlich bei verschiedenen Personen ausfallen.

Wenn man die Forschungsergebnisse im Bereich Gesundheit und Trainingsintensität betrachtet, findet man jedoch, dass viele Studien keine  $VO_2\max$  Messungen durchgeführt haben, und eher absolute Werte, wie z. B. METs (metabolische Äquivalente) oder Kilokalorien pro Minute angegeben werden. Weiterhin haben die meisten Studien weniger die Trainingsintensität, sondern vielmehr Gesamtaktivität als eine Art Index für körperlicher Bewegung, betrachtet.

### Summary

This manuscript presents information on training intensity and health by reviewing the literature on several health states. More and more evidence is accumulating suggesting that regularity of physical activity is more important than the intensity. Training at a high intensity is more appropriate for improving fitness and performance, while moderate intensity is more appropriate for improving and maintaining health. For some health states (for example, hypertension and type 2 diabetes), there are acute and chronic effects of exercise; this also suggests that a regular program of physical activity will lead to a healthier lifestyle and reduce the risk of dying from many so-called „lifestyle“ diseases.

**Keywords:** Training intensity, health states, health, physical activity

Trotz dieser Schwierigkeiten werden in dieser Übersicht einige Krankheitsbilder und Herzkreislauf-Risikofaktoren dargestellt, bei denen auch die Trainingsintensität untersucht wurde.

### Lebenserwartung

Studien über Trainingsintensität und Mortalität haben keine übereinstimmenden Ergebnisse gezeigt. Einige Autoren (15) meinen, dass nur körperliche Betätigung sehr hoher Intensität mit einer Lebensverlängerung einhergeht, während andere Untersucher (2, 10, 11) auch Assoziationen zwischen Langlebigkeit und regelmäßiger Bewegung bei leichter bis moderater Intensität festgestellt haben.

*Lee und Paffenbarger* (12) haben kürzlich die Daten von über 13.000 Männern der Harvard Alumni Studie analysiert. Dabei stellten sie fest, dass leichte körperliche Betätigung (d. h. Bewegung unter 4 METs bzw. geringer als das 4-fache des Ruheumsatzes) nicht mit einer niedrigeren Mortalität verknüpft war. Moderate körperliche Aktivität (4 bis 5,9 METs) zeigte jedoch einen günstigeren Einfluss, und körperliche Betätigung sehr hoher Intensität (6 METs oder höher) wies deutlich niedrigere Mortalitätsraten auf.

## Koronare Herzkrankheit

Es wurde schon viel über das inverse Verhältnis zwischen körperlicher Betätigung und dem Risiko einer koronaren Herzkrankheit berichtet und es wäre möglich, viele Seiten darüber zu schreiben.

Stellvertretend möchte ich auf die ausgezeichnete Zusammenfassung von *Haskell* (8) eingehen, der die unterschiedliche Sterblichkeit auf der Basis verschiedener Aktivitäts- oder Fitnessniveaus in fünf großen Studien aus Nordamerika und Europa betrachtet. Die Sterberate von Gruppierungen mit höheren Aktivitäts- oder Fitnessniveaus wurde zur Sterblichkeitsrate der am wenigsten Aktiven oder der Unfitesten in Beziehung gesetzt, die als 100% angenommen wurde. Es ergab sich eine Tendenz zu einem linearen Abfall der kardiovaskulären Sterblichkeit, die bei schon mäßigen Aktivitäts- oder Fitnessniveaus etwas steiler ist. Es scheint, dass die Sterblichkeitsrate nach moderaten bis hohen Niveaus nicht weiter fällt.

Über was für einen Unterschied im Energieverbrauch reden wir hier eigentlich? *Haskell* (8) verglich die Unterschiede im Kalorienverbrauch von Männern, die als nicht aktiv und mäßig aktiv eingestuft wurden, wobei die aktiveren Personen eine niedrigere Sterberate aufgrund von koronaren Herzkrankheiten aufwiesen. Ein Unterschied um ca. 150 bis 400 Kilocalorien pro Tag entspricht ca. 1,5 bis 2 Kilocalorien pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag oder ungefähr 2.000 Kilocalorien innerhalb der Woche an Bewegung.

Die aufmunternde Nachricht für die allgemeine Gesundheit der Bevölkerung ist, dass man kein Leistungssportler sein muss, oder intensiv Sport treiben muss, um einen schützenden Effekt zu erfahren. Man hat sogar in einer Reihe von Studien zeigen können, dass selbst 30 bis 45 Minuten strammes Spaziergehen drei- bis viermal in der Woche ausreicht, um den Schutzeffekt durch körperliche Betätigung zu erhöhen.

## Arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)

Es scheint, dass Ischämie als Reiz für die Ausbildung von Kollateralen dient. Deswegen schlagen manche Autoren vor, den Patienten täglich bis zur Schmerzgrenze gehen zu lassen.

*Gardner und Poehlman* (6) führten eine Metaanalyse mit 21 Studien durch und fanden signifikante Verlängerungen der Gehstrecke infolge eines Bewegungsprogrammes, sowohl was den Schmerzbeginn angeht, als auch bei dem Erreichen der maximalen Schmerzgrenze. Anhand dieser Meta-Analyse ließ sich beurteilen, dass die Bewegungsprogramme mit den positivsten Veränderungen folgende Charakteristika aufwiesen: sie waren länger als 30 Minuten pro Einheit; es waren drei oder mehr Einheiten in der Woche; das Training wurde über eine Dauer von 6 Monaten durchgeführt, und bestand aus Gehen und intervallartigem Training bis fast zur maximalen Schmerzgrenze. In dieser Übersicht ist zu beachten, dass die Autoren den Begriff "Intensität" nicht wie in der vorliegenden Arbeit im Sinne eines Kalorienverbrauchs oder %VO<sub>2</sub>max benutzen, sondern als Ausdruck des Schmerzgra-

des (beispielsweise 1-4 auf einer Skala) oder als Prozentsatz der maximalen Gehdauer.

Es könnte sein, dass ein Wechsel zwischen längerem Gehen bei niedriger Intensität und kürzeren Gehperioden bei höheren Intensitäten bessere Ergebnisse erzielt. Dadurch, dass AVK-Patienten ihre maximale Schmerzgrenze durch körperliche Betätigung von moderater oder hoher Intensität erreichen können, und ein solches Training auch ähnliche Ergebnisse produziert, bleibt die Frage offen, was die optimale Trainingsintensität ist.

## Hypertonie

Körperliche Bewegung hat bei Hypertonikern sowohl eine akute als auch eine chronische Wirkung. Wenn man zuerst die akute Wirkung betrachtet, zeigt sich, dass körperliche Bewegung den Blutdruck bis zu 24 Stunden danach reduzieren kann. *Quinn* (16) verglich die Effekte von 30-minütigem Training bei 50 % und 75 % maximaler Sauerstoffaufnahme bei 16 hypertonen Probanden (Hypertonie Stufe 1 und 2) und 16 Probanden mit normalem Blutdruck. 24 Stunden nach dem Training bei beiden Intensitäten, wiesen die hypertonen Probanden einen signifikant reduzierten systolischen und diastolischen Blutdruck auf. Eine länger anhaltende und stärkere Reduzierung des Blutdrucks war bei 75 % VO<sub>2</sub>max zu sehen.

Was betrifft nun die chronischen Effekte durch körperliche Betätigung? Die Autoren *Hagberg, Park und Brown* (7) haben vor kurzem 74 Studien zum Thema Bewegungstraining und Hypertonie begutachtet. Sie stellten fest, dass 75 – 80 % der mehr als 1.200 Probanden mit Hypertonie ihren Blutdruck durch ein Bewegungsprogramm gesenkt hatten. Ein Training mit niedriger bis moderater Intensität, d. h. bei weniger als 70 % VO<sub>2</sub>max, vermochte den systolischen und diastolischen Blutdruck dabei genauso effektiv zu senken wie ein Training bei hoher Intensität (mehr als 70 % VO<sub>2</sub>max). Zudem war die prozentuale Aufteilung der zwei Gruppen mit signifikanten Veränderungen des Blutdrucks ähnlich.

## Schlaganfall

Vor dem Hintergrund ihrer körperlichen Aktivität, haben *Wannamethee und Shaper* (21) das Vorkommen von Schlaganfällen bei mehr als 7.700 Männern zwischen 40 und 59 Jahren untersucht. Es besteht eine inverse Beziehung zwischen körperlichem Aktivitätsniveau und Schlaganfallrate bei diesen Männern, was bedeutet, dass inaktivere Männer drei- bis sechsmal so viele Schlaganfälle haben wie mäßig bis intensiv und intensiv trainierende Männer.

In der "Nurses Health Study" fanden *Hu und Mitarbeiter* (9) ähnliche Ergebnisse betreffend Gehintensität und Schlaganfallrisiko. Schnelles Gehen war eher als langsames Spaziergehen mit einem geringeren Risiko für einen totalen und ischämischen Schlaganfall verbunden. Auf der anderen Seite fanden *Lee und Paffenbarger* (13) bei 11.130 Männern der Harvard Alumni Studie eine U-förmige Beziehung zwi-

schen der Summe aller körperlichen Betätigungen und dem Schlaganfallrisiko.

Aktivitäten moderater Trainingsintensität (d. h. mit mindestens 4,5 METs) zeigten dabei ebenfalls eine U-förmige Beziehung zum Schlaganfallrisiko. Betrachtet man den Gesamtenergieverbrauch pro Woche bei dieser Intensität ergeben sich folgende relative Risiken:

<1000 kcal/Woche	= 1,00
1000 - 1999 kcal/Woche	= 0,76
2000 - 2999 kcal/Woche	= 0,54
3000 - 3999 kcal/Woche	= 0,78
>4000 kcal/Woche	= 0,82

Es bestand keine Relation zwischen leichten Aktivitäten (d.h. weniger als 4,5 METs) und dem Schlaganfallrisiko. Offensichtlich benötigen wir mehr Forschungsergebnisse, um diese Beziehungen zwischen Trainingsintensität und Schlaganfallrisiko zu klären.

## Serumlipide

Anhand vieler Studien wurde gezeigt, dass aerobes Bewegungstraining geringe aber positive Veränderungen der Blutfettwerte bei ehemals nicht aktiven Erwachsenen hervorruft. *Leon und Sanchez* (14) haben allerdings vor kurzem in einem Überblick die Befunde von 4.700 Männern zusammengestellt und dabei herausgefunden, dass die Ergebnisse nicht übereinstimmend sind. Die am häufigsten beobachtete Veränderung war eine Zunahme des HDL-Cholesterins. Weniger häufig waren Reduktionen des Gesamtcholesterins, LDL - Cholesterins und der Triglyzeride. Was die Trainingsintensität betrifft, so standen insgesamt nicht ausreichende Daten zur Verfügung, um eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen Aktivität und deren Beeinflussung der Lipide aufzubauen. Die Autoren stellten fest, dass trotz der Beweise von zusätzlichen Verbesserungen durch Bewegung bei höherer Intensität, es auch Beweise gibt, die zeigen, dass ein länger andauerndes Training bei niedriger und moderater Intensität möglicherweise genauso effektiv ist, um HDL-Cholesterin zu verändern.

*Spate-Douglas und Keyser* (19) verglichen 12 Frauen, die ein Gehprogramm bei 75 %  $VO_2max$  absolvierten, mit 13 Frauen, die bei 50 %  $VO_2max$  gingen. Beide Gruppen führten das Training 3 mal pro Woche über 12 Wochen durch und gingen 3,2 km pro Trainingseinheit. Die Autoren folgerten, dass die Gruppe mit höherer Trainingsintensität keine Vorteile zeigte, solange das Training insgesamt dem gleichen Umfang entsprach.

Eine kontrollierte Studie von *Duncan und Mitarbeitern* (5) charakterisiert gut die Aktivitätsmenge, die nötig ist, um HDL-Cholesterin und  $VO_2max$  zu beeinflussen. Die Versuchspersonen wurden gebeten, 24 Wochen lang fünfmal pro Woche (je 4,8 km) zu trainieren. Diejenigen, die bei einer Geschwindigkeit von 4,8 Kilometer pro Stunde stramm spazierengingen, wiesen eine Erhöhung der  $VO_2max$  von 4% auf, diejenigen mit einer Geschwindigkeit von 6,4 km/h zeigten eine Verbesserung von 9% und die dritte Gruppe, die eine Geschwindigkeit von 8 km/h beibehielt, erzielte eine 16%ige

Verbesserung der  $VO_2max$ . Folglich war die Intensität der Bewegung für die Verbesserung des Fitnessniveaus maßgebend. Aber die verschiedenen Intensitätsniveaus hatten keine unterschiedliche Auswirkung auf das HDL-Cholesterin. Alle Intensitätsgruppen zeigten eine 4- bis 6%ige Erhöhung von HDL-Cholesterin. In der Kontrollgruppe wurden keine Veränderungen von HDL und eine Abnahme der  $VO_2max$  festgestellt.

## Typ II Diabetes Mellitus

Körperliche Aktivität hat einen starken Effekt auf die Glukose-Aufnahme durch den Skelettmuskel. Diese Wirkung ist hauptsächlich auf die Muskeln beschränkt, die betätigt wurden (17). Körperliche Bewegung hat einen positiven Einfluss auf Insulinsensibilität und Glukosetoleranz bei normalen und insulin-resistenten Populationen (4). Wie bei Hypertonie, gibt es auch bei dieser Krankheit einen akuten und einen chronischen Effekt infolge von Bewegungstraining.

Wenn man zuerst die akuten Wirkungen betrachtet, so scheinen eine verbesserte Glukosetoleranz und erhöhte Insulinsensibilität zum großen Teil durch die residualen Effekte der letzten Trainingseinheit zu entstehen, die bis zu 48 Stunden andauern. *Young* und seine Mitarbeitern (22) ließen 7 trainierte und 7 untrainierte Männer an verschiedenen Tagen 40 Minuten lang bei entweder 40 % oder 80 %  $VO_2max$  üben. Es wurde dann ein Glukose-Toleranz-Test durchgeführt. Die Insulinantwort der untrainierten Männer war nach der Übung mit 40 % oder 80 %  $VO_2max$  gleichermaßen um 40 % reduziert, d. h. es gab keinen Unterschied zwischen beiden Intensitäten bezüglich Insulinantwort. Ebenso bestand kein Unterschied bezüglich des akuten Effektes der Übung zwischen den trainierten und untrainierten Männern.

Im Gegensatz zu dieser Untersuchung, die keinen Unterschied zwischen trainierten und untrainierten Männern aufdeckte, sprachen *van Baak und Borghouts* (20) von einer verbesserten Insulinantwort bei Trainierten. Sie basieren diese Behauptung auf Untersuchungsergebnissen, die zeigen, dass der durch Insulin stimulierte Glukoseabbau nach der ersten Trainingseinheit um 22% erhöht war und nach 6-wöchigem Training sogar um 42% anstieg.

Wie sehen die chronischen Effekte bei körperlichem Training aus? Ein Problem bei der Beurteilung der Trainingsstudien liegt darin, dass fast alle Studien Trainingsintensitäten von 50 %  $VO_2max$  oder mehr anwandten. Die Studien, die niedrigere Intensitäten benutzten, ließen auch 60 minütige oder längere Trainingseinheiten durchführen.

Generell zeigen die Trainingsstudien, dass ein Training bei höheren Intensitäten eher die gewünschten metabolischen Veränderungen bezüglich Insulinsensibilität und Glukosetoleranz bewirkt. Ein gutes Beispiel dafür ist eine Studie von *Borghouts und Mitarbeitern* (3). 18 junge, gesunde, untrainierte Männer und Frauen führten ein 1-stündiges Intervalltraining auf einem Fahrradergometer 5 mal wöchentlich über eine Dauer von 4 Wochen bei entweder 20 bis 40 %  $VO_2max$  oder bei 40 bis 80 %  $VO_2max$  durch. Es stellte sich heraus, dass nur bei der Gruppe, die mit höherer Intensität

trainierte, die Insulinsensibilität statistisch signifikant verbessert war.

Kann auch eine moderate Trainingsintensität eine positive Wirkung haben? Eine Überblick von *Björntorp und Krotkiewski* (1) fasst zusammen, dass das Erscheinen von metabolischen Veränderungen langsamer und weniger stark bei einer niedrigen bis moderaten Trainingsintensität geschieht, aber dass auch niedrigere Trainingsintensitäten allgemein die gleichen Veränderungen wie hohe Trainingsintensitäten auslösen können.

## Abschließende Bemerkungen

*Haskell* (8) untersuchte den Einfluss unterschiedlicher Trainingsvolumina, ausgedrückt in Kilocalorien pro Woche, auf verschiedene Risikofaktoren für die Entwicklung der koronaren Herzkrankheit. Nach *Haskell* sind recht niedrige Trainingsvolumina notwendig, um Faktoren wie Blutdruck, Insulinsensibilität und koronare Herzkrankheit zu beeinflussen. Der Einfluss auf das Körperfett scheint linear zu sein, während eine Verbesserung des HDL-Cholesterin wahrscheinlich erst bei einem Energieverbrauch von mehr als 2.000 Kilocalorien pro Woche auftritt.

Was die einzelnen Trainingsfaktoren angeht, so sind Häufigkeit und Dauer der Aktivität höchstwahrscheinlich wichtiger als die Intensität, in der diese Aktivität ausgeführt wird.

Bewegungsprogramme bei niedriger bis moderater Trainingsintensität sind einfacher zu beginnen und aufrechtzuerhalten. Sie sind mit einem geringeren Risiko bezüglich Verletzungen am Bewegungsapparat und kardiovaskulären Ereignissen assoziiert, und sie erfordern eine geringere medizinische Überwachung (18).

Aufgrund der Tatsache, dass die Regelmäßigkeit einer Aktivität ebenso wichtig oder sogar wichtiger ist als die Intensität, muss bei der Bevölkerung die Bedeutung der regelmäßigen Bewegung betont werden. Vielleicht werden mehr Menschen sich regelmäßig bewegen und versuchen mehr Aktivitäten zu finden, die ihnen Spaß machen, wenn sie erfahren, dass selbst moderates Ausüben von Bewegungsprogrammen schützend wirkt.

Zum Abschluss möchte ich betonen, dass der Weg zum Aktivsein wesentlich wichtiger ist, als das Resultat des Fitseins. Es scheint, dass ein Training mit hoher Intensität wichtiger ist für die Fitness als für die Gesundheit. Wir müssen der Bevölkerung zu verstehen geben, dass regelmäßige und moderate körperlicher Bewegung zu einem wesentlich gesünderen Lebensstil führt, und dass dadurch das Risiko an vielen Krankheiten zu sterben, deutlich reduziert wird.

## Literatur

1. *Björntorp P, Krotkiewski M*: Exercise treatment in diabetes mellitus. *Acta Med Scand* 217 (1985) 3-7.
2. *Blair SN*: How much physical activity should we do? The case for moderate amounts and intensities of physical activity. *Res Q Exerc Sport* 67 (1996) 193-205.
3. *Borghouts LB, Backx K, Mensink MF, Keizer HA*: Effect of training intensity on insulin sensitivity as evaluated by insulin tolerance test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 80 (1999) 461-466.
4. *Borghouts LB, Keizer HA*: Exercise and insulin sensitivity: a review. *Int J Sports Med* 21 (2000) 1-12.
5. *Duncan JJ, Gordon NF, Scorr CB*: Women walking for health and fitness. *JAMA* 66 (1991) 3295-3299.
6. *Gardner AW, Poehlman ET*: Exercise rehabilitation programs for the treatment of claudication pain. A meta-analysis. *JAMA* 274 (1995) 975-980.
7. *Hagberg JM, Park JJ, Brown MD*: The role of exercise training in the treatment of hypertension. An update. *Sport Med* 30 (2000) 193-206.
8. *Haskell, WL*: Health consequences of physical activity: understanding and challenges regarding dose-response. *Med Sci Sports Exerc* 26 (1994) 649-660.
9. *Hu FB, Stampfer MJ, Colditz GA, Ascherio A, Rexrode KM, Willett WC, Manson JE*: Physical activity and risk for stroke in women. *JAMA* 283 (2000) 2961-2967.
10. *Kushi LR, Fee RM, Folsom AR, et al.*: Physical activity and mortality in postmenopausal women. *JAMA* 277 (1977) 1287-1292.
11. *Lee IM, Hsieh C, Paffenbarger RS*: Exercise intensity and longevity in men: the Harvard Alumni Health Study. *JAMA* 273 (1995) 1179-1184.
12. *Lee IM, Paffenbarger RS*: Associations of light, moderate and vigorous intensity physical activity with longevity. *Amer J Epidemiol* 151 (2000) 293-299.
13. *Lee IM, Paffenbarger RS*: Physical activity and stroke incidence: the Harvard Alumni Health Study. *Stroke* 29 (1998) 2049-2054.
14. *Leon AS, Sanchez O*: Response of blood lipids and lipoproteins to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sport Exerc* (im Druck).
15. *Morris JN, Everitt MG, Pollard R et al.*: Vigorous exercise in leisure-time: protection against coronary heart disease. *Lancet* 2 (1980) 1207-1210.
16. *Quinn TJ*: Twenty-four hour, ambulatory blood responses following acute exercise. Impact of exercise intensity. *J Hum Hypertens* 14 (2000) 547-553.
17. *Richter EA, Mikines KJ, Galbo H, Kiens B*: Effect of exercise on insulin action in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* 66 (1989) 876-885.
18. *Skinner JS*: General principles of exercise prescription, in: *Skinner JS* (Hrsg): *Exercise testing and exercise prescription for special cases*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1993, 29-40.
19. *Spate-Douglas T, Keyser RE*: Exercise intensity: its effect on the high-density lipoprotein profile. *Arch Phys Med Rehabil* 80 (1999) 691-695.
20. *van Baak MA, Borghouts LB*: Relationships with physical activity. *Nutr Rev* 58 (2000) S16-S18.
21. *Wannamethee G, Shaper AG*: Physical activity and stroke in British middle-aged men. *Brit Med J* 304 (1992) 597-601.
22. *Young JC, Enslin J, Kuca B*: Exercise intensity and glucose tolerance in trained and nontrained subjects. *J Appl Physiol* 67 (1989) 39-43.

Professor James S. Skinner, Ph.D.  
Abteilung für Kinesiologie  
Indiana Universität  
11001 North 26th Street  
Phoenix, AZ 85028, USA  
Fax: 602-485-8371  
e-mail: jskinner@iupui.edu