

Metabolische Effekte körperlichen Trainings

Krafttraining versus Ausdauertraining

Kurt A. Moosburger
6060 Hall i.T., Thurnfeldgasse 14

<http://www.dr-moosburger.at>

Das Problem schwindender Muskelmasse: Sarkopenie

Physiologischer "Muskelschwund" ab dem 25.-30.Lj: ca. 1% pro Jahr
erst recht bei einem sedentary lifestyle!

1. Muskulatur als Stützorgan des passiven Bewegungsapparates

⇒ Orthopädische Probleme: *Osteoporose - "Osteofractose"*
Arthrosen

Muskelkraft und intermuskuläre Koordination ↓

⇒ sturzbedingte Frakturen

2. Muskulatur als Stoffwechselorgan

⇒ Metabolische Konsequenzen: BMR ↓, TEE ↓, Körperfettanteil ↑
(auch bei gleichbleibendem Körpergewicht !)

⇒ *Insulinresistenz, metabolisches Syndrom*

Typ 2-Diabetes mellitus als "Muskelmangelerkrankung"

Problem Sarkopenie in der Geriatrie

Z Gerontol Geriatr Feb 2004;37(1):2-8

Sarcopenia and frailty in geriatric patients: implications for training and prevention

Mühlberg W, Sieber C

Institut für Biomedizin des Alterns der Universität Erlangen-Nürnberg,
Medizinische Klinik 2, Klinikum Nürnberg

Problem Sarkopenie in der Geriatrie

Teufelskreis 1:

Immobilisation

Sarkopenie



Neuromuskuläre
Beeinträchtigung



Stürze → Frakturen



Immobilisation



Sarkopenie

Teufelskreis 2:

Malnutrition

Sarkopenie



Immobilisation



Beeinträchtigung der
Ernährungsgewohnheiten
("leerer Kühlschrank")

Malnutrition



neg. N-Bilanz



Sarkopenie

Teufelskreis 3:

Metabolismus

Sarkopenie



Proteinreserve ↓
(AS-Pool)



Katabolismus
im Falle eines
Mehrbedarfs
(Krankheit,
Verletzung)



Sarkopenie

Das metabolische Problem schwindender Muskelmasse

Die Muskulatur ist das größte Organ, das
Glukose aufnimmt !

Faustregel: Die Muskelmasse ist proportional zur Insulinsensitivität

Die Muskulatur ist das größte Organ, das
Fett verbrennt !

⇒ Plädoyer für ein regelmäßiges Krafttraining !
(spätestens ab dem 30. Lebensjahr)

Ab dem 50. Lebensjahr hat Krafttraining einen höheren
Stellenwert als Ausdauertraining !

Metabolische Effekte körperlicher Aktivität

Insulin-unabhängige Glukoseaufnahme in den arbeitenden Muskel
(AMP-abhängige GLUT 4-Translokation, durch Muskelkontraktion induziert)

Mittel- bis langfristig:

Reduktion des (vorw. viszeralen) Körperfettanteils bei negativer Energiebilanz

- ⇒ Leptinresistenz ↓ ⇒ Normalisierung des Appetitverhaltens
- ⇒ **Insulinresistenz ↓** durch:
 - Hyperinsulinämie ↓ ⇒ Up-Regulation der Insulinrezeptoren
 - verminderte Freisetzung freier Fettsäuren u. bestimmter Cytokine (z.B. IL-6), die die Insulinsignaltransduktion der Muskelzellen hemmen
- ⇒ **Verbesserung der muskulären Insulinsensitivität** ⇒ **BZ-Homöostase** (v.a. durch Muskelaufbautraining bei metabol. Syndrom/Typ 2-DM)
- ⇒ **Blutglukose ↓, HbA_{1c} ↓** (Krafttraining > Ausdauertraining)
- ⇒ **Verbesserung des Lipidprofils** (v.a. durch umfangreiches Ausdauertraining, aber auch durch Krafttraining)

Effekte körperlicher Aktivität auf den Lipidstoffwechsel

Freisetzung von FFS aus dem (v.a. viszeralen) Fettgewebe ↓

⇒ Leber: VLDL-Synthese/Sekretion ↓

LPL-Aktivität ↑ in Fettgewebe und Muskulatur, HL ↓

⇒ Abbau von VLDL ↑ ⇒ Triglyzeridspiegel ↓

CETP-Aktivität ↓ (VLDL ↔ LDL, VLDL ↔ HDL)

⇒ Triglyzerid-Cholesterin-Austausch ↓

⇒ Hydrolyse der Triglyzeride ↓ aus LDL bzw. HDL

⇒ positive Beeinflussung der Partikelgröße:

LDL: small dense → größere LDL-Partikel (weniger atherogen)

größere HDL-Partikel, durchschnittl. HDL-Partikelgröße ↑

⇒ HDL-Cholesterinkonzentration ↑

LCAT ↑ (Veresterung von Chol. an der HDL-Oberfläche)

⇒ HDL₃ → HDL₂

Effekte körperlicher Aktivität auf den Lipidstoffwechsel

Zusammenfassung

- vor allem **Reduktion der Triglyzeride** und **Zunahme des HDL-Cholesterins**
- Zunahme von HDL-C, der großen HDL-Partikeln sowie der durchschnittlichen HDL-Größe
- Abnahme der Triglyzeride, VLDL-Triglyzeride und IDL, ebenso deren Teilchengröße
- Einfluss auf Gesamtcholesterin und LDL-Cholesterin relativ gering
- positive Veränderung der LDL-Partikelgröße und der chemischen Zusammensetzung auch bei unverändertem LDL-Cholesterin

Literatur

- HALBERT JA et al:

Exercise training and blood lipids in hyperlipidemic and normolipidemic adults: a meta-analysis of randomized controlled trials.

Eur J Clin Nutr 1999;53:514-22

- KRAUS WE et al:

Effect of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins.

N Engl J Med 2002;347:1483-92

Weitere Effekte eines körperlichen Trainings

■ Lipidstoffwechsel: Apolipoprotein E Genotyp

THOMPSON PD et al, Metabolism Feb 2004;53(2):193-202:

Apolipoprotein E genotype and changes in serum lipids and maximal oxygen uptake with exercise training

■ Endothel: NO

BRONWYN A. KINGWELL, The FASEB Journal 2000;14:1685-96:

Nitric oxide-mediated metabolic regulation during exercise: effects of training in health and cardiovascular disease

■ Fibrinolyseaktivität, Thrombozytenaggregation, Blutviskosität

COPPOLA L et al, Blood Coagul Fibrinolysis Jan 2004;15(1):31-7:

Effects of a moderate-intensity aerobic program on blood viscosity, platelet aggregation and fibrinolytic balance in young and middle-aged sedentary subjects

■ Knochenstoffwechsel: Erhöhung der Knochendichte u. Verbesserung der Mikroarchitektur durch "weight-bearing exercises".

■ Endokrinologie: HGH/IGF-1, ACTH, Testosteron, Cortisol, Katecholamine ...

■ Immunologie: IL-6 und weitere Zytokine, Lymphocyten ...

Das (poly)metabolische Syndrom

"Syndrom X"

The "deadly quartet"

- Übergewicht (= erhöhter Körperfettanteil, v.a. viszeral)
- pathologische Glukosetoleranz ->> Typ 2-DM
- Hyper-/Dyslipidämie
- arterielle Hypertonie

Physical activity and the metabolic cardiovascular syndrome

TREMBLAY Angelo, British Journal of Nutrition 1998;80:215-216 (invited commentary)

Körperl. Aktivität Metabol. Syndrom

Blutdruck	↓	↑
Blutzucker	↓	↑
Plasmainsulin	↓	↑
Triglyzeride	↓	↑
Gesamtcholesterin	↓→	↑
HDL-Cholesterin	↑	↓
Cholesterin/HDL	↓	↑
Apo-B *	↓	↑
LDL-Partikelgröße *	↑	↓
SNS-Aktivität	↑	↑
Energieumsatz	↑	↑

* LAMARCHE B et al, JAMA 1998 Jun24;279(24):1955-61

- ERLICHMAN J et al, *Obes Rev* 2002 Nov;3(4):273-87
Physical activity and its impact on health outcomes.
Paper 2: Prevention of unhealthy weight gain and obesity by physical activity: an analysis of the evidence.
 PAL 1.8 (!!!) (PAL = TEE : BMR)
- GINSBERG HN, *Am J Cardiol* 2003 Apr;391(7A):29E-39E
Treatment for patients with the metabolic syndrome.
Metabolisches Syndrom = Insulinresistenz-Syndrom
 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III guidelines
- LAKKA TA et al, *Med Sci Sports Exerc* 2003 Aug;35(8):1279-86
Sedentary lifestyle, poor cardiorespiratory fitness and the metabolic syndrome.
Körperliche Inaktivität und schlechte Fitness: Risikofaktoren, aber auch Merkmale des metabolischen Syndroms ⇒ Screening !
- DEEN D, *Am Fam Physician* 2004 Jun15;69(12):2875-82
Metabolic syndrome: time for action
 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III:
metabolic syndrome: indication for vigorous life style intervention

"Sedentary death syndrome"

Lees SJ, Booth FW:

Sedentary death syndrome

Can J Appl Physiol. 2004 Aug;29(4):447-60; discussion 444-6 (Review)

Physical inactivity is a disease

World Rev Nutr Diet. 2005;95:73-9 (Review)

Wahlqvist ML:

Physical activity for health: an overview

World Rev Nutr Diet. 2005;95:62-72 (Review)

- Übergang vom traditionellen (Ackerbau) zum modernen (westlichen) Lebensstil ⇒ Abnahme des Energieumsatzes um 1-2 MJ/d (240-480 kcal/d).
SINGH J et al, Br J Nutr 1989 Sep;62(2):315-29 → **Heute noch weit mehr !!!**
- Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität sowie dem Fitnesszustand und dem Risiko, ein metabolisches Syndrom zu entwickeln
WAREHAM NJ et al, Br J Nutr 1998 Sep;80(3):235-41
- Trainingsinduzierte Steigerung der RMR durch Steigerung der SNS-Aktivität
POEHLMAN ET & DANFORTH E Jr, Am J Physiol 1991 Aug;261(2Pt 1):E233-9
- Trainingsinduzierte Erhöhung der RMR und Betaoxidation durch beta-adrenerge Stimulation, Dissoziation metabolische - cardiovaskuläre Effekte
TREMBLAY A et al, Can J Physiol Pharmacol 1992 Oct;70(10):1342-7
- Steigerung der SNS-Aktivität ist gewebespezifisch: Skelettmuskulatur, nicht Herz
PLOURDE G et al, J Appl Physiol 1991 Apr;70(4):1633-8
Metabolism 1992 Dec;41(12):1331-5
J Appl Physiol 1993 Apr;74(4):1641-6
- Eine Hyperinsulinämie steigert die SNS-Aktivität
ROWE JW et al, Diabetes 1981 Mar;30(3):219-25
BERNE C et al, Diabetologica 1992 Sep;35(9):873-9
- Eine Hyperinsulinämie steigert den postprandialen Energieumsatz und begünstigt die Wiederherstellung der Energiebilanz
TREMBLAY A et al, Am J Clin Nutr 1995 Apr;61(4):827-30
Int J Obes Relat Metab Disord 1995 May;19Suppl 1:S60-8
- Die Insulinsekretion spielt eine Rolle für die langfristige Gewichtskontrolle: Hyperinsulinämie als Schutz vor einer langfristigen Gewichtszunahme, verminderte Insulinsekretion als unabhängiger Prädiktor einer Gewichtszunahme
SCHWARTZ MW et al, J Clin Endocrinol Metab 1995 May;80(5):1571-6

*What is the relationship between exercise and metabolic abnormalities?
A review of the metabolic syndrome.*

CARROLL S, DUDFIELD M: Sports Med 2004;34(6):371-418

"therapeutic life style change"

Fazit:

1. Die Bedeutung der körperlichen Aktivität als "Anti-Risikofaktor" wird in der Medizin zwar immer wieder betont, aber bis dato noch nicht ausreichend in die Praxis umgesetzt.

"therapeutic life style change"

2. Ein körperlich aktiver Lebensstil ist zur Senkung des kardiovaskulären Risikos ausreichend, **nicht jedoch im Falle eines bereits manifesten metabolischen Syndroms.**

Hier braucht es zusätzlich ein Trainingsprogramm:
Nicht nur ein Ausdauer-, sondern auch ein Krafttraining !

3. Körperliches Training ist nur zweckmäßig, wenn es **mit ausreichender Intensität** durchgeführt wird.
Viele gängige Trainingsprogramme sind "Homöopathie".

"therapeutic life style change"

4. Konsequentes körperliches Training ist nicht nur essentieller Bestandteil, sondern die wichtigste Maßnahme des "therapeutic life style change" !

Bekanntes, "menschliches" Problem: Der "innere Schweinehund"

Aufklärung allein reicht nicht aus ⇒ **Motivation !**
Arzt als Vorbild, Zusammenarbeit mit Personal Trainer, Sportgruppen...

Das (poly)metabolische Syndrom - die medizinische Herausforderung des 21. Jahrhunderts

Hauptproblem: weniger die Ernährung, als vielmehr der
"sedentary lifestyle"

Die derzeitigen Ernährungsdiskussionen führen am Kernproblem vorbei!

HOLM G, BJÖRNTORP P, Acta Paediatr Scand Suppl **1980**;283:9-14

Metabolic effects of physical training

.....
.....

DEEN D, Am Fam Physician **2004** Jun 15;69(12):2875-82

Metabolic syndrome: . . .

**TIME
FOR
ACTION
!**

Sport als "Medikament"

*Es gibt keine chronische Erkrankung, die ein Training verbieten würde.
Gerade das metabolische Syndrom ist eine Indikation !*

"Dosierung" eines Trainings:

1. Intensität ("Dosis")
2. Dauer ("Dosis")
3. Häufigkeit ("Dosisintervall")
4. Umfang ("wöchentliche Gesamtdosis")
WNTZ = wöchentliche Netto-Trainingszeit

individuell in Abhängigkeit von Leistungsfähigkeit und Trainingszustand

Ermittlung der Belastungsintensitäten für das Ausdauertraining

Orientierung an der max. Wattleistung bzw. max. HF
im Breiten- und Gesundheitssport am zweckmäßigsten!

"Untergrenze" : 50% der max. PWC = ca. 70% der max. HF
bei Untrainierten meist 75% der max. HF!
(bei Trainierten 65-70% der max. HF)

"Obergrenze" : 70-75% der max. PWC = 85-88% der max. HF
(bei Trainierten bis 90% der maximalen HF)

Laktatmessung im Breiten- und Gesundheitssport nicht notwendig
und auch nicht sinnvoll

(v.a. nicht mit dem "starren" 2- und 4 mmol-Schwellenkonzept)

Spiroergometrie nicht notwendig

Berechnung der VO_2 in ml/min : $3.5 \times KG \text{ (kg)} + 12 \times \text{Watt (Mann)}$
 $3.2 \times KG \text{ (kg)} + 12 \times \text{Watt (Frau)}$

Ermittlung der Belastungsintensitäten für das Ausdauertraining

Wenn man den genauen Ruhepuls kennt
(= Herzfrequenz unmittelbar nach dem morgendlichen Erwachen)

KARVONEN-Formel:

Prozentsatz der Herzfrequenzreserve plus Ruhepuls

Herzfrequenzreserve = maximale Herzfrequenz minus Ruhepuls

⇒ **(max. HF minus Ruhe-HF) x Faktor plus Ruhe-HF**

extensives Ausdauertraining: Faktor ca. 0.6

intensives Ausdauertraining: Faktor ca. 0.8

Die Bedeutung der Belastungsintensität

Diabetologia 1987 Jun;30(6):380-5

LAMPMAN RM et al:

The influence of physical training on glucose tolerance, insulin sensitivity, and lipid and lipoprotein concentrations in middle-aged hypertriglyceridaemic, carbohydrate intolerant men.

Conclusion:

Eine nur geringgradige bis moderate Belastungsintensität reicht nicht aus, um den Zucker-, Insulin- und Lipidstoffwechsel bei Patienten mit Insulinresistenz (gestörte Glukosetoleranz und Hypertriglyzeridämie) zu bessern.

Die metabolische Bedeutung des Krafttrainings

C. VON LOEFFELHOLZ, G. JAHREIS

(Institute of Nutrition, Friedrich Schiller Universität Jena)

Einfluss von Widerstandstraining auf Parameter des Glukosestoffwechsels bei Gesunden, Typ-2-Diabetikern und Individuen mit Anzeichen einer Insulinresistenz

Influence of Resistance Exercise on Parameters of Glucose Metabolism in Healthy, Glucose Impaired and Type 2 Diabetic Subjects

Aktuelle Ernährungsmedizin 2005;30:261-272

Metaanalyse relevanter Publikationen zu Mechanismen und Auswirkungen von Widerstandstraining im Zusammenhang mit dem Kohlenhydratstoffwechsel

Die metabolische Bedeutung des Krafttrainings

(C. VON LOEFFELHOLZ, G. JAHREIS)

Zusammenfassung:

Widerstandstraining beeinflusst die Parameter des Glukosestoffwechsels bei Gesunden, Insulinresistenten und Typ2-Diabetikern positiv.

Auch wenn Aspekte der Trainingsgestaltung (Trainingsaufbau, Methodik) noch nicht so gut untersucht sind wie beim Ausdauertraining, liefern Clamp-Studien eindeutige Hinweise auf eine Verbesserung der Insulinwirkung in einer Größenordnung von 23-48%.

Entgegen früherer Ansichten kann die Glukoseaufnahme pro Einheit fettfreier Masse durch Widerstandstraining erhöht werden.

Die vermittelnden Mechanismen sind den bei Ausdauerinterventionen beobachteten ähnlich und betreffen Veränderungen der Glukosetransportkapazität, der Glukosespeicherung, der Insulinrezeptordichte sowie möglicherweise auch Auswirkungen auf Postrezeptorebene.

Weiters gibt es Hinweise auf die Beeinflussung von Sekretionsprodukten der Skelettmuskulatur und des weißen Fettgewebes, wobei vor allem für Leptin Evidenz besteht.

Die metabolische Bedeutung des Krafttrainings

C. VON LOEFFELHOLZ, G. JAHREIS:

Influence of Resistance Exercise on Parameters of Glucose Metabolism in Healthy, Glucose Impaired and Type 2 Diabetic Subjects

Fazit:

Widerstandstraining (= Krafttraining) vermag über verschiedene Mechanismen den Glukosestoffwechsel relevant zu verändern und stellt eine wichtige Alternative bzw. Ergänzung zu Ausdaueraktivitäten dar.

Krafttraining zusätzlich zum Ausdauertraining

Prävention des Typ 2-Diabetes mellitus

Int J Sport Nutr Exerc Metab Feb 2004;14(1):73-80

Metabolic effects of the addition of resistive to aerobic exercise in older men.

Ferrara CM, McCrone SH, Brendle D, Ryan AS, Goldberg AP

Department of Physical Therapy, University of Massachusetts Lowell, MA, USA

Conclusion:

The addition of resistive exercise training to an existing aerobic exercise program may improve insulin sensitivity in overweight, older men, and thus prevent the development of type 2 diabetes.

Krafttraining zusätzlich zum Ausdauertraining beim Typ 2-Diabetes mellitus

European Journal of Applied Physiology 2004;92(4-5):437-42

*The effects of a combined strength and aerobic exercise program
on glucose control and insulin action
in women with type 2 diabetes*

Savvas P. Tokmakidis , Christos E. Zois, Konstantinos A. Volaklis, Kaliopi Kotsa
and Anna-Maria Touvra

...significant improvements of glycemic control, glucose tolerance,
insulin action, exercise tolerance and muscular strength in
postmenopausal women with type 2 diabetes.

Krafttraining versus Ausdauertraining beim Typ 2-Diabetes mellitus

The Relative Benefits of Endurance and Strength Training on the Metabolic Factors and Muscle Function of People With Type 2 Diabetes Mellitus

Edmund Cauza MD^a, Ursula Hanusch-Enserer MD^a, Barbara Strasser MSc^b,
Bernhard Ludvik MD^c, Sylvia Metz-Schimmerl MD^d, Giovanni Pacini DSc^g,
Oswald Wagner MD^e, Petra Georg MD^c, Rudolf Prager MD^f,
Karam Kostner MD^h, Attila Dunky MD^a and Paul Haber MD^b

^a Department of Internal Medicine V, Department of Diabetes and Rheumatology, Wilhelminenspital, Vienna, Austria

^b Department of Internal Medicine IV, Division of Sports Medicine, Vienna, Austria

^c Department of Internal Medicine III, Division of Endocrinology and Metabolism, Vienna,

^d Department of Radiology, Vienna, Austria

^e Department of Laboratory Diagnostics, Vienna, Austria

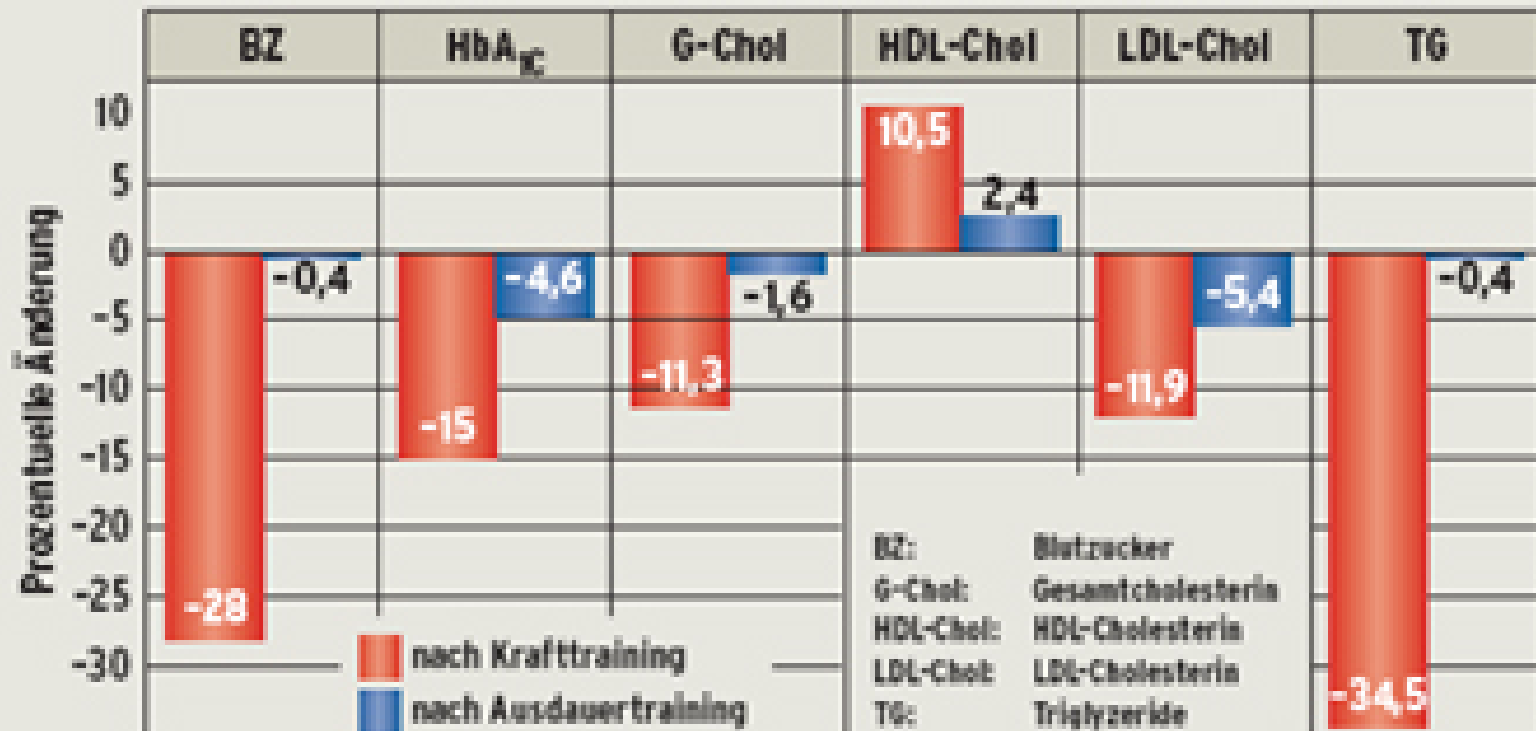
^f Department of Endocrinology and Metabolism, Medical University, KH Lainz, Vienna

^g Institute of Systems Science and Biomedical Engineering, Metabolic Unit, Padova, Italy

^h Department of Medicine, University of Queensland, Brisbane, Australia.

Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2005 Aug;86(8):1527-33

Auswirkung von vier Monaten Training auf den Stoffwechsel



Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, Wagner O, Georg P, Prager R, Kostner K, Dunky A, Haber P.

Arch Phys Med Rehabil 2005 Aug;86(8):1527-33

Weitere Literatur

- SIGAL et al, Ann Intern Med 2007 Sep 18;147(6):357-69
Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial

Either aerobic or resistance training alone improves glycemic control in type 2 diabetes, but the improvements are greatest with combined aerobic and resistance training.

- DAVIDSON et al, Arch Intern Med 2009 Jan 26;169(2):122-31
Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial

The combination of resistance and aerobic exercise was the optimal exercise strategy for simultaneous reduction in insulin resistance and functional limitation in previously sedentary, abdominally obese older adults.

"Abspecken" durch Sport

Zwei gängige Irrmeinungen:

1. Um Körperfett zu reduzieren, braucht es ein Ausdauertraining.
2. Das Ausdauertraining muss dabei mit niedriger Intensität absolviert werden.
(Stichwort "*Fettverbrennungspuls*")

Mythos "Fettverbrennungspuls" zur Gewichtsreduktion

Ein *"Training zum Fettabbau"* oder
ein *"Training zur Gewichtsabnahme"*
zu postulieren, ist Nonsense !

Die muskuläre Fettverbrennung während eines Trainings hat keine Relevanz für eine langfristige Reduktion des Körperfettanteils.

Das einzig entscheidende Kriterium hierfür ist eine
negative Energiebilanz !

Diese ist ein überdauernder Prozess.

⇒ **Es gibt kein HF-gezieltes "Abspeck"-Training !**

Der Begriff "Fettverbrennungstraining" wird falsch verstanden

Fettstoffwechseltraining

- Langdauernde (90 min und länger) extensive Trainingseinheiten
- ca. 65% der $VO_2\text{max}$ (Untrainierte 50%, Hochausdauertrainierte bis 75%)
- Dauer methode

⇒ Entwicklung der Langzeitausdauer durch

Ökonomisierung der muskulären Energiebereitstellung bei Muskelarbeit

Betaoxidation ↑ ⇒ Einsparung von Muskelglykogen

⇒ **Gezieltes extensives GA1-Training in den klassischen LZA-Sportarten**
(Radrennsport, Marathonlauf, Triathlon usw.)

Hat nichts mit einem "Abspecken" zu tun !

Gesundheits- bzw. Hobbysportler brauchen dieses spezifische Training nicht
abgesehen davon sind Adipöse aus biomechanischen und metabolischen Gründen dazu kaum in der Lage

Spezifische Literatur

ROMIJN JA et al: Standardpublikationen über die Leistungsphysiologie der muskulären Energiebereitstellung

- *Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration.* Am J Physiol 1993 Sep;265(3Pt1):E280-91
- *Relationship between fatty acid delivery and fatty acid oxidation during strenuous exercise.* J Appl Physiol 1995 Dec;79(6):1939-45
- *Substrate metabolism during different exercise intensities in endurance-trained women.* J Appl Physiol 2000 May;88(5):1707-14

"Abspecken" durch Sport

Jede körperliche Aktivität hilft,
eine **negative Energiebilanz** zu realisieren
(in Verbindung mit bewusster Ernährung)

Energieverbrauch > Energiezufuhr

Mit **Krafttraining** und **HIIT**
kann man/frau am effizientesten "abspecken"

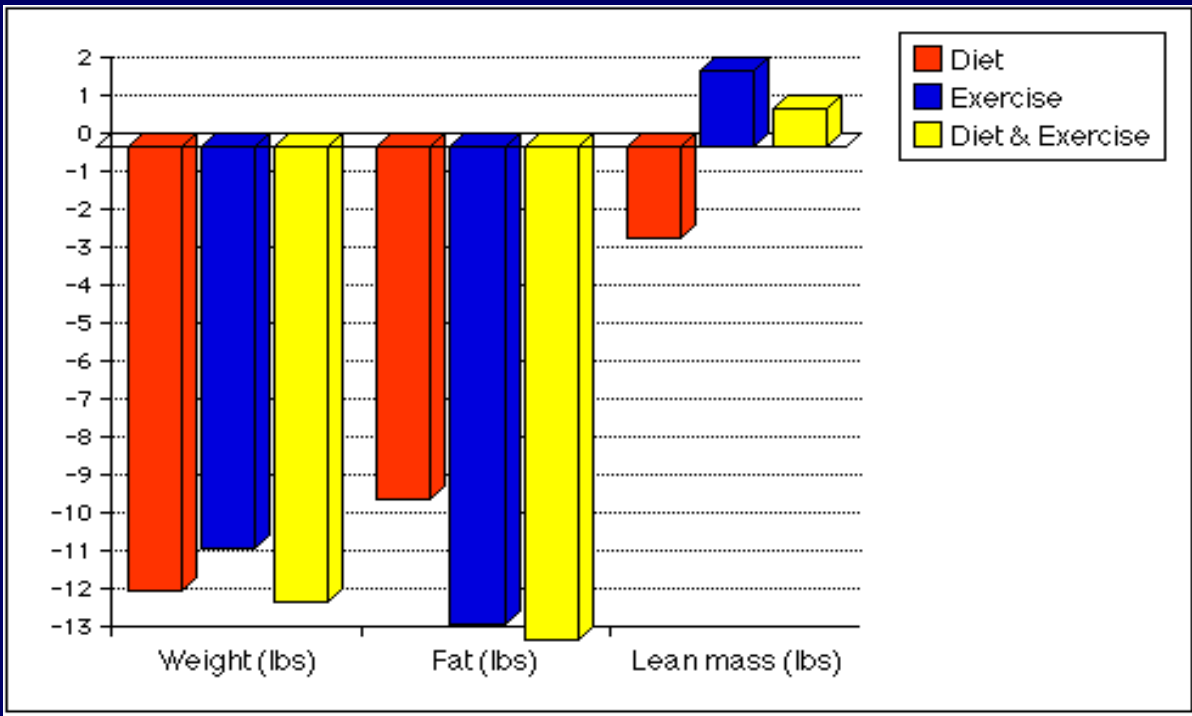
"Geheimnis": "Nachbrenneffekt" (RMR ↑) und langfristig BMR ↑ ⇨ TEE ↑

Wissenschaft: v.a. Tremblay et al und weitere Arbeitsgruppen (seit über 20 Jahren!)

Effect of Diet and Exercise on Weight Loss and Body Composition of Adult Women

(16 week program, 25 overweight women)

	Diet	Exercise	Diet & Exercise
Weight (lbs)	- 11.7	- 10.6	- 12
Fat (lbs)	- 9.3	- 12.6	- 13
Lean mass (lbs)	- 2.4	2.0	1

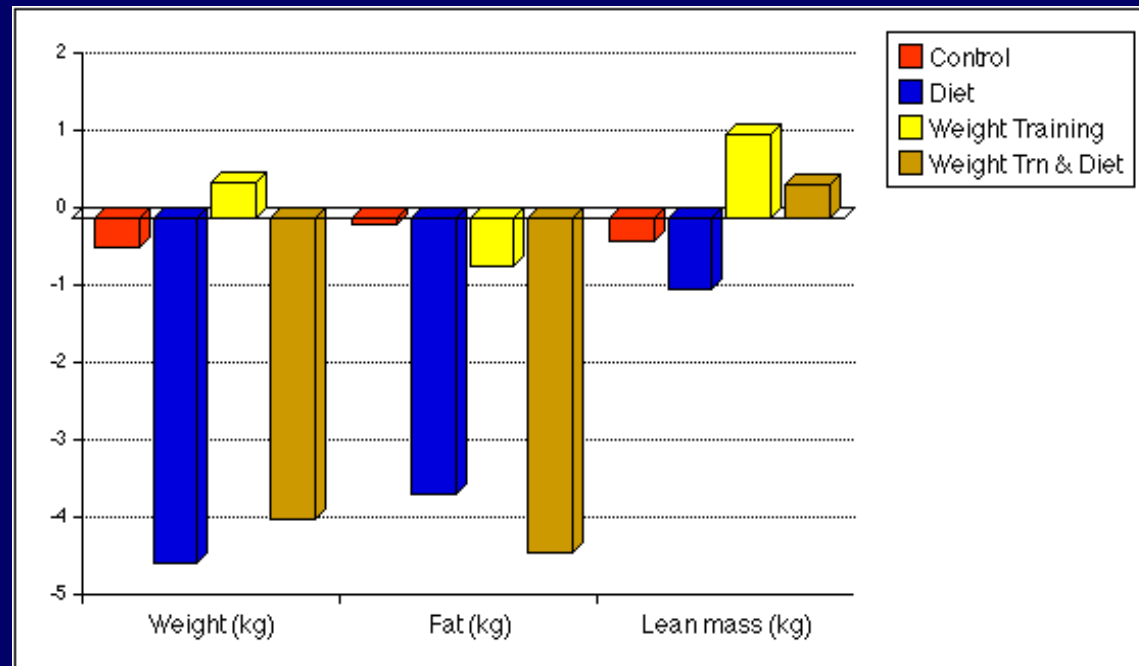


Zuti, W.B. & Golding, L.A., The Physician and Sports Medicine 4 (1):49-53, 1976

Resistance Weight Training During Caloric Restriction Enhances Lean Body Weight Maintenance

(8 week program, 40 obese women)

	Control	Diet	Weight Training	Weight Training & Diet
Weight (kg)	- 0.38	- 4.47	0.45	- 3.89
Fat (kg)	- 0.07	- 3.56	- 0.62	- 4.32
Lean mass (kg)	- 0.31	- 0.91	1.07	0.43



Ballor, D.L., Katch, V.L., Becque, M.D., Marks, C.R., American Journal of Clinical Nutrition. 47(1): 19-25, 1988

TREMBLAY A et al (BOUCHARD C)

- *Sports Med* 1985 May-Jun;2(3):223-33: *The effects of exercise-training on energy balance and adipose tissue morphology and metabolism.*
- *Int J Obes* 1986;10(6):511-7: *The effect of exercise-training on resting metabolic rate in lean and moderate obese individuals.*
- *Acta Med Scand Suppl* 1988;723:205-12: *Physical training and changes in regional adipose tissue distribution.*
- *Int J Obes* 1990;14 Suppl 1:49-55;discussion 55-8: *Genetic effects in human energy expenditure components.*
- *Am J Clin Nutr* 1990 Feb;51(2):153-7: *Effect of intensity of physical activity on body fatness and fat distribution.*
- *Can J Physiol Pharmacol* 1992 Oct;70(10):1342-7: *Increased resting metabolic rate and lipid oxidation in exercise-trained individuals: evidence for a role of beta-adrenergic stimulation.*
- *Metabolism* 1994 Jul;43(7):814-8: *Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism.*
- *Sports Med* 1996 Mar;21(3):191-212: *Effects of exercise-training on abdominal obesity and related metabolic complications.*
- *Br J Nutr* 1997 Apr;77(4):511-21: *Acute effects of exercise on energy intake and feeding behaviour.*

Weitere spezifische Literatur (Auszug)

DICKSON-PARNELL BB et al: *Effects of a short-term exercise program on caloric consumption.* Health Physiol 1985;4(5):437-48

BALLOR DL et al: *Resistance weight training during caloric restriction enhances lean body weight maintenance.* Am J Clin Nutr 1988;47(1):19-25

BAHR R et al: *Effect of intensity of exercise on postexercise O₂ consumption.* Metabolism 1991 Aug;40(8):836-41

Effect of supramaximal exercise on excess postexercise O₂ consumption. Med Sci Sports Exerc 1992 Jan;24(1):66-71

BROEDER CE et al: *The metabolic consequences of low and moderate intensity exercise with or without feeding in lean and borderline obese males.* Int J Obes 1991 Feb;15(2):95-104

The effects of aerobic fitness on resting metabolic rate. Am J Clin Nutr 1992 Apr;55(4):795-801

The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. Am J Clin Nutr 1992 Apr;55(4):802-10

GRUBBS L: *The critical role of exercise in weight control.*

Nurse Pract 1993 Apr;18(4):20-2, 25-6,29

MELBY CL et al: *Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate.* J Appl Physiol 1993 Oct;75(4):1847-53

Postexercise energy expenditure in response to acute aerobic or resistive exercise. Int J Sports Nutr 1994 Dec;4(4):347-60

POEHLMAN ET, MELBY C: *Resistance training and energy balance.*

Int J Sports Nutr 1998 Jun;8(2):143-59

GREDIAGIN A et al: *Exercise intensity does not effect body composition change in untrained, moderately overfat women.*

J Am Diet Assoc 1995 Jun;95(6):661-5

IMBEAULT P et al (**TREMBLAY A**): *Acute effects of exercise on energy intake and feeding behaviour.*

Br J Nutr 1997 Apr;77(4):511-21

BRYNER RW et al: *The effects of exercise intensity on body composition, weight loss, and dietary composition in women.*

J Am Coll Nutr 1997 Feb;16(1):68-73

Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800 calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate.

J Am Coll Nutr. 1999 Apr;18(2):115-21

BURLESON MA Jr et al: *Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption.*
Med Sci Sports Exerc 1998 Apr;30(4):518-22

DEMLING RH et al: *Effect of a hypocaloric diet, increased protein intake and resistance training on lean mass gains and fat mass loss in overweight police officers.*
Ann Nutr Metab 2000;44(1):21-9

YOSHIOKA M et al: *Impact of high-intensity exercise on energy expenditure, lipid oxidation and body fatness.*
Int J Obes metab Disord 2001 Mar;25(3):332-9

BYRNE HK, WILMORE JH: *The effects of a 20-week exercise training program on resting metabolic rate in previously sedentary, moderately obese women.*
Int J Sport Nutr Exerc Metab 2001 Mar;11(1):15-31

BINZEN CA et al: *Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women.* Med Sci Sports Exerc 2001 Jun;33(6):932-8

- VAN AGGEL-LEISSEN DP** et al: *Effect of exercise training at different intensities on fat metabolism of obese men.*
J Appl Physiol 2002 Mar;92(3):1300-9
- LANFRANCO F** et al: *Ageing, growth hormone, and physical performance.*
J Endocrinol Invest Sept 2003;26(9):861-72
- FERRARA CM** et al: *Metabolic effects of the addition of resistive to aerobic exercise in older men.*
Int J Sport Nutr Exerc Metab Feb 2004;14(1):73-80
- LAZZER S** et al: *A weight reduction program preserves fat-free mass but not metabolic rate in obese adolescents.*
Obes Res Feb 2004;12(2):233-40
- ROSS R** et al: *Exercise induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial.*
Obes Res 2004 May;12(5):789-98
- GREEN JS** et al: *The effects of exercise training on abdominal visceral fat, body composition, and indicators of the metabolic syndrome...: the HERITAGE family study.*
Metabolism Sep 2004;53(9):1192-6
- MORSS GM** et al: *Dose Response to Exercise in Women aged 45-75 yr: design and rationale (the DREW study) (noch nicht abgeschlossen)*
Med Sci Sports Exerc Feb 2004;36(2):336-44

Körperliche Aktivität bei Adipositas

Zusammenfassung:

1. Jede Form der körperlichen Aktivität ist besser als keine, weil damit der Energieumsatz gesteigert und das Erzielen einer negativen Energiebilanz erleichtert wird.
2. Nur mit regelmäßigem Krafttraining lässt sich der alterungsphysiologische "Muskelschwund" verhindern (Ausdauertraining allein genügt nicht!) und "verlorene" Muskelmasse wiedergewinnen (dafür genügt 1 Trainingseinheit pro Woche).
3. Mit Krafttraining ist (v.a. langfristig) eine effizientere Reduktion des Körperfettanteils möglich als mit Ausdauertraining.

Körperliche Aktivität bei Adipositas

Zusammenfassung:

4. Sowohl Ausdauer- als auch Krafttraining verbessern die Insulinsensitivität und "behandeln" eine Insulinresistenz als "Wurzel" des metabolischen Syndroms.
5. Krafttraining und Ausdauertraining verbessern den Zucker- und Lipidstoffwechsel:
 - BZ ↓, HbA_{1c} ↓ : Krafttraining effektiver als Ausdauertraining
 - HDL ↑, TG ↓ : Krafttraining so effektiv wie Ausdauertraining (!)

**Nicht Krafttraining *oder* Ausdauertraining -
*beides ist wichtig !***