

Körperliche Aktivität bei Adipositas und metabolischem Syndrom

Krafttraining versus Ausdauertraining

Kurt A. Moosburger
Facharzt für Innere Medizin
Sportmedizin - Ernährungsmedizin
www.dr-moosburger.at

Das (poly)metabolische Syndrom

"Syndrom X"

"The deadly quartet"

- Übergewicht (= erhöhter Körperfettanteil, v.a. viszeral)
- IFG, IGT → T2DM
- Hyper-/Dyslipidämie
- arterielle Hypertonie

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

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)

Verminderter Energieumsatz

- Auto
- Schule und Beruf (sitzende Tätigkeiten)
- Passive Freizeitaktivitäten
- Computerspiele

Körperliche Inaktivität

Handy und Fernbedienung...

...Bewegungsverlust von fast 150 km pro Jahr

⇒ 2800 - 6000 kcal ⇒ 0.4 bis 0.8 kg Fettgewebe







"GLOBESITY"

WHO:

global epidemic of obesity

Die Energiebilanz - Energiebilanz...



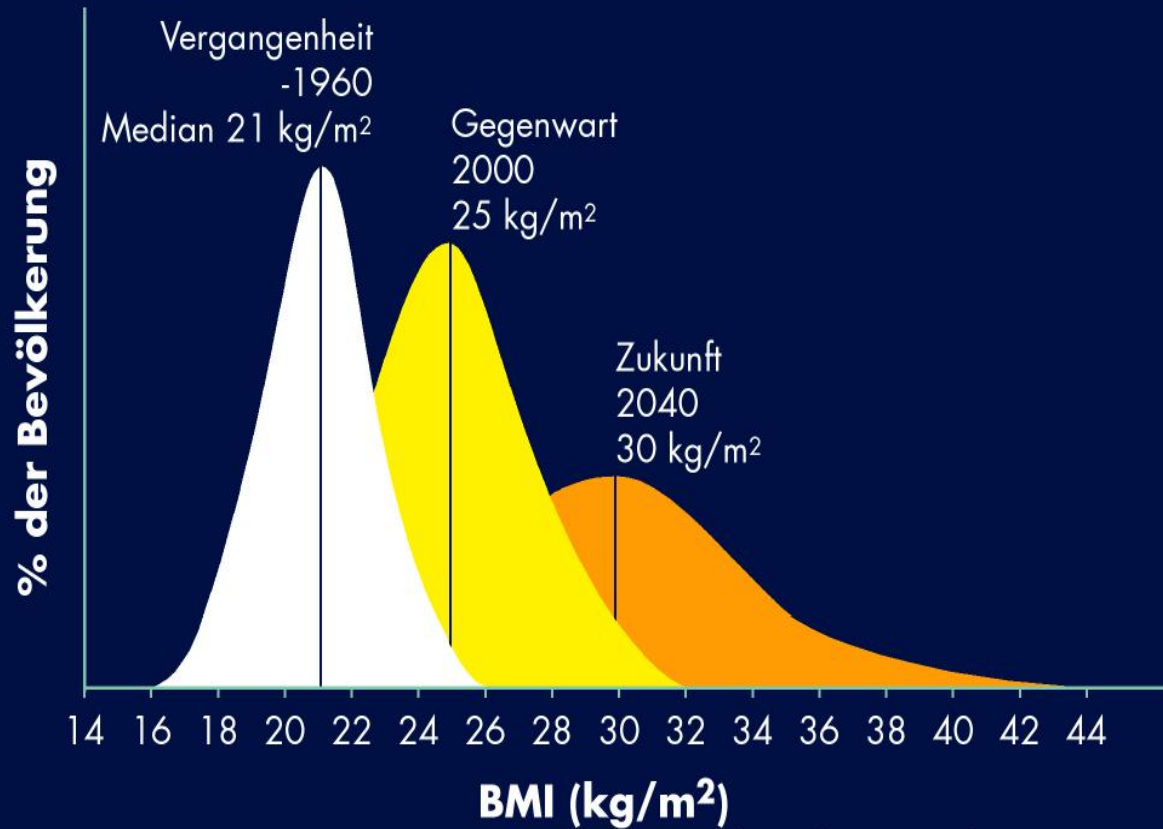
...entscheidet über den Körperfettanteil

Klassifikation des Übergewichts bei Erwachsenen anhand des BMI

Gewichtsklasse	BMI (kg/m ²)
Normalgewicht	18,5 – 24,9
Übergewicht	≥ 25
Präadipositas	25,0 – 29,9
Adipositas Grad I	30,0 – 34,9
Adipositas Grad II	35,0 – 39,9
Adipositas Grad III (morbide A.)	≥ 40

WHO Technical Report Series 894, 2000

Schematische Darstellung der Verteilung des BMI in der Bevölkerung der westlichen Industrienationen für die Jahre 1960, 2000 und 2040



nach Müller MJ et al. MMW 2001; 143: 863–867

Übergewicht & Adipositas

Body mass index (BMI)

als Berechnungsgrundlage für das Übergewicht

Untergewicht	$< 18,5$
Normalgewicht	$18,5 - 24,9$
Übergewicht	$\geq 25,0$
Adipositas	$\geq 30,0$



Aber: Der BMI berücksichtigt nicht die Fettverteilung !

Übergewicht & Adipositas

Body mass index (BMI)

als Berechnungsgrundlage für die Beurteilung des Körpergewichts

Untergewicht	$< 18,5$
Normalgewicht	$18,5 - 24,9$
Übergewicht	$\geq 25,0$
Adipositas	$\geq 30,0$



Aber: Der BMI berücksichtigt nicht die Körperzusammensetzung !

“Übergewicht”

Übergewicht = zu hoher Körperfettanteil

Relevant ist weniger das Körpergewicht
als vielmehr die Körperzusammensetzung

Körpergewicht und BMI sind im Einzelfall zu evaluieren

⇒ *Nicht auf die Waage "fixieren"!*



Fettgewebe

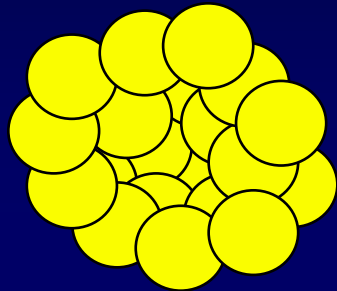
- nicht nur ein passives Speicherorgan, das nach Bedarf Energie speichert oder bereit stellt
- mehr als ein stoffwechselträges Gewebe

Seit der Entdeckung u. Klonierung von **Leptin** 1994 (Produkt des Ob-Gens) weiß man:

- **Fettgewebe ist ein aktives endokrines Gewebe, das durch seine Sekretionsprodukte (Adipokine) in ständigem Austausch mit anderen Organsystemen steht**

Fettzelle = Adipozyt

Metabolische und endokrine Aktivität



Fettsäuren (FFA)

Adipokine: *Adiponektin*

Leptin

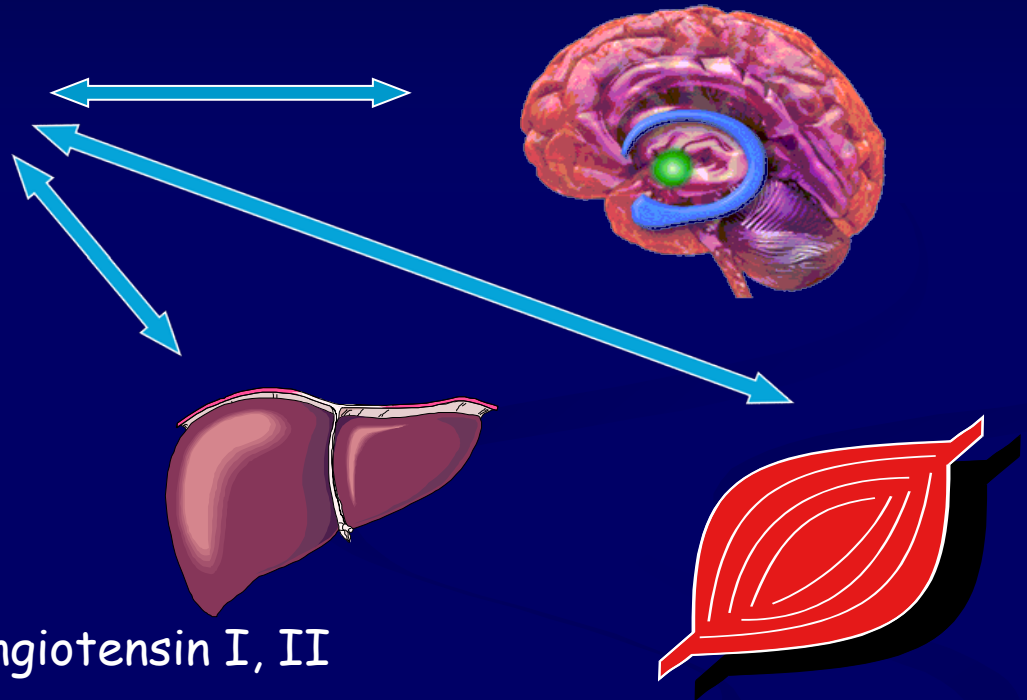
PAI-1

Angiotensinogen, Angiotensin I, II

RBP, CETP, PPAR- γ

IL-6, TNF- α

IGF-1



"sick fat cell"-Modell

Overflow-Hypothese

Das Fettgewebe ist ein endokrines Organ und setzt (abgesehen von freien Fettsäuren = FFA) sog. **Adipozytokine** (= **Adipokine**) frei: Adiponektin, Leptin, Angiotensinogen..., IL-6, PAI-1, TNF- α

Das viszerale Fettgewebe besteht im Gegensatz zum subkutanen aus großen, fettüberladenen Adipozyten, die einen veränderten Phänotyp aufweisen. Diese "sick fat cells" sind insulinresistent und setzen deshalb große Mengen an FFA frei.

Weiters wird das stoffwechselgünstige Adiponektin vermindert gebildet und dafür umso mehr die ungünstigen Adipozytokine (IL-6, TNF- α , Leptin, Angiotensinogen, PAI-1...).

Da Fett nicht mehr in erforderlichem Ausmaß in diesen Fettzellen gespeichert werden kann, kommt es zur "**Verfettung**" von **Leber, Pankreas und Muskulatur**. In diesen Geweben hat eine übermäßige Fettspeicherung organschädigende Auswirkungen - sog. **Lipotoxizität**.

Übergewicht - Adipositas Metabolisches Syndrom

Hyperinsulinämie - Insulinresistenz

Kausale Therapie:

Reduktion des viszeralen Körperfettanteils

**Körperliche Aktivität
als
Prävention und Therapie
der
Adipositas
und des
metabolischen Syndroms**

- 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

GUIDELINES FOR PHYSICAL ACTIVITY TO PREVENT WEIGHT GAIN

- 2005 DGAC (Dietary Guidelines Advisory Committee)-Report:
at least 30 min of moderate physical activity on most days.
many adults may need up to 60 min of moderate to vigorous physical activity on most days to prevent unhealthy weight gain
- IOM (Institute of Medicine), National Academies Press 2002:
60 min per day at moderate intensity
- IASO (International Association for the Study of Obesity):
SARIS et al, Obesity Reviews 4:101-114, 2003 (review of ERLICHMAN et al 2002):
45 - 60 min of moderate intensity daily
- ACSM (American College of Sports Medicine) Position Stands 1998, 2002
- IARC (International Agency for Research on Cancer)
- HHS (U.S. Department of Health and Human Services) 1996

Ein körperlich aktiver Lebensstil
ist aus präventivmedizinischer Sicht
für jeden Menschen
und *in jedem Lebensalter* wichtig

Oftmals braucht es ein "Mehr" an Bewegung

"Bewegung" oder "Sport" ist nicht automatisch "Training"

Nicht jede körperliche Aktivität ist trainingswirksam

Bewegung – Sport – Training

- Bewegung ist Bewegung
- Sport ist etwas Soziales oder Kompetitives
- **Training** ist *regelmäßige körperliche Bewegung* (Belastung) zum Zwecke der *Leistungssteigerung* bzw.
Erhaltung der körperlichen Leistungsfähigkeit
auf der Basis von *Wachstumsprozessen*
in den beanspruchten Organen
 - **Muskulatur**: je nach Trainingsreiz
 - > **Kraft**: Myofibrillen...
 - > **Ausdauer**: Mitochondrien, Kapillaren...

Training

" Bewegung als Medikament "

Ein Training hat einen funktionellen Zweck :

Es löst Wachstumsprozesse aus

Körperliche Bewegung, die keine Wachstumsprozesse auslöst,
ist kein Training !

Training

" Bewegung als Medikament "

Katabole Vorgänge laufen ständig von selbst ab.
Anabole Vorgänge bedürfen ständiger Stimuli.

- ⇒ Auch zur Erhaltung eines erreichten Zustandes sind ständige Reize notwendig !
- ⇒ Training muss daher **regelmäßig ganzjährig** durchgeführt werden !

" Bewegung als Medikament "

Regelmäßiges körperliches Training ist die

- sicherste
- umfassendste
- wirkungsvollste Einzelmaßnahme

zur Vorbeugung und Behandlung von

- Diabetes mellitus (T2DM)
- Bluthochdruck
- Osteoporose und Sarkopenie
- Depression

(und die effektivste "anti-aging"-Maßnahme)

Die medizinische Trainingslehre

gilt für jedermann,

für den Anfänger wie für den Profi

Bewegung als "Medikament"

Es gibt keine Altergrenze und 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: $3.5 \times \text{KG (kg)} + 12 \times \text{Watt (Mann)}$
 $3.15 \times \text{KG (kg)} + 12 \times \text{Watt (Frau)}$

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 ~ 0.6

intensives Ausdauertraining: Faktor ~ 0.8

Trainingsempfehlungen (Extensives Ausdauertraining)

Untrainierte:

- Beginn mit 3 x 10 - 15 min pro Woche
- Schrittweise Erhöhung der Trainingsdauer alle 4 bis 6 Wochen um 5 - 10 min
→ 3 x 20 → 3 x 30 → 3 x 40 (bis 3 x 60) min

⇒ WNTZ 2 (bis 3) Stunden
- Weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Erhöhung der Trainingsfrequenz:
→ 4 x 30 → 4 x 40 → 4 x 50 min usw.

Epidemiologie

Kohortenstudien

Nicht nur ein systematisches Training,
sondern auch die
Kumulation von körperlicher Aktivität
im Alltagsleben
ist mit einem geringeren Morbiditätsrisiko
(speziell Herzinfarktrisiko) verbunden

Epidemiologie

Kohortenstudien

MRFIT (Multiple Risk Factor Intervention Trial) - "Mister Fit"-Studie

Umgekehrte Beziehung zwischen dem Ausmaß der körperlichen Aktivität bzw. dem Fitnesszustand und der kardiovaskulären Mortalität und Gesamtmortalität:

Mortalitätsrate von körperlich Aktiven war um 30 - 50 % niedriger als die von körperlich inaktiven Menschen

Aerobic Center Longitudinal Study II

Protektive Wirkung eines guten Fitnesszustandes gegenüber Risikofaktoren wie Rauchen, Hypercholesterinämie und Hypertonie.

Trainierte mit diesen Risikofaktoren wiesen niedrigere Mortalitätsraten auf als Untrainierte ohne einen dieser Risikofaktoren !

Körperliche Aktivität...

... als "Anti-Risikofaktor" !

(dessen sich viele nicht bewusst sind,
nicht nur Patienten, sondern auch Ärzte !)

Weitere Literatur

- EKELUND et al, Diabetes Care 2007 Aug;30(8):2101-6

Increase in physical activity energy expenditure is associated with reduced metabolic risk independent of change in fatness and fitness

Increasing levels of physical activity may protect against metabolic diseases even in the absence of improved aerobic fitness and reduced body fatness.

Therefore, the combination of increasing levels of physical activity and avoidance of gain in fat mass is likely to be the most successful approach for preventing cardiovascular and metabolic disease.

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 Ausdauertraining,
sondern auch ein Krafttraining**

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

"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 $\Rightarrow$ **Motivation !**

Arzt als Vorbild, Zusammenarbeit mit Personal Trainer, Sportgruppen...

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 Zytokine (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

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

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.

Empfehlungen für die körperliche Aktivität

Traditionelle Richtlinien:

- Frequenz: 3 bis 5 Tage pro Woche
- Intensität: 60 - 80% der max. Herzfrequenz
bzw. 50 - 85% der max. aeroben Kapazität (VO_2max)
- Dauer: 20 bis 60 min kontinuierliche aerobe Belastung
- Energieumsatz: keine Angaben

Erweiterte Aktivitätsempfehlungen:

- Frequenz: 6 bis 7 Tage pro Woche
- Intensität: moderate Belastung: 3 - 6 MET
- Dauer: Akkumulation von mind. 30 min Aktivität pro Tag,
kontinuierlich oder intermittierend (inkl. Freizeitaktivitäten)
- Energieumsatz: 150 - 200 kcal pro Tag oder mehr

Erfolgreich "Abspecken"

Ohne körperliche Aktivität...

...ist keine sinnvolle "Gewichtsreduktion" möglich

Reduktionsdiät allein bewirkt immer auch einen Verlust an Muskelmasse

...ist kein dauerhaftes "Gewichthalten" möglich

Erfolgreich "Abspecken"

*Es gibt keine "Wundermittel"
und keine "Geheimnisse" !*

Es gibt nur die Wahrheit der
Energiebilanz !

(...und viele "faule" Ausreden ☺)

Die Energiebilanz - Energiebilanz...



...entscheidet über den Körperfettanteil

Erfolgreich "Abspecken"

*1 kg Fettgewebe entspricht einem Energiegehalt von
ca. 7000 kcal*

Das bedeutet, man muss ca. 7000 kcal "einsparen"
bzw. *zusätzlich* "verbrauchen" (umsetzen → Bewegung !!!),
um ein Kilo "abzuspecken"

1 kg "Speck weg" im Monat ⇒ 12 kg im Jahr !

7000 kcal/Monat = knapp 250 kcal/Tag

Erfolgreiches "Abspecken" = stressfreies "Abspecken"

"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"

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

Gesundheits- bzw. Hobbysportler ohne Marathonambitionen
brauchen diese spezifische LZA-Trainingsmethode nicht !

Ein Training im Fettstoffwechselbereich hat nichts mit "Abspecken" zu tun !

Weit verbreitetes Fehlverständnis
(Fitnessstudios, Fitnessmagazine, Fitnessgurus, Bücher, Fernsehen...)
"Training zum Fettabbau"
"Training zur Gewichtsreduktion"
"Fettverbrennungspuls zur Gewichtsreduktion"

"Fettstoffwechseltraining"

- Dauer: Langdauernde (90 min und länger) extensive Trainingseinheiten
- Intensität: ca. 65% der VO_2max
(Untrainierte ca. 50%, Hochausdauertrainierte bis 75% der VO_2max)
entspricht 70 - 80% der maximalen Herzfrequenz (!)
Energiebereitstellung: aerob → 50% Glukose, 50% Fettsäuren
- Methode: Dauermethode
 - ⇒ Entwicklung der Langzeitausdauer (LZA III) durch
*Ökonomisierung der muskulären Energiebereitstellung
bei längerdauernder Ausdauerbelastung:*
*Die arbeitende Muskulatur "lernt" (Trainingseffekt), bei gleicher
Energieflussrate (Belastungsintensität) mehr Fettsäuren zu verbrennen*
Betaoxidation ↑, Glukoseoxidation ↓ ⇒ Einsparung von Muskelglykogen
(Das in der Muskulatur gespeicherte Glykogen ist wertvoll, da limitiert)

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 Bewegung

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

Energieumsatz > Energiezufuhr

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

"Geheimnis": "Nachbrenneffekt" (RMR ↑ bis zu 24 Std)
Langfristig Grundumsatz (BMR) ↑ $\Rightarrow$ TEE ↑

Wissenschaft: v.a. Tremblay et al und weitere Arbeitsgruppen (seit 30 Jahren...)

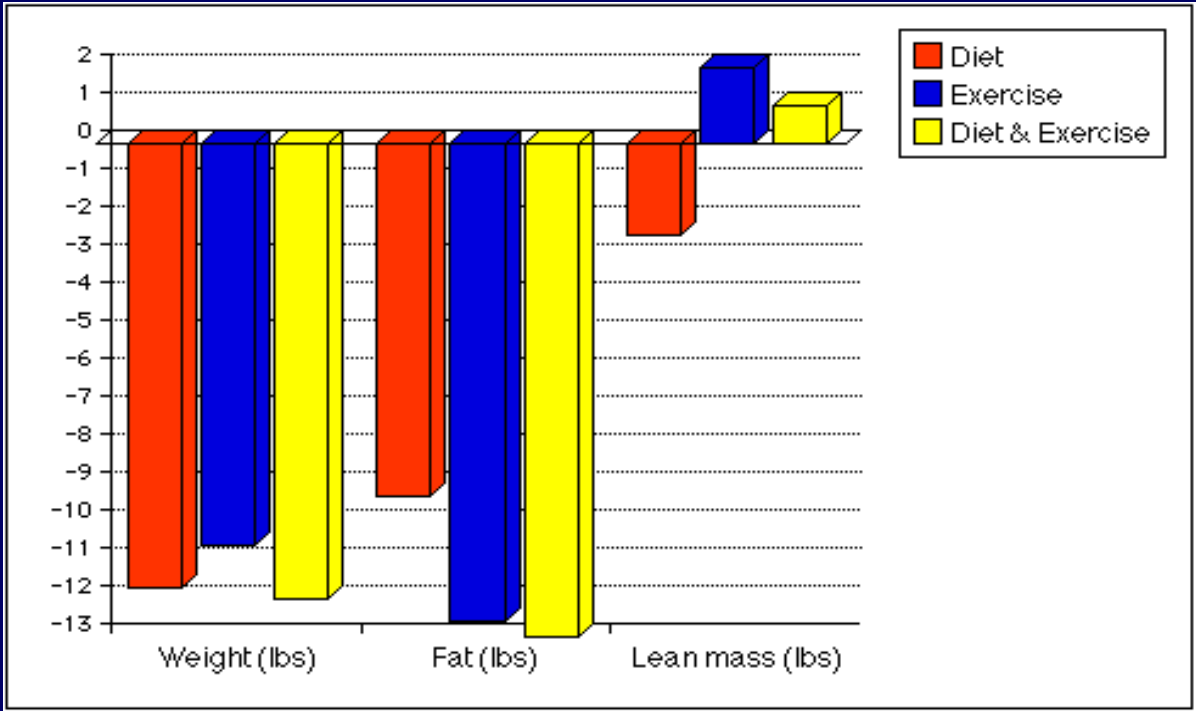
TREMBLAY A et al (BOUCHARD C)

- *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.*

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

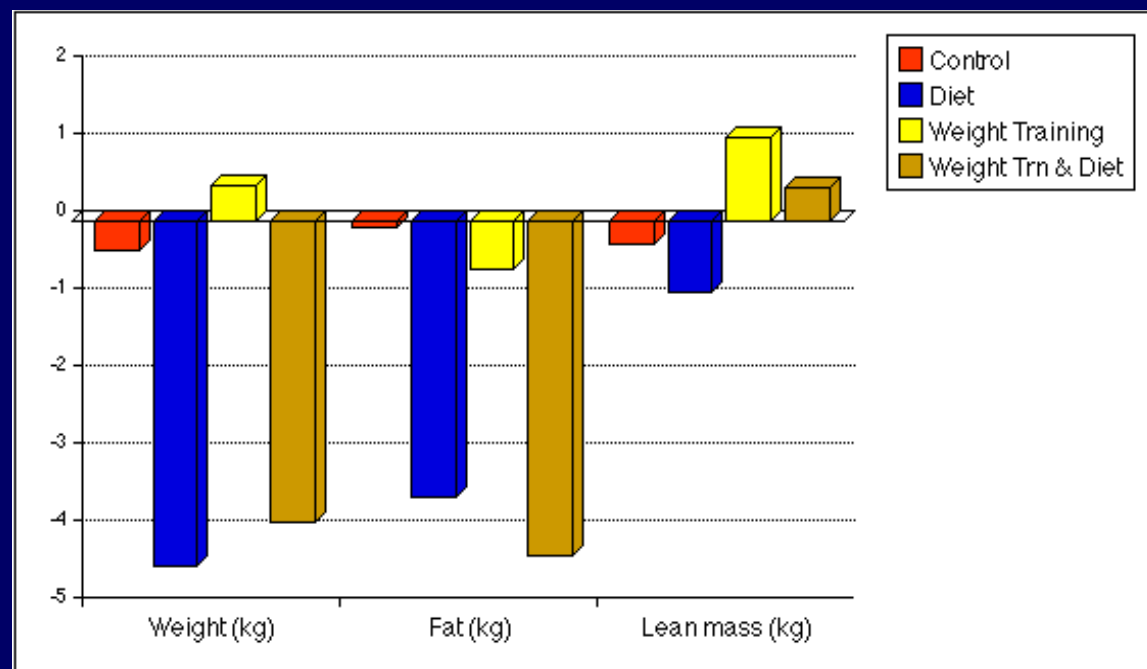


Zuti, W.B. & Golding, L.A., The Physician and Sports Medicine 4 (1):49-53, 1976

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

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 O_2 consumption.* Metabolism 1991 Aug;40(8):836-41

Effect of supramaximal exercise on excess postexercise O_2 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)*
Med Sci Sports Exerc Feb 2004;36(2):336-44

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"

Das Problem schwindender Muskelmasse

*Die Muskulatur ist das größte Organ,
das Glukose aufnimmt*

Faustregel: Die Muskelmasse ist proportional zur Insulinsensitivität
Typ 2-Diabetes mellitus als "Muskelmangelerkrankung"

*Die Muskulatur ist das größte Organ,
das Fett (Fettsäuren) verbrennt*

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

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

Die 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 (Myokine) und des weißen Fettgewebes (Adipokine), wobei vor allem für Leptin Evidenz besteht.

Die 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

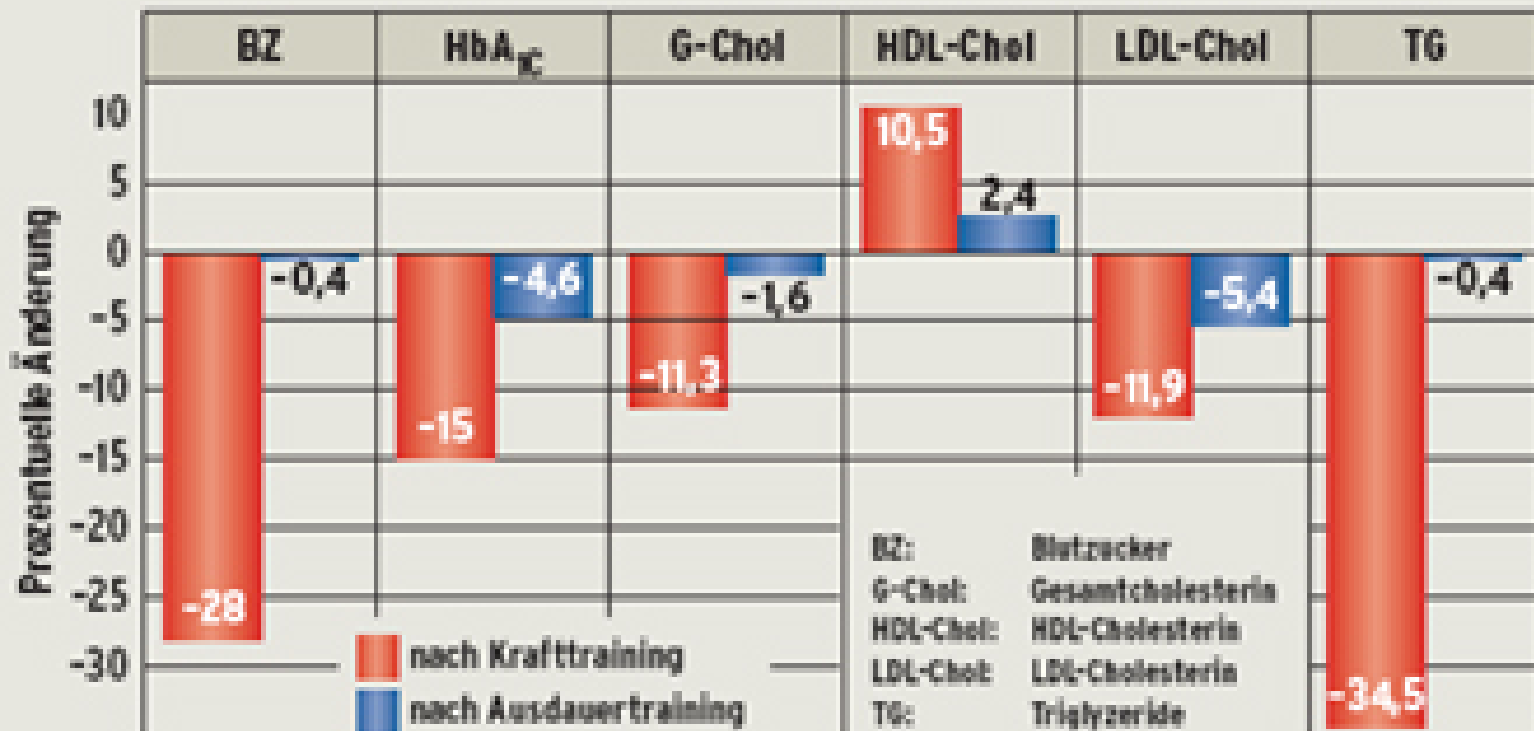
^f Department of Endocrinology and Metabolism, Medical University, KH Lainz, Vienna

^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.

Weitere Literatur

Indian J Med Res. 2009 May;129(5):515-9.

Effects of resistance training on metabolic profile of adults with type 2 diabetes

Arora E, Shenoy S, Sandhu JS

...both resistance training and aerobic exercise were effective in improving metabolic profile of adults with type 2 diabetes but the percentage improvement in triglycerides, total cholesterol levels and general well being with resistance training was more compared to aerobic exercise.

Weitere Literatur

Arch Intern Med. 2012 Aug 6:1-11.

Physical Activity and Mortality in Individuals With Diabetes mellitus: A Prospective Study and Meta-Analysis

Sluik D, Buijsse B, Muckelbauer R, Kaaks R, Teucher B, Johnsen NF, Tjønneland A, Overvad K, Ostergaard JN, Amiano P, Ardanaz E, Bendinelli B, Pala V, Tumino R, Ricceri F, Mattiello A, Spijkerman AM, Monninkhof EM, May AM, Franks PW, Nilsson PM, Wennberg P, Rolandsson O, Fagherazzi G, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F, Castaño JM, Gallo V, Boeing H, Nöthlings U.

...total physical activity was associated with lower risk of CVD and total mortality

Neuere Literatur

Arch Intern Med. 2012 Sep 24;172(17):1306-12

A prospective study of weight training and risk of type 2 diabetes mellitus in men

Grøntved A, Rimm EB, Willett WC, Andersen LB, Hu FB

Conclusions:

Weight training was associated with a significantly lower risk of T2DM, independent of aerobic exercise.

Combined weight training and aerobic exercise conferred a greater benefit.

Rev Med Chil. 2012 Oct;140(10):1289-96

Effect of sprint interval training and resistance exercise on metabolic markers in overweight women

Alvarez C, Ramírez R, Flores M, Zúñiga C, Celis-Morales CA

Conclusions:

HIT and resistance training improve glycemic control and insulin sensitivity in females with a high metabolic risk.

Obes Rev. 2012 Jul;13(7):578-91

Resistance training, visceral obesity and inflammatory response: a review of the evidence

Strasser B, Arvandi M, Siebert U

...resistance training may promote a negative energy balance and may change body fat distribution

...an increase in muscle mass after resistance training may be a key mediator leading to a better metabolic control

...benefits of resistance training on visceral fat and inflammatory response

Biomed Res Int. 2013;2013:805217

Resistance training for diabetes prevention and therapy: experimental findings and molecular mechanisms

Strasser B, Pesta D

Some of the beneficial adaptations exerted by resistance training include increased GLUT4 translocation in skeletal muscle, increased insulin sensitivity and hence restored metabolic flexibility.

Increased energy expenditure and excess postexercise oxygen consumption in response to RT may be other beneficial effects.

Resistance training is increasingly establishing itself as an effective measure to improve overall metabolic health and reduce metabolic risk factors in diabetic patients.

Diabetes Metab. 2013 May;39(3):205-16

Physical activity and type 2 diabetes. Recommendations of the SFD (Francophone Diabetes Society) diabetes and physical activity working group

Duclos M, Oppert JM, Verges B, Coliche V, Gautier JF, Guezennec Y, Reach G, Strauch G
(SFD diabetes and physical activity working group)

...clinicians are concerned with answering questions regarding how, where and with whom:

How can patients be motivated to practice a physical activity over the long-term?

And how can qualified exercise trainers and appropriate practice settings be found?

PLoS One 2013 Nov 13;8(11):e80436

Role of exercise in the management of diabetes mellitus: the global scenario

Thent ZC, Das S, Henry LJ

Conclusion:

Aerobic exercise is more common in clinical practice compared to resistance exercise in managing T2DM.

Treatment of T2DM with exercise training showed promising role in USA.

A large number of researches are mandatory in the developing countries for incorporating exercise in the effective management of T2DM.

Hepatology 2013 Oct;58(4):1287-95

Both resistance training and aerobic training reduce hepatic fat content in type 2 diabetic subjects with nonalcoholic fatty liver disease (The RAED2 Randomized Trial)

Bacchi E, Negri C, Targher G, Faccioli N, Lanza M, Zoppini G, Zanolin E, Schena F, Bonora E, Moghetti P

This is the first randomized controlled study to demonstrate that resistance training and aerobic training are equally effective in reducing hepatic fat content among type 2 diabetic patients with NAFLD.

Nitric Oxide 2014 Feb 15;37:28-40

Skeletal muscle nitric oxide (NO) synthases and NO-signaling in "diabetesity"- what about the relevance of exercise training interventions?

Eghbalzadeh K, Brixius K, Bloch W, Brinkmann C

...signaling pathways which induce iNOS up-regulation under pathophysiological conditions...

...high NO concentrations are likely to contribute to triggering skeletal muscle insulin resistance and to reducing mitochondrial capacity during the development and progression of type 2 diabetes...

...beneficial effects of regular physical exercise on the altered NO metabolism in the skeletal muscle of overweight/obese type 2 diabetic subjects...

Res Sports Med. 2014;22(1):75-87

Acute effects of different intensities of resistance training on glycemic fluctuations in patients with type 1 diabetes mellitus.

Silveira AP, Bentes CM, Costa PB, Simão R, Silva FC, Silva RP, Novaes JS

...the moderate and high intensities appear to lower blood glucose levels to a greater extent than the low intensity.

Acta Diabetol. 2014 Feb 25 [Epub ahead of print]

Effect of supervised exercise training on musculoskeletal symptoms and function in patients with type 2 diabetes: the Italian Diabetes Exercise Study (IDES)

Balducci S, Vulpiani MC, Pugliese L, D'Errico V, Menini S, Salerno G, Gargiulo L, Ferretti A, Pugliese G

...Scores for symptoms and functional status of limbs and spine were significantly better in EXE (training plus exercise counseling) than in CON (counseling alone) subjects and correlated with PA (physical activity)/exercise volume and improvements in fitness parameters.

Preliminary evaluation of musculoskeletal symptoms is useful in favoring compliance with supervised training programs and obtaining significant benefits to the functional status of the involved joints.

Formen der Kraft und Kontraktion

- **Isometrische** (statische) Kraft bzw. Kontraktion

Haltekraft/Haltekontraktion

Spannung bei gleichbleibender Muskellänge

- **Isotonische** (dynamische) Kraft bzw. Kontraktion

- **konzentrisch** ("überwindend")

positiv-dynamisch

Spannung bei Verkürzung des Muskels

- **exzentrisch** ("nachgebend", "bremsend")

negativ-dynamisch

Spannung bei Verlängerung/Dehnung des Muskels

Krafttraining und seine Mythen

- *"Krafttraining macht zu viele Muskeln"*
typisch weibliche Furcht ☺
- *"Krafttraining macht unbeweglich"*
- *"Krafttraining macht langsam"*
- *"Übungen mit Hohlkreuz sind schlecht"*
- *"Die tiefe Kniebeuge ist schlecht für's Knie"*

Komplexe Übungen versus Isolationsübungen

Isolierte Übung: *Training eines Muskels* (→Bodybuilding)

Beispiele: *Bizeps-Curls, Crunches, Adduktoren-/Abduktorenmaschine*

Komplexe Übung: *Training einer Bewegung* (→Krafttraining)

Beanspruchung mehrerer Muskelgruppen, die gemeinsam an einer Bewegung beteiligt sind ("Muskelkette", "Muskelschlinge")

Beispiele:

Box squats, tiefe Kniebeuge: Hamstrings, Quadriceps, Glutaeus maximus, autochthone Rückenmuskulatur

Klimmzug mit engem Kammgriff: Bizeps, Pectoralis, Latissimus

Bankdrücken: Pectoralis, vorderer Deltoid, Trizeps

Die komplexen Grundübungen des Krafttrainings

- Kreuzheben (dead lift)
- Tiefe Kniebeuge (squat), Boxbeuge (box squat)
- Bankdrücken (bench press) (flach)
- Klimmzug (Latissimuszug)
- Langhantel-Rudern vorgebeugt
- Schulterdrücken (military press, front press)

weitere komplexe Übungen:

- Dips
- Bankziehen
- Good mornings
- Hyperextensions, reversed hyperextensions
- Beinheben im Hang
- Barbell rollouts

Krafttraining mit freiem Widerstand versus Maschinen

Maschinen

- Geführte Bewegung $\Rightarrow$ kein bzw. kaum Training der *intermuskulären Koordination*
- Einstieg für Anfänger (aber grundsätzlich können auch diese mit freiem Widerstand beginnen: *Lerneffekt*)
- Kein Partner erforderlich

Freier Widerstand (Langhantel, Kurzhantel)

- Training der **Kraft** und der **intermuskulären Koordination**
 $\Rightarrow$ *besonders effiziente Hilfe im Alltag*
- Partner zur Kontrolle und Hilfestellung bei Bedarf

Die Methodik des Krafttrainings

ist unabhängig vom Trainingszustand

(d.h. bei Anfängern die gleiche wie bei "Profis")

Unterschied: 1. Widerstand (Hantelgewicht)

2. Trainingsvolumen

⇒ Anpassung der "Dosis" (analog zum Ausdauertraining)

Anfänger müssen zuerst die korrekte Bewegungsausführung der Übungen erlernen und automatisieren, bevor sie den Widerstand erhöhen

⇒ Prophylaxe von Überlastungssyndromen (z.B. "Ansatztendinosen") und Verletzungen

Die Methodik des Krafttrainings

Der *Widerstand* (Hantelgewicht bzw. entspr. Maschineneinstellung) richtet sich nach der geplanten *Wiederholungs-Zahl* eines Satzes (WH) (früher: nach % der Maximalkraft)

- **Maximalkraft**: 3 - 6 (versuchsweise) schnelle WH
- **Hypertrophie**: 8 - 12 zügige bis langsame WH (auch exzentrisch)
- **Schnellkraft**: 3 - 5 schnellstmögliche, "explosive" WH *
- **Kraftausdauer**: 30 - 40 zügige WH **

* Widerstand 50-55% des 1RM (1RM = one repetition maximum)

** TUT (time under tension) 40 - 60 sec (max. anaerob-laktazide Energiebereitstellung)

Komplexe Übungen versus Isolationsübungen

Bei Übergewicht und metabolischem Syndrom
- mit oder noch ohne manifestem T2DM -
sind komplexe Übungen zu bevorzugen.

Gleichzeitiger Einsatz mehrerer Muskeln
⇒ Arbeit einer größeren Muskelmasse
⇒ höherer Energieumsatz

3 bis 4 komplexe Übungen pro Trainingseinheit genügen
3 bis 4 Sätze als Stationstraining oder
Zirkeltraining mit 3 bis 4 Durchgängen

Krafttraining aus medizinischer Indikation

sollte primär ein **Hypertrophietraining** sein

Vorrangiges Ziel ist der Muskelaufbau

⇒ "Zurückholung" von im Lauf der Jahre "verlorengegangener" Muskelmasse als

1. **Stoffwechselorgan** (Insulinsensitivität, BZ-Homöostase, Betaoxidation...)

2. **Stützorgan des passiven Bewegungsapparates**

Das "Prinzip der letzten Wiederholung" ist für Anfänger kein "Muss"

⇒ **"Sanftes Krafttraining"** (*Boeckh-Behrens/Buskies*)

Krafttraining aus medizinischer Indikation

Die Hypertrophiemethode

(8 bis 12 zügige bis eher langsame WH, auch exzentrisch)

geht mit einem hohen Energieumsatz einher

Energieumsatz ↑ durch Kombination mit der

Kraftausdauer Methode

(30 bis 40 zügige WH bis zur muskulären Azidose)

⇒ "Ausreizen" von noch mehr Muskelfasern

Beispiel: 3 Sätze HT + 1 Satz KA oder 2 Sätze HT + 2 Sätze KA

Hypertrophietraining

- ⇒ additive Auslastung des Muskelfaserquerschnitts
- ⇒ biochemisches Milieu, das eine Verlängerung der Bindungsdauer des Aktin-Myosin-Komplexes bedingt.

Dadurch werden die "alten und schwachen" Sarkomere von den jüngeren und leistungsfähigeren quasi "zerstört" und in einem Zeitraum von 8 bis 15 Tagen neu gebildet.

Ein trainierter, in Hypertrophie begriffener Muskel ist demnach immer ein - biologisch gesehen - "jüngerer" Muskel.

Körperliche Aktivität bei *Adipositas - metabol. Syndrom - T2DM* Prävention und Therapie

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 genügen 1-2 effiziente Trainingseinheiten pro Woche).
3. Mit Krafttraining ist (v.a. langfristig) eine effizientere Reduktion des Körperfettanteils möglich als mit Ausdauertraining.

Körperliche Aktivität bei *Adipositas - metabol. Syndrom - T2DM* Prävention und Therapie

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 -
am besten beides !