"Bewegung als Medikament"

Körperliche Aktivität

als Basis der "Gesund leben-Pyramide"

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

"Bewegung als Medikament"

Körperliche Aktivität

als Prävention und Therapie

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

Körperliche Aktivität

"Add life to years, not just years to life"

Es kommt nicht so sehr darauf an, wie *alt* man wird,

sondern *wie* man alt wird

Der "homo industrialis" bewegt sich immer weniger, obwohl er genetisch noch auf regelmäßige körperliche Aktivität programmiert ist, da seine biologische Evolution nicht mit der gesellschaftlichen und technologischen Entwicklung Schritt gehalten hat.

Diese Tatsache erklärt die meisten der heutigen Wohlstandsleiden.

Woran erkrankt und stirbt der Mensch unserer Gesellschaft ?

Jeder fürchtet den Krebs, aber es ist die Atherothrombose, vor allem die KHK, die nicht nur beim Mann, sondern genauso bei der Frau mit Abstand an erster Stelle der Todesursachen steht.

So hat die postmenopausale Frau ein 10-fach höheres Risiko, an einem Herzinfarkt zu versterben als am Mammacarcinom.

An den Folgen der Osteoporose sterben jährlich mehr Frauen als an Brustkrebs, ja sogar mehr als an sämtlichen gynäkologischen Malignomen zusammen.

Die präventivmedizinische Bedeutung körperlicher Aktivität

- Aktiver und passiver Bewegungsapparat:
  Prävention von Osteoporose, Sarkopenie, Arthrosen

- Metabolismus: Benefit auf
  - den BZ- und Lipid-Stoffwechsel (Metabol. Syndrom, T2DM…)
  - das kardiovaskuläre Risiko (Herzinfarkt, Schlaganfall)

- Neoplasmen: Senkung des Krebsrisikos
  - Mann: Colon-Ca, Bronchus-Ca
  - Frau: Mamma-Ca

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 !)

Epidemiologie

Studie der Universitätsklinik Ulm 2003:

Schon wer sich weniger als eine Stunde pro Woche in der Freizeit sportlich betätigt, hat ein geringeres Risiko einer Herzerkrankung im Vergleich zu einem "Couch-Potatoe".

Ein bis zwei Stunden Sport pro Woche reichen aus, um das Risiko einer Herzerkrankung um 40 Prozent zu senken,
zwei Stunden wöchentlich reduzieren das Risiko im Vergleich zu einem körperlich inaktiven Lebensstil bereits um 60 Prozent.

Weitere Literatur über den Benefit körperlicher Aktivität

- BYBERG et al, BMI 2009 Mar 5;338:b688

Total mortality after changes in leisure time physical activity in 50 year old men: 35 year follow-up of popuation based cohort

Increased physical activity in middle age is followed by a reduction in mortality to the same level as seen among men with constantly high physical activity.
This reduction is comparable with that associated with smoking cessation.

- LÖLLGEN et al, Int J Sports Med 2009 Mar;30(3):213-24

Physical acitivity and all-cause mortality: a updated meta-analysis with different intensity categories

Regular physical activity over longer time is strongly associated with a reduction in all-cause mortality in active subjects compared to sedentary persons.
There is a dose-response curve especially from sedentary subjects to those with mild and moderate exercise with only a minor additional reduction with further increase in acitivity level.

Das (poly)metabolische Syndrom

"Syndrom X"

"The deadly quartet"

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

- 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 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 – kardiovaskuläre 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 Energiebalanz (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 Insulinsekrektion als unabhängiger Prädiktor einer Gewichtszunahme
  SCHWARTZ MW et al, J Clin Endocrinol Metab 1995 May;80(5):1571-6

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 "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 Motivator und (optimalerweise auch 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

time

for

action !

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…
  + Herzmuskulatur (HMV)

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 Altersgrenze 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 x KG (kg) + 12 x Watt (Mann)
3.15 x KG (kg) + 12 x 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.

Metabolische Effekte körperlicher Aktivität

Ein arbeitender Muskel kann auch ohne "Mithilfe" von Insulin Glukose aufnehmen

Insulin-unabhängige Glukoseaufnahme in den arbeitenden Muskel

Muskelkontraktion ⇨ AMP-abhängige GLUT 4-Translokation

Verhältnis ATP/AMP während der kontraktilen Aktivität ↓
⇨ Aktivität der AMP-aktivierten Proteinkinase (AMPK) ↑

Die vermehrte Expression der AMPK führt insulinunabhängig zu einer Steigerung der GLUT 4-Translokation in das Sarkolemm (Muskelzellmembran) und damit zu einer gesteigerten Glukoseaufnahme.

Dieser Mechanismus ist in erster Linie für die Verbesserung der Insulinresistenz durch Krafttraining verantwortlich.

Metabolische Effekte körperlicher Aktivität

Mittel- bis langfristige Effekte eines "Abspeckens":

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 Adipozytokine, die die Insulin-vermittelte Signaltransduktion der Muskelzellen hemmen (→ GLUT 4-Translokation in die Muskelzellmembran)

⇨ Verbesserung der muskulären Insulinsensitivität ⇨ BZ-Homöostase (v.a. durch Muskelaufbautraining bei metabol. Syndrom/T2DM)

⇨ 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)

⇨ HDL_3 → HDL_2

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

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 positiven Effekte eines regelmäßigen Trainings auf den Stoffwechsel

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 (Muskulatur, nicht Herz)	↑	↑
Energieumsatz	↑	↑

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

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:

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

  Bildung von NO im Endothel ⇨ Gefäßerweiterung, Durchblutung ↑, diastol. RR ↓

- 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

  Plasmavermehrung ⇨ Blutviskosität ↓
  Fibrinolyseaktivität ↑
  Thrombozytenaggregation ↓

Weitere Effekte eines körperlichen Trainings

- Herz-Kreislauf:
  Blutdrucksenkung durch "Betablockereffekt" bei Ausdauertraining

- Knochenstoffwechsel:
  Erhöhung der Knochendichte und Verbesserung der Mikroarchitektur durch "weight bearing exercises" (Körpergewicht als Widerstand)

- Hormonsystem:
  HGH/IGF-1, ACTH, Testosteron, Kortisol, Katecholamine…

- Immunsystem:
  weiße Blutkörperchen (Lymphozyten…), Zytokine (IL-6 ↓…)

"GLOBESITY"

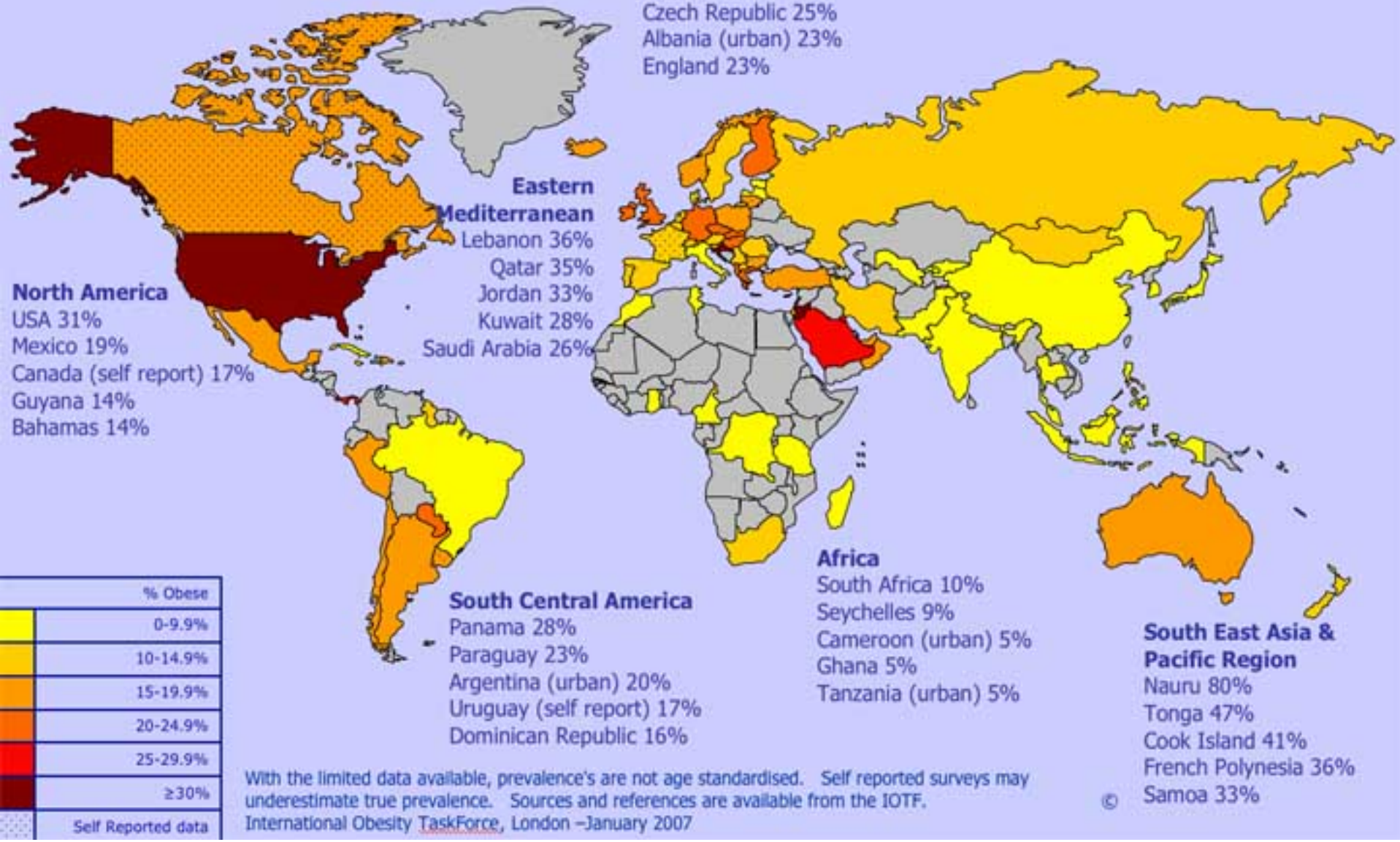
WHO:

global epidemic of obesity

Global Prevalence of Obesity in Adult Males

iaso

With examples of the top 5 Countries in each Region

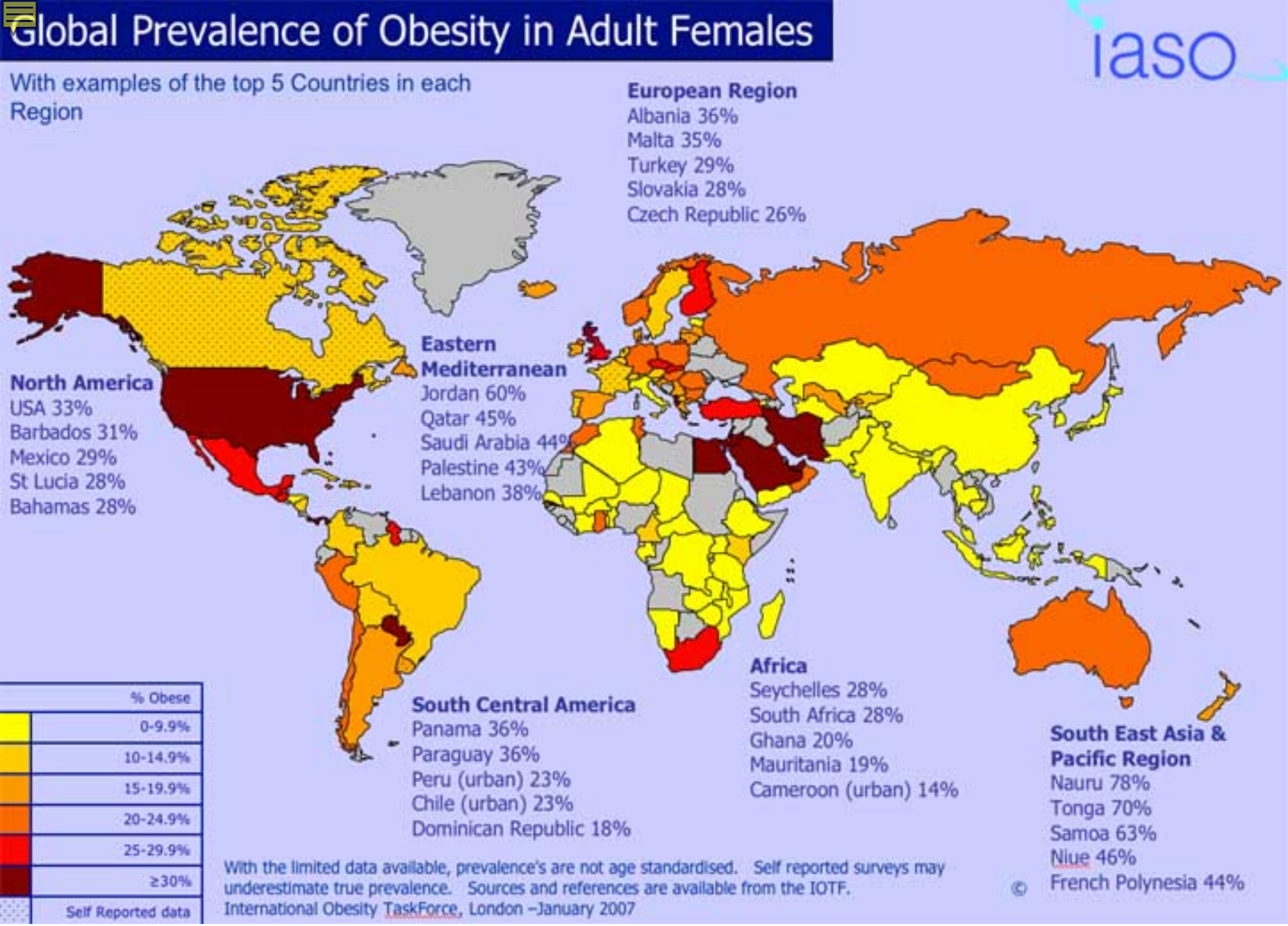


With the limited data available, prevalence's are not age standardised. Self reported surveys may underestimate true prevalence. Sources and references are available from the IOTF.
International Obesity TaskForce, London –January 2007

©

Global Prevalence of Obesity in Adult Females

With examples of the top 5 Countries in each Region



With the limited data available, prevalence's are not age standardised. Self reported surveys may underestimate true prevalence. Sources and references are available from the IOTF.
International Obesity TaskForce, London –January 2007

©

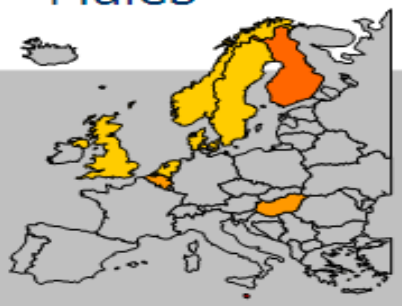
Increasing Obesity Rates in Europe 1985-2005

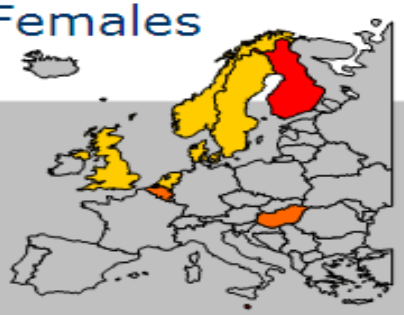
% Obesity
< 5 %
5-9.9%
10-14.9%
15-19.9%
20-24.9%
⩾ 25%

Males

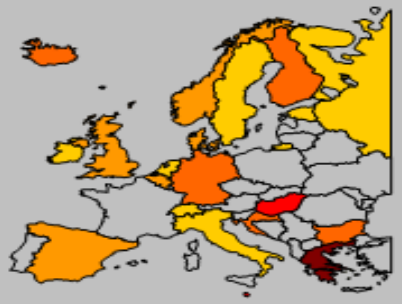
Females

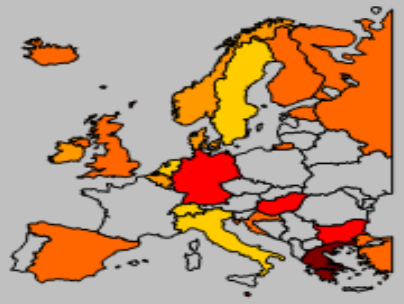
1985-89



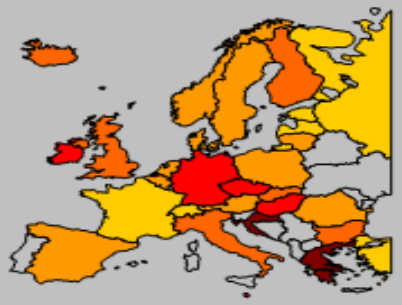


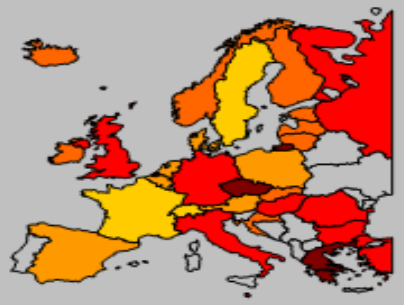
1990-94



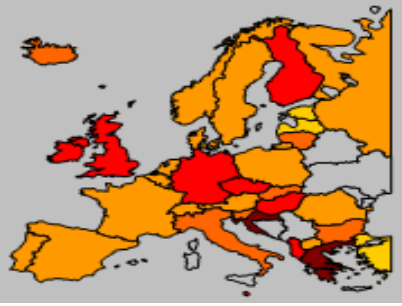


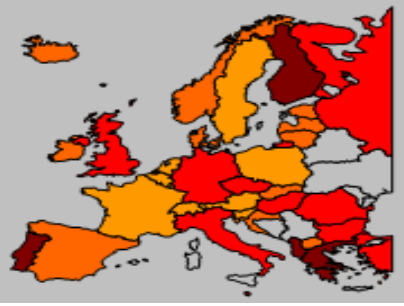
1995-99





2000-2005





http://www.iotf.org/database/TrendsEuropeanadultsthroughtimev3.htm

Klassifikation des Übergewichts bei Erwachsenen anhand des BMI

Gewichtsklasse	BMI (kg/m²)
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

Definitionen von Übergewicht

Body mass index (BMI)

als Berechnungsgrundlage für die Gewichtsklassifikation

Untergewicht	< 18,5
Normalgewicht	18,5 – 24,9
Übergewicht	**≥ 25,0**
Adipositas	**≥ 30,0**



BMI = Quotient aus Körpergewicht und Körpergröße zum Quadrat (kg/m²)

Beispiel: $\frac{100\ \text{kg}}{(1{,}70\ \text{m})^2} = 34$ $\frac{80\ \text{kg}}{(1{,}70\ \text{m})^2} = 28$ $\frac{60\ \text{kg}}{(1{,}70\ \text{m})^2} = 21$

ABER: BMI berücksichtigt nicht die Fettverteilung

Prävention und Therapie der Adipositas. Evidenzbasierte Leitlinie. Deutsche Adipositas Gesellschaft 2007.

Definitionen von Übergewicht

Body mass index (BMI)

als Berechnungsgrundlage für die Gewichtsklassifikation

Untergewicht	< 18,5
Normalgewicht	18,5 – 24,9
Übergewicht	**≥ 25,0**
Adipositas	**≥ 30,0**



BMI = Quotient aus Körpergewicht und Körpergröße zum Quadrat (kg/m²)

Beispiel: $\frac{100\ kg}{(1{,}70\ m)^2} = 34$ $\frac{80\ kg}{(1{,}70\ m)^2} = 28$ $\frac{60\ kg}{(1{,}70\ m)^2} = 21$

ABER: BMI berücksichtigt nicht die Körperzusammensetzung

Prävention und Therapie der Adipositas. Evidenzbasierte Leitlinie. Deutsche Adipositas Gesellschaft 2007.

"Übergewicht"

Übergewicht = zu hoher Körperfettanteil

Relevant ist weniger das Körpergewicht
als vielmehr die Körperzusammensetzung

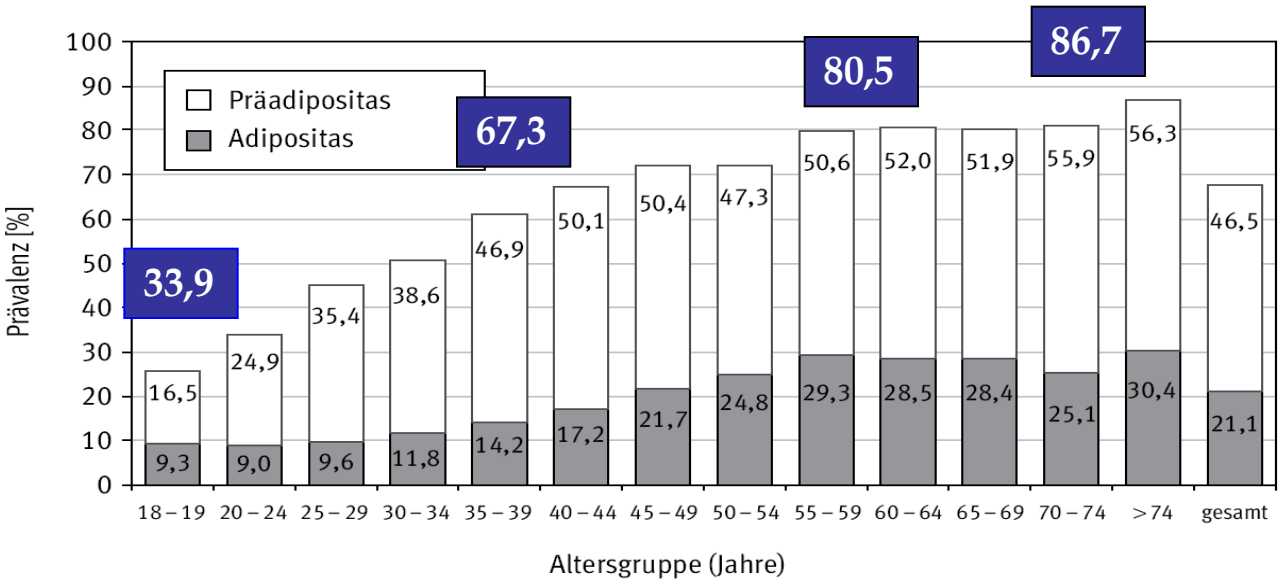
Körpergewicht und BMI sind im Einzelfall zu evaluieren

⇨ *Nicht auf die Waage "fixieren" !*

Übergewicht & Adipositas

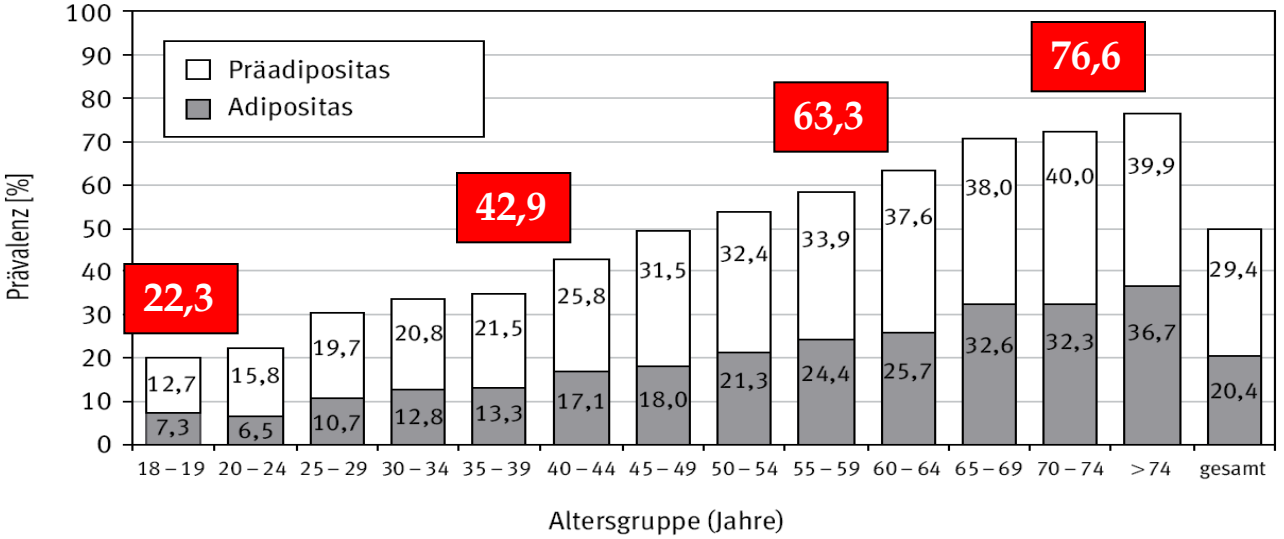
Männer

68 % haben Übergewicht



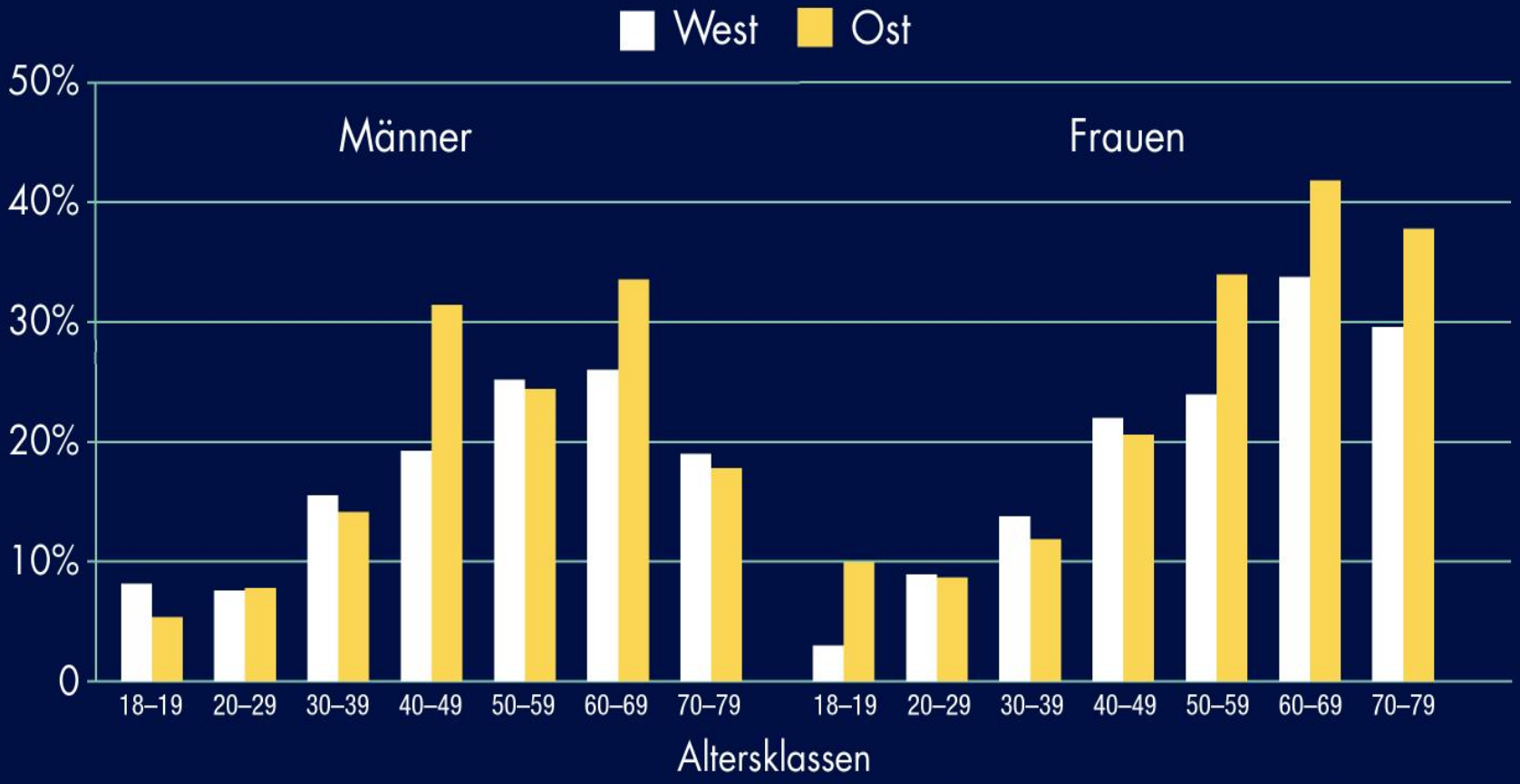
Frauen

50 % haben Übergewicht



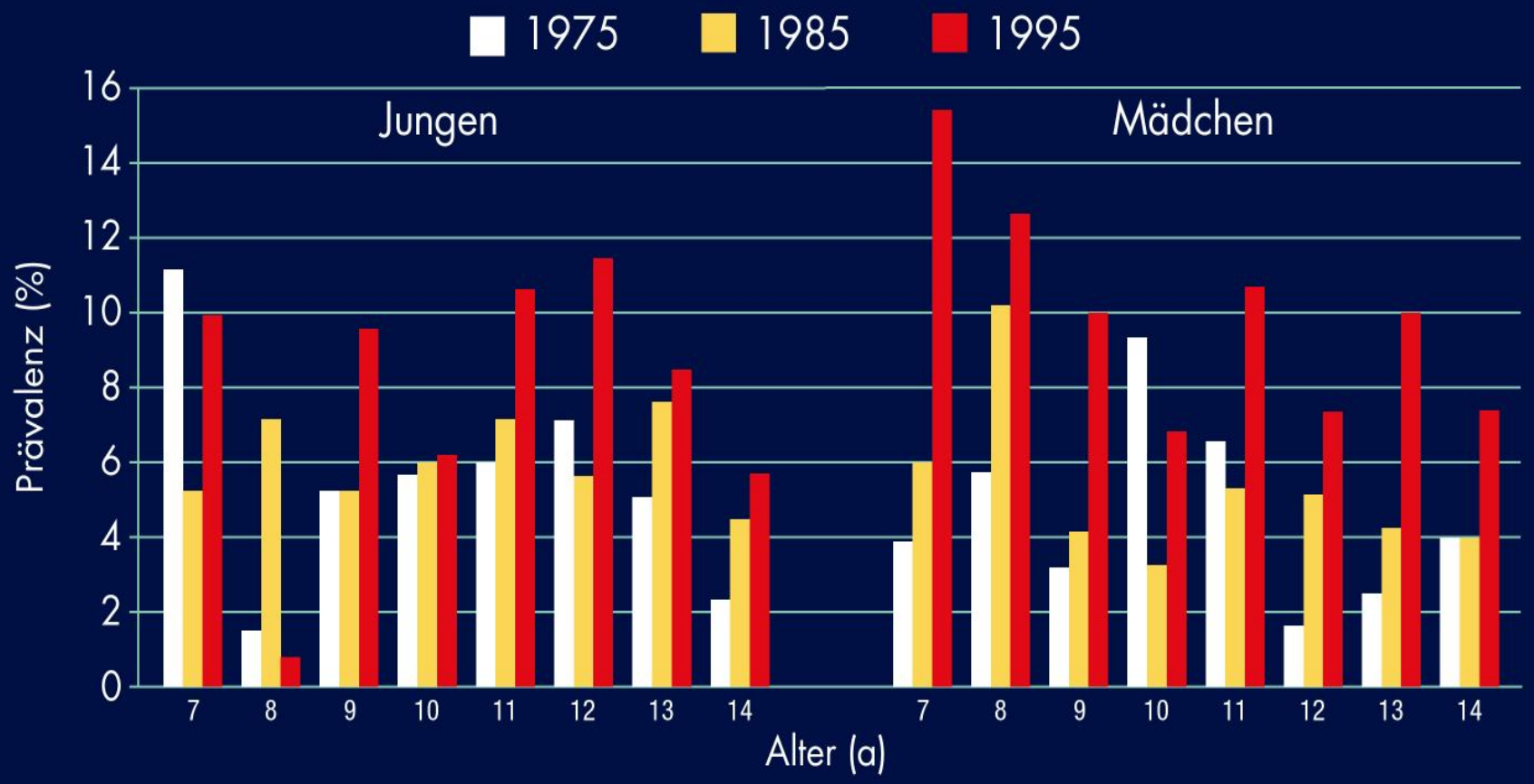
Ernährungsbericht 2008, Deutsche Gesellschaft für Ernährung.

Prävalenz von Adipositas (BMI > 30 kg/m²) in Deutschland



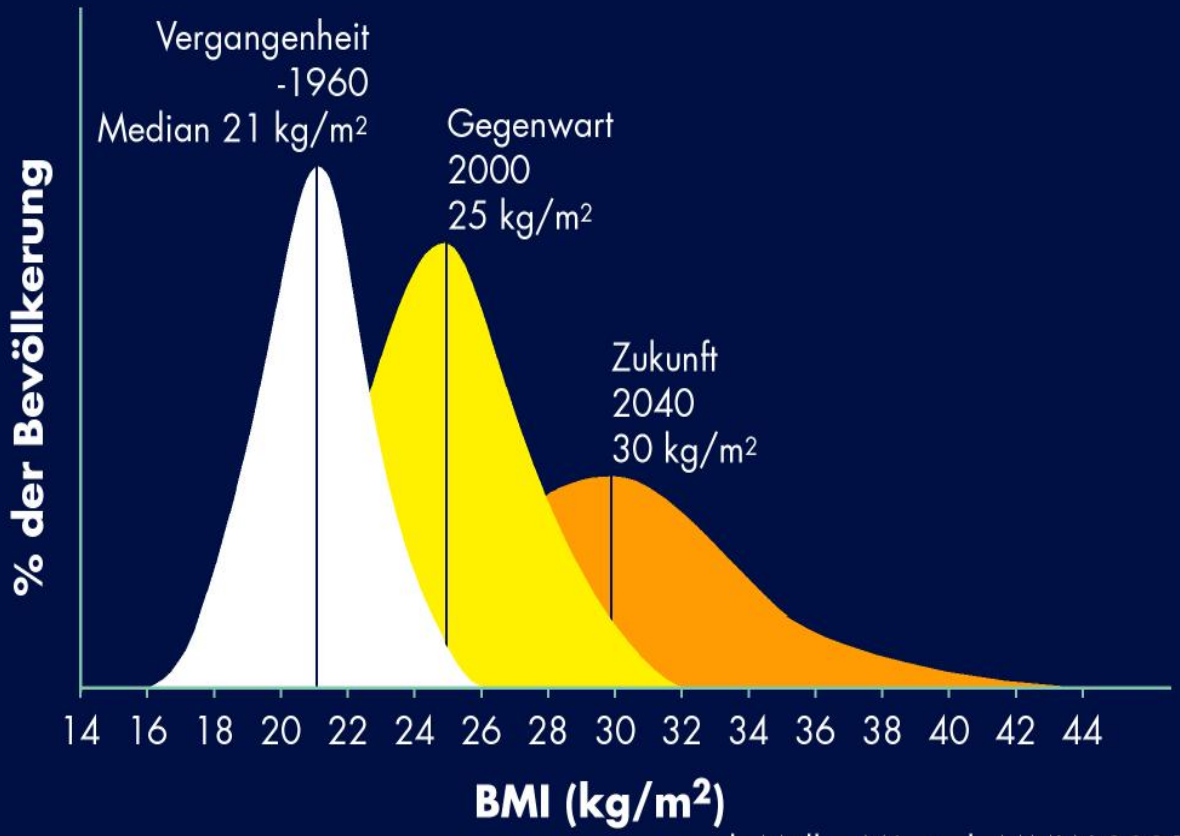
Bergmann KE et al. Gesundheitswesen 1999; 61: S115–120

Prävalenz adipöser deutscher Kinder 1975 – 1995



Kromeyer-Hauschild K et al. Int J Obes 1999; 23: 1143–1150

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

Folgen von Übergewicht und Adipositas

- Arterielle Hypertonie (Bluthochdruck)
- IFG, IGT, T2DM (Typ 2-Diabetes mellitus)
- Hyper-Dyslipidämien (Fettstoffwechselstörungen)
- Fettleber (NAFLD, NASH)
- Hyperurikämie
- Orthopädische Probleme (Arthrosen)
- Polyzystisches Ovarsyndrom (PCO)
- Psychosoziale Probleme

Risikofaktoren für Übergewicht und Adipositas

- **Endogen**
  - Genetische Belastung
- **Exogen**
  - **Bewegungsmangel** (Hauptursache)
  - Fehl- und Überernährung
  - "weight-cycling" ("Jo-Jo-Effekt" bei Crashdiäten)
  - Armut

Eat to



Live!



Live to Eat!

Die Energiebalanz - Energiebilanz…



…entscheidet über den Körperfettanteil

Verminderter Energieumsatz

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

Körperliche Inaktivität

Handy und Fernbedienung…

…Bewegungs"verlust" von fast 150 km pro Jahr

⇨ 3000 bis 6000 kcal ⇨ 0.4 bis 0.8 kg Fettgewebe








24
FITNESS

ENERGIEUMSATZ

TEE (total energy expenditure)

A. Grundumsatz (GU, BMR: basal metabolic rate)

B. Bewegungsabhängige Thermogenese

C. Nahrungsinduzierte Thermogenese

D. Adaptive Thermogenese

ENERGIEUMSATZ

A. Grundumsatz (GU, BMR)

abhängig von Muskelmasse (damit auch Alter) und körperlicher Aktivität

Mann (kcal) : GU = 900 + 10 x Körpergewicht (kg)
Frau (kcal) : GU = 700 + 7 x Körpergewicht (kg)

GU pro Stunde = ca. 40 kcal/m^2 Körperoberfläche

Berechnung nach HARRIS und BENEDICT (in kcal):

BMR (Mann) = 66.5 + (13.75 x w) + (5.003 x h) - (6.775 x a)
BMR (Frau) = 655.1 + (9.563 x w) + (1.850 x h) - (4.676 x a)

w: weight (Körpergewicht in kg)
h: height (Körpergröße in cm)
a: age (Alter in Jahren)

Anmerkung: Bei Übergewicht gilt "Körpergröße minus 100" als Körpergewicht (BROCA)

ENERGIEUMSATZ

B. Bewegungsabhängige Thermogenese

Arbeitsumsatz, Leistungsumsatz

abhängig von

1. Ausmaß der arbeitenden Muskelmasse

2. Intensität und Dauer der körperlichen Aktivität

ENERGIEUMSATZ

Bewegungsabhängige Thermogenese

PAL: *physical activity level*

Multiplikator des GU je nach Belastungsintensität
für den Zeitraum körperlicher Arbeit (siehe auch MET, Folie 69)

Leichte körperliche Arbeit	⇨	GU x 1.5 – 2
Mittelschwere körperliche Arbeit	⇨	GU x 2 – 4
Schwere körperliche Arbeit, Sport	⇨	GU x 6 - 12

ENERGIEUMSATZ

TEE: Total energy expenditure in Abhängigkeit vom PAL

PAL = TEE : BMR

Büroarbeit	⇨	GU x 1.2 - 1.3
Leichte körperliche Arbeit	⇨	GU x 1.4 – 1.5
Mittelschwere körperliche Arbeit	⇨	GU x 1.6 – 1.8
Schwere körperliche Arbeit	⇨	GU x 2.0 - 2.5

ENERGIEUMSATZ

C. Nahrungsinduzierte Thermogenese

Postprandiale Thermogenese

Thermogene Wirkung der Nahrung
⇨ Steigerung des Energieumsatzes nach Nahrungsaufnahme

- Energiebedarf für Verdauung, Resorption und Transport der Nährstoffe
- ca. 8 – 15% des täglichen Energieumsatzes (durchschnittlich 10%)
- abhängig von Art und Menge der aufgenommenen Nahrung:

Proteine	**:**	**18 – 25%**
Kohlenhydrate	**:**	**4 – 7%**
Fette	**:**	**2 – 4%**

(% der mit dem jeweiligen Nährstoff aufgenommenen Energiemenge)

ENERGIEUMSATZ

D. Adaptive Thermogenese

Energiebereitstellung für die Anpassung an veränderte Bedingungen
(z.B. Stress, intensive geistige Arbeit, Temperaturveränderungen)

Thermoregulation

Unter thermoneutralen Bedingungen (27 – 31°C nahe der Körperoberfläche)
ist keine zusätzliche Wärmeproduktion
zur Erhaltung der Körpertemperatur notwendig

Energieumsatz für die Thermoregulation:

unter normalen Lebensbedingungen maximal 5%
des täglichen Energieumsatzes

ARBEITSUMSATZ

Ermittlung mittels Spiroergometrie:

kcal pro Minute = VO_2 x 5

VO_2 : Sauerstoffaufnahme in Liter pro Minute
Faktor 5 : Umrechnung Liter O_2 → kcal

⇨ kcal pro Stunde = VO_2 x 5 x 60

Beispiele:

a) VO_2 = 3 l/min → Energieumsatz = 3 x 5 = 15 kcal/min = 900 kcal/h

b) Ausdauertraining mit 70% der VO_2max → kcal/h = VO_2max x 0.7 x 5 x 60

ARBEITSUMSATZ

MET: metabolisches Äquivalent

*(**m**etabolic **e**quivalent of **t**ask)*

1 MET ist die O_2-Aufnahme einer erwachsenen Person im Sitzen
= 3.5 (Mann) bzw. 3.15 (Frau) ml VO_2 pro Minute und kg Körpergewicht

kcal/min = [MET x 3.5 (bzw. 3.15) x kg Körpergewicht] x 5/1000
kcal/h = [MET x 3.5 (bzw. 3.15) x kg Körpergewicht] x 5/1000 x 60

⇨ kcal/min = [MET x 3.5 (bzw. 3.15) x kg Körpergewicht] / 200
⇨ kcal/h = [MET x 3.5 (bzw. 3.15) x kg Körpergewicht] x 0.3

⇨ 1 MET in kcal/min = ca. 1 kcal pro kg Körpergewicht und Stunde
(ca. 5% über dem GU)

Mann: 1.05 kcal/kg*h
Frau : 0.95 kcal/kg*h

Beispiel: 70 kg schwere Person → 1 MET = ca. 70 kcal/h (Mann: 73 kcal/h, Frau: 66 kcal/h)
(ca. 1.2 bzw. 1.1 kcal/min)

siehe Der Energieumsatz, www.dr-moosburger.at/pub/pub014.pdf

Veranschaulichung des metabolischen Äquivalents

Sitzen	1 MET
In der Wohnung oder im Büro umhergehen	2 MET
Gehen mit ca. 5 km/h	3 MET
Hausarbeit (Staubsaugen, Bodenwischen)	3 bis 5 MET
Rasenmähen	3 bis 6 MET
Tanzen	3 bis 8 MET
Joggen (= langsames Laufen)	6 bis 8 MET
Bergwandern mit Gepäck	7 bis 10 MET
Fahrradfahren	6 bis 12 MET
Langsames Schwimmen	6 MET
Schnelles Schwimmen	bis 12 MET

Einteilung der Belastungsintensität

- Leichte körperliche Aktivität: < 3 MET
  (< 3 - 4 kcal/min)
- Moderate körperliche Aktivität: 3 – 6 MET
  (3 – 7 kcal/min)
- Schwere körperliche Arbeit: > 6 MET
  (> 6 – 7 kcal/min)

Normalverbrauch des Sportlers bei verschiedenen Tätigkeiten in kcal pro kg Körpergewicht und pro Stunde (kürzerdauernde Leistungen sind auf 1 Stunde umgerechnet)

(Zusammengestellt nach Gräfe, Herbst, Hollmann, Jakowlew, Thörner)

Tätigkeit	kcal/kg/Stunde	kJ/Stunde
Schlaf	0,93	3,89
Grundumsatz (liegend, nüchtern)	1,00	4,19
Grundumsatz plus Verdauung	1,10	4,60
Sitzen (Grundumsatz und Sitzaufwand)	1,04	4,35
Stehen schlaff	1,06	4,44
Stehen straff	1,23	5,15
Liegen im Wasser (18° Celsius)	1,25	5,23
Theoretischer Unterricht	1,50	6,28
An- und Ausziehen	1.69	7,08
Paddeln 4,5 km/Stunde	2,35	9,84
Gehen 3 km/Stunde	2,50	10,47
Rudern Rollsitz 3 km/Stunde	2,75	11,52
Gehen 4,5 km/Stunde	2,80	11,73
Billardspielen	2,90	12,15
Morgengymnastik (leichte Gymnastik)	3,00	12,57
Schwimmen 16 m/Minute	3,00	12,57
Radfahren 9 km/Stunde	3,54	14,83
Rudern, fester Sitz 3 km/Stunde	3,62	15,16
Gehen 6 km/Stunde	3,70	15,50
Stabübungen	4,10	17,17
Reiten (Trab)	4,20	17,59
Schwimmen (Brust) 1,2 km/Stunde	4,40	18,43
Tanzen (Foxtrott) 44 m/Minute	4,44	18,60
Tischtennis	4,50	18,85
Eislaufen 12 km/Stunde	5,02	21,03
Tanzen (Walzer) 28 m/Minute	5,10	21,36
Radfahren 15 km/Stunde	5,38	22,54
Gymnastik nach J. P. Müller	6,70	28,07
Lauf 186 m/Minute	6,70	28,07
Reiten (Galopp)	6,70	28,07
Kanufahren	7,00	29,33
Rudern, Rollsitz, 6 km/Stunde	7,38	30,92
Eislauf 203 m/Minute	7,80	32,68
Reck- und Barrenturnen etwa	8,00	33,52
Gehen 4 km/h mit 50 kp Last	8,10	33,93
Paddeln 7,5 km/Stunde	8,10	33,93
Fechten (Florett)	8,25	34,56
Radfahren 21 km/Stunde	8,72	36,53
Skilaufen 9 km/Stunde	9,00	37,71
Degenfechten	9,30	38,96
Rudern, fester Sitz, 6 km/Stunde	9,30	38,96
Säbelfechten durchschnittlich	9,35	39,17
Laufen 9 km/Stunde	9,50	39,80
Eislaufen 21 km/Stunde	9,92	41,56
Laufen 12 km/Stunde durchschnittlich	10,13	42,44
Schwimmen 47,2 m/Minute	10,30	43,15
Schwimmen 50 m/Minute	10,72	44,91
Rudern 93,4 m/Minute	10,90	45,67
Werfen	11,00	46,09
Skitraining	11,00	46,09
Radfahren 30 km/Stunde	12,00	50,28
Laufen 15 km/Stunde	12,10	50,69
Eislauf 324 m/Minute	12,70	53,21
Ballspielen durchschnittlich	14,00	58,66
Kraulschwimmen 50 m/Minute	14,00	58,66
Ringen durchschnittlich	14,16	59,33
Laufen 300 m/Minute	15,00	62,85
Lauf auf Skiern 228 m/Minute	15,20	63,68
Skilanglauf eben, 14 km/Stunde	23,10	96,78
Lauf 325 m/Minute	35,20	147,48
Lauf 20,4 km/Stunde	57,60	241,34
Lauf 400 m/Minute	85,00	356,15
Delphinschwimmen 100 m/Minute	114,00	477,66

Empfehlungen für die körperliche Aktivität

Traditionelle Richtlinien:

- Frequenz: 3 bis 5 Tage pro Woche
- Intensität: 60 - 90% 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

Übergewicht - Adipositas

Metabolisches Syndrom

Hyperinsulinämie – Insulinresistenz

Kausale Therapie:

Reduktion des viszeralen Körperfettanteils

Fettgewebe

- nicht nur ein passives Speicherorgan,
  das nach Bedarf Energie speichert oder bereit stellt

- mehr als ein stoffwechselträges Gewebe

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

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


2
4
3
1

Dysfunktioneller viszeraler Adipozyt "sick fat cell"-Modell

Das Fettgewebe ist ein endokrines Organ und setzt neben freien Fettsäuren (FFA) auch sog. Adipozytokine (= Adipokine) frei.

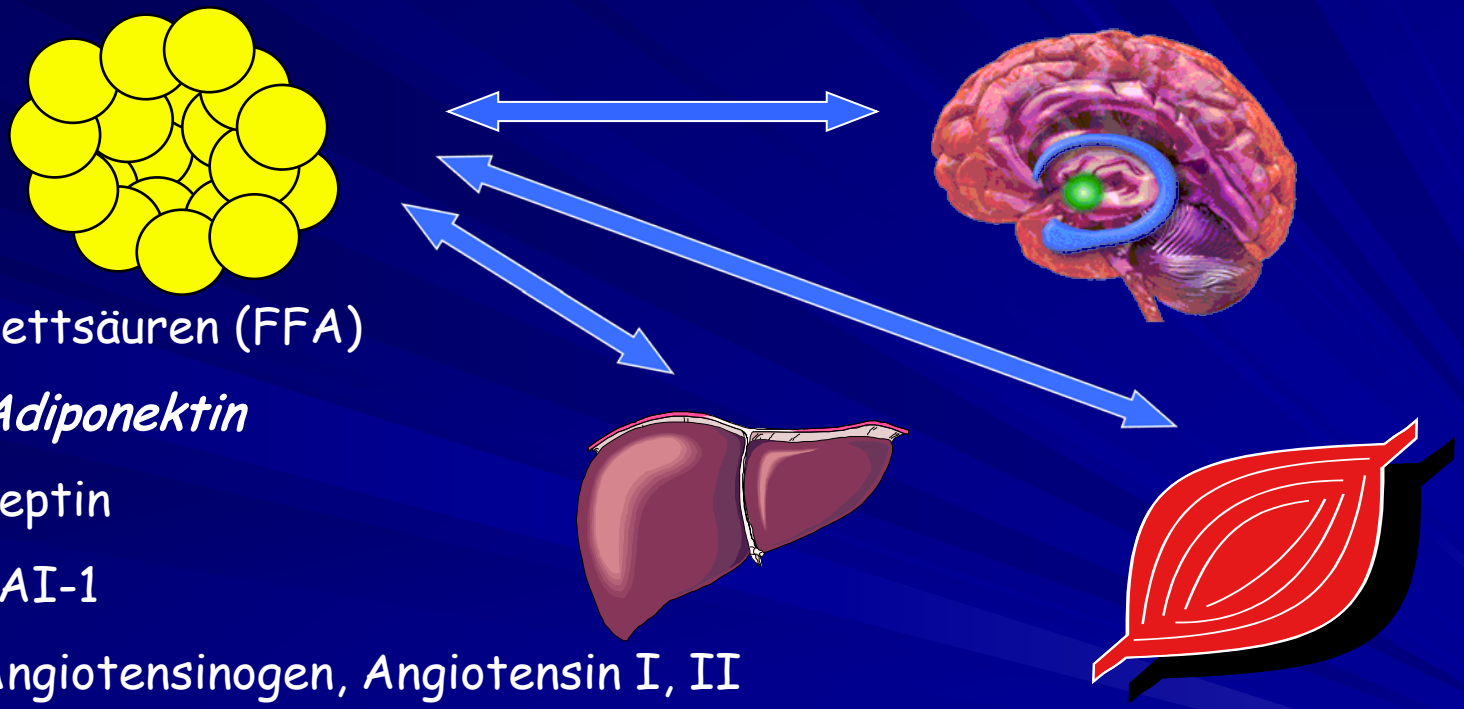
Das viszerale Fettgewebe besteht im Gegensatz zum subkutanen aus großen, fettüberladenen Adipozyten, die einen veränderten Phänotyp aufweisen. Diese "sick fat cells" sind insulinresistent mit pathologisch gesteigerter Lipolyserate und setzen deshalb große Mengen an FFA frei.
Aufgrund einer verminderten Neudifferenzierung besteht eine geringere Fähigkeit zur Fettaufnahme.

Weiters wird das stoffwechselgünstige *Adiponektin* vermindert gebildet und dafür umso mehr die metabolisch ungünstigen und pathogenen Adipozytokine (*IL-6, TNF-a, Leptin, PAI-1, Angiotensinogen u. weitere*).

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.

Fettzelle = Adipozyt

Metabolische und endokrine Aktivität



Fettsäuren (FFA)

Adipokine: ***Adiponektin***

Leptin

PAI-1

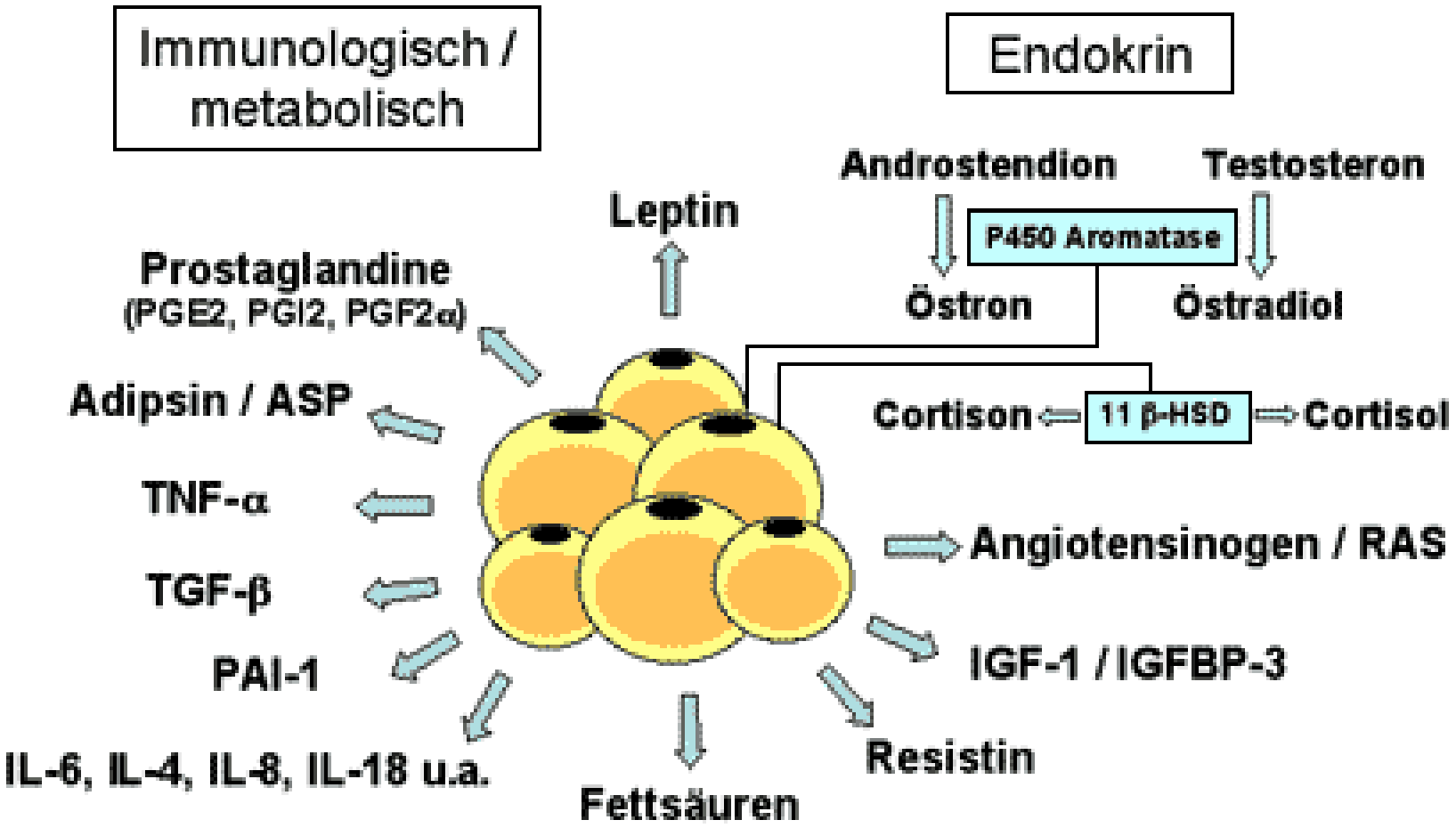
Angiotensinogen, Angiotensin I, II

RBP, CETP, PPAR-γ

IL-6, TNF-α

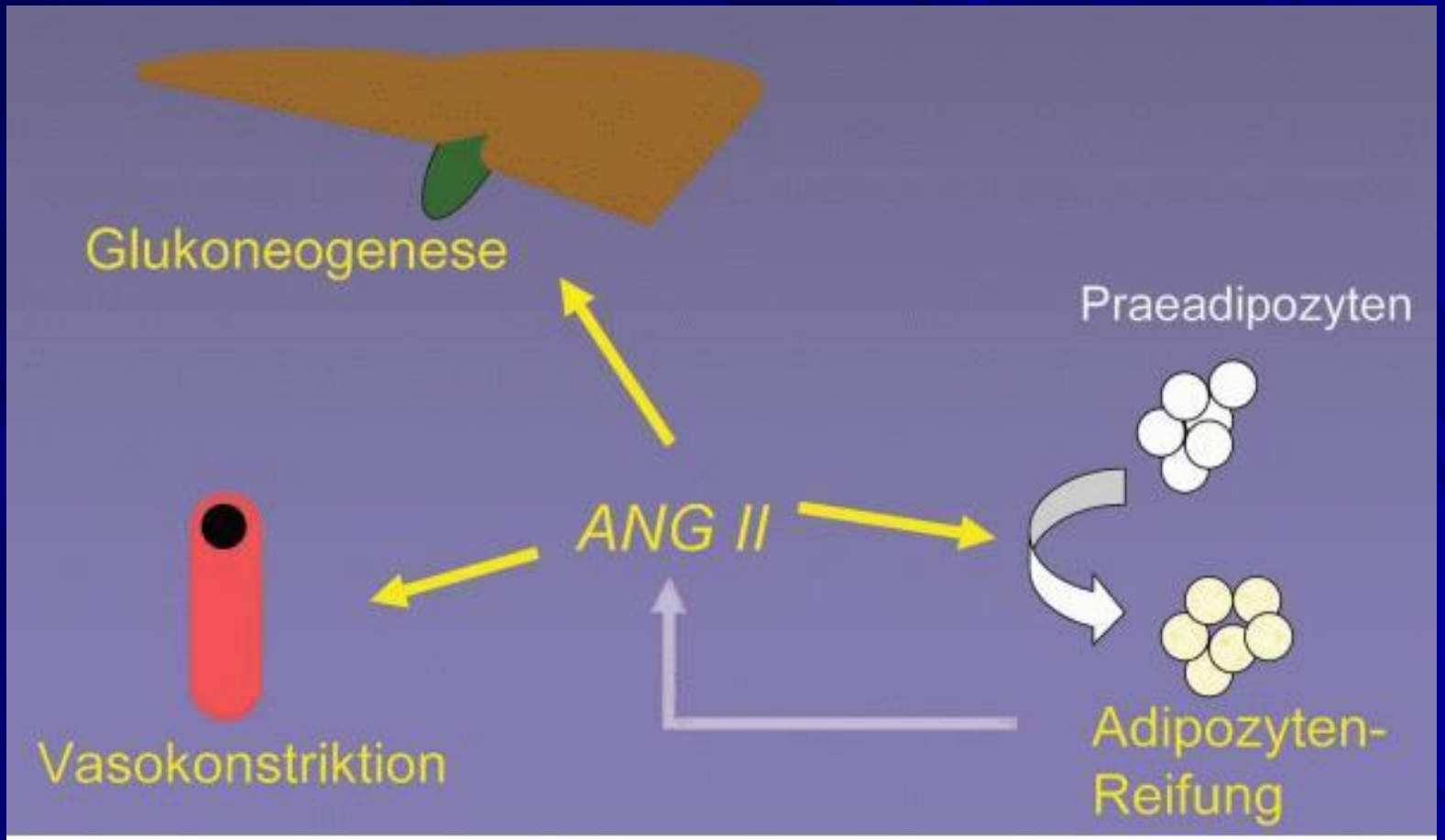
IGF-1 .....

Sekretionsprodukte von Adipozyten



M. Wabitsch, P. Fischer-Posovszky 2006

Bedeutung des lokalen Renin-Angiotensin-Systems im Fettgewebe



Bonner G Journal für Hypertonie 2003; 7 (3): 16-19 ©

Angiotensin II wird in den Adipozyten gebildet.
Im Sinne eines parakrinen Hormons stimuliert es die Reifung der Präadipozyten.
In die Zirkulation sezerniert, fördert es die hepatische Glukoneogenese und erhöht den minimalen Gefäßwiderstand in der Skelettmuskulatur mit der Folge einer erhöhten Insulinresistenz.

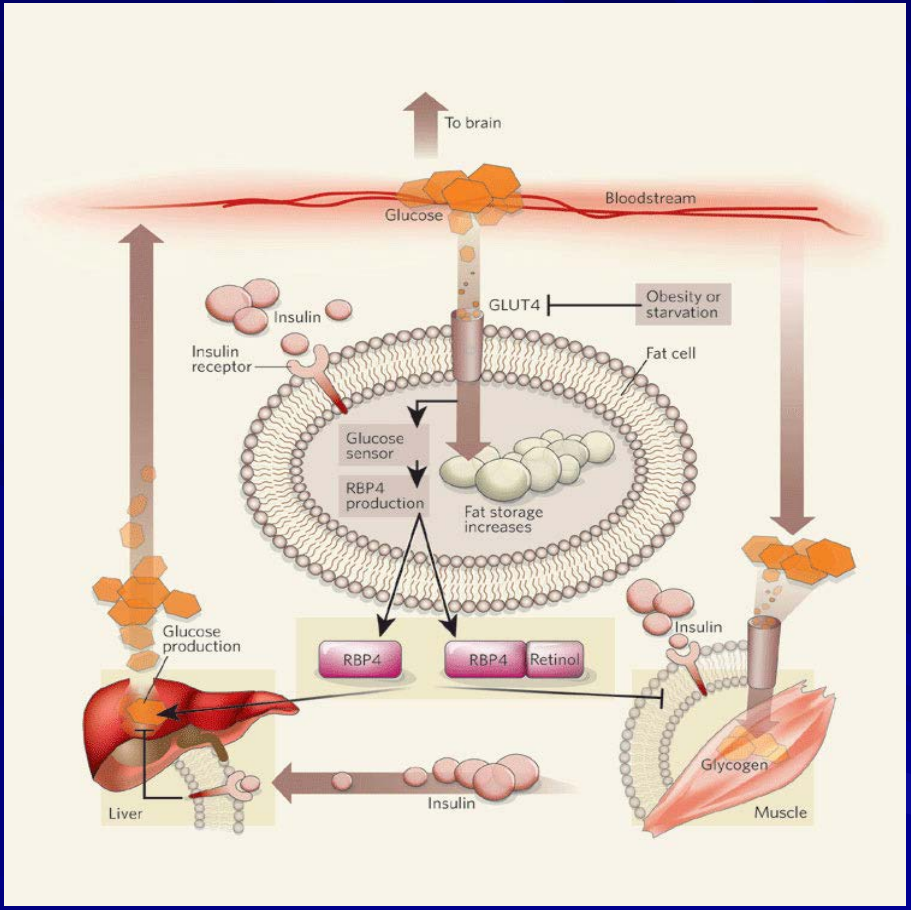
RBP4, an unexpected adipokine

Yoshikazu Tamori, Hiroshi Sakaue & Masato Kasuga

Nature Medicine **12**, 30 - 31 (2006)

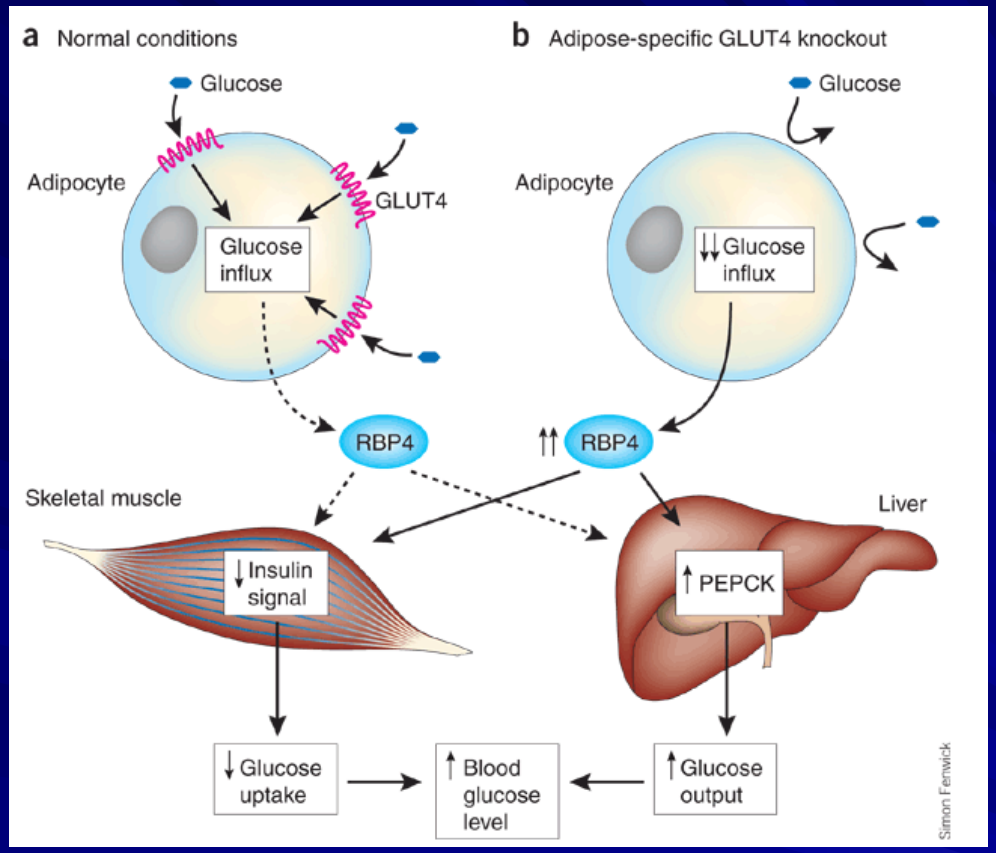
Retinol binding protein-4 in glucose metabolism

Q. Yang et al, Nature 2005, 436
D.M. Muoio, C.B. Newgard, Nature 2005, 436



The decrease in GLUT4 expression that occurs in the fatty tissue of obese animals is accompanied by increased expression and secretion of the fat-derived factor RBP4. This factor, possibly working in concert with retinol (vitamin A), impairs insulin signalling in muscle, inhibiting glucose uptake, and interferes with insulin-mediated suppression of glucose production in the liver, causing blood glucose levels to rise.

Expression of GLUT4 in adipose tissue regulates glucose metabolism in skeletal muscle and liver through PBP4



Under normal conditions, glucose influx into adipocytes mediated by GLUT4 results in only a low level of secretion of RBP4 by these cells **(a)**

In adipocytes lacking GLUT4, glucose influx is greatly reduced and RBP4 secretion into the circulation is consequently increased **(b)**

Circulating RBP4 inhibits insulin signaling in skeletal muscle and upregulates expression of the gluconeogenic enzyme phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK) in the liver. The consequent reduction in glucose uptake by muscle and increase in glucose output by the liver together result in an increase in blood glucose. The expression of GLUT4 is reduced in adipocytes of animals or humans with obesity and type 2 diabetes, with the result that glucose influx through GLUT4 is decreased and secretion of RBP4 is increased.

Erfolgreich "Abspecken"

Ohne sportliche 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…)

Zur Erinnerung:

Die Energiebalanz - 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* (*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 Nonsens !

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

Weitere Information: *Die muskuläre Energiebereitstellung im Sport*
www.dr-moosburger.at/pub/pub023.pdf

"Abspecken" durch Sport

Jede körperliche Aktivität hilft,

eine **negative Energiebilanz** zu realisieren

(in Verbindung mit bewusster Ernährung)

Energieumsatz > Energiezufuhr

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

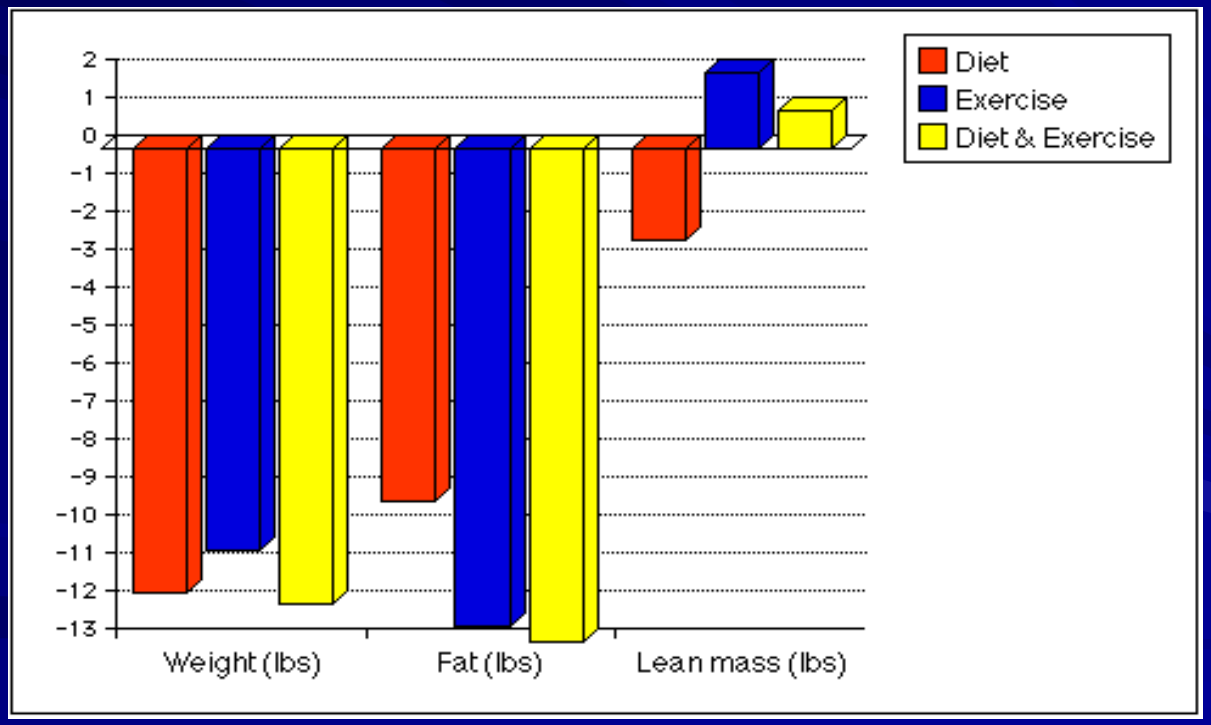
"Geheimnis": "Nachbrenneffekt" (RMR ↑) = EPOC
(Excess postexercise oxygen consumption)
langfristig BMR ↑ ⇨ TEE ↑

Wissenschaft: v.a. Tremblay et al und weitere Arbeitsgruppen (seit ca. 30 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**

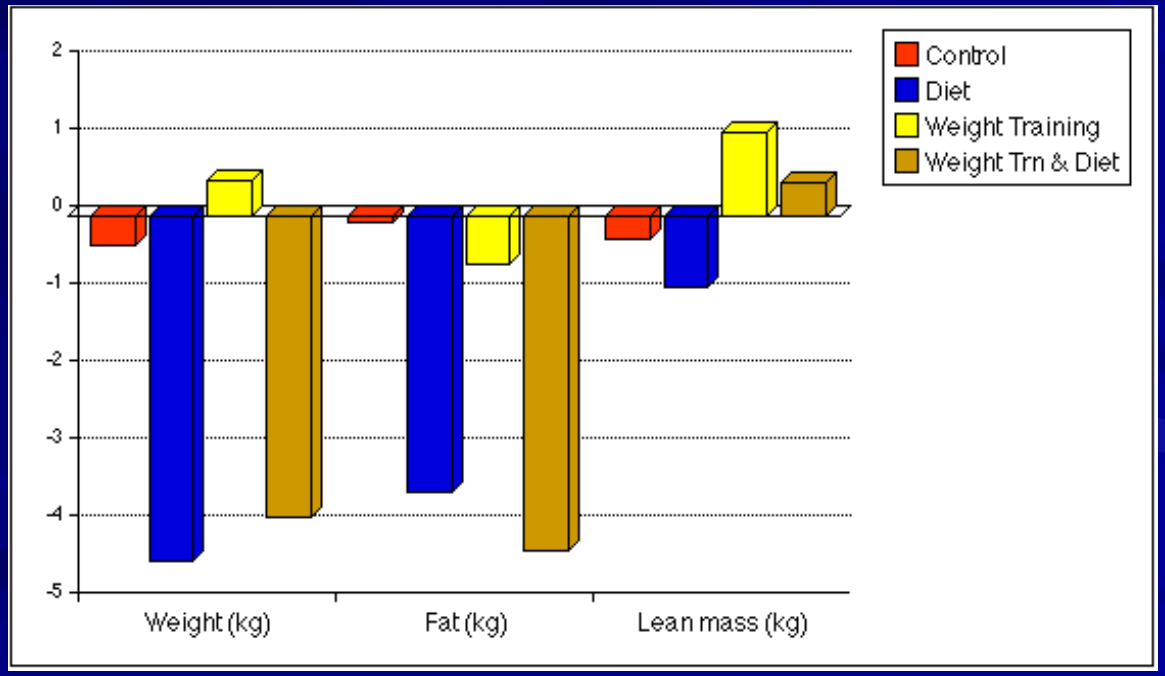


Zuti, W.B. & Golding, L.A., The Physician and Sports Medicine 4 (1):49-53, 1976

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 maintainance.* 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 restistive 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 1997Apr;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

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"

Sarkopenie

Altersbedingter Muskelabbau

(Verlust von Skelettmuskulatur)
und damit einhergehende funktionelle Einschränkungen
vor allem **Abnahme der Muskelkraft**

- Abnahme von Muskelfasern
- Atrophie der verbleibenden Fasern

Wesentliches Zeichen des
physiologischen Alterungsprozesses

Sarkopenie

Altersbedingte Muskelatrophie ab ca. 65. Lebensjahr

Physiologischer Verlust von Muskelmasse
bereits ab dem 25. Lebensjahr
(bei körperlicher Inaktivität): ca. 1 % pro Jahr

Vermehrter Muskelabbau ab dem 50. Lebensjahr

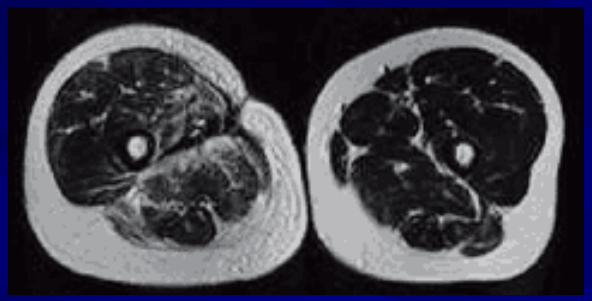
30. - 80. Lj.: Verlust von ca. einem Drittel der Muskelmasse

Sarkopenie: < 70 J: 10 – 25 %
> 80 J: mehr als 40 %

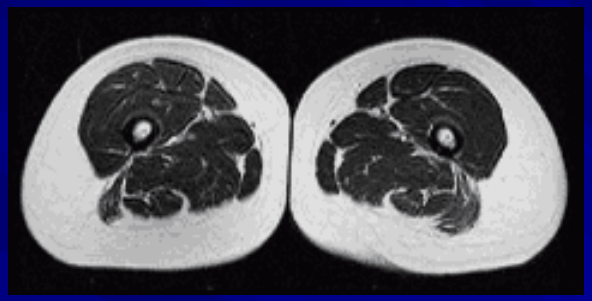
siehe *Sarkopenie*, *www.dr-moosburger.at/pub/pub104.pdf*

MRI der Oberschenkelmuskulatur

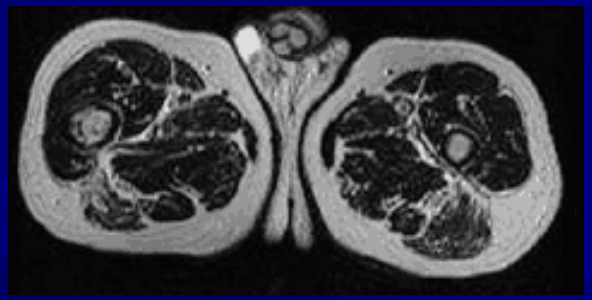
(Bilder von Prof. Dr. Chris Boesch, MR-Zentrum, Inselspital Bern, Schweiz)



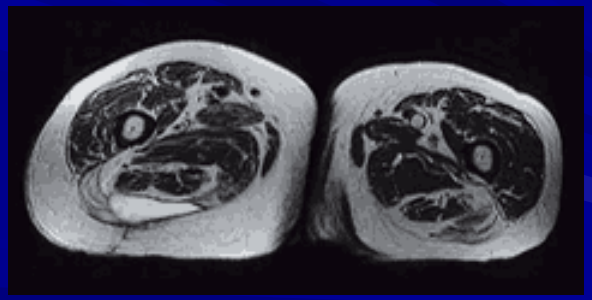
Mann 32 a



Frau 26 a



Mann 81 a



Frau 79 a

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 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

Prävention und Therapie der Sarkopenie

Die einfachste und zugleich effektivste Maßnahme,
einer Sarkopenie entgegenzuwirken,
ist körperliches Training

Damit lassen sich bereits eingetretene
Verluste an Muskelmasse rückgängig machen
und eine altersbezogen günstige Fett-Muskel-Relation
wiederherstellen

Training = regelmäßige körperliche Belastung, die in der Lage ist,
organische Wachstumsprozesse auszulösen

Krafttraining

Effektivste Maßnahme in der Prävention und Therapie der Sarkopenie

- Steigerung der Aktivität der motorischen Einheiten
- Verbesserung der elektromechanischen Kopplung
  Verbesserung der IK (intramuskuläre Koordination)
- Gesteigerte Synthese der kontraktilen Proteine (Filamente)
- Verbesserung des Kalzium-Haushalts
- Verminderung des oxidativen Stresses

Körperliches Training und Apoptose

Training zur Prävention der muskulären Apoptose

Der Einfluss von Alter und Training auf die Apoptose im Skelettmuskel (Skeletal Muscle Apoptosis in Aging and Exercise)
Dirks AJ, Leeuwenburgh C
Dt. Zeitschrift für Sportmedizin 2005, Jg. 56, Nr. 3

Reduktion der muskulären Apoptose durch Krafttraining: noch keine "harten" Daten

Ausdauertraining und Apoptose: besser untersucht

- Erhöhung der Bcl-2/Bax-Relation
- Verminderung der Apaf-1-Expression im M. soleus
- Expression von HSP 70 (Heat Shock Protein)
  antiapoptotische Wirkung: Antagonist des AIF
  verhindert Formation des Aptosoms

Motorische Grundeigenschaften

- **Kraft**
- **Ausdauer**
- **Schnelligkeit**

} "Kondition"

- **Koordination**
- **Flexibilität**

Motorische Grundeigenschaften

Die „Konditions"-bestimmenden Eigenschaften

- Ausdauer
- Kraft
- Schnelligkeit

sind die energetisch determinanten motorischen Fähigkeiten

Motorische Grundeigenschaften

Die zwei wichtigsten motorischen Grundeigenschaften, die mit einem Training verbessert werden können, sind

- Kraft
- Ausdauer

Motorische Grundeigenschaften

Die Kraft und die Ausdauer sind *trainierbar*.

Die dritte konditionelle Grundeigenschaft Schnelligkeit hat im Freizeitsport und Gesundheitssport keine vorrangige Bedeutung.

Die Koordination und die Flexibilität können *geübt* werden, haben aber für eine Leistungsdiagnostik keine entscheidende Bedeutung

⇨ Kraft und Ausdauer bestimmen die "Fitness"

Kondition = "Fitness"

Oft wird der Begriff "Kondition"
mit "Ausdauer" gleichgesetzt
bzw. nur auf "Ausdauer" bezogen

"Kondition" ist Ausdauer *und* Kraft !

Kraft

Kraft ist die Fähigkeit des Muskels, Spannung zu entwickeln

Kraft ist die Fähigkeit des Nerv-Muskelsystems

- **Widerstände zu überwinden = konzentrische Arbeit**
- **ihnen entgegenzuwirken = exzentrische Arbeit**
- **sie zu halten = statische Arbeit**

Bei der Muskelkontraktion wird die Ausgangslänge der Muskelfasern verkürzt, verlängert oder beibehalten.

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"*

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)

Krafttraining mit freiem Widerstand versus Maschinen

Maschinen

- Geführte Bewegung ⇨ Nachteil: kein bzw. kaum Training der *intermuskulären Koordination*
- Einstieg für Anfänger (aber grundsätzlich können auch diese mit freiem Widerstand beginnen: Lerneffekt)
- Kein Partner erforderlich
- Für ältere Menschen zweckmäßiger (z.B. KIESER-Training)

Freier Widerstand (Langhantel, Kurzhantel)

- Vorteil: Training der *Kraft und* der *intermuskulären Koordination*
  ⇨ besonders effiziente Hilfe im Alltag
- Partner zur Kontrolle und Hilfestellung bei Bedarf

Komplexe Übungen versus Isolationsübungen

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

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

- **Komplexe Übung:** Training einer Bewegung

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)
- *Langhantel-Rudern vorgebeugt*
- *Schulterdrücken (military press, front press)*
- *Klimmzug (Latissimuszug)*

Weitere komplexe Übungen:

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

siehe *Funktionelles Krafttraining, www.dr-moosburger.at/pub/pub076.pdf*

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

Kraftausdauermethode

(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.

Ausdauer

- Fähigkeit der Muskelzellen, die oxydative ATP-Produktion zu steigern

- "Ermüdungs-Widerstandsfähigkeit"
  ⇨ Fähigkeit, möglichst lange einer Belastung zu widerstehen, deren Dauer und Intensität letztlich zur Ermüdung und damit zur Leistungseinbuße führt

  ⇨ Fähigkeit,
  - eine körperliche Tätigkeit länger durchführen zu können
  - danach weniger müde zu sein und
  - sich rascher zu erholen

Ausdauertraining

= Training der allgemeine Ausdauer

Leistungsphysiologische Kriterien:

- zyklisch-dynamische Muskelarbeit
- mindestens ein Sechstel der gesamten Skelettmuskulatur
- mindestens 3 Minuten

Ausdauertraining

ist mehr als nur ein "Cardiotraining" !

"Cardiotraining" ist ein Modebegriff der Fitnessszene,
kein Begriff der Trainingslehre

Kardio-, kardial (lat.): das Herz betreffend

Trainiert wird die Ausdauer der beanspruchten Muskulatur
(z.B. die Beinmuskulatur beim Radfahren und Laufen)

Das Herz ist von Natur aus "ausdauernd",
es wird nur als "Muskelpumpe" trainiert ⇨ HMV ↑

siehe Das Sportherz, www.dr-moosburger.at/pub/pub012.pdf

Ausdauertraining

Methodik

- Dauermethode: Konstante Belastungsintensität
- Intervallmethoden:
  Kurzzeit-, Mittelzeit-, Langzeitintervalle
  Fixe Vorgaben der Belastungsintensitäten mit der entsprechenden "lohnenden Pause"
- Fahrtspiele: Geländeabhängige Belastungsintensitäten

Die positiven Effekte eines körperlichen Trainings

Ausdauertraining:

- Steigerung der allgemeinen Ausdauerleistungsfähigkeit durch
- Steigerung der muskulären VO_2max: HMV ↑, Kapillarisierung, Mitochondrien-Volumen ↑
- Ökonomisierung der Herzarbeit: kard. Vagotonie, SV-Reserve ↑, HF ↓
- Metabolischer Benefit (Glukose- und Lipidstoffwechsel)

Krafttraining:

- Steigerung der Muskelkraft
- Verbesserung der Koordination (intra- und intermuskulär)
- Verbesserung der Beweglichkeit (Übungen mit großem ROM)
- Erhaltung bzw. Steigerung der Muskelmasse
- Metabolischer Benefit (Glukose- und Lipidstoffwechsel)
- Erhaltung/Erhöhung der Knochendichte (Osteoporose-Prävention)

Krafttraining

Effektivste Maßnahme
in der Prävention und Therapie der
Sarkopenie* und der *Osteoporose

Training der motorischen Grundeigenschaften

Kraft und Koordination

⇨ Verringerung des Sturzrisikos

siehe *Sarkopenie*, *www.dr-moosburger.at/pub/pub104.pdf*

siehe Osteoporose, www.dr-moosburger.at/pub/pub142.pdf

Krafttraining

Effektivste Maßnahme in der Prävention und Therapie der Sarkopenie

- Steigerung der Aktivität der motorischen Einheiten
- Verbesserung der elektromechanischen Kopplung
  Verbesserung der IK (intramuskuläre Koordination)
- Gesteigerte Synthese der kontraktilen Proteine (Filamente)
- Verbesserung des Kalzium-Haushalts
- Verminderung des oxidativen Stresses

"Weight bearing exercises"

"weight" bedeutet nicht unbedingt das Gewicht einer Hantel,
sondern primär das eigene Körpergewicht

Das eigene Körpergewicht dient als Widerstand
für die arbeitenden Muskeln

Es ermöglicht sehr effiziente Kraftübungen

Der "Klassiker": Die tiefe Kniebeuge
siehe www.dr-moosburger.at/pub/pub036.pdf

Weight bearing exercises

"Körpergewicht-tragende" Übungen

Das Körpergewicht oder zumindest ein Teil desselben
muss von den beanspruchten Muskeln überwunden werden.

Deswegen ist Schwimmen nicht als "Osteoporosetraining" geeignet
(aber ein gutes Ausdauertraining)

Es gibt eine Reihe von effizienten Übungen, die man zu Hause durchführen kann.
Ein Fitnessstudio bietet zwar eine optimale Infrastruktur,
ist aber grundsätzlich nicht notwendig, um effektives Krafttraining betreiben zu können.

Vibrationstraining als Alternative bzw. als Ergänzung

Ursprünglich zur Behandlung von russischen Kosmonauten entwickelt, um Muskel- und Knochenschwund aufgrund der Schwerelosigkeit bei längeren Aufenthalten im Weltraum entgegenzuwirken.

Wirkungsweise:

Die zu behandelnde Person steht auf einer vibrierenden Platte, die in einem Frequenzbereich von 5Hz bis 60 Hz vibriert. (je nach mechanischem Prinzip des Trainingsgerätes)

Einleitung mechanischer, sinusförmiger und multidimensionaler Vibrationen in den Körper

Vibrationstraining

Durch Vibrationen oberhalb einer Frequenz von ca. 12Hz wird dabei der sog. Dehnreflex ausgelöst und somit Muskelkontraktionen bewirkt → gleichzeitig von Agonist und Antagonist.

Die reflexbedingten Muskelkontraktionen trainieren die Leistungsfähigkeit der Muskulatur, hauptsächlich die
Typ II-Fasern = FT-Fasern (fast twitch) = "schnelle Muskelfasern"
"weiße Muskelfasern"

Untrainierte profitieren in der Regel mehr als Trainierte

Bei geeigneter Anwendung kann durch Aufbau der Muskulatur indirekt einem Knochenabbau entgegenwirkt werden (Osteoporosetraining)


Leichte Kniebeuge
Tiefe Kniebeuge
Einbeinige Kniebeuge
Ausfallschritt
Armbeugetraining
Beckenbrücke
Push Up
Trizeps Schulter
Schulterübung


POWER
nextgeneration


POWER PLATE


POWER PLATE

Vibrationstraining

Wissenschaftliche Literatur

Biomechanische und physiologische Effekte mechanischer Schwingungsreize beim Menschen
Haas, Schmidtbleicher et al, Dt. Zeitschrift für Sportmedizin 2004,55/2:34-43

Vibrationstraining und Gelenkstabilität: EMG-Untersuchungen zur Wirkung von Vibrationsfrequenz und Körperhaltung auf Muskelaktivierung und –koaktivierung
Berschin, Sommer, Dt. Zeitschrift für Sportmedizin 2004,55/6:152-156

Effect of 6-Month Whole Body Vibration Training on Hip Density, Muscle Strength, and Postural Control in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Pilot Study
Verschueren et al, Journal of Bone and Mineral Research 2004, Vol 19,3:352-359

The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial
Bautmans et al, BMC Geriatrics 2005,5:17

Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial
Bogaerts et al, Gait & Posture 2006,26:309-316

Vibrationstraining in der Rehabilitation von Gang- und Gleichgewichtsstörungen
Haas et al, focus neurogeriatrie 2007,3:18-19

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
zur 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

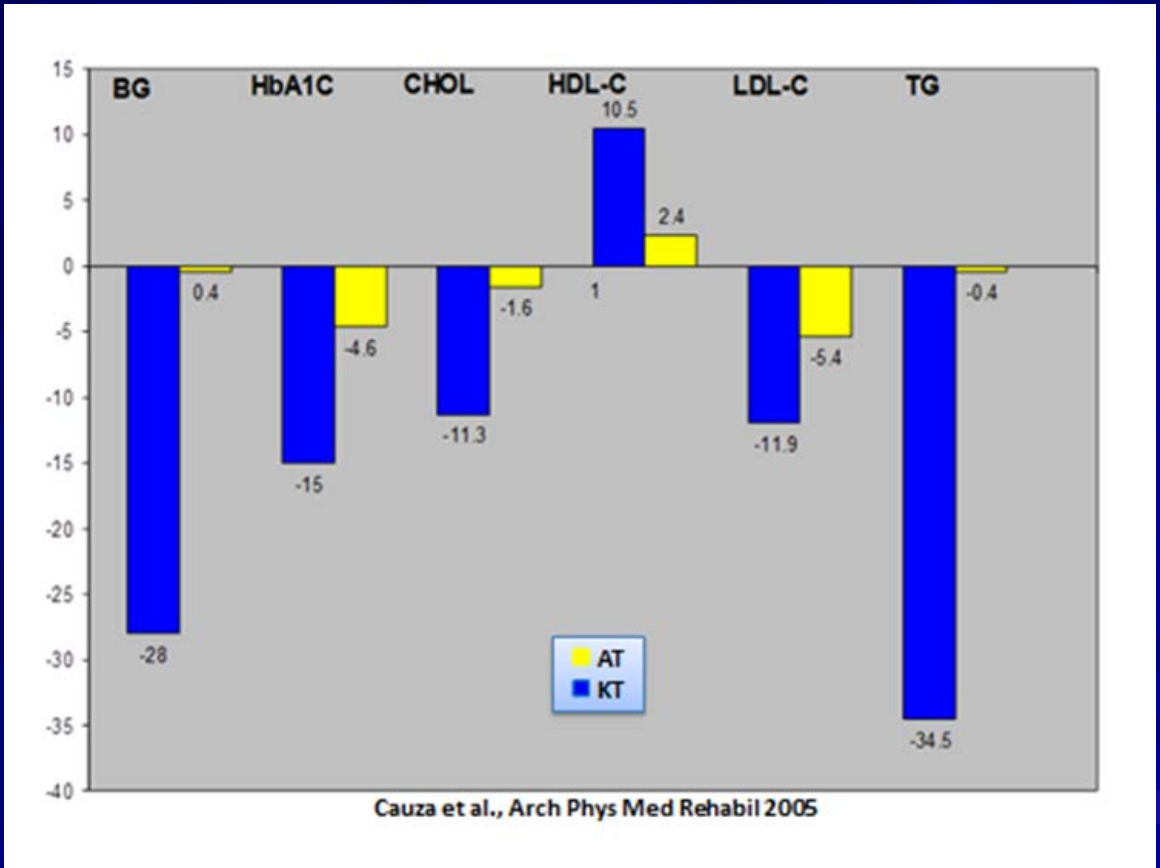
The Relative Benefits of Endurance and Strength Training on the Metabolic Factors and Muscle Function of People With Type 2 Diabetes Mellitus

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.

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

Auswirkungen von 4 Monaten Training auf den Stoffwechsel
Krafttraining versus Ausdauertraining
(Prozentuelle Änderung)



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

Eather 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 functinal 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.

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. Recommandations 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 "diabesity"- 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 Aug;51(4):647-54

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.

Weitere Literatur - Metaanalyse

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

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 alterungs-physiologische "Muskelschwund" verhindern (Ausdauertraining allein genügt nicht) und "verlorene" Muskelmasse wiedergewinnen (dafür genügt 1 effiziente Trainingseinheit 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 –

***beides* ist wichtig !**

Was bringt ein regelmäßiges Training ?

- "motorische" Trainingseffekte
  - Steigerung der Muskelkraft
  - Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit
    (inkl. des kardialen Benefits)

- eine Steigerung des Energieumsatzes
  - Metabolische Benefits
  - Erzielen einer negativen Energiebilanz
    ⇨ *"Abspecken"*

…und nicht zuletzt:

- einen psychologischen Benefit

  Stimmungslage, Ausgeglichenheit, Zufriedenheit,
  allgemeines Wohlbefinden, Selbstwertgefühl, Selbstvertrauen

- einen sozialen Benefit

  Förderung sozialer Kompetenzen (Kommunikation…)

⇨ Lebensqualität

Körperliche Aktivität - Training

"Bewegung"

Bewegung ist ein Grundbedürfnis des Lebens.

Sie ist Ausdruck der Persönlichkeit und der Befindlichkeit des Menschen.

Durch die Wiederherstellung der körperlichen und emotionalen Balance einerseits und der Identität andererseits können die täglichen Anforderungen der Lebenssituation wieder besser bewältigt werden.

"Leben ist Bewegung – Bewegung ist Leben"

- den eigenen Körper wieder besser wahrnehmen
- körperliche Möglichkeiten entdecken
- Fähigkeiten und Grenzen erfahren
- Gefühle wahrnehmen
- Vertrautheit erleben
- die Belastbarkeit erhöhen
- das Selbstvertrauen steigern

"Bewegung"

- Gesundheitsfaktor
- Fitnessfaktor
- Spaßfaktor