

Krafttraining bei Diabetes mellitus

Kurt A. Moosburger
Facharzt für Innere Medizin
Sportmedizin - Ernährungsmedizin
6060 Hall i.T., Milser Straße 10
www.dr-moosburger.at

Matthias Steiner

Geb. 1982

Diagnose T1DM an seinem 18. Geburtstag

Fortsetzung der Karriere

Körpergröße 183 cm

Wettkampf in der Klasse bis 105 kg

Teilnahme an den Olympischen Spielen

Athen 2004

Klasse bis 105 kg

(Schwergewichtsklasse)

Insulin als Anabolikum

Blickrichtung Olympische Spiele 2008 in Peking:

Höhere Gewinnchance in der Klasse über 105 kg
(Superschwergewicht)

⇒ Bewusste Gewichtszunahme

(fast 40 kg innerhalb eines Jahres !)

*8000 kcal täglich plus Insulin "high dose"
plus Hochleistungs-Krafttraining*

"Insulinmast"

"optisch" Typ 2-DM !

Wettkampfgewicht 147 kg

Olympische Spiele 2008 in Peking

Olympiasieger - "Stärkster Mann der Welt"

Zweikampfleistung 461 kg

Reißen 203 kg

Stoßen 258 kg

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

Training = Bewegung als "Medikament"

Es gibt keine chronische Erkrankung, die ein Training verbieten würde.

Gerade das metabolische Syndrom ist eine Indikation

"Dosierung" eines Trainings:

1. Intensität ("Dosis")
2. Dauer ("Dosis")
3. Häufigkeit ("Dosisintervall")
4. Umfang ("wöchentliche Gesamtdosis")

WNTZ = wöchentliche Netto-Trainingszeit

individuell in Abhängigkeit von Leistungsfähigkeit und Trainingszustand

Die Energiebalanz - Energiebilanz...



...entscheidet über den Körperfettanteil

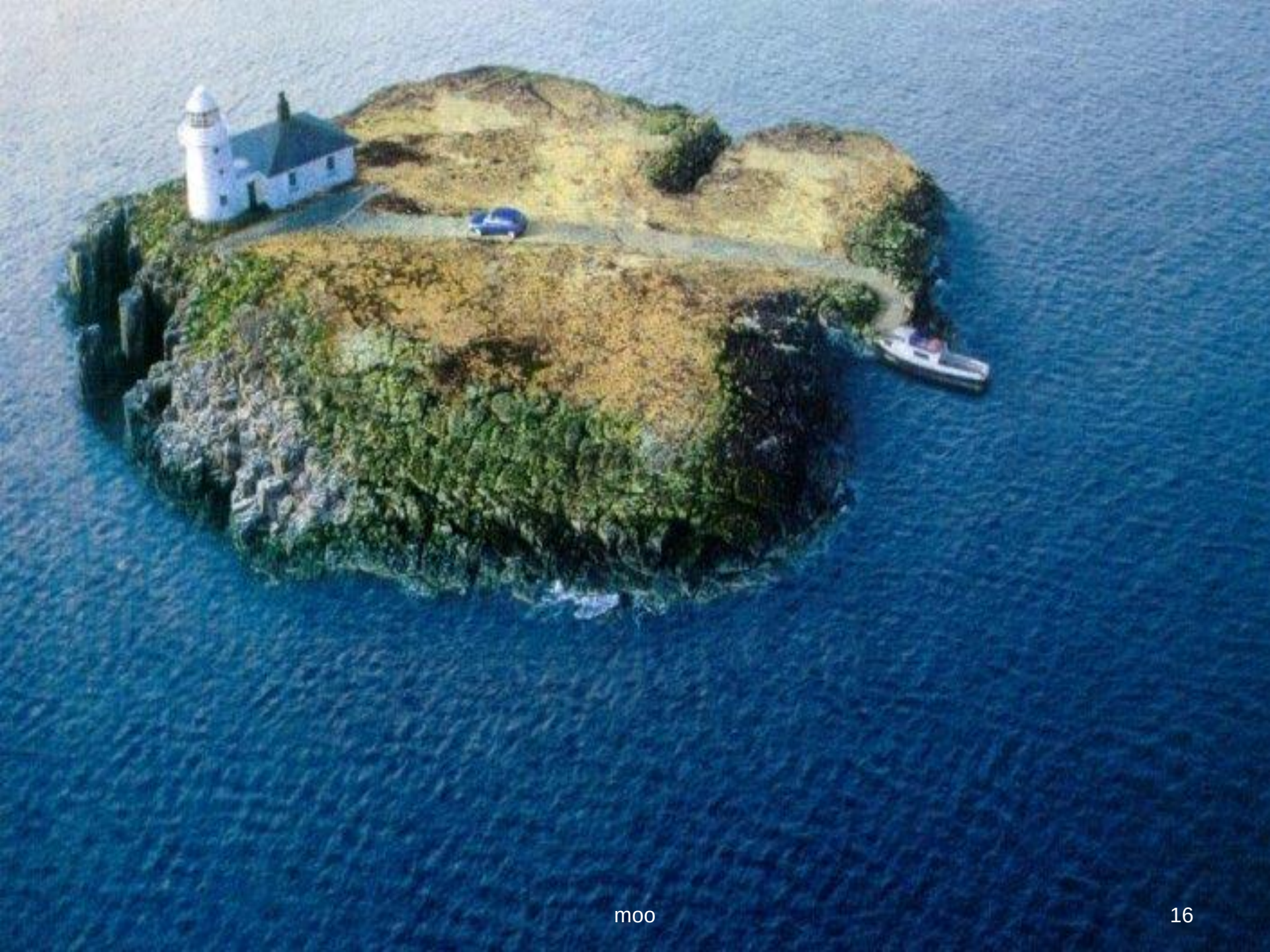
Körperliche Inaktivität

Handy und Fernbedienung...

...Bewegungs"verlust" von fast 150 km pro Jahr

⇒ 3000 bis 6000 kcal ⇒ **0.4 bis 0.8 kg Fettgewebe**







"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 über 30 Jahren...)



Dysfunktioneller viszeraler Adipozyt

"sick fat cell"-Modell

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

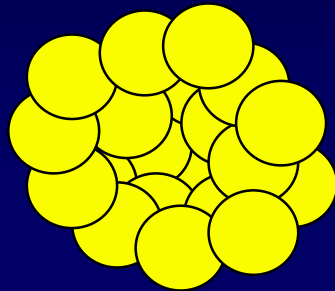
Das viszerale Fettgewebe besteht im Gegensatz zum subkutanen aus großen, fettüberladenen Adipozyten, die einen veränderten Phänotyp aufweisen. Diese "sick fat cells" sind insulinresistent mit pathologisch gesteigerter Lipolyserate und setzen deshalb große Mengen an FFA frei. Aufgrund einer verminderten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

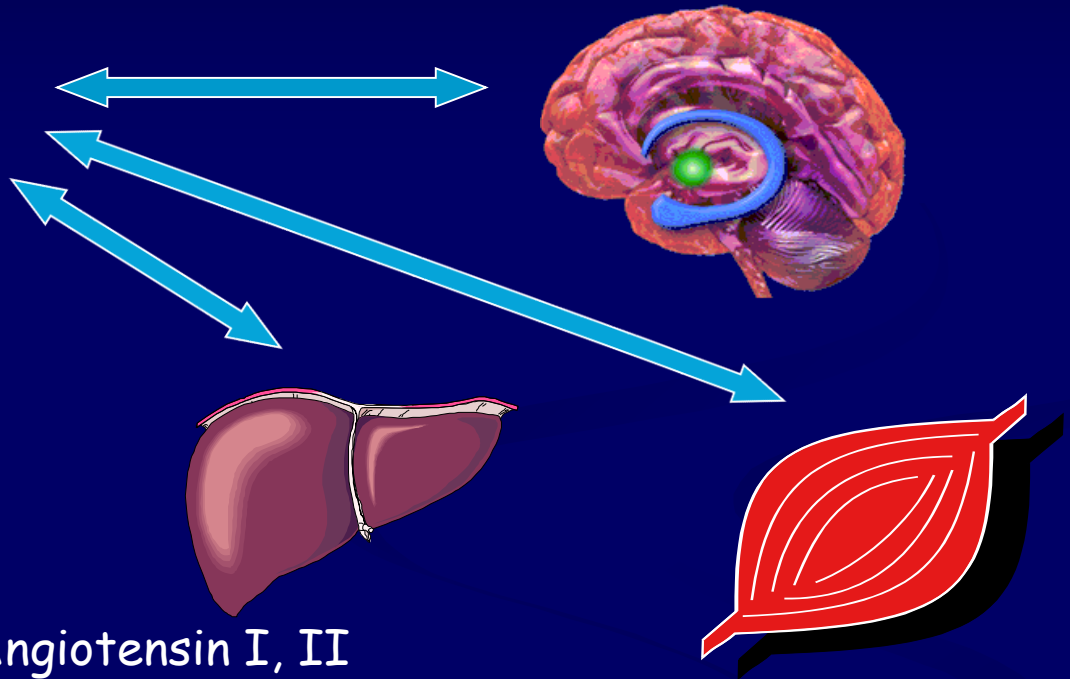
PAI-1

Angiotensinogen, Angiotensin I, II

RBP, CETP, PPAR- γ

IL-6, TNF- α

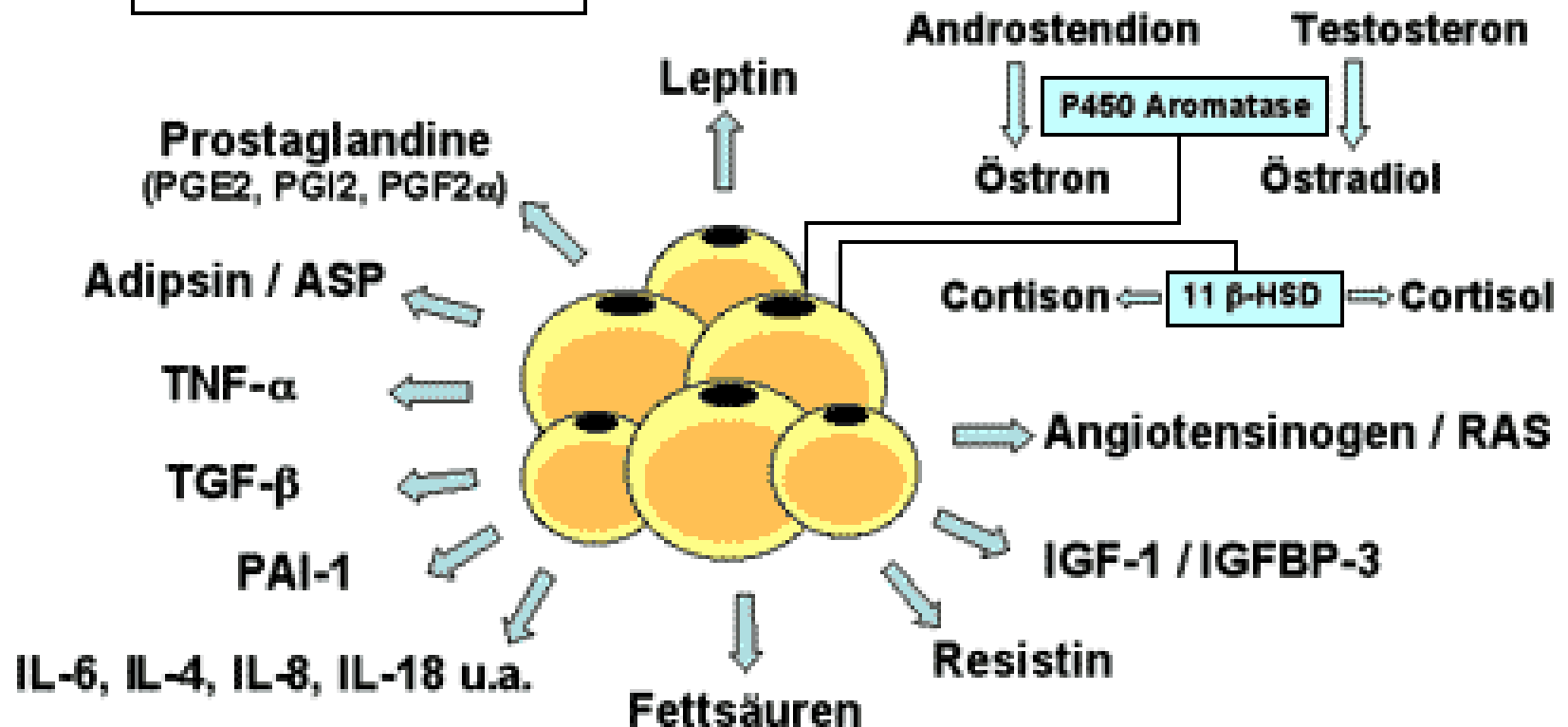
IGF-1



Sekretionsprodukte von Adipozyten

Immunologisch /
metabolisch

Endokrin

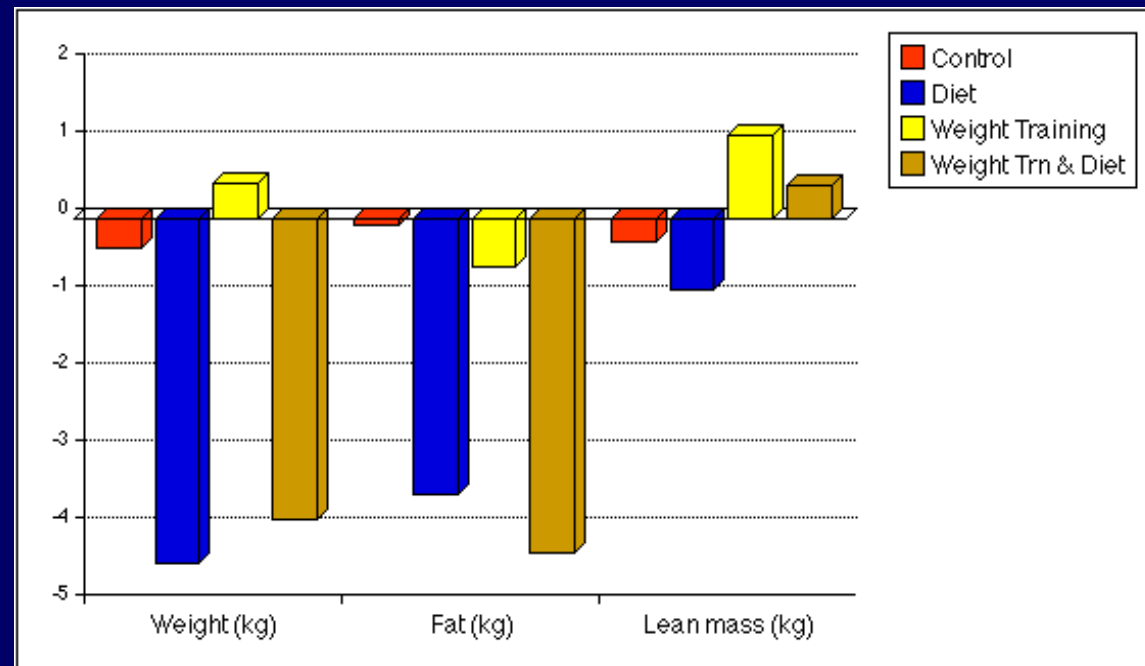


M. Wabitsch, P. Fischer-Posovszky 2006

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 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

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

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

Metabolische Effekte körperlicher Aktivität

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

Insulin-unabhängige Glukoseaufnahme in den arbeitenden Muskel

Muskelkontraktion $\Rightarrow$ AMP-abhängige GLUT 4-Translokation

Verhältnis ATP/AMP während der kontraktiven Aktivität $\downarrow$
 $\Rightarrow$ Aktivität der AMP-aktivierten Proteinkinase (AMPK) $\uparrow$

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.

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 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 verbessern.

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

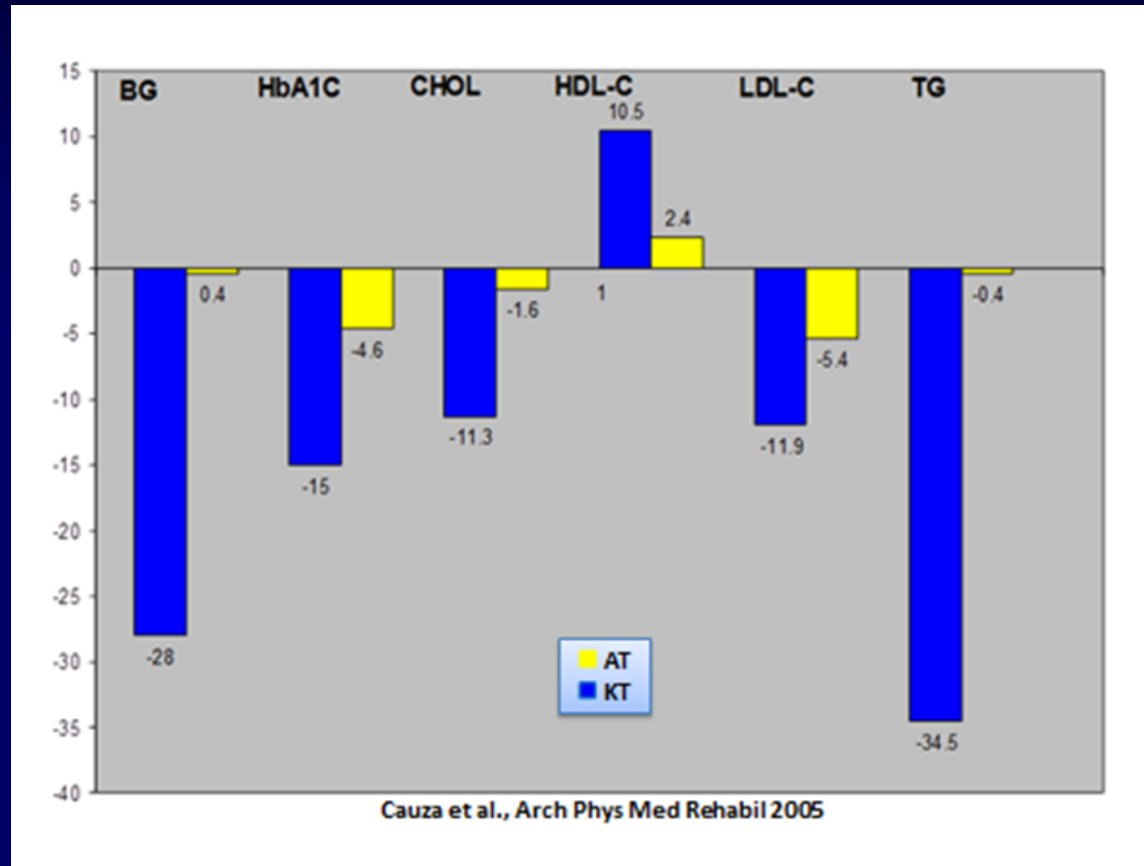
^h Department of Medicine, University of Queensland, Brisbane, Australia.

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

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

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.

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, Zanolini 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 "diabetes"- 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.

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"*

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 metabol. Syndrom/T2DM

Zusammenfassung

1. Jede Form der körperlichen Aktivität ist besser als keine, weil damit der Energieumsatz gesteigert und das Erzielen einer negativen Energiebilanz ermöglicht bzw. 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 metabol. Syndrom/T2DM

Zusammenfassung

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

Nicht Krafttraining oder Ausdauertraining -
beides ist wichtig

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 !**

Das gilt auch 12 Jahre später, also heute !

Übrigens...

...Matthias Steiner heute...

...ist wieder um 32 kg "weniger" !