



Das perfekte Timing

Der große Cardio-Mythos (IV)

von Holger Gugg, 11.01.2013 - 16:17

Liebe Leserinnen und Leser, liebe Anhänger von TEAM-ANDRO,

heute erscheint der vierte und letzte BLOG meiner Reihe zum Thema Cardio. In den 3 bereits veröffentlichten Artikeln konnte ich Euch bereits eine Menge dazu berichten und hoffentlich für etwas mehr Klarheit sorgen.

Wer sich bis dato noch nicht mit den vorangehenden BLOGs befasst hat sollte dies auf jeden Fall nachholen!

Heute möchte ich Euch abschließend noch in eine schriftliche Abwägung zur richtigen Zeit für Cardiotraining einladen. Hier gehen die Meinungen genauso immens auseinander wie die Studienergebnisse. Ich werde deshalb versuchen, das Thema so gut wie möglich neutral zu behandeln und die einzelnen Pro und Contra zu bewerten.

Viel Spaß bei meinen Ausführungen

Wann sollte Cardiotraining ausgeführt werden?

Morgens

Namhafte Ernährungs-Gurus wie Rambod vertreten die Meinung, Cardio sollte sofort morgens nüchtern ausgeführt werden, da nach der nächtlichen Fastenperiode der Blutzuckerspiegel niedrig und somit die Chance auf Fettverbrennung hoch ist.

Kritik: Für konventionelles Cardiotraining mag diese These gelten, für Intervalltraining ist Sie eigentlich irrelevant, da es hier nicht um das während der Trainingseinheit verstoffwechselte Energiesubstrat geht, sondern um die damit angeregte EPOC. Es existieren zudem Studien die nachweisen, dass es unerheblich hinsichtlich der während einer Trainingseinheit verstoffwechselten Menge an Fettsäuren ist, ob man zuvor gegessen hat oder nicht.

Nach einem morgendlichen Lauf fühlt man sich zudem gut und kann für ein eventuell am Nachmittag oder Abend stattfindendes Gewichtstraining neue Kraft sammeln.

Andere Studien sehen bei morgendlichem Cardio auf nüchternen Magen Vorteile in Sachen Verbesserung der Insulinsensibilität. Diese Behauptung würde Diätbemühungen natürlich unterstützen.

Fazit: Morgendliches Cardiotraining kann möglicherweise Vorteile für diejenigen Erbringen,

die konventionelles Cardiotraining betreiben. Für Intervalltraining ergeben sich keine derart ausgeprägten Vorteile wenngleich für beide Gruppen eine möglicherweise verbesserte Insulinsensibilität durchaus zu begrüßen wäre.

WICHTIG

Da morgens im Rahmen unseres Biorhythmus generell erhöhte Cortisolspiegel auftreten, ist bei morgendlichem Cardiotraining dringend zu empfehlen, dies nicht gänzlich nüchtern auszuführen sondern zumindest eine gewisse Menge an Protein bzw. BCAA einzunehmen um vor Muskelabbau zu schützen. Ganz besonders gilt dies für hypokalorische Zustände.

Vor dem Training

Generelles Verbot Kraft- und Cardiotraining zusammen zu legen

Im Journal of Applied Physiology wurde bereits 2009 dringend davor gewarnt, Kraft- und Cardiotraining zusammen auszuführen. Begründet wird diese Aussage damit, dass beide Trainingsarten unterschiedliche Aktivierungsprozesse im Muskel in Gang setzen. Eine Einheit Radfahren aktiviert biochemische Prozesse die für Muskelausdauer zuständig sind wie beispielsweise AMPK-PGC-1 und führt eher zur Unterdrückung von Prozessen die für Muskelaufbau verantwortlich sind wie beispielsweise Akt-mTOR-S6K. Überschneiden sich beide Vorgänge durch die Kombination aus Cardiotraining und Krafttraining in einer Trainingseinheit wird der Nutzen Beider zunichte gemacht. Die Empfehlung der Forscher der RMIT University in Melbourne geht also klar in Richtung getrenntes Cardio und Krafttraining.

Kritik: Um die Sache etwas zu entschärfen muss man an dieser Stelle anführen, dass derartige Überschneidungen natürlich nur bei der tatsächlich aktivierten Muskulatur auftreten können. Wer eine Cardioeinheit auf dem Fahrradergometer ableistet und danach seine Brustmuskulatur trainiert (oder anders herum) muss den beschriebenen Effekt nicht berücksichtigen.

Cardio vor dem Krafttraining wird unter Umständen muskuläre und hepatische Glykogenreserven bereits angreifen (besonders bei HIIT) und kann so zu einer Leistungsverminderung beim anschließenden Krafttraining führen.

Studien belegen zudem, dass ein einstündiges konventionelles Cardiotraining vor dem Krafttraining die normale Ausschüttung von Wachstumshormon während des Krafttrainings vollständig eliminiert. Auch von den sonstigen positiven hormonellen Veränderungen die ein Krafttraining mit sich bringt kann man in dieser Konstellation nicht profitieren.

Fazit: Cardiotraining vor dem Krafttraining auszuführen ist eine schlechte Methode!

Während dem Training

Dieser Ansatz nennt sich Cardio-Acceleration (CA) und stammt von Forschern der Universität of California. Er kombiniert Cardio und Gewichtstraining miteinander und soll angeblich helfen, die Muskelerholung zu verbessern. Das Ziel bei CA ist, die Herzfrequenz über die komplette Trainingszeit hoch zu halten.

In einer Untersuchung führten Athleten über 9 Wochen ein Ganzkörpertraining aus. Gruppe 1 durfte sich zwischen den Sätzen ausruhen. Gruppe 2 baute zwischen die Sätze jeweils 30-60

Sekunden Cardio ein, so dass es zu einer durchschnittlichen HF von 60-80% HFmax kam.

In der CA-Gruppe konnte weniger Muskelkater verzeichnet werden. Vermutet wird das die bessere Durchblutung daran schuld sei.

Kritik: Wie sich das Training ansonsten auswirkte wurde leider nicht genannt, weshalb dieser Ansatz zwar interessant klingen mag, bis dato aber nicht hinreichend in Hinblick auf einen kardiovaskulären, muskulären oder lipolytischen Nutzen geprüft ist.

Fazit: Um CA guten Gewissens empfehlen zu können fehlen sowohl wissenschaftliche Erkenntnisse als auch Erfahrungswerte.

Nach dem Training

Jim Stoppani, seines Zeichens ebenfalls eine Größe in Sachen Bodybuilding sieht als besten Zeitpunkt für Cardiotraining direkt im Anschluss nach dem Krafttraining an.

Studie

Tatsächlich existiert eine japanische Studie die aufzeigt, dass bei im Anschluss an ein Krafttraining ausgeführten Cardiotraining die Fettverbrennung signifikant höher ausfällt als würde es unabhängig von Krafttraining ausgeführt werden. Innerhalb der ersten 15 Minuten sei die Fettverbrennung am höchsten. Schuld daran ist ein durch das Krafttraining signifikant erhöhter Spiegel bei Wachstumshormon. Andere Studien sehen auch in dem durch Krafttraining erhöhten Katecholaminaufkommen ein zusätzliches lipolytisches Potential.

Kritik: Für die Anwender von konventionellem Cardio ist die Veränderung bei Wachstumshormon eine wichtige Sache. Wer Intervalltraining betreibt, kann diese Tatsache eher vernachlässigen, da HIIT selbst wesentlich mehr Wachstumshormon produziert als ein Training in der Dauermethode.

Studie

Eine Studie aus Canada untersuchte die Auswirkungen eines Beintrainings einmal mit und einmal ohne nachfolgendes Cardiotraining (Radergometer) auf die Muskelproteinsynthese und fand heraus, dass die Kombination aus Kraft- und Cardiotraining eine signifikantere Erhöhung zur Folge hatte als diese bei alleinigem Krafttraining auftrat.

Kritik: Leider wurde nichts über Aufbau, Umfang und Intensität beider Trainingsvarianten berichtet, weshalb die Relevanz der Studie nicht zweifelsfrei festgestellt werden kann.

Intervalltraining direkt nach dem Krafttraining

Da wir uns bereits für Intervalltraining als effektivste Methode für den Fettabbau entschieden haben, muss man die hier angestellten Theorien auch aus dieser Sicht betrachten. Nach dem Krafttraining sind auch in diesem Fall hepatische und muskuläre Glykogenspeicher der trainierten Muskulatur bereits angegriffen. Da Intervalltraining ebenfalls eine anaerobe Tätigkeit darstellt, werden die Glykogenspeicher hier weiterhin in Mitleidenschaft gezogen. Die eigentliche Fettverbrennung findet, wie wir gesehen haben, erst im Nachhinein statt. Dies kann

unter Umständen eine verzögerte Regeneration der Muskulatur bedeuten.

Fazit: Cardiotraining nach dem Krafttraining auszuführen birgt bei konventionellem Cardio gewisse Vorteile in Sachen Fettverbrennung. Wer Intervalltraining im Anschluss an ein Krafttraining ausführt profitiert etwas weniger vom vorangegangenen Krafttraining und sollte die individuelle Glykogensituation ins Kalkül nehmen damit die Fettverbrennung nicht auf Kosten einer schlechteren Regeneration der trainierten Muskulatur geht.

Cardio an Tagen ohne Krafttraining

Wer sich für Intervalltraining entschieden hat, kann mit dieser Methode meiner Meinung nach die besten Erfolge erzielen.

Warum?

An Krafttrainingstagen erfahren wir eine signifikante Nachverbrennung durch das Krafttraining selbst. Wäre am darauffolgenden Tag trainingsfrei, würde sich der Stoffwechsel wieder absenken. Jetzt greift aber unsere HIIT-Einheit und verpasst unserem Stoffwechsel wieder einen neuen Kick.

Das Cardiotraining beeinflusst keinerlei anabole Marker oder leert Glykogenvorräte die für das Krafttraining selbst oder die akute Regeneration im Anschluss an das Krafttraining benötigt werden.

Da HIIT selbst für die Ausschüttung von Wachstumshormon sorgt wird die Lipolyse hier auch ohne vorangehendes Krafttraining verstärkt.

Kritik: Einziger Kritikpunkt stellt das Ergebnis einiger Studien dar, die bei richtigem Timing von HIIT und Krafttraining nach dem Volumenprinzip eine Maximierung der Fettverbrennung und zudem eine Aktivierung von mTOR, einem wichtigen Signalgeber in Sachen Muskelwachstum, aufzeigen. Dazu sei es jedoch wichtig, dass die HIIT-Einheit mindestens eine Stunde vor Beginn der Krafttrainingseinheit beendet ist was bedeutet das dies nur zu Tragen kommt, wenn HIIT getrennt von Krafttraining absolviert wird.

Fazit: An Tagen ohne Krafttraining sein Intervalltraining auszuführen stellt eine effektive Methode dar, den EPOC dauerhaft erhöht zu halten, so die Fettverbrennung zu maximieren und zudem das Muskelwachstum nicht zu behindern.

Cardiotraining teilen?

Abschließend möchte ich noch einen interessanten neuen Ansatz vorstellen, der in immer mehr Studien auftaucht. Statt eine lange Cardioeinheit auszuführen scheint es wesentlich effektiver zu sein, diese in mehrere kleine Trainingseinheiten aufzuteilen und diese im Intervall auszuführen.

Studie

Um dies zu beweisen absolvierten Probanden einer rumänischen Studie 16 Wochen lang je 5 wöchentliche Cardioeinheiten mit je 45 Minuten am Stück oder 15 kleine Einheiten mit je

Minuten. Im Ergebnis konnte die Gruppe mit den langen Einheiten durchschnittlich 5kg Gewicht, 5% Körperfett und 5cm am Taillenumfang verlieren, die Gruppe mit den kurzen Einheiten verlor mit durchschnittlich 9kg Gewicht, 7% Körperfett und 10cm Taillenumfang deutlich mehr. Maximale Ergebnisse konnten festgestellt werden, wenn die Probanden die kurzen Einheiten im Intervall ausführten.

Studie

An der Universität Tokyo wurde konventionelles Radfahren über 60 Minuten mit einem Trainingsaufbau bestehend aus 30 Minuten Radfahren, 20 Minuten Pause und nochmals 30 Minuten Radfahren verglichen. Der Gruppe mit der 20-minütigen Pause konnte ein signifikant höherer EPOC nachgewiesen werden. In den letzten 15 Minuten der zweiten 30 Minuten war die Fettverbrennung auf dem Höhepunkt. Wenngleich hier kein Intervalltraining zum Einsatz kam, verwiesen die Forscher darauf, dass hierin möglicherweise zusätzliches Potential steckt.

Warum die besseren Effekte?

Der Schlüssel liegt darin, dass die erste Trainingseinheit spezielle Gegebenheiten für das zweite Training schafft. Lipolytische Hormone sind stärker vorhanden und das Katecholaminaufkommen ist erhöht. Dazu sorgt die erste Trainingseinheit für ein vermehrtes Aufkommen lipolytischer Zytokine wie beispielsweise IL-6 (Interleukin 6).

Kritik; Ein interessanter Ansatz der jedoch so wie er jetzt geschrieben steht viele Fragen offen lässt. Wie lange darf der zeitliche Abstand zwischen den beiden Trainingseinheiten maximal sein? Darf bzw. sollte man zwischen den beiden Einheiten Nährstoffe zu sich nehmen oder fasten? Darf man in den Pausen Krafttraining machen?....uvm....

Letztlich ist diese Art des Trainings auch mit einem höheren zeitlichen Aufwand verbunden. Man fährt gegebenenfalls 2x oder öfter ins Studio, schwitzt 2x oder öfters, duscht folglich 2x oder öfters usw. oder aber muss die zusätzliche Pause mit einplanen. Auch wenn es möglicherweise effektiv ist, stellt sich hier die Frage der Praktikabilität.

Fazit: Sein tägliches Cardiotraining auf mehrere kleine Einheiten aufzuteilen stellt in der Theorie sicher einen interessanten Ansatz dar den es weiter zu beobachten gilt. Bei aller Effizienz muss man aber natürlich auch immer an die praktische Umsetzbarkeit denken.

Zusammenfassung

Wann die beste Zeit für Cardiotraining ist, lässt sich auf vielfache Weise betrachten.

Während Cardiotraining vor dem Krafttraining generell nicht zu empfehlen ist, birgt morgendliches Cardiotraining möglicherweise Vorteile für Dauermethoden, weniger aber für HIIT. Immer ist es hier wichtig eine gewisse Menge Aminosäuren (Protein) aufzunehmen um Muskelkatabolismus zu vermeiden Cardiotraining direkt nach dem Krafttraining kann Vorteile erbringen, da man im folgenden Cardiotraining von einigen hormonellen Gegebenheiten profitiert die durch das Krafttraining ausgelöst wurden. Letztlich muss man dennoch aufpassen, dass die Fettverbrennung hier nicht auf Kosten der Muskelregeneration geht auch wenn wir in Teil 3 besonders bei Intervalltraining negative Effekte auf den Muskelaufbau weitestgehend ausgeschlossen haben.

Während dem Krafttraining zu trainieren oder aber sein Cardiotraining auf mehrere kleine Einheiten aufzuteilen stellen neue Varianten dar die noch nicht genug untersucht und ausgereift sind um Sie an dieser Stelle bereits zu empfehlen.

Die meiner Meinung nach beste Variante ist es, Intervalltraining entweder deutlich getrennt von Krafttraining am selben Tag oder noch besser an Tagen ohne Krafttraining auszuführen.

Alle theoretischen Möglichkeiten sind natürlich auch nur solange von Bedeutung wie Sie auch in der Praxis durchführbar sind darum muss gelten:

Das beste Cardio ist das, welches ich ÜBERHAUPT und ohne STRESS ausführen kann. Habe ich die Möglichkeit zu variieren greifen die Ausführungen meines BLOGs.

Ich hoffe Euch in meinem 4-Teiler einen umfassenden Einblick in die Welt des cardiovascularen Trainings gegeben zu haben der mit einigen Mythen aufgeräumt hat und würde mich freuen, wenn viele von Euch die TIPPps aus meinem BLOG auch in die eigene Trainingsplanung integrieren.

Euch Allen wünsche ich viel Erfolg bei Eurer weiteren sportlichen Laufbahn

Euer
Holger Gugg
www.bodycoaches.de

Quellen

Bahr, R., and O.M. Sejersted. Effect of intensity of exercise on excess postexercise O₂ consumption. *Metabolism*. 40:836-841, 1991.

Ballor, D.L., J.P. McCarthy, and E.J. Wilterdink. Exercise intensity does not affect the composition of diet- and exercise-induced body mass loss. *Am. J. Clin. Nutr.* 51:142-146, 1990.

Bryner, R.W., R.C. Toffle, I.H. Ullrish, and R.A. Yeater. The effects of exercise intensity on body composition, weight loss, and dietary composition in women. *J. Am. Col. Nutr.* 16:68-73, 1997.

Burleson, Jr, M.A., H.S. O'Bryant, M.H. Stone, M.A. Collins, and T. Triplett-McBride. Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:518-522, 1998.

Coyle, E.H. Fat Metabolism During Exercise. [Online] Gatorade Sports Science Institute.
Dickson-Parnell, B.E., and A. Zeichner. Effects of a short-term exercise program on caloric consumption. *Health Psychol.* 4:437-448, 1985.
Gaesser, G.A., and R.G. Rich. Effects of high- and low-intensity exercise training on aerobic capacity and blood lipids. *Med. Sci. Sports Exerc.* 16:269-274, 1984.

Gillette, C.A., R.C. Bullough, and C.L. Melby. Postexercise energy expenditure in response to acute aerobic or resistive exercise. *Int. J. Sports Nutr.* 4:347-360, 1994.

Grediagin, M.A., M. Cody, J. Rupp, D. Benardot, and R. Shern. Exercise intensity does not effect body composition change in untrained, moderately overfat women. *J. Am. Diet Assoc.* 95:661-

665, 1995.

Grubbs, L. The critical role of exercise in weight control. *Nurse Pract.* 18(4):20,22,25-26,29, 1993.

Hickson, R.C., W.W. Heusner, W.D. Van Huss, D.E. Jackson, D.A. Anderson, D.A. Jones, and A.T. Psalidas. Effects of Dianabol and high-intensity sprint training on body composition of rats. *Med. Sci. Sports.* 8:191-195, 1976.

Imbeault, P., S. Saint-Pierre, N. Alm eras, and A. Tremblay. Acute effects of exercise on energy intake and feeding behaviour. *Br. J. Nutr.* 77:511-521, 1997.

Katch, F.I., R. Martin, and J. Martin. Effects of exercise intensity on food consumption in the male rat. *Am J. Clin. Nutr.* 32:1401-1407, 1979.

Laforgia, J. R.T. Withers, N.J. Shipp, and C.J. Gore. Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. *J. Appl. Physiol.* 82:661-666, 1997.

Mahler, D.A., V.F. Froelicher, N.H. Miller, and T.D. York. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, edited by W.L. Kenney, R.H. Humphrey, and C.X. Bryant. Media, PA: Williams and Wilkins, 1995, chapt. 10, p. 218-219.

McMillan, J.L., M.H. Stone, J. Sartin, R. Keith, D. Marple, Lt. C. Brown, and R.D. Lewis. 20-hour physiological responses to a single weight-training session. *J. Strength Cond. Res.* 7(3):9-21, 1993.

Melby, C., C. Scholl, G. Edwards, and R. Bullough. Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. *J. Appl. Physiol.* 75:1847-1853, 1993.

Pacheco-Sanchez, M., and K.K Grunewald. Body fat deposition: effects of dietary fat and two exercise protocols. *J. Am. Col. Nutr.* 13:601-607, 1994.

Phelain, J.F., E. Reinke, M.A. Harris, and C.L. Melby. Postexercise energy expenditure and substrate oxidation in young women resulting from exercise bouts of different intensity. *J. Am. Col. Nutr.* 16:140-146, 1997.

Rasmussen, B.B., and W.W. Winder. Effect of exercise intensity on skeletal muscle malonyl-CoA and acetyl-CoA carboxylase. *J. Appl. Physiol.* 83:1104-1109, 1997.

Smith, J., and L. McNaughton. The effects of intensity of exercise on excess postexercise oxygen consumption and energy expenditure in moderately trained men and women. *Eur. J. Appl. Physiol.* 67:420-425, 1993.

Thompson, D.A., L.A. Wolfe, and R. Eikelboom. Acute effects of exercise intensity on appetite in young men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20:222-227, 1988.

Tremblay, A., J. Simoneau, and C. Bouchard. Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism.* 43:814-818, 1994.

Tremblay, A., J. Despr es, C. Leblanc, C.L. Craig, B. Ferris, T. Stephens, and C. Bouchard. Effect of intensity of physical activity on body fatness and fat distribution. *Am J. Clin. Nutr.* 51:153-157,

1990.

Treuth, M.S., G.R. Hunter, and M. Williams. Effects of exercise intensity on 24-h energy expenditure and substrate oxidation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28:1138-1143, 1996.

High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle.

Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism

Lehrbrief Lehrer für Cardiofitness BSA-Akademie

<http://www.aesirsports.com> / Warum Frauen dem Ärger stets entgegen joggen!

Baylor LS, Hackney AC. Resting thyroid and leptin hormone changes in women following intense, prolonged exercise training. *Eur J Appl Physiol.* 2003 Jan;88(4-5):480-4.

Boyden TW, Pamerter RW, Rotkis TC, Stanforth P, Wilmore JH. Thyroidal changes associated with endurance training in women. *Med Sci Sports Exerc.* 1984 Jun;16(3):243-6.

Wesche MF, Wiersinga WM. Relation between lean body mass and thyroid volume in competition rowers before and during intensive physical training. *Horm Metab Res.* 2001 Jul;33(7):423-7.

Tremblay A, Poehlman ET, Despres JP, Theriault G, Danforth E, Bouchard C. Endurance training with constant energy intake in identical twins: changes over time in energy expenditure and related hormones. *Metabolism.* 1997 May;46(5):499-503.

Rone JK, Dons RF, Reed HL. The effect of endurance training on serum triiodothyronine kinetics in man: physical conditioning marked by enhanced thyroid hormone metabolism. *Clin Endocrinol (Oxf).* 1992 Oct;37(4):325-30.

Loucks AB, Callister R. Induction and prevention of low-T3 syndrome in exercising women. *Am J Physiol.* 1993 May;264(5 Pt 2):R924-30. Loucks AB, Heath EM. Induction of low-T3 syndrome in exercising women occurs at a threshold of energy availability. *Am J Physiol.* 1994 Mar;266(3 Pt 2):R817-23.

Rosolowska-Huszcz D. The effect of exercise training intensity on thyroid activity at rest. *J Physiol Pharmacol.* 1998 Sep;49(3):457-66.

Wirth A, Holm G, Lindstedt G, Lundberg PA, Bjorntorp P. Thyroid hormones and lipolysis in physically trained rats. *Metabolism.* 1981 Mar;30(3):237-41.

Opstad PK, Falch D, Oktedalen O, Fonnum F, Wergeland R. The thyroid function in young men during prolonged exercise and the effect of energy and sleep deprivation. *Clin Endocrinol (Oxf).* 1984 Jun;20(6):657-69.

Hohtari H, Pakarinen A, Kauppila A. Serum concentrations of thyrotropin, thyroxine, triiodothyronine and thyroxine binding globulin in female endurance runners and joggers. *Acta Endocrinol (Copenh).* 1987 Jan;114(1):41-6.

Lanni A, Moreno M, Lombardi A, Goglia F. Thyroid hormone and uncoupling proteins. *FEBS Lett.*

2003 May 22;543(1-3):5-10. Review.

Leijendekker WJ, van Hardeveld C, Elzinga G. Heat production during contraction in skeletal muscle of hypothyroid mice. *Am J Physiol*. 1987 Aug;253(2 Pt 1):E214-20.

Silva JE. Thyroid hormone control of thermogenesis and energy balance. *Thyroid*. 1995 Dec;5(6):481-92. Review.

Argyropoulos G, Harper ME. Uncoupling proteins and thermoregulation. *J Appl Physiol*. 2002 May;92(5):2187-98. Review.

Rolfe DF, Brown GC. Cellular energy utilization and molecular origin of standard metabolic rate in mammals. *Physiol Rev*. 1997 Jul;77(3):731-58. Review.

Danforth E Jr, Burger A. The role of thyroid hormones in the control of energy expenditure. *Clin Endocrinol Metab*. 1984 Nov;13(3):581-95. Review.

Schrauwen P, Hesselink M. UCP2 and UCP3 in muscle controlling body metabolism. *J Exp Biol*. 2002 Aug;205(Pt 15):2275-85. Review.

Silva JE. The multiple contributions of thyroid hormone to heat production. *J Clin Invest*. 2001 Jul;108(1):35-7.

Goglia F, Silvestri E, Lanni A. Thyroid hormones and mitochondria. *Biosci Rep*. 2002 Feb;22(1):17-32. Review.

Goglia F, Moreno M, Lanni A. Action of thyroid hormones at the cellular level: the mitochondrial target. *FEBS Lett*. 1999 Jun 11;452(3):115-20. Review.

Ribeiro MO, Carvalho SD, Schultz JJ, Chiellini G, Scanlan TS, Bianco AC, Brent GA. Thyroid hormone-sympathetic interaction and adaptive thermogenesis are thyroid hormone receptor isoform-specific. *J Clin Invest*. 2001 Jul;108(1):97-105.

Beylot M, Riou JP, Bienvenu F, Mornex R. Increased ketonaemia in hyperthyroidism. Evidence for a beta-adrenergic mechanism. *Diabetologia*. 1980;19(6):505-10.

Ostman J, Arner P, Bolinder J, Engfeldt P, Wennlund A. Regulation of lipolysis in hyperthyroidism. *Int J Obes*. 1981;5(6):665-70.

Collins S, Cao W, Daniel KW, Dixon TM, Medvedev AV, Onuma H, Surwit R. Adrenoceptors, uncoupling proteins, and energy expenditure. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2001 Dec;226(11):982-90.

Williams LT, Lefkowitz RJ, Watanabe AM, Hathaway DR, Besch HR Jr. Thyroid hormone regulation of beta-adrenergic receptor number. *J Biol Chem*. 1977 Apr 25;252(8):2787-9.

Martin WH 3rd. Triiodothyronine, beta-adrenergic receptors, agonist responses, and exercise capacity. *Ann Thorac Surg*. 1993 Jul;56(1 Suppl):S24-34.

Tsujimoto G, Hashimoto K, Hoffman BB. Effects of thyroid hormone on beta-adrenergic responsiveness of aging cardiovascular systems. *Am J Physiol*. 1987 Mar;252(3 Pt 2):H513-20.

Richelsen B, Sorensen NS. Alpha 2- and beta-adrenergic receptor binding and action in gluteal adipocytes from patients with hypothyroidism and hyperthyroidism. *Metabolism*. 1987 Nov;36(11):1031-9.

Wang JL, Chinookoswong N, Yin S, Shi ZQ. Calorigenic actions of leptin are additive to, but not dependent on, those of thyroid hormones. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2000 Dec;279(6):E1278-85.

Seidel A, Heldmaier G. Thyroid hormones affect the physiological availability of nonshivering thermogenesis. *Pflugers Arch*. 1982 May;393(3):283-5.

Jones NL, Heigenhauser GJ, Kuksis A, Matsos CG, Sutton JR, Toews CJ. Fat metabolism in heavy exercise. *Clin Sci (Lond)*. 1980 Dec;59(6):469-78.

Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, Zhang XJ, Wolfe RR. Relationship between fatty acid delivery and fatty acid oxidation during strenuous exercise. *J Appl Physiol*. 1995 Dec;79(6):1939-45.

Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, Gastaldelli A, Horowitz JF, Endert E, Wolfe RR. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 1993;265:E380-E391.

Martin WH 3rd, Dalsky GP, Hurley BF, Matthews DE, Bier DM, Hagberg JM, Rogers MA, King DS, Holloszy JO. Effect of endurance training on plasma free fatty acid turnover and oxidation during exercise. *Am J Physiol*. 1993;265:E708-14.

Elayan IM, Winder WW. Effect of glucose infusion on muscle malonyl-CoA during exercise. *J Appl Physiol*. 1991 Apr;70(4):1495-9.

Saddik M, Gamble J, Witters LA, Lopaschuk GD. Acetyl-CoA carboxylase regulation of fatty acid oxidation in the heart. *J Biol Chem*. 1993 Dec 5;268(34):25836-45.

38. McGarry JD, Mannaerts GP, Foster DW. A possible role for malonyl-CoA in the regulation of hepatic fatty acid oxidation and ketogenesis. *J Clin Invest*. 1977 Jul;60(1):265-70.

Robinson IN, Zammit VA. Sensitivity of carnitine acyltransferase I to malonyl-CoA inhibition in isolated rat liver mitochondria is quantitatively related to hepatic malonyl-CoA concentration in vivo. *Biochem J*. 1982 Jul 15;206(1):177-9.

McGarry JD, Mills SE, Long CS, Foster DW. Observations on the affinity for carnitine, and malonyl-CoA sensitivity, of carnitine palmitoyltransferase I.

Loucks AB, Heath EM. Induction of low-T₃ syndrome in exercising women occurs at a threshold of energy availability. *Am J Physiol*. 1994 Mar;266(3 Pt 2):E817-23. Carnitine acyltransferase I in animal and human tissues. Demonstration of the presence of malonyl-CoA in non-hepatic tissues of the rat. *Biochem J*. 1983 Jul 15;214(1):21-8.

Sidossis LS, Gastaldelli A, Klein S, Wolfe RR. Regulation of plasma fatty acid oxidation during low- and high-intensity exercise. *Am J Physiol*. 1997;272:E1065-70.

39. Mertens DJ, Rhind S, Berkhoff F, Dugmore D, Shek PN, Shephard RJ. Nutritional, immunologic and psychological responses to a 7250 km run. *J Sports Med Phys Fitness*. 1996 Jun;36(2):132-8.

Wesche MF, Wiersinga WM. Relation between lean body mass and thyroid volume in competition rowers before and during intensive physical training. *Horm Metab Res.* 2001 Jul;33(7):423-7.

Eliakim A, Brasel JA, Mohan S, Barstow TJ, Berman N, Cooper DM. Physical fitness, endurance training, and the growth hormone-insulin-like growth factor I system in adolescent females. *J Clin Endocrinol Metab.* 1996 Nov;81(11):3986-92.

Bisschop PH, Sauerwein HP, Endert E, Romijn JA. Isocaloric carbohydrate deprivation induces protein catabolism despite a low T3-syndrome in healthy men. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2001 Jan;54(1):75-80.

Essig DA, Alderson NL, Ferguson MA, Bartoli WP, Durstine JL. Delayed effects of exercise on the plasma leptin concentration. *Metabolism.* 2000 Mar;49(3):395-9.

Kanaley JA, Weltman JY, Pieper KS, Weltman A, Hartman ML. Cortisol and growth hormone responses to exercise at different times of day. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001 Jun;86(6):2881-9.

Duclos M, Gouarne C, Bonnemaïson D. Acute and chronic effects of exercise on tissue sensitivity to glucocorticoids. *J Appl Physiol.* 2003 Mar;94(3):869-75.

Duclos M, Corcuff JB, Pehourcq F, Tabarin A. Decreased pituitary sensitivity to glucocorticoids in endurance-trained men. *Eur J Endocrinol.* 2001 Apr;144(4):363-8.

Heitkamp HC, Schulz H, Rucker K, Dickhuth HH. Endurance training in females: changes in beta-endorphin and ACTH. *Int J Sports Med.* 1998 May;19(4):260-4.

Duclos M, Corcuff JB, Arzac L, Moreau-Gaudry F, Rashedstrongi M, Roger P, Tabarin A, Manier G. Corticotroph axis sensitivity after exercise in endurance-trained athletes. *Clin Endocrinol (Oxf).* 1998 Apr;48(4):493-501.

Tyndall GL, Kobe RW, Houmard JA. Cortisol, testosterone, and insulin action during intense swimming training in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1996;73(1-2):61-5.

Vasankari TJ, Kujala UM, Heinonen OJ, Huhtaniemi IT. Effects of endurance training on hormonal responses to prolonged physical exercise in males. *Acta Endocrinol (Copenh).* 1993 Aug;129(2):109-13.

Hoogeveen AR, Zonderland ML. Relationships between testosterone, cortisol and performance in professional cyclists. *Int J Sports Med.* 1996 Aug;17(6):423-8.

Kidman DS, Dolev E, Deuster PA, Burstein R, Arnon R, Epstein Y. Androgenic response to long-term physical training in male subjects. *Int J Sports Med.* 1990 Dec;11(6):421-4.

Duclos, M, Corcuff JB, Rashedi M, Fougere V, and Manier G. Trained versus untrained: different hypothalamo-pituitary adrenal axis responses to exercise recovery. *Eur J Appl Physiol* 75: 343-350, 1997.

Ma K, Mallidis C, Bhasin S, Mahabadi V, Artaza J, Gonzalez-Cadavid N, Arias J, Salehian B. Glucocorticoid-induced skeletal muscle atrophy is associated with upregulation of myostatin

gene expression. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2003 Aug;285(2):E363-71.

Cvijetić S, Grazio S, Gomzi M, Krapac L, Nemčić T, Uremović M, Bobić J. Muscle strength and bone density in patients with different rheumatic conditions: cross-sectional study. *Croat Med J.* 2011 Apr 15;52(2):164-70.

Dixon WG, Lunt M, Pye SR, Reeve J, Felsenberg D, Silman AJ, O'Neill TW; European Prospective Osteoporosis Study Group. Low grip strength is associated with bone mineral density and vertebral fracture in women. *Rheumatology (Oxford).* 2005 May;44(5):642-6.

Lekamwasam S, Weeraratna T, Rodrigo M, Arachchi WK, Munidasa D. Association between bone mineral density, lean mass, and fat mass among healthy middle-aged premenopausal women: a cross-sectional study in southern Sri Lanka. *J Bone Miner Metab.* 2009;27(1):83-8.

Li S, Wagner R, Holm K, Lehotsky J, Zinaman MJ. Relationship between soft tissue body composition and bone mass in perimenopausal women. *Maturitas.* 2004 Feb 20;47(2):99-105.

Salamone LM, Glynn N, Black D, Epstein RS, Palermo L, Meilahn E, Kuller LH, Cauley JA. Body composition and bone mineral density in premenopausal and early perimenopausal women. *J Bone Miner Res.* 1995 Nov;10(11):1762-8.

Winters KM, Snow CM. Body composition predicts bone mineral density and balance in premenopausal women. *J Womens Health Gend Based Med.* 2000 Oct;9(8):865-72.

Witzke KA, Snow CM. Lean body mass and leg power best predict bone mineral density in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc.* 1999 Nov;31(11):1558-63.

Allison DB, Zannolli R, Faith MS, Heo M, Pietrobelli A, VanItallie TB, Pi-Sunyer FX, Heymsfield SB. Weight loss increases and fat loss decreases all-cause mortality rate: results from two independent cohort studies. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1999 Jun;23(6):603-11.

Savard R, Despres JP, Marcotte M, Bouchard C. Endurance training and glucose conversion into triglycerides in human fat cells. *J Appl Physiol.* 1985 Jan;58(1):230-5.

Viru A, Toode K, Eller A. Adipocyte responses to adrenaline and insulin in active and former sportsmen. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992;64(4):345-9.

Hickner RC, Racette SB, Binder EF, Fisher JS, Kohrt WM. Effects of 10 days of endurance exercise training on the suppression of whole body and regional lipolysis by insulin. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000 Apr;85(4):1498-504.

Gommers A, Dehez-Delhay M, Caucheteux D. Prolonged effects of training on adipose tissue glucose metabolism and insulin responsiveness in adult rats (author's transl) *Diabete Metab.* 1981 Jun;7(2):121-6.

Perreault L, Lavelly JM, Kittelson JM, Horton TJ. Gender differences in lipoprotein lipase activity after acute exercise. *Obes Res.* 2004 Feb;12(2):241-9.

Taskinen MR, Nikkila EA. Effect of acute vigorous exercise on lipoprotein lipase activity of adipose tissue and skeletal muscle in physically active men. *Artery.* 1980;6(6):471-83.

- Farese RV Jr, Yost TJ, Eckel RH. Tissue-specific regulation of lipoprotein lipase activity by insulin/glucose in normal-weight humans. *Metabolism*. 1991 Feb;40(2):214-6.
- Gregoire F, Genart C, Hauser N, Remacle C. Glucocorticoids induce a drastic inhibition of proliferation and stimulate differentiation of adu/plt rat fat cell precursors. *Exp Cell Res*. 1991 Oct;196(2):270-8.
- Xu XF, Bjorntorp P. Effects of dexamethasone on multiplication and differentiation of rat adipose precursor cells. *Exp Cell Res*. 1990 Aug;189(2):247-52.
- Hentges EJ, Hausman GJ. Primary cultures of stromal-vascular cells from pig adipose tissue: the influence of glucocorticoids and insulin as inducers of adipocyte differentiation. *Domest Anim Endocrinol*. 1989 Jul;6(3):275-85.
- Hauner H, Entenmann G, Wabitsch M, Gaillard D, Ailhaud G, Negrel R, Pfeiffer EF. Promoting effect of glucocorticoids on the differentiation of human adipocyte precursor cells cultured in a chemically defined medium. *J Clin Invest*. 1989 Nov;84(5):1663-70.
- Hauner H, Schmid P, Pfeiffer EF. Glucocorticoids and insulin promote the differentiation of human adipocyte precursor cells into fat cells. *J Clin Endocrinol Metab*. 1987 Apr;64(4):832-5.
- Ramsay TG, White ME, Wolverton CK. Glucocorticoids and the differentiation of porcine preadipocytes. *J Anim Sci*. 1989 Sep;67(9):2222-9.
- Bujalska IJ, Kumar S, Hewison M, Stewart PM. Differentiation of adipose stromal cells: the roles of glucocorticoids and 11beta-hydroxysteroid dehydrogenase. *Endocrinology*. 1999 Jul;140(7):3188-96.
- Nougues J, Reyne Y, Barenton B, Chery T, Garandel V, Soriano J. Differentiation of adipocyte precursors in a serum-free medium is influenced by glucocorticoids and endogenously produced insulin-like growth factor-I. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1993 Mar;17(3):159-67.
- Amthor, H. et al. (2006): Lack of myostatin results in excessive muscle growth but impaired force generation. In: *Proceedings of the National Academy of Science in the United States of America*: Published online before print January 31, 2007, doi: 10.1073/pnas.0604893104. URL: <http://www.pnas.org/content/104/6/1835.full> . (abgerufen am 26.07.2012)
- CNN March 30, 2010, *The Journal of Physiology* March 15, 2010, 588, 1011-1022
- Flex – Cardiogeräte im Überblick
- Flex – HIIT Gegenüberstellung
- Muscle&Fitness – Weniger ist mehr
- Hardcore-Ernährung / Anaboles Cardio / Flex / John Kiefer
- Alles über Cardio – Sport Revue
- Fettabbau: Vergleich HIIT, Cardio, Kraft

Muskelaufbautraining niemals mit Cardio/Ausdauer Einheiten - Journal of applied Physiology – in press – published online – January 22, 2009

Flex - Cardio-Ecke / Sprint-Fieber

Muscle&Fitness Dez12 - Cardio und Cortisol

Concurrent aerobic exercise interferes with the satellite cell response to acute resistance exercise – Department of Kinesiology – James Madison University - Virginia USA

BMS-Magazin / Leser Fragen die Wissenschaft antwortet

Cardio + Kraft und Muskelproteinsynthese - C.E. Donges et.al J.Appl Physiology. In press 2012

gedruckt am 12.01.2013 - 14:27

<http://www.team-andro.com/cardio-mythos-iv.html>