

E

Echokardiografie

Ultraschalluntersuchung zur Darstellung der kardialen Strukturen, Herzhöhlen etc. sowie zur Bestimmung von Wanddicken, Dimensionen und Flussprofilen. Zur Bestimmung der linksventrikulären Masse (LVM) kann die Formel von Devereux und Reichek (1997) herangezogen werden:

$$\text{LVM} = 1,04 + ((\text{LVEDD} + \text{LVPWD} + \text{IVS})^3 - (\text{LVEDD})^3) - 13,6 \text{ bzw. bezogen auf die Körpermasse als linksventrikulärer Massenindex LVMi/m}^2$$

Man kann auf diese Art und Weise ein Sporthert oder mögliche strukturelle Fehler (z.B. Vitium cordis, Kardiomyopathien), hypertensive Kardiomyopathie, Entzündungen (z.B. Endokarditis, Myokarditis, Perikarditis), die ggf. die Sporttauglichkeit einschränken, diagnostizieren. Unter dynamischer oder medikamentös induzierter Belastung als sog. Stress-echokardiografie können Wandbewegungsstörungen infolge von Durchblutungsstörungen bei koronarer Herzkrankheit aufgedeckt werden.

Einfach ungesättigte Fettsäuren

s. Fettsäuren, Lipide

Einfachzucker

s. Monosaccharid

Eisen

Lebenswichtiges Mineral, das im Körper Bestandteil des Hämoglobins, der Cytochrome und anderer biochemischer Substanzen und damit an zahlreichen Stoffwechselprozessen beteiligt ist. Die empfohlene Zufuhr liegt für Männer bei 10 g, für Frauen bei 15–18 g. Überdosierungen führen jedoch zu Schäden an Leber, Herz, Pankreas und Magenschleimhaut. Eine zu geringe Zufuhr oder Resorptionsstörungen können zu Eisenmangel und damit zu einer Eisenmangelanämie führen. Bei Sportlern kann infolge des erhöhten Umsatzes und Bedarfs an Hämoglobin, Myoglobin und Cytochromen ein relativer Eisenmangel entstehen; s.a. Anämie, Spurenelemente.

Eisenmangel

s. Eisen

Eisenmangelanämie

s. Anämie

Eiweiß

s. Ernährung, Aminosäuren

Elastische Kraft

s. Kraft

Elektrokardiografie

EKG, Darstellung der Herzstromkurve. Bei Sportlern kann es zu Veränderungen der Herzstromkurve in Ruhe kommen. Meist treten sie in Verbindung mit einem Sporthertz auf, man findet sie jedoch auch bei Trainierten ohne Sporthertz infolge der Vagotonie. Manche Erscheinungsbilder, z.B. der AV-Block I°, normalisieren sich unter Belastung. Bei entsprechender Beschwerdesymptomatik müssen allerdings Befunde kritisch betrachtet werden; im Zweifelsfall kann es hilfreich sein, ein Vor-EKG zum Vergleich anzufordern (s. Tab. 3).

Elektrolyte

Sämtliche Substanzen wie Salze, Säuren oder Basen, die im Wasser Ionen abgeben und damit eine Lösung elektrisch leitfähig machen.

Als Elektrolytgetränke werden Flüssigkeiten bezeichnet, die Elektrolyte enthalten. In der Regel sind dies Natrium, Kalium, Magnesium und/oder Chlorid. Sie sollen bei Sportlern zu einem Ausgleich der durch Schweiß verlorenen Mineralstoffe führen und Hitzekrämpfe vermeiden. Dies ist i.d.R. hauptsächlich Kochsalz, sodass die Zufuhr von Mineralwässern völlig ausreichend ist; s.a. Sportgetränke.

Elektromyografie

EMG; Aufzeichnung der muskulären Aktionspotenziale. Sie ermöglicht Aussagen zum Innervationsverhalten verschiedener Muskeln bzw. Muskelgruppen bei spezifischen Bewegungen. Dies kann aus sportmedizinischer (z.B. Optimierung von Bewegungsabläufen), aber auch klinischer Sicht (Diagnostik Myopathien, z.B. Morbus Pompe) sinnvoll sein.

Tab. 3: Typische Befunde beim Sportler-EKG [nach Kindermann et al. 2003]

Rhythmusveränderungen	
Sinusbradykardie	häufig
Respiratorische Arrhythmie	häufig
Sinuspausen (zwischen 2 und 3 s)	weniger häufig
Wandernder Schrittmacher	weniger häufig
AV-junktionaler Ersatzrhythmus	weniger häufig
Ventrikulärer Ersatzrhythmus	selten
Einfache AV-Dissoziation	weniger häufig
Parasystolie	selten
Ventrikuläre/supraventrikuläre Extrasystolen	weniger häufig
AV-Block I	häufig
AV-Block II Typ Mobitz oder Wenckebach	weniger häufig
Veränderungen des Kammerkomplexes	
Inkompletter Rechtsschenkelblock	häufig
Hohe Voltagen der R- und S-Zacken	häufig
Veränderungen der Erregungsrückbildung	
ST-Streckenhebungen mit hohen spitzen T-Wellen	häufig
ST-Streckensenkungen mit oder ohne T-Wellenveränderungen	selten
Biphasische oder terminal negative T-Wellen mit oder ohne Änderungen der ST-Strecken	selten

Embsen-Meyerhof-Reaktion

s. Glykolyse

Endokarditis

Entzündung des Endokards, häufig mit Beteiligung der Klappensegel. Am häufigsten ist die Mitralklappe betroffen, gefolgt von der Aortenklappe. *Ursache:* meist bakteriell; seltener abakteriell, z.B. rheumatisch, bedingt. *Behandlung:* je nach Ursache und Folge; absolutes Sportverbot bei einer akuten Endokarditis. *Prophylaxe:* Eine Endokarditisprophylaxe bei Zahnextraktionen, endoskopischen und urologischen Eingriffen ist nur bei ausgewählten Patienten indiziert: Patienten nach einer Endokarditis, nach Herzklappenersatz, nach einer Herztransplantation mit hämodynamisch wirksamem Vitium (s.a. Vitium cordis, erworbene), angeborenen Vitien ohne oder nur mit palliativer Korrektur (s.a. Vitium cordis, angeborene), Korrektur mit Fremdmaterial oder Residualdefekt [mod. nach AHA 2007]. Bei Sportlern finden sich nicht selten hämodynamisch nicht wirksame Mitralklappeninsuffizienzen bzw. -pro-

lapse; eine Endokarditisprophylaxe ist hier somit nicht indiziert. Eine infektiöse Endokarditis ist bei Sportlern eher selten. Häufiger zeigen sich dort eine Perikarditis und/oder eine Myokarditis.

Endorphine

Neuropeptide, die infolge ihres metabotropen Effekts als Neurotransmitter fungieren; verwandt mit den Enkephalinen. Sie werden in zahlreichen Hirnarealen gebildet und haben eine ähnliche Wirkung wie Opiate, z.B. Morphine, Heroin, Methadon. Die Freisetzung der Endorphine wird mit speziellen sportlichen Phänomenen, wie dem „zweiten Wind“ oder dem „runner's high“, in Zusammenhang gebracht.

Endothel

Innenauskleidung 1. der Gefäße, s.a. Arteriosklerose; 2. der Hornhaut: Nicht regenerationsfähiges einschichtiges Gewebe, das die Hornhaut auf 72 bis 78% Wassergehalt dehydriert, das Nährstoffe und Stoffwechselprodukte sowie Sauerstoff transportiert; s.a. Endotheldekompensation der Hornhaut.

Endotheldekompensation der Hornhaut

Der gesunde Mensch bringt im Mittel zwischen 3000 und 4000 Endothel-Zellen pro mm^2 mit, verliert 0,5% im Jahr, bei Sauerstoffmangel, Krankheiten und Operationen erheblich mehr. *Gefahr:* (Grenz-)Werte, die zu einer Dekompensation, in Form eines Hornhautödems, somit zur Erblindung führen (in Höhe von 300–400 Zellen/ mm^2). Eine Dekompensation kann durch chronischen Sauerstoffmangel, z.B. unter gering gasdurchlässigen weichen Kontaktlinsen im Sport, entstehen, vor allem bei geringeren Endothelausgangswerten. *Therapie:* Hornhautübertragung.

Energiebedarf

Menge an Energie, die den Bedarf der Körperfunktionen abdeckt (s. Tab. 4) und die empfohlene Zusammensetzung der Lebensmittelgruppen. Als Faustformel zur Ermittlung des Kalorienbedarfs kann das Produkt aus Körpergewicht $\times$ 30 dienen. Genauer in Abhängigkeit von dem jeweiligen Aktivitätsgrad kann dies mit dem Physical activity level bestimmt werden.

Energiebereitstellung

Oder Energiestoffwechsel; Prozesse, die durch biologische Oxidation von Nährstoffen und körpereigenen energiereichen Substanzen zur Bereitstellung chemischer Energie beitragen. Die Energiebereitstellung

Tab. 4: Mittlerer Energiebedarf bei diversen Sportarten [modifiziert nach de Marees 2000]

Ausdauersportarten	Mittel- und Langstreckenlauf, Skilanglauf, Schwimmen 200–500 m	314 kJ/kg Körpermasse/75 kcal/kg
		60% KH, 25% Fett, 15% Eiweiß
Spielsportarten	Basketball, Fußball, Handball, Hockey, Tennis	293 kJ/kg Körpermasse/70 kcal/kg
		54% KH, 28% Fett, 18% Eiweiß
Kraftsportarten	Gewichtheben, Wurfdisziplinen, Stoßdisziplinen	318 kJ/kg Körpermasse/76 kcal/kg
		42% KH, 36% Fett, 22% Eiweiß
Schnellkraftsportarten	Sprint, leichtathletischer Mehrkampf, alpiner Skilauf, Fechten	276 J/kg Körpermasse/66 kcal/kg
		52% KH, 30% Fett, 18% Eiweiß

kann aerob, anaerob-laktazid oder anaerob-alaktazid erfolgen (s. Abb. 6). Bei Letzterer wird die Energie, die erforderlich ist, um ATP aus ADP zu resynthetisieren, aus den energiereichen Phosphaten gewonnen, z.B. Kreatinphosphat. Diese Energie reicht jedoch nur für wenige Sekunden aus.

Im Rahmen der anaerob-laktaziden Energiebereitstellung wird Energie durch den Abbau von Glukose zu Pyruvat frei, das zu Laktat transformiert wird. Auf diese Weise werden hochintensive Belastungen über maximal 2–3 min möglich. Die Reduktion von Nicotinamadenindinukleotid (NAD) ergibt pro Glukosemolekül Energie für die Resynthese von 2 ATP-Molekülen.

Aufgrund der geringeren Zahl an Reaktionsschritten läuft dieser Prozess bei der anaeroben Energiebereitstellung schneller ab. Unter anaeroben Bedingungen fehlt mit dem Sauerstoff der Elektronenakzeptor für die Atmungskette. Das reduzierte Nicotinamadenindinukleotid (NADH), das Proton H^+ sowie Ubichinol können nicht mehr oxidiert werden. Die erhöhte $NADH+H^+$ -Konzentration bremst die vorangehenden Zyklen, sodass die mitochondriale ATP-Synthese komplett zum Erliegen kommt, ebenso wie die Betaoxidation und der Malat-Shuttle. Die Zelle ist somit bei der Energiegewinnung rein auf die Glykolyse angewiesen. Die Reoxidierung von NADH erfolgt somit durch die Reduktion von Pyruvat zu Laktat.

Bei der aeroben Energiebereitstellung wird Glukose komplett zu Kohlendioxid und Wasser verbrannt; s.a. Atmungskette, Zitronensäurezyklus.

Energiebilanz

Verhältnis von Energiezufuhr (= Nahrungsaufnahme) und -verbrauch (= Aktivität, aber auch Erhalt der Körperstrukturen). Eine negative Energiebilanz führt zu Gewichtsverlust, eine positive zu Gewichtszunahme und ggf. Übergewicht; s.a. Adipositas.

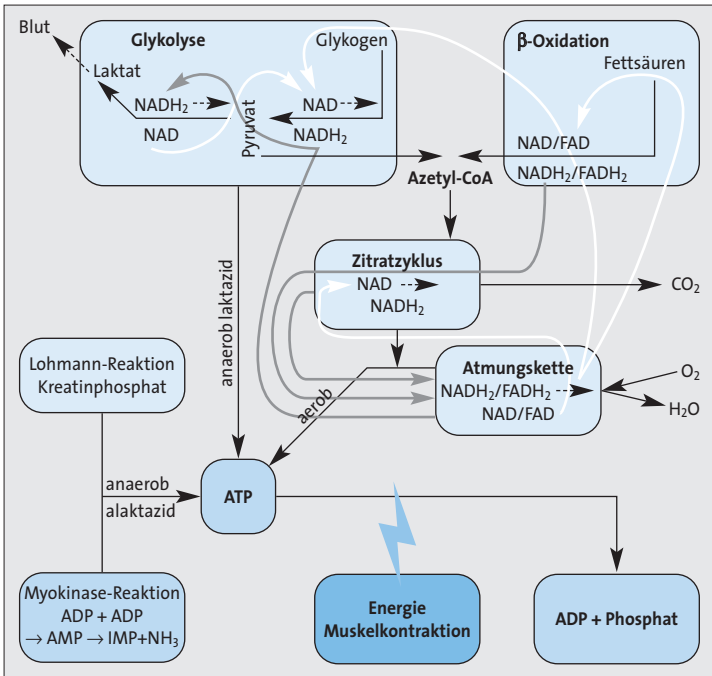


Abb. 6: Ablauf der Energiebereitstellung.

Energiegetränke

Spezielle Sportgetränke, die u.a. auch Traubenzucker enthalten und so die im Sport verbrauchte Energie so rasch wie möglich ersetzen sollen. Als günstig gelten Getränke mit einer geringen Glukosekonzentration (< 2 g/100 ml), die einer Hypoglykämie und Dehydratation entgegenwirken sowie Ermüdungserscheinungen verzögern sollen. Ein übermäßiger Genuss kann jedoch über die rasche Verfügbarkeit von Zucker zu einer Insulinausschüttung führen und damit wiederum das genaue Gegenteil bewirken; s.a. Sportgetränke.

Nicht selten enthalten sog. Energiegetränke Substanzen, die aufputschend wirken, z.B. Koffein etc. Eine körperliche und geistige Leistungssteigerung, wie häufig die Werbung verspricht, hat mit Sport im herkömmlichen Sinn nichts zu tun. Für Kinder und Jugendliche sind diese Getränke aus diesem Grund ungeeignet.

Energiereiche Phosphate

Chemische Bindungen, hier Kreatinphosphat und Adenosintriphosphat (ATP), bei deren Hydrolyse Energie freigesetzt wird; s.a. Phosphogene.

Energieverbrauch/Energieumsatz

Energiebedarf für körperliche Aktivität (s. Tab. 5). Zumeist wird dies noch herkömmlich in Kalorien ausgedrückt, wissenschaftlich ist eigentlich die Einheit Joule (J) korrekt. Der tägliche Energiebedarf ist abhängig vom Grund- und Arbeitsumsatz. Während der Grundumsatz – in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter, Körpermasse/-zusammensetzung – durchschnittlich bei einem liegenden Mann etwa 1 kcal pro Std. und Körpergewicht beträgt, liegt der Energieverbrauch bei langsamem Gehen um den Faktor 3 höher, beim Laufen bereits um den Faktor 16. Der relative Energieverbrauch bei Frauen liegt in Ruhe um etwa 10% niedriger als bei Männern.

Tab. 5: Durchschnittlicher gewichtsunabhängiger Kalorienverbrauch pro 10 min Sport

Sportart	Kalorienverbrauch	Sportart	Kalorienverbrauch
Kegeln	35	Radfahren (10km/h)	28
Wasserski	70	Radfahren (20km/h)	78
Tennis	80	Radfahren (20km/h)	113
Badminton	80	Eishockey	200–270
Tischtennis	53	Fußball	230–280
Bergsteigen	80	Volleyball	73
Handball	140	Skilanglauf	112
Basketball	140	Skialpin (Schuss)	87
Ringens	140	Skialpin (Slalom)	229
Laufen	100	Schlittschuhlauf	47
Gehen	31	Tanzen (Foxtrott)	60
Walking	53	Tanzen (Wiener Walzer)	70
Golf	40–55	Trampolin	140

Enthesis

s. Tennisellbogen