

Stoffwechsel bei Bewegung bzw. Sport

Christine Graf, Köln

Definitionen

Körperliche Aktivität umfasst sämtliche muskulären Aktivitäten, die mit einer nachweisbaren Steigerung des Energieumsatzes einhergehen, z.B. Bewegung, NEATs (Non-Exercise-Activity thermogenesis) und Sport. Die Grenzen sind meist fließend, Unterscheidungen nicht unbedingt trennscharf. Bei Bewegung ist die muskuläre Beanspruchung und damit die Steigerung des Energieumsatzes gering ausgeprägt. In einer alternativen Definition wird jedoch auch unter Bewegung die wiederholte strukturierte Bewegung mit dem Ziel die Fitness zu verbessern verstanden. Unter Sport können geplante, strukturierte und wiederholt durchgeführte Aktivitäten verstanden werden, deren Ziel der Erhalt bzw. die Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit bzw. Fitness darstellen.

Die Fitness wiederum meint in diesem Zusammenhang die globale Leistungsfähigkeit einer Person. Die körperliche Leistungsfähigkeit stellt einen Bereich der Fitness dar, der durch sportliche Belastungs- und Beanspruchungsprozesse bestimmt wird. Neben den körperlichen spielen bei der Fitness aber auch geistige wie emotionale, psychosoziale und emotionale Faktoren eine wichtige Rolle. Aus diesen Anteilen entsteht ein Gesamtgefüge, das untereinander abhängig und individuell unterschiedlich zu bewerten ist.

Physiologie der Bewegung

Durch Bewegung kommt es zu einem Verbrauch von Kilokalorien bzw. metabolic equivalents (METs). METs entsprechen dem Quotienten aus arbeitsmetabolischer Rate zu Ruherate und stellen den Multiplikationsfaktor dar, um den der Ruhesauerstoffverbrauch von 3,5 mlO₂/(kg Körpergewicht x Min) unter Belastung gesteigert wird. Für einen 70 kg schweren Erwachsenen entspricht der Energieverbrauch von einem MET 1,2 kcal/Min. Danach werden Tätigkeiten in leicht = <3 METs oder <4 kcal/Min bzw. weniger als 75 Watt, moderat = 3-6 METs oder 4-7 kcal/Min, entsprechend 75 bis 100 Watt und intensiv = > 6 METs oder >7 kcal/Min bzw. mehr als 100 Watt eingeteilt.

Die Energiebereitstellung selbst kann aerob, anaerob-laktazid oder anaerob-alaktazid erfolgen. Ziel ist die Gewinnung von Energie zur Resynthese von Adenosintriphosphat (ATP) aus Adenosindiphosphat (ADP) für die Muskelkontraktionen.

Im anaerob-alaktaziden Prozess wird die Energie, aus den sogenannten energiereichen Phosphaten gewonnen, z.B. Kreatinphosphat bzw. ATP selbst. Die Konzentration reicht aus, um die Muskularbeit zu „starten“. Insgesamt kann allerdings in Abhängigkeit der Intensität nur eine Belastung für 5-8 Sekunden durchgeführt werden. Bei maximaler dynamischer Belastung wird der Kreatinphosphat-Vorrat innerhalb von 3-5 s zu 60-80% verbraucht. Im Leistungssport reicht dies für die Würfe und Stöße (Kugel, Diskus, Hammer) oder Sprünge (Hochsprung, Weitsprung, Dreisprung) aus.

Ist mehr ATP erforderlich muss die Glykolyse die Energiebereitstellung „übernehmen“. In diesem Rahmen wird Energie durch den Abbau von Glukose zu Pyruvat frei, das – ohne die Verfügbarkeit von Sauerstoff – zum Salz der Milchsäure = Laktat transformiert wird (= anaerob-laktazid). Pro Mol Glukose entstehen so zwei ATP. Dieser Stoffwechselweg ermöglicht hochintensive Belastungen über zwei bis drei Minuten. Unter anaeroben Bedingungen, z.B. hochintensiven Belastungen, fehlt mit dem Sauerstoff der Elektronenakzeptor für die Atmungskette. Es kommt zu einer erhöhten NADH-Konzentration, die wiederum den Zitratzyklus und die Pyruvatdehydrogenase „bremst“. Dadurch kommt die ATP-Synthese in den Mitochondrien, die Betaoxidation und der Malat-Shuttle zum Erliegen. Die Energiegewinnung kann „nur“ noch durch die Glykolyse erfolgen.

Die wichtigste Form der Energiebereitstellung, die die meiste Energie liefert, ist die komplette Verbrennung von Glukose und Fetten (= aerob). Die bei der Verbrennung von einem Mol Glukose im Zitratzyklus entstehen etwa 32 Moleküle ATP.

Die Gesamtmenge an verfügbaren Kohlenhydraten ist begrenzt (ca. 400-500 Gramm), sie ist als Glykogen in der Muskulatur und in der Leber gespeichert. Die Fettverbrennung spielt daher insbesondere bei längeren Belastungen eine wichtige Rolle, um Energie bereitzustellen und v.a. „wertvolle“ Kohlenhydratreserven einzusparen. Ohne Kohlenhydrate erfolgt keine Fettverbrennung, da wichtige Stoffwechselmetaboliten nicht „nachgeliefert“ werden können. Ein wichtiges Ziel

eines Ausdauertrainings ist daher die Verbesserung des Fettstoffwechsels, das nicht als „fatburning“ mißverstanden werden darf. Bei Untrainierten werden während Ausdauerbelastungen nur ca. 40% der Energie durch Fettverbrennung bereitgestellt, 60 % entstammen den Kohlenhydraten, bei Ausdauertrainierten kehrt sich dieses Verhältnis um.

Aerob-anaerobe Schwelle

Die sogenannte aerob-anaerobe Schwelle ist als diejenige Belastungsintensität definiert, ab der eine Belastung nicht mehr rein aerob, sondern mit einem zunehmenden Anteil an Milchsäurebildung bewältigt wird. Das Schwellenkonzept ist notwendig zum Verständnis der Optimierung der Bewegungstherapie. Die Schwelle liegt beim Untrainierten bei ca. 60-70% der maximalen Leistungsfähigkeit, als Faustformel kann eine Herzfrequenz von 180 minus Lebensalter in Jahren angenommen werden. Zu „niedrige“ Trainingsreize führen zu keiner Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit; zu „hohe“ Reize wiederum sind ebenfalls ineffektiv. Stets ist es jedoch davon abhängig, welche Ziele durch den Sport/Bewegung erreicht werden sollen und können. So ist natürlich auch im niedrigschwelligen Bereich eine Verbesserung von Koordination und Flexibilität möglich, die bei Patienten mit einer geringen Belastbarkeit (z.B. Herzinsuffizienz-Patienten) einen wichtigen Stellenwert einnimmt.

Umsetzung in die Praxis

Welche Sportart aus welchem Grund besonders positiv wirkt, kann anhand der derzeitigen Datenlage nicht eindeutig beantwortet werden. Gleichmaßen offen ist die Frage, inwiefern der reine Kalorienverbrauch, die Veränderung der Körperkomposition oder die Effekte spezieller Bewegungsformen den tatsächlichen Nutzen vermitteln. Bisher wird zumeist eine Überlegenheit von Ausdauertraining angenommen, da es eine Vielzahl günstiger metabolischer und kardiopulmonaler Effekte aufweist. Dabei spielt insbesondere das Argument der „optimierten Fettverbrennung“ eine wichtige Rolle. Ein wesentlicher Vorteil ist tatsächlich, dass Ausdauersportarten gut dosierbar sind. Zum Erhalt der Muskulatur und Erleichterung

im Alltag, besonders für ältere Menschen, empfiehlt sich aber ein individuell angepasstes Kraft-, Flexibilitäts- und Koordinationstraining.

Ziele von Sport und Bewegung

Erwachsene sollten lebenslang mindestens 30 Minuten moderates körperliches Training an möglichst vielen Tagen in der Woche durchführen. Moderate Alltagsaktivitäten (beruflich und nicht-beruflich) sollten einzeln mindestens 10 Minuten andauern und insgesamt wiederum mindestens 30 Minuten pro Tag ergeben. Die Intensität sollte im leichten bis mittleren Bereich liegen.

Dem bisher Inaktiven kann geraten werden, seine Alltagsaktivitäten sukzessive auf täglich 30 Minuten zu erhöhen bzw. mit einem moderaten Training zu beginnen. Dies kann z.B. in Form von Treppensteigen, Gehen zum Büro oder Betriebssport durchgeführt werden. Grundsätzlich sollten aber neben individuellen Neigungen auch mögliche Begleiterkrankungen berücksichtigt werden. Diejenigen, die bereits unregelmäßig Sport getrieben haben, sollten dies auf regelmäßiger und intensiverer Basis fortsetzen. Die optimale Herzfrequenz für moderate (40 bis 60%) und intensive (bis 85%) körperliche Aktivität kann orientierend nach obiger Faustformel oder wie folgt bestimmt werden:

Trainingsherzfrequenz (für moderates Training) = ((Maximalherzfrequenz – Ruheherzfrequenz)x(40 bis 60%))+Ruheherzfrequenz.