

3 Dekonditionierung

3.1 Um was geht es in diesem Kapitel?

Philippe Merz

Inaktivität oder ungenügende körperliche Aktivität (► Abb. 3.1) wirkt sich bei (noch) Gesunden sowie bei chronisch oder akut Kranken gesundheitlich negativ aus.

Definition

In der Leistungsphysiologie ist die Dekonditionierung als eine Verminderung der maximalen Sauerstoffaufnahme ($VO_2\text{max}$) oder der aeroben Fitness definiert.

Kennen Sie die Intensitätsbereiche der körperlichen Aktivität in MET (metabolisches Äquivalent)? Diese werden mit den Bewegungsempfehlungen für Erwachsene, für ältere Erwachsene und für Erwachsene mit nicht übertragbaren Krankheiten in Kap. 3.2 vorgestellt.

Kap. 3.2 beschreibt den Grund und die Folgen einer Dekonditionierung. Wird zu wenig bewegt, so droht die Dekonditionierung. Dies ist mit einem körperlichen Abbau gleichzusetzen, der vor, während und nach einem Klinikaufenthalt als größter negativer Effekt bei großen elektiven Eingriffen gilt. Das Konzept „Better in, Better out“ wird dieser Situation gerecht.

Die Dekonditionierung ist zudem mit Veränderungen an allen Systemen und Strukturen des Bewegungsapparates sowie des kardiopulmonalen Systems verbunden (z. B. ossäre Strukturen, Muskeln, Sehnen, Bandapparat, Ermüdbarkeitsniveau, propriozeptive und koordinative Funktionen sowie metabolische Veränderungen [Scascighini u. Verra, 2012]).

Kap. 3.3 zeigt die Folgen einer Dekonditionierung für die verschiedenen Organsysteme auf und geht auf die veränderte Energiebereitstellung ein.

Bei der Chronifizierung einer Erkrankung treten Folgeschäden durch eine Reduktion der Aktivität und Schonung auf. Am Beispiel der chronisch obstruktiven Lungenerkrankung werden die funktionellen und strukturellen pathophysiologischen Veränderungen aufgezeigt.



Abb. 3.1 Pausen sind wichtig, zu lange Pausen können aber schädlich sein. (Kirsten Oborny/Thieme)

Nicht nur die Inaktivität, auch ein Übertraining von Athletinnen und Athleten ist schädlich. Es führt zu einem sogenannten „relativen Energiemangel“ im Sport. Die geringe Energieverfügbarkeit (Low Energy Availability, LEA) entsteht durch ein Missverhältnis der Energiezufuhr (Ernährung) und des Energieverbrauchs (Kap. 3.3).

Eine Zusammenfassung mit einer Take Home Message sowie die spezielle Situation beim Diabetiker Typ 1 schließen das Kapitel ab.

3.2 Grund und Folgen einer Dekonditionierung

Guido Perrot

Alle Teile des Körpers, die eine Funktion haben, werden gesund, wohl entwickelt und altern langsamer, sofern sie mit Maß gebraucht und in Arbeiten geübt werden, an die man gewohnt ist. Wenn sie aber nicht mehr benutzt werden und träge sind, neigen sie zur Krankheit, wachsen fehlerhaft und altern schnell.

(Hippokrates, 400 v. Chr.)

Bereits in der Antike betrachtete Hippokrates Bewegung als eine „Säule der Gesundheit“. Er sah in der Bewegungstherapie, zusammen mit Lebensumstellung und Diät, eine wirksame Prävention gegen Erkrankungen. Spätere Forschungsergebnis-

se bestätigten diesen Effekt: Bewegung wirkt in jedem Alter gesundheitsfördernd und trägt dazu bei, viele der im Alter vermehrt auftretenden Erkrankungen zu verhindern oder zumindest hinauszuzögern. Man geht davon aus, dass Bewegung und Sport eine protektive Wirkung gegen Erkrankungen wie Bluthochdruck, Herzinfarkt, Schlaganfall, Metabolisches Syndrom und Diabetes mellitus sowie degenerative Erkrankungen bis hin zu Tumoren besitzen. Gleichzeitig haben körperliche Aktivität und der Ausbau motorischer Fähigkeiten positive Effekte auf die Funktion des menschlichen Gehirns.

Geringe körperliche Beanspruchungen dagegen führen zu einem Abbau der funktionellen Belastbarkeit. Gehen die Anforderungen an die körperliche Leistungsfähigkeit zurück oder finden über längere Zeit keine regelmäßigen „überschwelligen Reize“ an die betroffenen Zellen, Gewebe und Organe statt, werden unsere Reserven physiologischerweise wieder abgebaut: „use it or lose it“ (siehe Zusatzinfo Kap. 3.2.5). Überfordernde Belastungen können unsere Systeme dagegen ebenfalls schädigen.

Körperliche Fitness unterstützt die Mobilität des Menschen und somit auch dessen Teilhabe am gesellschaftlichen Leben. Der moderne Lebensstil in den westlichen Industrienationen trägt allerdings dazu bei, einen zunehmend bewegungsinaktiven Lebensstil zu führen. Deshalb ist es wichtig, die Bevölkerung für die Bewegungsnotwendigkeit zu sensibilisieren und zu erheben, in welchem Umfang Bewegung, für welche Bevölkerungsgruppe bzw. Patientengruppe gesundheitlich am wirkungsvollsten ist.

Mit der Erhebung der körperlichen Fitness und der Formulierung der Zielsetzung lassen sich der Belastungsaufbau sowie die Belastungsdosierung bestimmen.

Merke

Bewegung sollte an die individuellen körperlichen Voraussetzungen angepasst werden.

3.2.1 Energieverbrauch für verschiedene Intensitätsbereiche körperlicher Aktivität

Damit die körperliche Aktivität optimale Auswirkungen auf unsere Gesundheit hat, muss sie häufig und regelmäßig erfolgen. In der Regel gilt, je länger die Aktivität andauert, desto größer ist der Effekt.

Merke

Empfehlenswert ist eine körperliche Aktivität von mindestens 30 min pro Tag.

Körperliche Aktivität entspricht der durch die Skelettmuskulatur erzeugten Bewegung des Körpers, die zu einem substanziellen Anstieg des Energieverbrauchs über den Ruheenergieverbrauch (ein metabolisches Äquivalent = 1 MET) hinausführt. Für den bei körperlicher Ruhe bzw. körperlicher Aktivität entstehenden Energieverbrauch gilt die in ► Abb. 3.2 dargestellte Einteilung mit den jeweiligen Belastungsintensitäten (leicht, moderat, hoch).

Ein MET (Metabolic Equivalent of Task) entspricht dem Sauerstoffverbrauch eines 70 kg schweren 40-jährigen Mannes in Ruhe, der 3,5 ml Sauerstoff pro Kilogramm Körpergewicht pro Minute verbraucht. Der entsprechende Wert für Frauen ist 3,15 ml Sauerstoff/kg KG/min. Der Umfang körperlicher Aktivität kann entsprechend in MET-Minuten oder MET-Stunden angegeben werden. Die körperliche Belastbarkeit kann anhand der im täglichen Leben durchgeführten Aktivitäten abgeschätzt werden. Entsprechend den im täglichen Leben geleisteten MET wird die funktionelle Belastbarkeit eingestuft:

- ausgezeichnet (> 10 MET)
- gut (7–9 MET)
- mittelmäßig (4–6 MET)
- schlecht (< 4 MET)
- unbekannt

Definition

Alltagsaktivitäten mit bis zu 2,9 MET werden als *Basisaktivität* bezeichnet. Wenn zu dieser Basisaktivität keine moderat intensive oder hoch intensive körperliche Aktivität hinzukommt, spricht man von *Bewegungsmangel*.

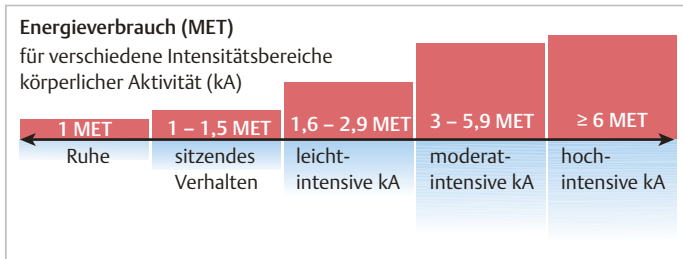


Abb. 3.2 Nationale Empfehlung für Bewegung und Bewegungsförderung. Energieverbrauch für verschiedene Intensitätsbereiche körperlicher Aktivität (basierend auf Daten aus Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung Sonderheft 03)

Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Patienten mittels MET

Die nachfolgende ► Tab. 3.1 repräsentiert eine beispielhafte Auswahl unterschiedlicher, körperlicher Aktivitäten unterschiedlicher MET-Level. Im Zusammenhang damit stehen die verschiedenen Rehabilitationsstufen im akutstationären Setting (Ainsworth et al. 2011; Compendium):

Tab. 3.1 Auswahl unterschiedlicher, körperlicher Aktivitäten unterschiedlicher MET-Level.

MET	Entsprechende Aktivität
1	Meditieren, Schlafen, Fernsehen
1,5	Sitzen, Sprechen, Essen, Schreibtischarbeit
2,0	Stehen (einfache Tätigkeiten im Stehen), duschen
2,5	Körperpflege, Ankleiden, langsames Gehen auf fester Ebene (3–4 km/h), Haare frisieren
3	Spazieren
3,5	leichte Gartenarbeit, Fenster reinigen, (Heim-)Gymnastik, Gehen 4–5 km/h
4	Treppen langsam hochgehen
4,5	bergwärts gehen, Gewichte transportieren ca. 10 kg
5,5	Hometrainer 100 W, Rasen mähen
8,0	Treppen schnell hochgehen, Brisk-Walking (6–7 km/h)

3.2.2 Bewegungsempfehlungen nach Lebensalter und Gesundheitszustand

Bewegungsempfehlungen für Erwachsene (18–65 Jahre)

Vorbemerkung

Die Empfehlungen gelten für gesunde Erwachsene im Alter von 18 bis 65 Jahren. Sie gelten zudem für Erwachsene mit chronischen, aber die Mobilität nicht einschränkenden Erkrankungen (z. B. Hypertonie oder Diabetes mellitus Typ 2), bei denen keine spezifischen Kontraindikationen für Bewegung vorliegen.

Die Bewegungsempfehlungen basieren im Wesentlichen auf folgenden Quellen: Empfehlungen der WHO (WHO), nationale Empfehlungen für Bewegung der Länder Kanada (Lim et al. 2010) und Australien (Brown et al. 2012), Empfehlungen des American College of Sports Medicine (ACSM) (Garber et al. 2011) sowie den „European Guidelines on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice“ (Piepoli et al. 2012).

Bewegungsempfehlungen für Erwachsene zwischen 18 und 65 Jahren

Der größte gesundheitliche Nutzen entsteht bereits dann, wenn Personen, die gänzlich körperlich inaktiv waren, in geringem Umfang aktiv werden. D.h., jede zusätzliche Bewegung ist mit gesundheitlichem Nutzen verbunden. Jeder auch noch so kleine Schritt weg vom Bewegungsmangel ist wichtig und fördert die Gesundheit.

Um die Gesundheit zu erhalten und umfassend zu fördern, gelten folgende Mindestempfehlungen:

- mindestens 150 min/Woche ausdauerorientierte Bewegung mit moderater Intensität durchführen (z. B. 5 × 30 min/Woche) oder
- mindestens 75 min/Woche ausdauerorientierte Bewegung mit höherer Intensität oder
- ausdauerorientierte Bewegung mit entsprechenden Kombinationen beider Intensitäten und dabei
- die Gesamtaktivität in mindestens 5- bis 10-minütigen einzelnen Einheiten, verteilt über den Tag und die Woche, sammeln (z. B. mindestens 3 × 10 min/Tag an 5 Tagen einer Woche).

Weiter sollten Erwachsene folgende Punkte berücksichtigen:

- zusätzlich muskelkräftigende körperliche Aktivitäten an mindestens 2 Tagen pro Woche durchführen,
- lange, ununterbrochene Sitzphasen meiden und nach Möglichkeit das Sitzen regelmäßig durch körperliche Aktivität unterbrechen.
- Weitere Gesundheitseffekte können erzielt werden, wenn der Umfang und/oder die Intensität der Bewegung über die Mindestempfehlungen hinaus weiter gesteigert wird.

Diese Empfehlungen gelten jeweils unter Berücksichtigung der schwangerschaftsspezifischen körperlichen Anpassungen auch für schwangere Frauen bzw. Frauen nach der Entbindung.

Bewegungsempfehlungen für ältere Erwachsene (ab 65 Jahre)

Vorbemerkung

Die Empfehlungen gelten für ältere Erwachsene ab 65 Jahren.

Der biologische Prozess der Alterung wird durch körperliche Aktivität zwar nicht aufgehalten, regelmäßige Bewegung kann aber zu Gesundheit und Wohlbefinden im Alter erheblich beitragen.

Die Bewegungsempfehlungen basieren auf folgenden Quellen: Die Empfehlungen der WHO richten sich an gesunde und chronisch kranke, ältere Erwachsene ab 65 Jahren (WHO). Die kanadischen Empfehlungen für Bewegung adressieren gesunde, nicht institutionalisiert lebende Personen zwischen 65 und 85 Jahren (Tremblay et al. 2011). Die nationalen Empfehlungen Neuseelands differenzieren zwischen älteren Erwachsenen über 65 Jahre und gebrechlichen älteren Erwachsenen über 65 Jahre (Health, 2013).

Das Positionspapier des American College of Sports Medicine (ACSM) für Ältere richtet sich in erster Linie an Personen ab 65 Jahren, betrachtet aber auch Personen in der Altersgruppe 50–64 Jahre mit schwerwiegenderen chronischen Erkrankungen oder funktionellen Einschränkungen, die die Bewegungsfähigkeit, Fitness oder körperliche Aktivität mindern (Chodzko-Zajko et al. 2009).

Bewegungsempfehlungen für ältere Erwachsene ab 65 Jahren

Die Empfehlungen sind die gleichen wie bei den Erwachsenen von 18–65 Jahren mit folgenden Ergänzungen:

- Ältere Erwachsene mit Mobilitätseinschränkungen sollten an mindestens 3 Tagen der Woche Gleichgewichtsübungen zur Sturzprävention durchführen.
- Ältere Erwachsene, die aufgrund gesundheitlicher Einschränkungen nicht entsprechend den Empfehlungen körperlich aktiv sein können, sollen sich so viel bewegen, wie es ihre aktuelle gesundheitliche Situation zulässt.

Bewegungsempfehlungen für Erwachsene mit nicht übertragbaren Krankheiten

Vorbemerkung

Die Empfehlungen gelten für Erwachsene zwischen 18 und 65 Jahren mit nicht übertragbaren Krankheiten, wie z. B. Diabetes mellitus Typ 2, chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (COPD), Arthrose der Hüfte und der Knie, klinisch stabiler ischämischer Herzerkrankung, nach Schlaganfall (> 6 Monate nach dem akuten Ereignis), mit klinischer Depression oder chronisch nicht spezifischen Rückenschmerzen.

Körperliches Training im Rahmen der medizinischen Rehabilitation chronischer Erkrankungen wird als umfangreiche Standardintervention eingesetzt. Die vielfältigen Gesundheitswirkungen von körperlicher Aktivität auf Menschen mit nicht übertragbaren Krankheiten umfassen günstige Wirkungen bezüglich Pathogenese und Pathophysiologie, die Abschwächung von Symptomen, eine gesteigerte körperliche Funktionsfähigkeit und Belastbarkeit, ein verbessertes psychosoziales Wohlbefinden sowie eine Anhebung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Pedersen u. Saltin, 2015; Professional Associations for Physical Activity). Für Diabetes mellitus Typ 2 und Adipositas (Fogelholm, 2010) oder für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Bjarnason-Wehrens et al. 2009) sind positive Effekte der körperlichen Aktivität auf die Gesamt mortalitätsraten nachgewiesen.

Bewegungsempfehlungen für Erwachsene mit nicht übertragbaren Krankheiten

Um die Gesundheit zu erhalten und umfassend zu fördern, sollten Erwachsene mit nicht übertragbaren Krankheiten sich an den Bewegungsempfehlungen für Erwachsene ohne chronische Krankheiten orientieren (siehe Kap. 3.2.1).

3.2.3 Risiken

Welche Risiken bei körperlicher Aktivität gibt es und was soll vor der Aufnahme bzw. Steigerung körperlicher Aktivität beachtet werden?

Körperliche Aktivität ist mit vielfältigen positiven Gesundheitswirkungen auf Menschen mit nicht übertragbaren Krankheiten verbunden. Jedoch ist sie für die Betroffenen nicht komplett ohne Risiken. Insbesondere die Steigerung des Aktivitätsniveaus sowie der Beginn eines Trainingsprogramms können mit einem höheren Risiko für die Entstehung von Nebenwirkungen und das Auftreten von unerwünschten Ereignissen verbunden sein (Riddell u. Burr, 2011; Vanhees et al. 2012). Potenzielle Risiken körperlicher Aktivität reichen von geringfügigen negativen Auswirkungen (z. B. Muskelkater) bis hin zu schweren und lebensbedrohlichen Nebenwirkungen (z. B. Herzinfarkt). Die meisten Risiken körperlicher Aktivität können durch eine individuell an die Erkrankung und Symptomatik angepasste adäquate Belastungsgestaltung und die passende Form körperlicher Aktivität minimiert werden (Sousa et al. 2013).

Erwachsene mit nicht übertragbaren Krankheiten sollten in Phasen, in denen sie nicht in dem Maße körperlich aktiv sein können, wie es die Empfehlungen für gesunde Erwachsene nahelegen, z. B. aufgrund von Krankheitsschwere, Symptomatik oder körperlicher Funktionsfähigkeit, die Bewegungsart, die Trainingsintensität, die Dauer und die Frequenz individuell anpassen. In Phasen der Krankheitsprogression, einer mangelnden Krankheitskontrolle oder einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes kann ein professioneller Rat nötig sein, der eine Veränderung der körperlichen Aktivität oder sogar eine Aktivitätspause vorschlägt.

3.2.4 Die Bedeutung der körperlichen Verfassung bei großen elektiven Eingriffen

Chirurgische Eingriffe sind trotz verbesserter Behandlungskonzepte und postoperativer Ergebnisse mit möglichen negativen Nebenwirkungen verbunden, wie z. B. perioperative Komplikationen, verlängerte Liegedauer, verzögerte Integration des Patienten in das alltägliche Leben.

Vor allem bei älteren und fragilen Patienten wird der körperliche Abbau vor, während und nach dem Klinikaufenthalt als größter negativer

Effekt gesehen. Hulzebos und van Meeteren (2016) und Boyd et al. (2008) zeigten beispielsweise, dass bei 43% der auf eine Operation wartenden Patienten Zeichen des körperlichen Abbaus zu verzeichnen waren. Bei 34% der entlassenen Patienten wurden schlechtere funktionelle Messwerte erhoben (Covinsky et al. 2003). Durch Kräfteverlust der unteren Extremitäten, Reduktion der Ausdauer- und kardiopulmonalen Funktionsfähigkeit führt die postoperative Bettruhe zu einem zunehmenden Verlust der körperlichen Funktionsfähigkeit, was in der englischen Literatur auch als „Hospitalization associated Disability“ bezeichnet wird (Covinsky et al. 2011). Es wird angenommen, dass dieses Phänomen iatrogen bedingt und dementsprechend auch veränderbar ist (Krumholz, 2013; Sourdet et al. 2015).

Damit gefährdete Patienten nicht unter die kritische Schwelle geraten (die körperliche Funktionsfähigkeit ist zu niedrig, um sich ohne Komplikationen von einem chirurgischen Eingriff zu erholen), ist ein präoperatives Screeningprogramm unentbehrlich. Patienten, die im Screeningprogramm mit einem Hochrisikoprofil gekennzeichnet werden, sollten demnach an einer präoperativen, funktionsfähigkeitssteigernden Trainingstherapie (Prähabilitation) teilnehmen (Scott et al. 2015).

Definition

Unter *Prähabilitation* versteht man einen Prozess, der Hochrisikopatienten von der Indikationsstellung durch die stationäre Phase bis zum chirurgischen Eingriff begleitet. Das Konzept hat zum Ziel, proaktiv die körperliche Funktionsfähigkeit zu steigern und die physiologischen Reserven zu heben, um damit den physiologischen Abbau der körperlichen Belastbarkeit weitgehend zu verhindern.

Die Prähabilitation ermöglicht Patienten und Therapeuten, (pro-)aktiv und gezielt die höchstmögliche Leistungsfähigkeit zu erreichen und somit Morbidität, Mortalität, Verweildauer sowie die Zahl erneuter stationärer Aufenthalte zu reduzieren. Die Prähabilitation steigert mittels eines individualisierten Therapie- und Trainingsplans die pulmonale, kardiovaskuläre und muskuläre Funktionsfähigkeit des Patienten. Damit ist das Vermögen des Körpers zur Anpassung an die perioperative Stressreaktion vorbereitet (Matchar et al. 2017).

Fazit

Die Prähabilitation wandelt die inaktive Wartephase in eine (pro-)aktive Stärkungsphase um. Prähabilitationspatienten haben dadurch eine größere Chance, trotz negativer Begleiterscheinungen eines größeren chirurgischen Eingriffs schneller zu genesen.

3.2.5 „Better in, Better out“ oder die Verbesserung des präoperativen Behandlungskonzepts

„Better in, Better out™ (BIBO)“ (Hoogbeem et al. 2014) ist ein in den Niederlanden entwickeltes Konzept der perioperativen Versorgung von Fragilität bedrohten Patienten als postoperativer Verlauf bei älteren Personen, bei Hochrisikopatienten und nach einer Prähabilitation (► Abb. 3.3).

Wesentliche Elemente von BIBO sind:

- ein Screening von Patienten, bei denen elektive Operationen geplant sind,
- ein gezieltes und effektives Training von Risikopatienten vor dem Eingriff sowie ein möglichst früh beginnendes postoperatives Training, in Verbindung mit einer schnellen Reintegration in das häusliche Umfeld (der Prozess von der Aufnahme bis zur Rehabilitation eines Patienten vor und nach großen Operationen).

Ziel ist es, proaktiv die körperliche Funktionsfähigkeit zu steigern und die physiologischen Reserven anzuheben (Punt et al. 2017).

Mit dem Screening werden zunächst die Patienten identifiziert, die am meisten von einem perioperativen Training profitieren können. Es sind Patienten, die neben einem hohen Alter Risikofaktoren aufweisen wie Komorbidität, eingeschränkte Mobilität, eingeschränkte Lungenfunktion und Muskelkraft. Das Risiko, den durch eine Operation verursachten – normalerweise vorübergehenden – Funktionsverlust nicht wieder kompensieren zu können und damit von langer Liegezeit, Komplikationen bis hin zur Mortalität bedroht zu sein, ist bei dieser Gruppe besonders hoch.

Untersuchungen konnten zeigen, dass Personen, die zu dieser Gruppe gehören, erstens ein forderndes Training, z. B. der Kraft wie auch der Lungenfunktion, gut tolerieren und zweitens auch in relativ kurzer Zeit klinisch relevante Trainingseffekte erreichen können.

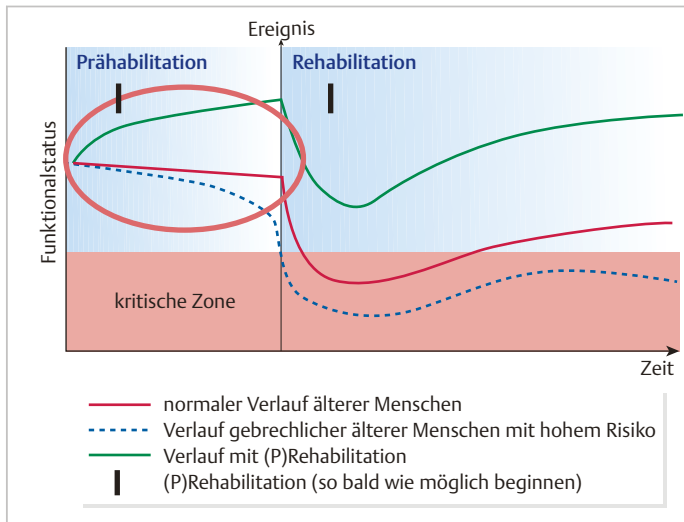


Abb. 3.3 Postoperativer Verlauf bei älteren Personen, bei Hochrisikopatienten und nach einer Prähabilitation.

Zur präoperativen Risikostratifizierung gehören einerseits die medizinischen Assessments durch den Arzt/Operateur und Anästhesisten, andererseits die funktionellen Assessments durch die Physiotherapie.

Folgende Assessments werden eingesetzt:

- 6 MWT (6-Minuten-Walking-Test oder Gehstest)
- TUG (Timed-up-and-go-Test)
- maximale Inspirationskraft
- Handkraft

Dass funktionelle Assessments bessere Prädiktoren sind, konnte die Arbeit von Oosting (2016) zeigen. Mit der Risikostratifizierung werden die Patienten erkannt, die postoperativ ein erhöhtes Risiko für Komplikationen haben. Für diese wird präoperativ ein individuelles Training durch den Physiotherapeuten erstellt, instruiert und überwacht.

Ein wichtiger Aspekt ist auch die Aufklärung und Information des Patienten über die Wichtigkeit körperlicher Fitness vor und nach Operationen. Liegt ein hohes Risiko vor, ist es am Patienten zu entscheiden, ob er die therapierbaren Risikofaktoren vor dem bevorstehenden Eingriff so weit wie möglich vermindern und beim Training mitmachen will.

Bisherige Arbeiten konnten belegen, dass „Better in, Better out™“ eine gute Evidenz für die Reduktion des Krankenhausaufenthaltes und des Risikos von postoperativen Komplikationen bei Herzoperationen zeigt. Das Potenzial, die konditionelle

Ausgangssituation zu verbessern, ist auch bei großen elektiven abdominalen Eingriffen noch vorhanden.

Postoperative pulmonale Komplikationen (z. B. Atelektasen und Pneumonien) sind die Hauptdeterminanten für einen verlängerten Klinikaufenthalt und die Lebensqualität nach herzchirurgischen Eingriffen. Insbesondere ein präoperatives Training der inspiratorischen Muskelkraft wirkt sich bei Risikopatienten positiv aus.

Ein Review (Katsura et al. 2015) aus dem Jahr 2015 kommt zum Schluss, dass Evidenz für präoperatives inspiratorisches Atemmuskultraining bei thorax- und abdominal-chirurgischen Eingriffen besteht, die Resultate jedoch nicht überbewertet werden dürfen. Ein weiteres Review (Kendall et al. 2018) bestätigt die Erkenntnis, dass damit postoperative Komplikationen vermindert werden können. Für ein präoperatives aerobes Training bei Thorax- oder abdominal-chirurgischen Eingriffen besteht geringe Evidenz. Ein aerobes Training ist jedoch durchführbar und auch sicher für diese Patienten.

Bei Hüft- und Knieendoprothetik (Elings et al. 2015) haben die meisten bisherigen Studien die Risikopatienten (höheres Alter, Komorbiditäten) ausgeschlossen und daher geringe Evidenz für ein präoperatives Training gezeigt. Gerade die Risikopatienten sind jedoch jene, welche ein hohes Risiko für unbefriedigende Operationsergebnisse oder verlängerten Klinikaufenthalt haben.

Mehr als zwei Drittel der Patienten kommen selbstständig gehend ins Krankenhaus, sind dort aber praktisch im Pyjama an Bett und Fernseher gefesselt. Das Konzept BiBo und damit die geänderte Sichtweise auf Patienten werde sich durchsetzen, ist van Metereen überzeugt – auch wenn Veränderungen eben immer ihre Zeit dauern: „Denken Sie bitte daran, dass es in den 1950er-Jahren vorkam, dass das Pflegepersonal mit Feuerzeugen herumgegangen ist, um Patienten einen ‚Rauchservice‘ zu bieten. Das finden wir heute völlig absurd. Ich gehe davon aus, dass wir in 20 bis 30 Jahren ähnlich schockiert reagieren werden, wenn wir Bilder von Krankenhauspatienten im Bett und vor dem Fernseher sehen.“

(Unger-Hunt, 2018)

Zusatzinfo

Synapsen deren Gebrauch zurückgeht, können ganz verloren gehen. Amerikanische Neurobiologen haben dies als Use-it-or-lose-Regel bezeichnet (mache Gebrauch von ihr – also von der Synapse – oder verliere sie). Dies bedeutet, dass die Nervenzell-Netzwerke, die häufig ausgeübten Wahrnehmungen, Denkvorgänge oder Tätigkeiten repräsentieren, an Strukturqualität gewinnen, während wenig „trainierte“ gedankliche Operationen oder Tätigkeiten dazu führen, dass „ihre“ Netzwerke geschwächt werden oder sich gänzlich auflösen. Dass Synapsen, die unter Benutzung stehen, stabilisiert und verstärkt werden, unbenutzte Synapsen sich dagegen auflösen, hatte in den 1940er-Jahren bereits der Psychologe und Hirnforscher Donald Hebb vermutet. Seine Hypothese wurde durch Forschungsarbeiten in den letzten Jahren bestätigt. Die grundlegende Fähigkeit des Gehirns, durch sein Tätigwerden seine synaptischen Verschaltungen zu verändern und damit seine eigene Feinstruktur umzubauen, wird als *synaptische Plastizität* bezeichnet.

Eine Serie wissenschaftlicher Untersuchungen aus jüngerer Zeit, die kürzlich von Constance Scharff von der Rockefeller University zusammengefasst wurde, zeigt einen zusätzlichen, völlig neuen Befund: Training, geistige Aktivität und Lernübungen können bei Tieren wie auch beim Menschen eine Vermehrung von Nervenzellen in der Hirnrinde bewirken, welche die Folge von Zellteilung ist. Dadurch geriet eine seit

langem bestehende Lehrbuchmeinung ins Wanken, die irrtümlicherweise davon ausging, dass sich Nervenzellen anders als alle anderen Zellen des Körpers nicht vermehren können. Im geringen Umfang können sie dies offenbar doch, vor allem, wenn anregungsreiche Bedingungen herrschen und das Gehirn Lernvorgänge bewältigt. Alle diese Beobachtungen bestätigen das Prinzip des „use it or lose it“. Anregende Umweltbedingungen und Aktivität vermehren die Zahl von Nervenzellen und Synapsen (Bauer 2018, S. 59–61).

3.3 Energiebereitstellung und Auswirkung der Inaktivität

Philippe Merz

Karin Pieper et al. beschreiben im Kapitel „Frührehabilitation an der Intensivstation“ die Folgen der Inaktivität folgendermaßen (Fialka-Moser, 2013):

Dekonditionierung ist die reduzierte respiratorische, kardiovaskuläre und muskuloskeletale Leistungsfähigkeit. Diese ist meist kombiniert mit einer Einschränkung der Sensomotorik. Verminderte Ausdauer, 10–20% Kraftverlust und verminderte Muskelmasse treten bereits nach einer Woche Bettruhe auf. Histologisch zeigt sich bei dekontitionierten Patienten eine Atrophie der Muskelfasern, eine Abnahme der Typ-I-Fasern sowie eine Zunahme der Typ-II-B-Fasern.

(Mancini et al. 1992; Minotti et al. 1993; Harrington et al. 1997)

Der Spruch „Wer rastet, der rostet“ ist allen bekannt. Im Kap. 3.2 ist von „use it or lose it“ die Rede. Der Körper ist auf Ökonomie getrimmt und geht mit Ressourcen sparsam um. Was nicht mehr gebraucht wird, baut der Körper um oder ab. Der Metabolismus verändert sich: Die Energiebereitstellung erfolgt vermehrt anaerob, da Typ-I-Fasern „abgebaut“ werden.

Um die strukturellen und funktionellen Veränderungen bei einem Bewegungsmangel oder Inaktivität besser zu verstehen, wird hier ein kurzer Exkurs in die Energiebereitstellung beim gesunden Menschen eingeschoben.

Die Energiebereitstellung ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Ist genügend Sauerstoff vorhanden und der Energiebedarf nicht zu hoch, so wird die aerobe Energiebereitstellung (mit Sauerstoff) im Vordergrund stehen. Hier bieten sich die großen Fettreserven im Fettdepot der Unterhaut an, die über das Plasma den Zellen zu Verfügung gestellt werden. Die Muskelfaser selbst speichert Triglyzeride, die sie verwerten kann (siehe ► Abb. 3.4).

Der Anteil an Fettverbrennung ist mit unterschiedlichen Verhältnissen zu den Kohlenhydraten bei den verschiedenen Aktivitätsniveaus stets vorhanden. Der Körper setzt zur Energiebereitstellung das ein, was er am meisten zur Verfügung hat: die Fettreserven. Dies wiederum ist nur mit Sauerstoff möglich (aerobe Energiebereitstellung).

Um die vitalen Funktionen wie Atmung und Herz-Kreislauf-Funktion bei völliger Ruhe aufrechtzuerhalten, wird die Energie etwa um 80% durch den Fettabbau gewonnen. Die restlichen 20% werden durch den aeroben Abbau von Kohlenhydraten (Glykogen als Speicherform der Glukose) gewonnen. Auch hier ist Sauerstoff notwendig. Diese Form der aeroben Energiebereitstellung deckt den Grundumsatz und findet im Mitochon-

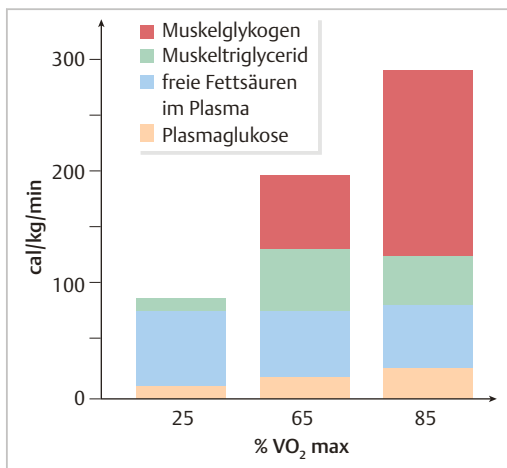


Abb.3.4 Anteil Fettverbrennung in der Energiebereitstellung bei verschiedenen Aktivitätsniveaus. (basierend auf Daten aus Melzer K. e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism. 2011; 6: e45-e52)

drium, dem Kraftwerk der Zelle (auch der Muskelzelle), statt. Es entspricht der inneren Atmung (siehe Kap. 1.2). Eine vollständige und ökonomische Verwertung der Kohlenhydrate findet im Zitratzyklus und in der Atmungskette des Mitochondriums statt, es entsteht ATP und die Endprodukte CO₂ und H₂O. Das CO₂ wird zur Lunge transportiert und dort abgeatmet (äußere Atmung).

Merke

Die aerobe Energiebereitstellung setzt eine gute Funktion der Lunge (Ventilation und Diffusionskapazität), eine gute Lungendurchblutung (Perfusion), ein adäquates Herzminutenvolumen (HMV), eine gute Kapillarisation und Durchblutung des Zielgewebes voraus (► Abb. 3.5).

Die aerobe Energiebereitstellung kommt erst mit einer Verzögerung von bis zu 2 min nach dem Beginn einer Belastung zum Tragen. Das Energiesystem schaltet sich mit zeitlicher Verspätung ein, da die verschiedenen Zahnräder (► Abb. 3.5) über 2 Organsysteme hinweg in Bewegung gesetzt werden müssen.

Verschiedene pathophysiologische Veränderungen können diesen Prozess verzögern oder verunmöglichen:

- Abnahme der Diffusionskapazität (z. B. beim Emphysem oder bei einer Lungenfibrose)
- Einschränkung des Atemminutenvolumens (AMV) oder des Herzminutenvolumens (HMV)
- Verminderung des Blutvolumens, des Hämoglobins oder der Kapillarisation

Davor springen andere Energiesysteme ein: Die anaerob alaktazide (energiereiche Phosphate ATP und KP) und die anaerob laktazide (Abbau von Glukose durch Glykolyse) Energiebereitstellung überbrücken diese Zeit (► Tab. 3.2).

Merke

Den Muskelfasern stehen für die ATP-Produktion mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Sie werden stets gemeinsam genutzt.

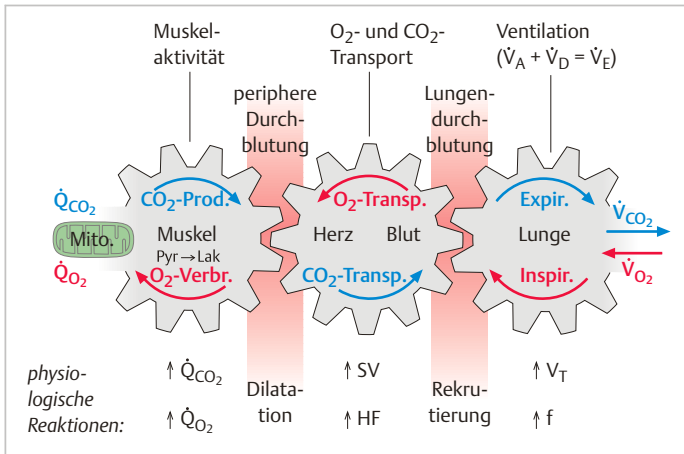


Abb. 3.5 Schematische Darstellung der Koppelung von innerer (im Mitochondrium) und äußerer Atmung.

Q_{CO_2} = CO₂-Stromstärke
 Q_{O_2} = O₂-Stromstärke
 SV = Schlagvolumen
 HF = Herzfrequenz
 V_T = Atemzugvolumen
 f = Atemfrequenz
 V_{CO_2} = CO₂-Abgabe
 V_{O_2} = O₂-Aufnahme
 (van den Berg F, Angewandte Physiologie 2. Organsysteme verstehen und beeinflussen, 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2005)

Tab. 3.2 Energiebereitstellung in den Muskelfasern: ATP (Adenosintriphosphat), ADP (Adenosindiphosphat), KrP (Kreatinphosphat), P_i (freies Phosphation).

Prozesse	Substrate	Vorteile/Nachteile
anaerob alaktazide ATP-Gewinnung	ADP + ADP → ATP + AMP ADP + KrP → ATP + Kr	größtmögliche ATP-Bildungs- und Energieflussrate
anaerob laktazide ATP-Gewinnung	Energiegewinnung für die ATP-Produktion aus ADP + P _i durch die anaerobe Glykolyse	hohe ATP-Bildungsrate; es wird Laktat produziert und bei andauernder Belastung über längere Zeit akkumuliert
aerobe ATP-Gewinnung	Energiegewinnung für die ATP-Produktion aus ADP + P _i durch die sauerstoffabhängige „Verbrennung“	sehr gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis bei vollständigem Abbau der Substrate zu CO ₂ und H ₂ O
aerobe ATP-Gewinnung	Abbau von Glukose	relativ hohe ATP-Bildungsrate; die Glykogenspeicher reichen je nach Intensität 40–90 Minuten
aerobe ATP-Gewinnung	Abbau von Fetten (Beta-Oxidation)	relativ tiefe ATP-Bildungsrate; die Lipidspeicher reichen für Stunden bis Tage

Je nach Intensität der Belastung wird eine höhere Energieflussrate, also eine höhere ATP-Produktion pro Zeiteinheit, verlangt, was andere Energiesysteme übernehmen (► Tab. 3.2).

Die Inaktivität wirkt sich für verschiedene Organsysteme negativ aus:

Wittink et al. (2011) stellen in ► Abb. 3.6 die Folgen der Dekonditionierung auf verschiedene Organsysteme dar:

- Inaktivität oder der Verzicht auf körperliche Aktivität führt zu Dekonditionierung. Das ist die integrierte physiologische Reaktion des Körpers auf eine Verringerung der Stoffwechselrate; d. h.,

wie der Körper auf eine Verringerung des Energieverbrauchs oder der Trainingsniveaus (Greenleaf, 2004) reagiert.

- Als Antwort auf das Deloading (Entlastung) sinkt die Knochenstärke durch einen schnellen und anhaltenden Anstieg der Knochenresorption und eine subtilere Abnahme der Knochenbildung (Zerwekh et al. 1998); der größte Knochenverlust tritt am tragenden Skelett auf.
- Inaktivität verringert den Kollagenschlag bei Sehnen und Muskeln (Kjaer, 2004), schwächt die Insertionen von Bändern an Knochen und verursacht eine Desorganisation der kollagenen Fa-

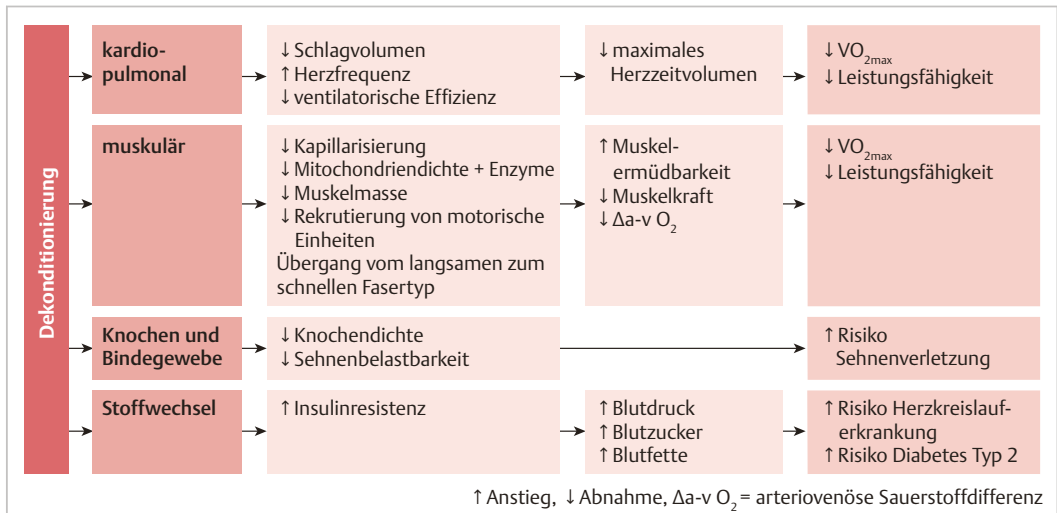


Abb. 3.6 Folgen der Dekonditionierung.

sern. Propriozeptive Mechanismen innerhalb der Muskel-Muskel-Sehnen-Verbindung degenerieren und reagieren weniger (Simonson, 2004) mit einem potenziell erhöhten Sturz- bzw. Verletzungsrisiko.

- Das Betriebssystem wird weiterhin gefordert, da die Kohlenhydrate vermehrt für die Energiebereitstellung gebraucht werden. Der Grund dafür ist eine Verschiebung der Muskelfasern in Richtung Fasertyp 2 (also von den langsamen zu den schnelleren Fasern), die glykolytisch arbeiten. Die Energie wird vermehrt anaerob glykolytisch mit entsprechender Laktatproduktion bereitgestellt.
- Unter submaximaler Belastung entsteht eine erhöhte Herzfrequenz, ein erhöhter Laktatwert im Blut, was die Atmung ankurbelt und die Atemfrequenz erhöht. Der größere Verbrauch von Kohlenhydraten verkürzt den Belastungsumfang oder die Belastungsdauer. Die Folge ist eine erhöhte Ermüdbarkeit vom Muskel, was in Kombination mit einem Verlust der Herzleistung zu einer Abnahme von VO_{2max} und der Leistungsfähigkeit führt. Die aerobe-anaerobe Schwelle ist herabgesetzt (Mujika u. Padilla, 2001). Zusätzlich ist die Verwertung der Glukose im Blut durch eine zunehmende Insulinresistenz der Insulinrezeptoren an der Muskeleoberfläche erschwert.

Fazit

Zusammenfassend kann mit Hollmann et al. (2009) behauptet werden: Inaktivität wirkt toxisch!

- 20–30 % Kraftverlust (nach 7 Tagen) > Atrophien
- Herzvolumenabnahme um 10 % (nach 9 Tagen)
- O_2 -Aufnahme um 21 % reduziert (nach 9 Tagen)
- Totalblutverlust von über 700 ml (nach 4 Wochen)
- Schwächung des Immunsystems
- Erhöhung der Ruhepulsfrequenz um 22 % (nach 4 Wochen)
- Knochen- und Knorpelabbau (Osteoporose)
- Thrombose- und Pneumonierisiko steigt
- Verschlechterung der Sensomotorik und Koordination
- IQ-Abnahme um 15 % (nach 10 Tagen) (Hollmann et al. 2009)