



Leitfaden Sport

bei Mukoviszidose

für Betroffene, Eltern, Ärzte,
Sporttherapeuten und Physiotherapeuten



1. Auflage

Herausgeber:

Wolfgang Gruber, Alexandra Hebestreit, Helge Hebestreit,
Arbeitskreis Sport des Mukoviszidose e.V.

Liste der Autoren

Dr. med. Barker, Michael

Kinderarzt
Universitäts-Kinderklinik
des RWTH Aachen
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen

Dr. Gruber, Wolfgang

Sportwissenschaftler
Fachklinik Satteldüne
Tanenwai 32
25946 Nebel/Amrum

Hanssen-Doose, Anke

Diplom-Sportwissenschaftlerin
Deutsche Sporthochschule Köln
Institut für Rehabilitation
Carl-Diem-Weg 6
50933 Köln

Dr. med. Hebestreit, Alexandra

Kinderärztin
Universitäts-Kinderklinik
CF-Ambulanz/Pneumologie/
Sportmedizin
Josef-Schneiderstraße 2
97080 Würzburg

Priv.-Doz. Dr. med. Hebestreit, Helge

Kinderarzt/Sportmedizin
Universitäts-Kinderklinik
CF-Ambulanz/Pneumologie/
Sportmedizin
Josef-Schneiderstraße 2
97080 Würzburg

Jaeschke, Sandra

Diplom-Sportwissenschaftlerin
Fachklinik Satteldüne
Tanenwai 32
25946 Nebel/Amrum

Dr. med. Kriemler, Susi

Kinderärztin
Universitätsklinikum Zürich
Abteilung Sportphysiologie ETH
Wintherthurstraße 190
CH 8057 Zürich

Saemann, Hellen

Physiotherapeutin
Prinzenstraße 5
79618 Rheinfelden

Scheuber, Stefanie

Physiotherapeutin
Mahlestraße 67
70376 Stuttgart

Impressum

Herausgeber:

Mukoviszidose e.V.
In den Dauen 6
53117 Bonn

Telefon: 0228 - 9 87 80-0

Telefax: 0228 - 9 87 80-77

www.muko.info

info@mukoviszidose-ev.de

Grafik:

Johanna Stachow
Grafik-design
Schulenbrodesweg 86
21029 Hamburg

Markus Holland

(Kapitel 7.3)

Tanenwai 32

25946 Nebel/Amrum

Gestaltung:

Benning, Gluth & Partner
www.bgp.de



Wir danken der Firma Chiron und der LVA Schleswig-Holstein für ihre freundliche Unterstützung bei der Produktion unserer Broschüre.

Inhalt

Vorwort	4
I. Einleitung	5
1. Positive Effekte von Bewegung, Spiel und Sport bei Mukoviszidose	7
2. Risiken von Sport bei Mukoviszidose	15
3. Sporttauglichkeitsuntersuchung	21
4. Belastungs-Untersuchung und Überwachung	24
5. Grundsätzliches zu Sport und Training	33
6. Sportarten und Belastungsformen	43
7. Sport und Physiotherapie	49
8. Sport und Ernährung	60
9. Sport bei Infektion oder intravenöser antibiotischer Therapie	63
10. Schlusswort	66
11. Literaturliste	67
Anhang A: Wingate-Test, Normwerte für Peak-Power und Mean-Power	69
Anhang B: Sportarten und Belastungsformen für CF-Patienten	70
Anhang C: Empfehlungen für ein Ausdauer- und Krafttraining	77
Anhang D: Borg-Skala zur Einschätzung der subjektiven Anstrengung	79

Vorwort

Gerne gebe ich dem vorliegenden ersten „Leitfaden Sport bei Mukoviszidose“ einen herzlichen Gruß mit auf seinen Weg in hoffentlich viele Hände. Allen beteiligten Autoren gilt mein Dank ebenso, wie der Firma Chiron und der LVA Schleswig-Holstein, die das Zustandekommen der Drucklegung ermöglicht haben .

Dieser Leitfaden ist ein weiteres markantes Zeichen an unserem Weg: „Schritt für Schritt eine unheilbare Krankheit besiegen!“ Mukoviszidose muss nicht mehr nur passiv ertragen, als schicksalhaft bedrückend hingenommen werden, sondern man kann ihr aktiv therapeutisch begegnen, ihr Fortschreiten erheblich beeinflussen .

Hier hat der Sport eine enorme Bedeutung. Die wichtigsten Parameter für die Prognose dieser Krankheit, die Lungenfunktion und das Längen – Soll – Gewicht, können positiv durch Sport verändert werden. Darüber hinaus macht Sport selbstbewusst und lässt, auch wenn er nur eingeschränkt ausgeübt werden kann, der Fröhlichkeit viel Raum und ist mithin Balsam für die Seele.

Dies weiß ich aus 20 Jahren Erfahrung mit sportlichen Aktivitäten meines Sohnes Jakob, der Mukoviszidose hat. Er läuft für „sein Leben gern“ und dies in jeder Bedeutung dieses Ausdrucks. Heute ist er 22 Jahre alt und spielt, wie ich meine, als der schnellste Linksaußen im Bezirk, in unserem örtlichen Fußballverein.

Welche Möglichkeiten wem gegeben sind, das vermittelt dieser Leitfaden, dass er zum Segen für viele wird, das wünsche ich ihm.

Kernen im Februar 2004

Horst Mehl
1. Vorsitzender
Mukoviszidose e.V.

I. Einleitung

Alexandra Hebestreit

Mukoviszidose oder Cystische Fibrose (CF) ist die häufigste schwerwiegende Erbkrankheit in der europäischen Bevölkerung. Der Mukoviszidose liegt ein genetischer Defekt zugrunde, der die Regulation des Salztransportes über Zellwände beeinträchtigt. Durch die Fehlregulation kommt es zu schweren Funktionsstörungen in verschiedenen Organen des Körpers.

Neben vielen anderen Organen, deren Funktion gestört sein kann, ist vor allem die Lunge betroffen: Kinder, Jugendliche und erwachsene Patienten leiden an zähem Schleim in den Atemwegen, der zu einer chronischen Lungenentzündung und damit zur schleichenden, unaufhaltsamen Zerstörung der Lunge führt. Ein weiteres, in seiner Bedeutung für die Krankheit wichtiges Organ ist die Bauchspeicheldrüse, die bei den Betroffenen zu wenig Verdauungsenzyme abgibt, weil die Ausführungsgänge dieser Drüse durch das zähe Sekret verstopft sind. Dadurch ist eine ausreichende Verwertung der Nahrung nicht mehr möglich. Sofern die Mukoviszidose nicht erkannt und behandelt wird, bleiben Kinder im Wachstum und in der Gewichtsentwicklung hinter gesunden Gleichaltrigen zurück. Neben der Lunge und der Bauchspeicheldrüse können auch andere Organsysteme wie u.a. die Leber, die Gallenblase und das Skelettsystem betroffen sein.

Noch vor wenigen Jahrzehnten starb ein Großteil der Mukoviszidose-Patienten in den ersten zehn Lebensjahren. Zur Zeit liegt die Lebenserwartung im Mittel bereits bei ca. 31 Jahren, bei einem heute geborenen Baby wird sie auf 40 Jahre geschätzt.

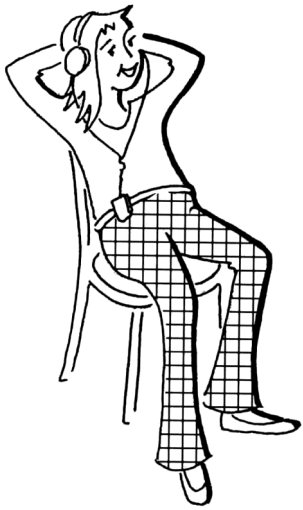
Die Hauptgründe für die gestiegene Lebenserwartung der Kinder und jungen Erwachsenen sind spezielle Therapieformen, die früher nicht bekannt und verfügbar waren. Hauptpfeiler der lebensverlängernden Therapie sind die ausreichende Ernährung, die regelmäßige Physiotherapie und Inhalation sowie eine intensivierte Antibiotika-Therapie zur Behandlung der chronischen Lungenentzündung.

Weiterhin berichten viele Mukoviszidose-Patienten jedoch auch über positive Auswirkungen von Sport und regelmäßiger körperlicher Aktivität auf ihren Krankheitsverlauf. Auch wissenschaftliche Untersuchungen belegen immer besser die positiven Effekte von sportlichen Aktivitäten auf die körperliche Leistungsfähigkeit, die Lungenfunktion und das psychische Wohlbefinden. Allerdings bestehen sowohl bei Patienten wie auch bei Ärzten und Therapeuten noch viele Unsicherheiten, in welcher Form, in welchem Ausmaß und bei welchen Patienten Sport getrieben werden sollte, da bedeutsame sportassoziierte Risiken nicht nur für Patienten mit fortgeschrittenem Krankheitsstadium bestehen.

Dieser vom Arbeitskreis Sport bei Mukoviszidose im Mukoviszidose e.V. – Bundesverband Selbsthilfe bei Cystischer Fibrose erarbeitete Leitfaden soll allen Interessierten als Informationsmaterial dienen sowie Richtlinien und Empfehlungen zur Ausübung von Sport bei Mukoviszidose liefern. Folgende Aspekte werden besonders beleuchtet:

- Welche Effekte von körperlicher Aktivität lassen sich auf das kardio-pulmonale System sowie auf das psychische Wohlbefinden nachweisen?
- Welche Risiken bestehen für den CF-Patienten, wenn er Sport treiben möchte?
- Welche Untersuchungen sind vor Beginn einer sportlichen Aktivität notwendig?
- Welche Bedeutung hat die Ernährung, wenn regelmäßig Sport betrieben wird?
- Wie kann ein Sportprogramm praktisch aussehen?

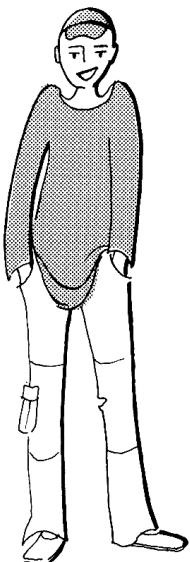
Wir hoffen, anhand dieses Leitfadens viele offene Fragen beantworten und dadurch CF-Patienten zum Sport motivieren zu können. Um den Leitfaden anschaulich zu gestalten, werden im Folgenden dem Leser drei Mukoviszidose-Patienten vorgestellt, die ihn im gesamten Leitfaden begleiten werden:



Elke

Elke ist eine elfjährige Patientin. Sie ist zwar an Mukoviszidose erkrankt, fühlt sich im wesentlichen jedoch recht gut, ihre letzte Lungenfunktionsuntersuchung zeigte fast normale, altersentsprechende Werte. Elke ist sehr zuverlässig bei ihrer täglichen Physiotherapie, auch nimmt sie regelmäßig alle Medikamente ein, die ihr der Ambulanzzarzt verordnet. Ferner kommt Elke immer pünktlich zu den Untersuchungen. Obwohl Elke bei der Belastungsuntersuchung eine körperliche Leistungsfähigkeit attestiert wurde, die der Norm entspricht, hat Elke keine Lust, sportlich aktiv zu sein. Ihr Vater versucht zwar, sie für Fußball zu gewinnen, hat aber dabei kein Glück. Den Schulsport lässt Elke zwar über sich ergehen, findet aber keinen Spaß dabei. Ihre Mutter kann das gut verstehen, sie sitzt auch lieber beim Fernsehen oder strickt, als Fahrrad zu fahren oder sich sportlich anderweitig zu betätigen.

Das genaue Gegenteil ist Falco: Falco ist 17 Jahre alt. Bei der routinemäßig durchgeführten Belastungsuntersuchung zeigte sich ein ausgeprägter Abfall seiner Sauerstoffsättigung auf 83 %. Falco ist zwar nicht gerade sportbegeistert, fühlt sich aber subjektiv körperlich belastbar und würde gerne etwas mehr Muskeln haben. Am liebsten würde er daher ein Krafttraining im Fitnessstudio durchführen, um Muskelmasse aufzubauen. Er hat sich auch bereits angemeldet, jedoch noch nicht mit dem Training begonnen. Bei den relativ unregelmäßigen Besuchen in der CF-Ambulanz muss sich Falco immer wieder die selbe „Standpauke“ abholen: Er soll seine Physiotherapie durchführen, er sollte sich öfter in der Ambulanz vorstellen und die nächste i.v.-Therapie sei auch schon lange wieder überfällig. Falco stört sich nicht weiter an den Vorhaltungen, weil er selber der Meinung ist, dass er sich in gutem gesundheitlichen Zustand befindet. Er fühlt sich einfach gut. Was will man denn mehr als bei der Lungenfunktionsuntersuchung eine FEV₁ von 58 % der Norm? Das ist doch immer noch besser als die Hälfte des Normwertes.



Falco

Matthias ist 25 Jahre alt und ist sich im Gegensatz zu Falco sehr wohl bewusst, dass seine Leistungsfähigkeit deutlich eingeschränkt ist. Die letzte Lungenfunktionsmessung zeigte sehr schlechte Werte. Matthias hat zudem einen Diabetes mellitus, der aber gut mit Insulin eingestellt ist. Die Belastungsuntersuchung musste er frühzeitig aufgrund muskulärer Ermüdung abbrechen, zudem kam es zu einem massiven Abfall der Sauerstoffsättigung. Matthias möchte aber dennoch nicht auf körperliche Aktivitäten verzichten. Er ist sportbegeistert und schwärmt vom Bergsteigen, Skifahren und Schwimmen. Dies hat er trotz seiner Krankheit immer noch nicht aufgegeben. Er ist stets darauf bedacht, seinen Gesundheitszustand zu verbessern und führt deshalb seine Therapie äußerst zuverlässig aus. So willigte er im letzten Jahr auch ein, als seine Ärztin ihm zu einer PEG-Sonde riet, damit er sein Gewicht besser halten könne. Dies war zunächst eine Einschränkung seiner Bewegungsfreiheit. Nun aber kommt Matthias gut damit zurecht.



Matthias

1. Positive Effekte von Bewegung, Spiel und Sport bei Mukoviszidose

Wolfgang Gruber

Körperliche Aktivitäten und Sport sind „in“. Sportarten wie Inline-Skating, Mountain-Biking, Nordic-Walking oder Kickboarding, Aktivitäten wie Spinning, Aquarobic, Aquajogging, Soft-walking, BOP-Gymnastik etc. erfreuen sich immer größerer Beliebtheit. Aber auch die „klassischen“ Sportarten wie Jogging, Schwimmen, Walking sind nicht vergessen.

Regelmäßig durchgeführt haben alle Sportarten etwas gemeinsam: positive Trainingseffekte. Die kardio-pulmonale Leistungsfähigkeit nimmt zu, ebenso verbessert sich das psychische Wohlbefinden. Zudem weiß man heute, dass das Immunsystem durch moderates körperliches Training „stimuliert“ wird, d.h. die Widerstandsfähigkeit gegenüber Infektionen nimmt zu.

Sicherlich wird sich der Leser fragen, ob diese positiven Effekte auch bei Mukoviszidose festzustellen sind.

Welche Auswirkungen von regelmäßiger sportlicher Aktivität können nun nachgewiesen werden? Lohnt sich der zusätzliche „Aufwand“ neben der bereits intensiven und zeitraubenden Therapie? In diesem Kapitel wird ein Überblick über die Wirksamkeit von sportlicher Betätigung auf die Leistungsfähigkeit, die Lungenfunktion und das psychische Wohlbefinden bei CF-Patienten gegeben (vergleiche Tabelle 1). Anhand der Darstellung soll versucht werden, die Patienten zur Teilnahme an sportlichen Aktivitäten zu ermutigen und vorhandene Ängste abzubauen.

Tabelle 1: Positive Effekte von Sport und körperlichen Aktivitäten bei CF-Patienten

Parameter	Effekt eines Trainings
Körperliche Leistungsfähigkeit	
Kraft	Zunahme der Kraftausdauer und der Maximalkraft
Ausdauer	Verbesserung
Koordination	Verbesserung
Beweglichkeit	Bisher nicht untersucht
Schnelligkeit	Verbesserung
Lungenfunktion und andere Aspekte	
Lungenfunktion	Kurzfristig Verbesserung, langfristig Verschlechterung verzögert
Atmung	Steigerung der Atemmuskelfkraft und -ausdauer Verbesserung der Atemökonomie
Herz	Abnahme der Herzfrequenz in Ruhe und bei submaximalen Belastungen
Körperzusammensetzung	Zunahme der fettfreien Körpermasse = Muskelmasse
Psychisches Wohlbefinden	Positive Veränderungen wie gesteigertes Selbstvertrauen und Selbstbewusstsein nachgewiesen

1.1 Die körperliche Leistungsfähigkeit bei Mukoviszidose

Die körperliche Leistungsfähigkeit von CF-Patienten ist im Vergleich zu gleichaltrigen Gesunden meist geringer. Einige Patienten können jedoch auch eine normale Leistungsfähigkeit haben. Berichte von CF-Patienten, die sogar an Marathonläufen bzw. am Ironman Triathlon teilnahmen, sind in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht. Auf der anderen Seite gibt es Patienten mit einer sehr geringen körperlichen Leistungsfähigkeit. Alltagsbelastungen wie z.B. Stehen, Gehen, Laufen, Treppensteigen, Heben und Tragen etc. sind bei diesen Patienten nur sehr eingeschränkt möglich.

Eine Ursache der eingeschränkten körperlichen Leistungsfähigkeit ist die direkte Folge der Mukoviszidoseerkrankung auf verschiedene Organe. Mit zunehmender Einschränkung der Lungen-

funktion limitiert das pulmonale System die körperliche Leistungsfähigkeit. Zudem ist der Ernährungszustand ein wichtiger Faktor. Patienten mit sehr geringem Body-Mass-Index (BMI, Körpergewicht/Körpergröße $[\text{kg}/\text{m}^2]$), weisen eine geringere körperliche Leistungsfähigkeit auf als Patienten mit normalem BMI.

Ein weiterer Faktor, der mit einer Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit einhergeht, ist ein Bewegungsmangel. Viele CF-Patienten haben eher einen körperlich passiven Lebensstil, insbesondere scheint dies auf weibliche CF-Patienten zuzutreffen. Ein Bewegungsmangel ist weiterhin bei Patienten mit fortgeschrittenem Krankheitsbild häufiger anzutreffen als bei Patienten mit leichtem bis moderatem Verlauf.

1.2 Effekte von körperlichem Training auf die Leistungsfähigkeit

Je nach Art des Trainings wurden bei Mukoviszidose-Patienten positive Veränderungen der einzelnen Hauptbeanspruchungsformen nachgewiesen.

Die bis heute veröffentlichten wissenschaftlichen Untersuchungen zeigen positive Effekte von Training auf die körperliche Leistungsfähigkeit bei Mukoviszidose-Patienten. Die funktionellen und morphologischen Adaptionen, die mit einem körperlichen Training einhergehen, sind unabhängig vom Schweregrad der Erkrankung. Lediglich die Quantität scheint mit der Schwere der Erkrankung zu variieren. Ein Patient mit leichtem Krankheitsbild, der zusätzlich einen von Bewegungsmangel geprägten Lebensstil aufweist, wird größere Leistungszuwächse z.B. für die Kraft oder Ausdauer haben, als ein Patient mit schwerem Verlauf. Dies heißt aber nicht, dass ein Patient mit einer deutlichen Einschränkung der Lungenfunktion (z.B. $\text{FEV1} < 30\% \text{Soll}$) seine körperliche Leistungsfähigkeit nicht verbessern kann. Die Verbesserung, ausgedrückt in Prozent, liegt jedoch wahrscheinlich unter der eines Patienten mit mildem Verlauf.

Wie bei Gesunden kommt es durch körperliches Training zu Veränderungen, die je nach Art und Intensität des Trainings sehr spezifisch sein können. Aus sportmedizinischer und sportwissenschaftlicher Sicht können bei Sportarten und Belastungsformen verschiedene motorische Hauptbeanspruchungsformen herausgestellt werden, die die körperliche Leistungsfähigkeit beeinflussen und limitieren können. Im allgemeinen werden fünf verschiedene motorische Hauptbeanspruchungsformen unterschieden, nämlich Ausdauer, Muskelkraft, Beweglichkeit, Koordination und Schnelligkeit.

Ausdauer

Schwerpunkt vieler Trainingsprogramme war und ist die Verbesserung der Ausdauer. Der wichtigste Parameter für die Bestimmung der Ausdauer ist die maximale Sauerstoff-(O₂-) Aufnahme ($\dot{V}O_2\text{max}$), die als Bruttokriterium der kardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit gilt. Im Verlauf eines Trainings kann es bei untrainierten Gesunden zu einer deutlichen Zunahme der $\dot{V}O_2\text{max}$ kommen, die bis zu 20 % vom Ausgangswert betragen kann.

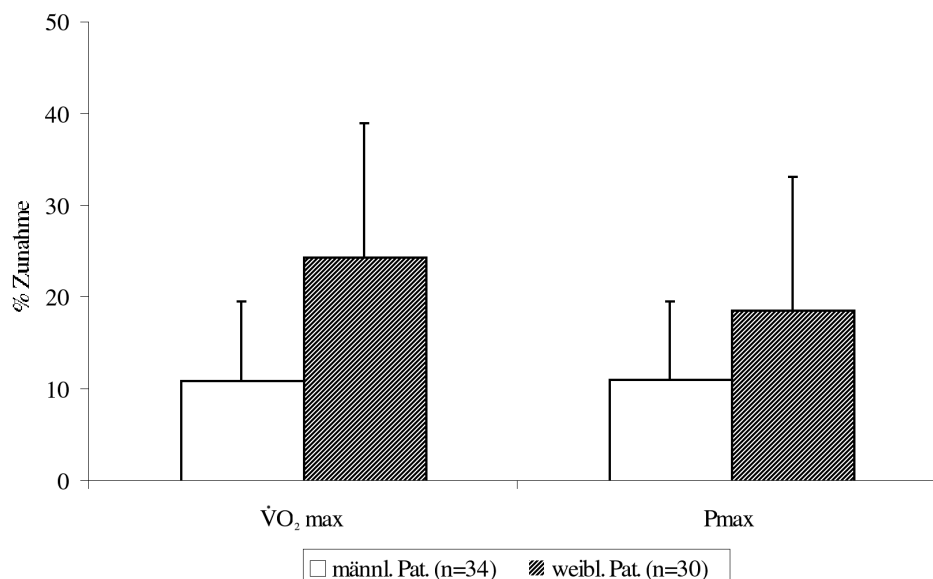
Verbesserungen der $\dot{V}O_2\text{max}$ konnten auch bei Mukoviszidose-Patienten nach der Teilnahme an einem Trainingsprogramm nachgewiesen werden. Die Höhe der Verbesserung variierte zwischen den einzelnen Untersuchungen sehr stark, was auf die unterschiedliche Dauer, die Trainingsintensität der Trainingsmaßnahmen und Unterschiede in der Schwere der Erkrankung der teilnehmenden Patienten zurückzuführen ist.

In einer Trainingsmaßnahme, die während einer mehrwöchigen Rehabilitation stattfand, konnten am Ende des Trainings Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Mukoviszidose-Patienten in Bezug auf die Zunahme der $\dot{V}O_2\text{max}$ gefunden werden. Die Patientinnen wiesen verglichen mit den männlichen Patienten eine deutlich höhere Zunahme der $\dot{V}O_2\text{max}$ auf

(Abbildung 1). Auch die maximale Wattleistung (Pmax) verbesserte sich bei den Patientinnen stärker als bei den Patienten. Die Unterschiede lassen sich wahrscheinlich über die unterschiedliche körperliche Aktivität im Alltag der Patienten erklären. Es scheint wahrscheinlich, dass weibliche Mukoviszidose-Patienten weniger sportlich aktiv sind als männliche und dadurch zunächst eine geringere körperliche Leistungsfähigkeit aufweisen. Dieses geschlechtsspezifische Phänomen ist auch bei Gesunden zu beobachten. Hier kommt es mit Beginn der Pubertät zu einer deutlichen Abnahme der sportlichen Aktivitäten der Mädchen, während die Jungen in der Regel weiter körperlich aktiv bleiben.

Auch bei Patienten mit fortgeschrittenem Krankheitsbild werden Verbesserungen der $\dot{V}O_2\text{max}$ durch Training beobachtet, wobei die Zunahme im allgemeinen geringer ist als die von CF-Patienten mit leichtem bis moderatem Krankheitsbild. Auch nach Lungentransplantation (LTx) sind positive Trainingseffekte bzgl. der $\dot{V}O_2\text{max}$ zu beobachten. Wenngleich hier nur in sehr geringen Umfang Daten vorliegen zeigen diese wenigen Studien ferner, dass auch bei diesen Patienten die Kraft und die Körperzusammensetzung durch Training verbessert werden kann.

Abbildung 1: Veränderungen der körperlichen Leistungsfähigkeit nach einer 6-wöchigen stationären Reha-Maßnahme mit Ernährung, Physiotherapie und Sportprogramm ($\dot{V}O_2\text{max}$ = maximale O₂-Aufnahme, Pmax = maximale Wattleistung), bei CF-Patienten (n=64).



Kraft

Die Muskelkraft bzw. Effekte eines Trainings auf die Muskelkraft wurden bislang kaum bei CF-Patienten untersucht. Deswegen liegen nur sehr wenige Ergebnisse hierzu vor. Fazit der wenigen Studien ist, dass die Muskelkraft in der Peripherie (Bein-, Armmuskulatur) bei CF

mehr oder weniger reduziert ist, aber durch ein gezieltes Krafttraining bzw. durch regelmäßige sportliche Aktivitäten verbessert werden kann. Zudem bewirkt ein Krafttraining im Vergleich zu einem Ausdauertraining eine höhere Gewichtszunahme.

Koordination

Die Koordination ist ein wichtiger Bestandteil jeder Bewegung (z.B. Halten des Gleichgewichts), die im Lebensgang durch Bewegungserfahrung und motorisches Erlernen verfeinert wird. Bei einer großen Anzahl an CF-Patienten können

Einschränkungen der Koordination beobachtet werden. Durch die bei Bewegung, Spiel und Sport gewonnenen Bewegungserfahrungen verbessert sich die Koordination.

Flexibilität und Schnelligkeit

Über die Verbesserungen der Flexibilität (Beweglichkeit) und Schnelligkeit durch Sport bei

CF liegen bislang kaum Ergebnisse vor.

1.3 Lungenfunktion

Eine der zentralen Fragen für viele Betroffene ist, in welchem Ausmaß Sport und körperliche Aktivität die Lungenfunktion beeinflussen können. Ist es möglich durch regelmäßiges Training die Lungenfunktion zu verbessern?

Bereits Anfang der achtziger Jahre konnte in mehreren Studien beobachtet werden, dass sich die Lungenfunktion durch regelmäßiges körperliches Training positiv beeinflussen lässt. So konnte z.B. im Rahmen eines Schwimmtrainings eine Verbesserung der FEV1 nachgewiesen werden. Seither ist eine ganz Reihe von Untersuchungen zu den Effekten von Ausdauertraining auf die Lungenfunktion bei Mukoviszidosepatienten durchgeführt worden, die z.T. widersprüchliche Ergebnisse hatten. In einer großen Untersuchung wurde jedoch kürzlich gezeigt, dass Jugendliche mit CF, die aufgeför-

dert waren, über einen Zeitraum von 3 Jahren ein Ausdauertraining durchzuführen, eine geringe Verschlechterung des Lungenfunktionsparameters FVC zeigten, als Kontroll-Patienten (Abbildung 2). Für den Lungenfunktionsparameter FEV1 ergab sich ein statistischer Trend in Richtung eines günstigeren Verlaufs bei der Trainingsgruppe.

Die diesen Verbesserungen zugrundeliegenden Mechanismen sind noch nicht hinreichend geklärt. Eine Möglichkeit ist, dass durch körperliche Aktivität die pathologischen Salztransportvorgänge bei CF zum Teil korrigiert werden und das Sekret dadurch flüssiger ist, was zu einer besseren Elimination führt (Abbildung 3). So konnte in einer Untersuchung gezeigt werden, dass es während einer Belastung auf einem Fahrradergometer zu einer fast vollständigen

Normalisierung der pathologischen nasalen Potentialdifferenz bei CF-Patienten kam. Möglicherweise kann auch die verbesserte Muskelkraft im Oberkörperbereich die Lungenfunktionsparameter, insbesondere die dynamischen

Parameter, positiv beeinflussen. Weitere potentielle Mechanismen könnten die mechanische Reinigung der Atemwege durch das größere Atemzug- und Atemminutenvolumen sein sowie eine positive Beeinflussung des Immunsystems.

Abbildung 2: Jährlicher Verlust an Lungenfunktion über einen Zeitraum von 3 Jahren in einer Trainingsgruppe (mindestens dreimal pro Woche je 20 Minuten Ausdauersport mit einer Herzfrequenz über 150 Schlägen pro Minute) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe. (nach Schneiderman-Walker et al. J. Pediatr. 2000)

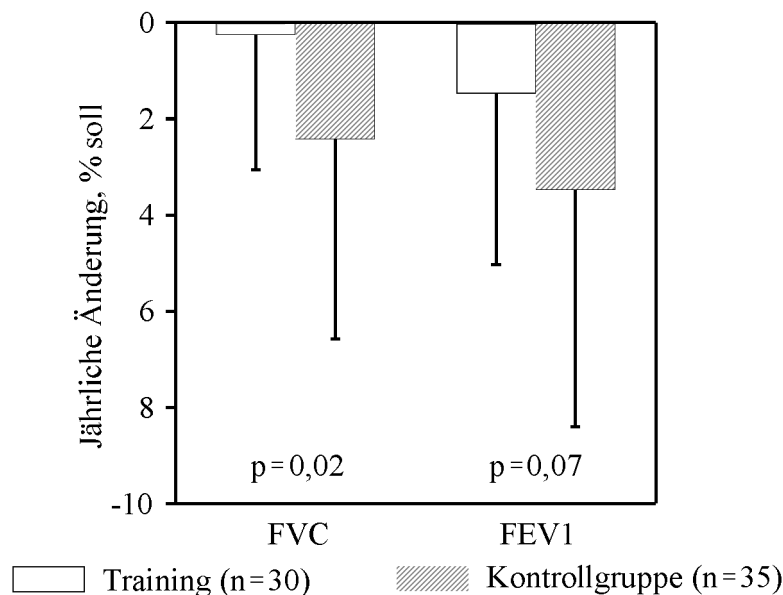
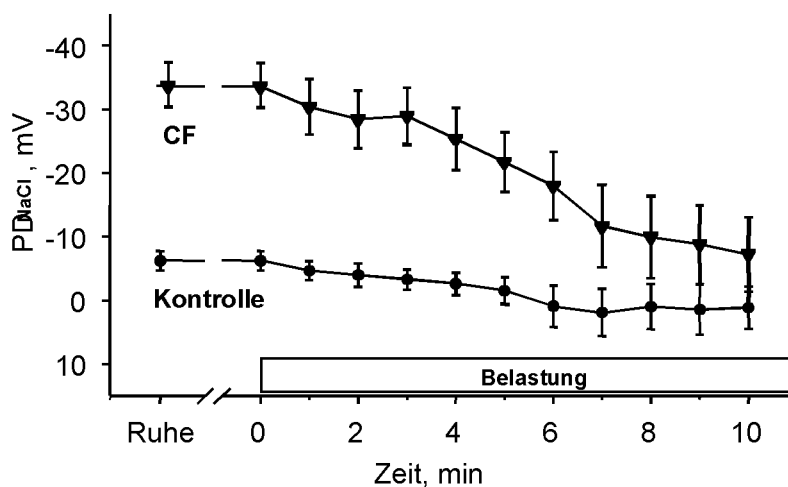


Abbildung 3: Veränderung der nasalen Potentialdifferenz unter Belastung bei Mukoviszidose-Patienten und gesunden Kontrollen. (nach Hebestreit et. al. Am J. Respir. Crit. Care Med. 2001)



Neben den Effekten des Ausdauertrainings wurde auch das Krafttraining in Bezug auf seine Wirksamkeit auf die Lungenfunktion bei Mukoviszidose evaluiert. In einer ersten Untersuchung Mitte der achtziger Jahre kam es im Rahmen eines Krafttrainings (Schwerpunkt Oberkörper und Beine) mit einer Dauer von 6 Monaten (3mal/Woche) zur Abnahme des Residualvolumens (RV, l) und des RV/TLC (in %) und damit zur Rückbildung der Überblähung.

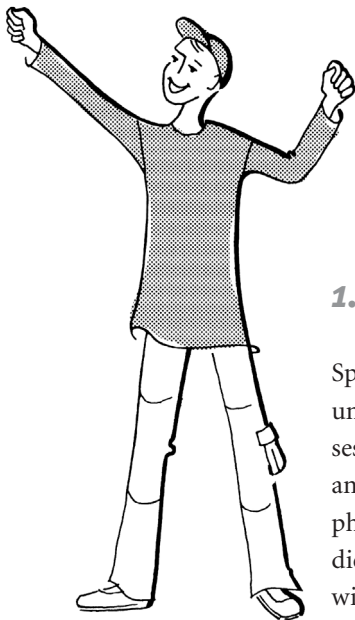
In einer kürzlich publizierten Studie wurde im Rahmen eines 18-tägigen Krankenhausaufenthaltes, während dessen die Patienten die komplette Standardtherapie (intravenöse Antibiotika, hochkalorische Ernährung, Physiotherapie) erhielten,

die zusätzlichen Effekte eines Krafttrainings im Vergleich mit einem Ausdauertraining auf die Lungenfunktion untersucht. Eine Kontroll-Gruppe wurde in den Vergleich einbezogen, die lediglich die Standardtherapie erhielt.

Die größten Verbesserungen für die Lungenfunktion waren für die Krafttrainings-Gruppe zu verzeichnen. Dagegen waren die Veränderungen der Lungenfunktion in der Ausdauertrainings- und in der Kontroll-Gruppe nahezu identisch. Auch einen Monat nach Beendigung des stationären Aufenthaltes waren die Lungenfunktionswerte der Krafttrainings-Gruppe besser als die der Ausdauer- und Kontroll-Gruppe.

Fazit

Als Fazit kann festgestellt werden, dass regelmäßige sportliche Aktivität insbesondere in Kombination mit einer optimalen medikamentösen Therapie, Ernährung und Physiotherapie einem Verlust der Lungenfunktion entgegenwirken kann.



1.4 Psychisches Wohlbefinden und Verhalten

Sportlich Aktive berichten, dass sie sich während und nach dem Sport besser fühlen und das dieses gesteigerte Wohlbefinden mehrere Stunden andauern kann. Verantwortlich hierfür sind physiologische und psychologische Prozesse, die während der Belastung ausgelöst werden, wie z.B. die vermehrte Ausschüttung von Endorphinen. Sport treiben bedeutet zudem oft eine Ablenkung („time out“) von Alltag, Beruf, Familie und Therapie. CF-Patienten, die sportlich aktiv sind, berichten über die gleichen Erfahrungen. Häufig haben körperlich aktive CF-Patienten weniger körperliche Beschwerden und fühlen sich wohler als körperlich inaktive

Patienten. Probleme werden aufgrund veränderter Strategien besser bewältigt, das Selbstvertrauen, das Selbstwertgefühl wie auch das Selbstkonzept der Patienten verbessert sich durch Sporttreiben. Die Motive, d.h. der Anlass/Auslöser zum Sporttreiben sind bei CF-Patienten ähnlich gelagert wie bei gesunden Breitensportlern. „Wohlbefinden“, „Gesundheit“ und „Selbsterfahrung“ sind auch bei CF-Patienten Motive für regelmäßiges Sporttreiben. Dabei ist es wichtig, dass eine Sportart betrieben wird die neben erwünschten gesundheitlichen Effekten auch den „Spaß-Faktor“ beinhaltet.

In verschiedenen Studien konnten die positiven Effekte von sportlichem Training auf die Lebensqualität von Mukoviszidosepatienten nachgewiesen werden. So kam es in der weiter oben bereits beschriebenen Studie zur Effektivität eines Trainings im Rahmen eines stationären Krankenhausaufenthaltes in der Ausdauertrainingsgruppe zur Zunahme der Lebensqualität,

die umso größer war, je stärker die Patienten ihre Ausdauerleistungsfähigkeit verbessern konnten. Zudem waren die Ausdauer trainierten Patienten zu diesem Zeitpunkt aktiver im Alltag als die Krafttrainingsgruppe und die Kontrollgruppe. In diesen Gruppen kam es zu keiner Änderung der Lebensqualität.

1.5 Weitere positive Aspekte von körperlicher Aktivität

Diabetes mellitus

Ein Mukoviszidose-assoziiertes Diabetes mellitus ist bei CF-Patienten, besonders ab dem 30. Lebensjahr, häufig. Bei einer anderen Form des Diabetes mellitus, dem Alters- oder Typ II-Diabetes mellitus, ist bekannt, dass regelmäßige sportliche Aktivität den Blutzucker positiv beeinflusst. Ob dies auch für den mukoviszidose-

assoziierten Diabetes mellitus zutrifft, ist nicht untersucht. Es ist jedoch zu beachten, dass es bei behandelten Patienten mit Diabetes mellitus im Rahmen länger andauernder Belastungen zu einer Unterzuckerung (Hypoglykämie) kommen kann (siehe auch Kap. 2).

Osteoporose

Durch die teilweise bestehende Unterernährung und schlechte Resorption von fettlöslichen Vitaminen, insbesondere von Vitamin D, sind Mukoviszidosepatienten besonders gefährdet, an einer Verminderung der Kalkeinlagerung im Skelettsystem und Knochenentkalkung (Osteoporose) zu erkranken. Weitere Risikofaktoren

sind die oft notwendigen Gaben von Kortison sowie ein Bewegungsmangel. Die Osteoporose geht mit einer erhöhten Knochenbrüchigkeit einher. Mittlerweile konnte wiederholt ein Zusammenhang zwischen einer hohen körperlichen Aktivität und einer hohen Knochendichte bei Mukoviszidose nachgewiesen werden.

Lebenserwartung

Interessant und bemerkenswert ist, dass es einen Zusammenhang zwischen der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Lebenserwartung bei CF zu geben scheint. Patienten mit einer guten körperlichen Leistungsfähigkeit ($\dot{V}O_2\text{max}$ über 80 % Soll) haben, bezogen auf einen Zeitraum von 8 Jahren, eine höhere Überlebensrate als CF-Patienten mit einer mittleren bis geringen

körperlichen Leistungsfähigkeit. Allerdings ist zur Zeit noch nicht hinreichend gesichert, in welchem Umfang die körperliche Leistungsfähigkeit direkt oder im Zusammenhang mit weiteren Faktoren (z.B. Ernährungszustand, Lungenfunktion, psychisches Wohlbefinden) als Ursache für die bessere Lebenserwartung gewertet werden kann.

1.6 Schlussbemerkungen

Körperliche Aktivität und Sport haben positive Effekte auf die Lungenfunktion, die körperliche Leistungsfähigkeit und die Lebensqualität bei CF-Patienten. Übermäßige körperliche Schonung der Patienten ist daher nicht zu empfehlen. Ein Trainingsprogramm für CF-Patienten sollte vielseitig sein und sowohl Inhalte zur Verbesserung der Ausdauer wie auch der Kraft beinhalten. Dies gilt sowohl für Kinder und Jugendliche wie auch für erwachsene Patienten. Die Neigungen des einzelnen Patienten sind aber zu berücksichtigen, damit eine langfristige Bindung an Bewegung, Spiel und Sport erreicht werden kann. Auch gilt es, im Alltag so aktiv wie möglich zu sein. Treppen steigen, Aufzüge so oft wie möglich meiden, Fahrradfahren (wenn möglich) zur Schule oder zur Arbeit sind Möglichkeiten, im Alltag körperlich aktiv zu sein. Wichtig ist auch, dass die ganze Familie gemeinsam Aktivitäten

unternimmt, da vielfach die Eltern eine Vorbildfunktion für die Kinder ausüben. Wer körperlich aktiv ist, wird sicherlich auch körperlich aktivere Kinder haben. Auch können unter anderem atemphysiotherapeutische Maßnahmen und Ziele wirksam durch Sport (siehe Kapitel 7) unterstützt und/oder vielleicht teilweise ersetzt werden. Die Teilnahme an Bewegung, Spiel und Sport vermittelt den Betroffenen, sie können sich wie Gesunde verhalten. Die Krankheit wird nicht zum Stigma „ich kann nicht weil ...“, sondern die Fähigkeit wird vermittelt und ins Bewusstsein gerufen „trotz der Erkrankung kann ich, meinen individuellen Fähigkeiten entsprechend, daran teilnehmen, meine körperliche Leistungsfähigkeit trainieren und verbessern und vielleicht sogar mehr leisten als ein Gesunder“.

2. Risiken von Sport bei Mukoviszidose

Helge Hebestreit, Alexandra Hebestreit

Patienten mit Mukoviszidose haben im Sport zunächst einmal dieselben Risiken wie jeder andere Sportler, z.B. für Sportverletzungen oder Überlastungsschäden. Weiterhin gibt es aber aufgrund der Erkrankung besondere Risiken, die im Folgenden aufgeführt werden. Diese Aufstellung ist besonders für den betreuenden Arzt gedacht, der umfassend über alle möglichen Probleme informiert sein muss.

Insgesamt sind viele der dargestellten Risiken sehr selten und betreffen meist nur einige der

schwerer erkrankten Patienten. Durch eine qualifizierte Untersuchung sowie eine gute Beratung der Patienten lassen sich zudem die meisten Risiken vermeiden. Ein gut untersuchter und informierter Patient kann daher in aller Regel unter Berücksichtigung seiner individuellen Voraussetzungen Sport treiben bzw. trainieren, ohne Schaden befürchten zu müssen. Insofern ist der Inhalt dieses Kapitels auch für den interessierten Betroffenen und seine Angehörigen wichtig und hilfreich.

2.1 Belastungsinduzierte Bronchialobstruktion (Belastungsasthma)

Bei ca. 10 - 15 % der Bevölkerung kommt es im Rahmen einer körperlichen Belastung zu einer Verengung der Bronchien, die sich vor allem in Atemnot, Husten und Pfeifen während der Ausatmung (expiratorisches Giemen) nach der Belastung äußert. Typisch ist eine Zunahme der Beschwerden während der ersten 3-10 min nach Belastungsende und eine langsame Besserung während der folgenden 20-40 min. Besonders gefährlich sind Belastungen mit hoher Intensität über 4-10 min Dauer, die bei kalter Luft durchgeführt werden.

Patienten mit Mukoviszidose zeigen in bis zu 60 % der Fälle eine Verengung der Bronchien (bronchiale Obstruktion) nach Inhalation von Histamin oder Metacholin (Provokationstest). Es wird spekuliert, dass die bronchiale Hyperreagibilität, d.h. die übermäßig starke Reaktion der Lunge mit Bronchialverengung auf bestimmte Reize, durch die chronische Entzündung oder/und eine Allergisierung gegen Pilze bedingt ist. Ob die bronchiale Hyperreagibilität zu einer belastungsinduzierten Verengung der Bronchien führt, ist in der Literatur umstritten. Während einige Studien bei einem hohen Prozentsatz der Mukoviszidose-Patienten eine

belastungsinduzierte Bronchokonstriktion fanden, zeigen andere Untersuchungen keine Einschränkung der Lungenfunktion während oder nach Belastung. In einer Arbeit wurde sogar bei Patienten mit in der Histaminprovokation nachgewiesener bronchialer Hyperreagibilität eine Erweiterung der Atemwege unter Belastung beschrieben.

Bei Verdacht auf eine belastungsinduzierte Bronchialobstruktion sollte die Diagnose durch einen erfahrenen Arzt im Rahmen eines standardisierten Belastungstest gesichert oder widerlegt werden. Bei nachgewiesener belastungsinduzierter Bronchialobstruktion kann dann durch den Einsatz von inhalativen β_2 -Rezeptor-Agonisten wie Salbutamol, Fenoterol oder Terbutalin vor dem Sport versucht werden, die bronchiale Reaktion zu verhindern. Auf jeden Fall sollte der Erfolg einer solchen Therapie überprüft werden, da es bei manchen Patienten nach Inhalation solcher Medikamente zu einem verstärkten Bronchialkollaps kommen kann. Weiterhin wird bei Belastungen im Winter das Tragen einer Gesichtsmaske oder eines Schals vor dem Mund empfohlen, wodurch die Einatemluft angewärmt und angefeuchtet wird.

2.2 Allergisch bronchopulmonale Aspergillose (ABPA)

Kommt es bei einem Mukoviszidosepatienten zu einer ausgeprägten bronchialen Hyperreagibilität, reduzierter Belastbarkeit und Giemen über der Lunge, so muss auch an die Möglichkeit des Vorliegens einer allergisch bronchopulmonalen Aspergillose gedacht werden. Zur Diagnosestellung sollte in der CF-Ambulanz zunächst das Gesamt IgE sowie die Lungenfunktion überprüft werden, finden sich Hinweise auf ABPA, so muss eine ausführliche Diagnostik und

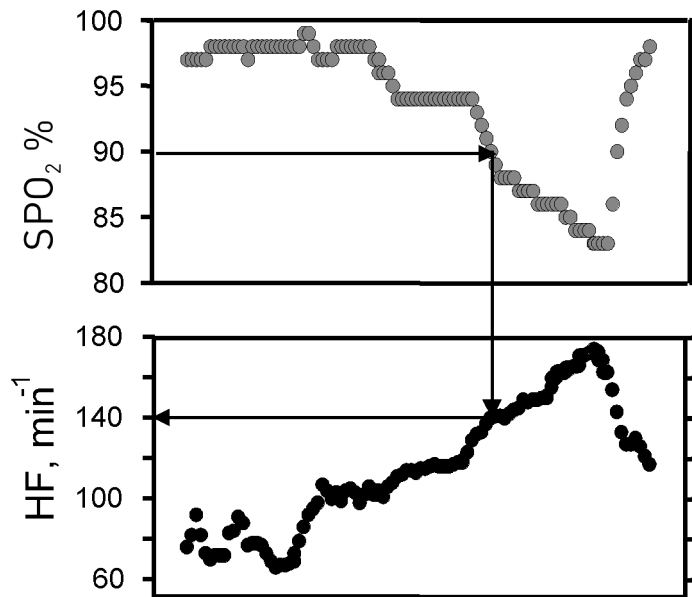
die entsprechende Therapie eingeleitet werden. Patienten, die an einer ABPA erkrankt sind, sollten vor dem Sport zusätzlich mit einem bronchialerweiternden Dosieraerosol inhalieren, um eine bronchiale Obstruktion durch Sport zu vermeiden (siehe Kapitel 2.1). Auch sollten CF-Patienten mit ABPA beim Sport – wie auch im täglichen Leben – eine Aspergillusbelastung meiden, d.h. z.B. keinen Sport in alten Turnhallen oder in feuchten, schlecht gelüfteten Räumen durchführen.

2.3 Belastungsinduzierter Abfall der Sauerstoffsättigung (Hypoxämie)

Ein Teil der Patienten mit Mukoviszidose zeigt unter körperlicher Belastung einen Abfall der Sauerstoffsättigung (Abbildung 4). Besonders gefährdet sind Patienten mit fortgeschrittener Lungenerkrankung, wobei auch von diesen Patienten nur ein Teil auffällig ist. Eine Hypoxämie führt nicht nur zu einer Verringerung der körperlichen Leistungsfähigkeit, sondern kann auch durch den zunehmenden Widerstand im Lungenkreislauf zu einer Zunahme der Belastung des rechten Herzens bis hin zum Cor pulmonale und zur Dekompensation führen. Den Autoren dieses Leitfadens sind Fälle eines Rechtsherzversagens bei körperlicher Belastung zwar nicht bekannt, wir empfehlen jedoch trotzdem bei jedem Patienten, der sich sportlich belasten möchte, einmal jährlich eine Belastungsuntersuchung mit Messung der Sauerstoffsättigung durchzuführen, wenn seine Einsekundenkapazität (FEV1 in der Lungenfunktion) unter 60 % des Vorhersagewertes liegt. Fällt die Sauerstoffsättigung bei der Belastung unter 90 % ab, so sind zwei Empfehlungen möglich. Den meisten Patienten wird empfohlen, die Intensität sport-

licher Aktivität so zu begrenzen, dass die Sättigung noch über 89 % liegt. Dies ist z.B. durch Vorgabe einer Herzfrequenzgrenze möglich. Abbildung 4 zeigt als Beispiel den Verlauf der O₂-Sättigung während einer stufenförmig ansteigenden Belastungsuntersuchung bei einem CF-Patienten. Während der körperlichen Belastung kommt es zu einem Abfall der Sauerstoffsättigung unter 90 % bei einer Herzfrequenz von 140/min. Die Empfehlung für die Trainingspraxis heißt, dass eine Herzfrequenz von 140 Schläge/min nicht längerfristig überschritten werden sollte. Die Herzfrequenz kann in der Praxis mit einer Pulsuhr kontrolliert und gesteuert werden. Die zweite Möglichkeit, Abfälle der Sauerstoffsättigung unter Belastung zu vermeiden, ist die Gabe zusätzlichen Sauerstoffs während des Trainings. Für Patienten mit stark fortgeschrittenem Verlauf, die in Ruhe schon eine O₂-Sättigung (ohne zusätzliche Gabe von O₂) unter 90 % aufweisen, sollten grundsätzlich nur unter Gabe zusätzlichen Sauerstoffs („Flüssigsauerstoff“, „Konzentrator“) trainieren.

Abbildung 4: Verlauf der O₂-Sättigung (SpO₂) und der Herzfrequenz (HF) während eines Belastungstests mit stufenförmig ansteigender Belastungsintensität auf einem Fahrradergometer



2.4. Lungenriss (Pneumothorax)

Bei körperlicher Belastung, vor allem bei Pressatmung (Krafttraining, insbesondere mit hoher Last), schnellen bzw. ruckartigen Bewegungen im Bereich des Oberkörpers (z.B. beim Tennis, Volleyball) oder Flaschentauchen, kann es bei Mukoviszidose-Patienten zu einem Riss der Lunge mit Kollaps eines Lungenflügels (Pneumothorax) kommen. Besonders gefährdet sind Patienten mit fortgeschrittener Lungenerkrankung. Dem Lungenriss kann nur durch Erlernen

der richtigen Techniken und Atmung beim Krafttraining sowie durch Verzicht auf die genannten Risikosportarten vorgebeugt werden. In jedem Fall empfiehlt sich vor Aufnahme einer sportlichen Aktivität ein Gespräch mit dem Arzt in der CF-Ambulanz, der aufgrund von Vorgeschichte, Lungenfunktionswerten und radiologischem Befund der Lunge das Risiko genauer einschätzen kann.

2.5 Bluthusten (Hämoptoe)

Zum Bluthusten (Hämoptoe) kommt es bei Patienten mit Mukoviszidose vor allem bei ausgeprägten Bronchiektasen (krankhafte Erweiterung der Bronchien aufgrund der chronischen Entzündung in der Lunge). Während die meisten Episoden von Bluthusten nicht im Zusammenhang mit körperlicher Belastung stehen, können solche zum Teil lebensbedrohlichen Ereignisse auch durch Sport ausgelöst werden. Besonders gefährlich scheinen Belastungen zu sein, die zu einer starken Zunahme der Atmung (Sprinten) und/oder des Blutdrucks (Krafttraining mit hohen Gewichten) führen. Ausdauerbelastungen

sind wahrscheinlich weniger riskant. Ein körperliches Training unter Gabe zusätzlichen Sauerstoffs kann das Risiko bei Patienten mit belastungsinduziertem Abfall der Sauerstoffsättigung (Hypoxämie) möglicherweise zusätzlich verringern, da hierdurch das Atemminutenvolumen für eine gegebene Belastung reduziert wird. Bei Episoden von Bluthusten in der Vergangenheit sollte der betroffene Patient in jedem Fall sein sportliches Engagement und die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen mit dem betreuenden Arzt besprechen.

2.6 Verschlechterung der Lungensituation

(Pulmonale Exazerbation)

Es ist inzwischen relativ gut belegt, dass regelmäßiger Ausdauersport bei Mukoviszidose der fortschreitenden Zerstörung der Lunge entgegenwirkt. Es gibt jedoch einzelne Berichte, in denen eine Verschlechterung der Lungenfunktion nach Wintersport beschrieben wurde. Möglicherweise kommt es durch die trockene, kalte Luft zu einem Austrocknen des Schleims in den Bronchien und damit zur zunehmenden Viskosität, die dann zu einer verminderten

Sputumexpektoration führt. Viele Patienten berichten jedoch, dass sie bei und direkt nach Wintersport keine negativen Auswirkungen beobachten konnten. Daher kann zur Zeit keine generelle Empfehlung für oder gegen den Wintersport gegeben werden. Entschließt sich ein Patient, im Winter in die Berge zu fahren, sollte jedoch besonders auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr geachtet werden (siehe auch Kapitel 2.1).

2.7 Infektion mit CF-spezifischen Keimen

CF-Patienten, die regelmäßig zusammen Sport treiben, sind durch eine Übertragung von CF-relevanten Keimen wie z.B. *Pseudomonas aeruginosa* oder *Burkholderia cepacia* gefährdet. Deshalb wird empfohlen, dass Mukoviszidose-Patienten nur dann zusammen mit anderen CF-Patienten Sport treiben sollten, wenn die pulmonale Keimbesiedlung vergleichbar ist. Das heißt z.B., dass *Pseudomonas*-besiedelte Patienten nicht mit unbesiedelten Patienten Sport treiben sollten. Patienten mit Problemkeimen wie *Burkholderia cepacia*, multiresistentem *Pseudomonas aeruginosa*, oxacillin-resistentem *Staphylokokkus aureus* (ORSA) oder anderen Problemkeimen sollten beim Sport wie auch in der CF-Ambulanz strikt von anderen CF-Patienten separiert werden. Sport treiben in der

Gruppe mit anderen CF-Patienten ist für diese mit Problemkeimen besiedelten Patienten leider nicht möglich.

Die Gefahr für einen CF-Patienten, sich beim Sport mit z.B. *Pseudomonas aeruginosa* oder einem anderen relevanten Keim zu infizieren, kann – wie im täglichen Leben – nicht ausgeschlossen werden. Es existieren hierzu keine verbindlichen Richtlinien. Bei einer Umfrage in den deutschen CF-Ambulanzen bezüglich des Risikos einer *Pseudomonas*-Infektion z.B. beim Schwimmen im Schwimmbad, wurde vom Großteil der Ambulanzleiter ein Schwimmbadbesuch erlaubt. Saunabesuch oder Whirlpool nach dem Sport können jedoch nicht empfohlen werden.

2.8 Zunehmende Rechtsherzbelastung

Bei Patienten mit einer chronischen Rechtsherzbelastung und –hypertrophie (Cor pulmonale) kann es bei körperlicher Belastung zu einer Zunahme der Belastung des Herzens und theoretisch auch zur Herzinsuffizienz mit Herzversagen kommen. Besonders gefährdet sind Patienten, die längere Abfälle der Sauerstoffsättigung unter 90 % erleiden. Diese kommen vor allem im Schlaf vor, können aber auch unter körperlicher Belastung auftreten (siehe oben). Ein

tödlicher Fall von Rechtsherzversagen bei einem Patienten mit Mukoviszidose, der durch eine körperliche Belastung ausgelöst wurde, ist den Autoren zwar nicht bekannt, es wird jedoch dringlich zu einer ärztlichen Untersuchung mittels EKG (Elektrokardiogramm – Vorsicht: auch auf Rhythmusstörungen achten) und ggf. Echokardiographie (Herzultraschall) vor dem Beginn eines intensiven Sportprogramms geraten.

2.9 Gewichtsabnahme

Bedingt durch eine ungenügende Kalorienzufuhr, eine Unterfunktion der Bauchspeicheldrüse (exokrine Pankreasinsuffizienz) und einen erhöhten Energiebedarf besteht bei einigen Patienten mit Mukoviszidose eine Mangelsituation bis hin zur Unterernährung. Man könnte sich leicht vorstellen, dass es unter diesen Bedingungen im Rahmen eines Sportprogramms zu einer Gewichtsabnahme kommen könnte. Bisher wurden nur wenige entsprechende Untersuchungen durchgeführt.

Die Erfahrung zeigt, dass ein körperliches Training bei Mukoviszidose nicht zur Gewichtsabnahme führt. Im Gegenteil, es kommt bei manchen Patienten sogar zur Zunahme der Muskelmasse. Trotzdem sollte das Körpergewicht nach Aufnahme eines Ausdauersports, der mehrfach pro Woche durchgeführt wird, in 2-4 wöchigen Abständen überprüft werden.

2.10 Hypoglykämie (Unterzuckerung) und Diabetes mellitus

Circa 9 % aller Mukoviszidose-Patienten im Alter zwischen 5 und 9 Jahren und 43 % derjenigen über 30 Jahre entwickeln einen Mukoviszidose-assoziierten Diabetes mellitus (CFRD). Die daraus resultierende Therapie mit blutzuckersenkenden Medikamenten kann bei diesen Personen dazu führen, dass es während oder nach einer körperlichen Belastung zum Abfall des Blutzuckers kommt. Besonders gefährlich sind dabei Ausdauerbelastungen über viele Stunden wie z.B. eine Fahrradtour oder der Besuch in einem Schwimmbad. Patienten mit Diabetes mellitus sollten daher eine gezielte Schulung im Umgang mit Sport erhalten. Hier ist vor allem darauf hinzuweisen, dass bei unbekannten Belastungen der Blutzucker häufiger kontrolliert werden

muss. Bei einem Blutzucker unter 100 mg/dl muss vor der Belastung zusätzlich kohlenhydrathaltige Nahrung aufgenommen werden. Unterzuckerungen treten auch besonders in der Nacht nach einer längerandauernden Belastung auf. Diesem kann durch eine der Belastung angepasste Reduktion der Insulindosis und/oder verstärkte Aufnahme von Nahrung vorgebeugt werden. Hier ist eine ausführliche Beratung und Schulung durch den behandelnden Arzt erforderlich.



2.11 Blutung aus Varizen der Speiseröhre (Ösophagusvarizenblutungen)

Patienten mit Mukoviszidose können eine Leberzirrhose entwickeln, die dann den Blutfluss durch die Leber beeinträchtigt. Dadurch kommt es zum Pfortaderhochdruck (portale Hypertension). Der erhöhte Druck in der Pfortader bewirkt eine Flussumkehr des Blutes und die Bildung alternativer Kreisläufe, um die Leberpassage zu umgehen. Hierdurch entstehen auch Venenerweiterungen an der Speiseröhrenwand (Ösophagusvarizen). Bei abrupten Änderungen des Druckes im Bauch oder Brustkorb (Pressen, Schlag in den Bauch durch einen Fußball, Bun-

gee-Jumping) oder des Blutdrucks kann es theoretisch zum Einreißen der Venenwände und damit zur Blutung kommen, die lebensgefährlich sein kann. Genaue Zahlen, die eine Abschätzung des Risikos erlauben, liegen zur Zeit nicht vor. Patienten mit Ösophagusvarizen sollten jedoch sicherheitshalber keinen Kontaktsport (wie z.B. Judo, Karate) betreiben und auch auf Krafttraining mit hohen Gewichten verzichten. Auch die Teilnahme an Ballsportarten ist sorgfältig zu prüfen und mit dem Arzt abzuklären.

2.12 Leber- oder Milzriss (Leber- oder Milzruptur)

Durch eine ausgeprägte Überblähung der Lunge treten die parenchymatösen Oberbauchorgane (Leber und Milz) tiefer, so dass sie nicht mehr durch den Brustkorb geschützt sind. Bei Kontaktsportarten und Ballsportarten besteht dann ein erhöhtes Risiko für Rupturen von Leber oder Milz. Das Risiko wird noch weiter gesteigert,

wenn sich im Rahmen eines Pfortaderhochdrucks eine Milzvergrößerung entwickelt. Alle Patienten, bei denen die Leber und vor allem die Milz unter dem Rippenbogen tastbar sind, sollten über das Verletzungsrisiko aufgeklärt werden. Bei Pfortaderhochdruck mit Milzvergrößerung sollte auf Kontaktsportarten verzichtet werden.

2.13 Knochenbrüche (Frakturen)

Bei einem großen Teil von Erwachsenen mit Mukoviszidose fällt eine Osteoporose auf. Besonders gefährdet für einen reduzierten Kalksalzgehalt im Knochen sind Patienten mit systemischer Kortison- (Steroid-)Therapie, Mangelernährung, Östrogen- oder Vitaminmangel sowie geringer körperlicher Aktivität. Bei akuten Belastungen können die Knochen bei den betroffenen Patienten brechen. Daher sollten Patienten mit ausgeprägter Osteoporose nicht an Kontakt- oder Kampfsport teilnehmen. Auch

erscheinen Sportarten mit hohem Sturzrisiko nicht geeignet. Auf der anderen Seite empfiehlt sich aber neben der Substitutionstherapie mit Kalzium, Vitamin D und ggf. Biphosphonaten eine regelmäßige körperliche Aktivität mit wiederholten Stauchbelastung der unteren Extremität, wie z.B. Joggen, Trampolin springen oder Seil hüpfen. In Studien an Gesunden kam es schon bei 3 x 10 min Sprungübungen pro Woche zu einem Anstieg der Knochendichte.

2.14 Flüssigkeitsverlust und Austrocknung (Dehydration)

Patienten mit Mukoviszidose, welche sich über längere Zeit in warmer Umgebung körperlich belasten, können mit dem Schweiß erhebliche Mengen Wasser und Elektrolyte verlieren, ohne sie durch eine entsprechende Zufuhr auszugleichen. Es wird vermutet, dass der hohe Salzverlust über den Schweiß bei Mukoviszidosepatienten nicht wie bei Gesunden zu einem Anstieg der Salzkonzentration im Blut führt. Dadurch fehlt Patienten mit Mukoviszidose das Durstempfinden als Warnung vor Austrocknung.

Eine zunehmende Austrocknung führt zunächst zu einer Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit und zu Kreislaufproblemen. Bei fortschreitendem Flüssigkeitsverlust können zentralnervöse Symptome bis hin zum Bewusstseinsverlust auftreten. Bei Mukoviszidosepatienten kann es bei längerfristiger Dehydration weiterhin zum sogenannten distalen intestinalen Obstruktionssyndrom (DIOS, Verstopfung bis hin zum Darmverschluss aufgrund der Zähigkeit des Stuhls) kommen.

Patienten mit Mukoviszidose sollten daher immer auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr achten, insbesondere bei Ausdauersport in warmer Umgebung. Es wird empfohlen, zunächst regelmäßig soviel zu trinken, dass kein Durstgefühl mehr besteht. Anschließend sollte ein Glas mehr getrunken werden. Als besonders günstig haben sich in Studien Getränke mit einem Kohlenhydratanteil von ca. 10 - 12% und einer Natriumchloridkonzentration von 50 mmol/l erwiesen. Diese Kochsalzmenge ist höher als in den handelsüblichen Sportgetränken und soll zum einen die Verluste über den Schweiß ausgleichen, zum anderen soll das Durstempfinden angeregt werden. Um den Salzgehalt in den Sportgetränken anzuheben, wird empfohlen, zusätzlich eine Prise Salz in das Getränk zu mischen.

3. Sporttauglichkeitsuntersuchung

Helge Hebestreit, Alexandra Hebestreit

Bei allen CF-Patienten sollten regelmäßig, insbesondere aber vor Aufnahme eines neuen Sports, die Risiken von Sport/Sportarten erfasst und eine Beratung zur Risikominimierung stattfinden. Dies geschieht bei der sogenannten Sporttauglichkeitsuntersuchung, von der oft unbewusst Teile im Rahmen jedes Arztbesuches stattfinden. Die komplette Sporttauglichkeitsuntersuchung setzt sich aus Anamnese, körperlicher Untersuchung, ggf. ergänzenden Untersuchungen und einer Sportberatung zusammen. Diese Untersuchung ist bei wenig betroffenen Patienten, die ihrem Arzt gut bekannt sind und keinen besonders risikoträchtigen Sport durch-

führen wollen, nicht aufwendiger als die Beurteilung der Sporttauglichkeit beim Gesunden (siehe Literatur-Angaben Belastungsuntersuchungen). Bei stark betroffenen Patienten oder solchen, die außergewöhnliche Belastungen planen, sind jedoch eine Reihe von Informationen zu verschiedenen Organsystemen sowie eine Einschätzung der „Risikobereitschaft“ des Patienten erforderlich. Kennt der befragte Arzt den Patienten und/oder die Krankheit nicht genau, wird eine ausgedehnte Diagnostik erfolgen müssen. Am besten finden die Sporttauglichkeitsuntersuchungen daher in den betreuenden CF-Ambulanzen statt.

Die folgenden Ausführungen richten sich vor allem an den Arzt. Soweit aufgrund des begrenzten Platzes möglich, werden die Spezialbegriffe jedoch erklärt, so dass auch der interessierte

Nicht-Mediziner die Gründe für eine Sporttauglichkeitsuntersuchung sowie ihre Durchführung nachvollziehen kann.

Befragung (Anamnese)

Die Anamnese setzt sich aus drei Teilen zusammen. Im ersten Teil wird nach der bisherigen körperlichen Aktivität, dem geplanten Sport und nach möglichen Fragen des Patienten oder seiner Eltern gefragt. Im zweiten Teil der Anamnese sollten akute medizinische Probleme des Patienten, insbesondere bei körperlicher Belastung (Schmerzen, Kurzatmigkeit, bläuliche Lippen [= Zyanose], Leistungsniveau), identifiziert werden. Im dritten Teil der Anamnese wird der Schweregrad der Erkrankung in Bezug

auf Herz (Rechtsherzbelastung?), Lunge (Lungenfunktion, Lungenbullae, Lungenrisse in der Vergangenheit), Leber (Leberzirrhose, Leberfunktion einschließlich Blutgerinnung, Milzvergrößerung, Ösophagusvarizen) und Knochen (niedrige Knochendichte [= Osteoporose], Neigung zu Knochenbrüchen) erfragt und/oder anhand der Unterlagen beurteilt. Weiterhin sollte gezielt nach einer Zuckererkrankung (Diabetes mellitus) und Gelenkproblemen gesucht werden.

Körperliche Untersuchung

Die körperliche Untersuchung stellt eine Untersuchung aller Organsysteme des Körpers dar. Neben der Untersuchung der Ernährungssituation (Muskulatur, Unterhautfettgewebe) sowie von Herz und Lunge steht der Bewegungsapparat im Vordergrund. Hier muss auf Fehlstellungen als Risiko für Überlastungsschäden und auf

Zeichen einer Gelenkentzündung (Arthritis) wie Schwellung, Rötung, eingeschränkte Beweglichkeit und Bewegungsschmerz geachtet werden. Wichtig ist auch die Beurteilung der Größe von Leber und Milz, da diese bei Vergrößerung schon bei sonst ungefährlichen Kollisionen verletzt (Leber- und Milzriss) werden können.

Ergänzende Untersuchungen

Bei nicht oder kaum betroffenen Patienten, die keine außergewöhnlichen Belastungen planen, sind neben Anamnese und körperlicher Untersuchung meist keine weiteren Untersuchungen erforderlich. Bei jedem Patienten sollte jedoch wie beim Gesunden einmalig ein EKG zum Ausschluss von Reizleitungs- und Rückbildungsstörungen wie einem WPW-Syndrom bzw. einem long-QT-Syndrom abgeleitet werden. Bei den Patienten mit Beteiligung eines oder meh-

rerer Organsysteme müssen weitere Untersuchungen erfolgen. Zum Teil kann dabei auf die Ergebnisse von Untersuchungen im Rahmen zurückliegender Vorstellungen des Patienten in den CF-Ambulanzen zurückgegriffen werden.

Die Untersuchungen, die je nach betroffenem Organsystem zur Beurteilung der Sporttauglichkeit besonders beitragen können, werden im Folgenden kurz dargestellt.

Körperzusammensetzung

Ein niedriges Körpergewicht geht bei Mukoviszidose nicht nur mit einer Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit einher, sondern kann auch auf eine niedrige Knochenmasse und einen Mangel an wichtigen, fettlöslichen Vitaminen hinweisen. Neben der Beurteilung des körperlichen Aspekts des Patienten sollte die Berechnung des Längensollgewichts und

des Body Mass Index (kg/m^2 Achtung: altersabhängige Normwerte) erfolgen. Der Körperfettanteil und die Muskelmasse können bei Bedarf aus einer Messung der Hautfaldendicke oder mittels bioelektrischer Impedanzmessung abgeschätzt werden. Auch die Messung der Knochendichte mittels DEXA erlaubt eine Bestimmung von Körperfettanteil und Muskelmasse.

Lunge

Informationen liefert hier vor allem die Lungenfunktion. Bei allen Patienten mit einer FEV1 unter 60 % des Vorhersagewerts sollte eine Belastungsuntersuchung (Ergometrie) mit Überwachung der Sauerstoffsättigung unter Belastung erfolgen, um einen belastungsinduzierten

Abfall der Sauerstoffsättigung zu erfassen. Die Darstellung der Lunge im Röntgenbild bzw. Thorax-CT ist nur bei seltenen Fragestellungen wie z.B. der Frage nach Lungenbullae erforderlich.

Herz

Auf den Wert des EKGs bei der Identifizierung von Störungen im Reiz-Leitungs-Systems wurde oben bereits hingewiesen. Ein EKG ist weiterhin bei allen Patienten mit eingeschränkter Lungenfunktion und insbesondere bei den Patienten, die nachts und/oder bei Belastung zusätzlichen

Sauerstoff benötigen, zur Erkennung einer Rechtsherzbelastung indiziert. Bei jedem Patienten, bei dem eine Rechtsherzbelastung vermutet wird, sollte weiterhin eine Ultraschalluntersuchung des Herzens (Echokardiographie) durchgeführt werden.

Ergänzende Untersuchungen

Bei klinischem Verdacht auf eine Vergrößerung von Leber und/oder Milz sollte eine Ultraschalluntersuchung des Bauches mit der Frage nach einer Leberzirrhose und nach einem Pfortaderhochdruck durchgeführt werden. Weiterhin sollte die Leberfunktion durch Bestimmung z.B. der Gesamteiweiß- und Albuminkonzentration im Serum sowie der Cholinesteraseakti-

vität erfolgen. Auch die Untersuchung der Blutgerinnung kann nach Ausschluss/Ausgleich eines Vitamin K-Mangels zur Beurteilung der Leberfunktion dienen. Bei Milzvergrößerung kann es zum sogenannten Hypersplenismus mit Abfall der Blutplättchenzahlen (Thrombozyten) im Blut und damit zu einem erhöhten Blutungsrisiko kommen.

Knochen

Aufgrund des erhöhten Risikos von Knochenbrüchen bei niedriger Knochendichte sollte bei allen sporttreibenden jugendlichen und erwach-

senen CF-Patienten die Knochendichte bekannt sein. Viele Ambulanzen bestimmen diese ohnehin einmal pro Jahr.

Gelenke

Bei Verdacht auf Gelenkentzündungen ist oft eine weitergehende rheumatologische Diagnostik bis hin zur Darstellung des Gelenks mittels

Ultraschall bzw. Kernspintomographie erforderlich.

Beratungsgespräch

Im Beratungsgespräch sollte immer auf die Vorteile von Bewegung, Spiel und Sport für alle CF-Patienten, unabhängig vom Schweregrad der Erkrankung, eingegangen und jeder Patient zu einem möglichst hohen Niveau körperlicher Aktivität motiviert werden.

druck bzw. einer fortgeschrittenen Osteoporose sollten keine Sportarten mit erhöhtem Verletzungsrisiko ausüben. Bei Gelenkentzündungen sollte eine starke Belastung der betroffenen Gelenke (z.B. Sprungbelastungen bei Kniegelenksproblemen) möglichst vermieden werden.

Im Hauptteil des Gesprächs wird auf die persönlichen Fragen des Patienten und seiner Eltern sowie auf die persönlichen Vorlieben, Stärken und Schwächen eingegangen. Anschließend werden dem Patienten Trainingsempfehlungen auf der Basis der persönlichen Neigungen und Möglichkeiten gegeben. Diese Beratung muss sehr individuell erfolgen und kann sich kaum an strengen Leitlinien orientieren. In jedem Fall würden wir aber einem CF-Patienten vom Flaschentauchen, Fallschirmspringen und Bungee-Jumping dringend abraten. Patienten mit vergrößerter Leber und Pfortaderhoch-

Im Beratungsgespräch sollte immer auch auf Strategien zur Risikominimierung eingegangen werden. Hierzu gehören neben allgemeinen Hinweisen wie „beim Inline-Skating muss eine komplette Schutzausrüstung getragen werden“ oder „beim Sport ist immer auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr zu achten“ auch gezielte Ratschläge wie die Anpassung der Insulindosis vor einer Wanderung bei einem insulinpflichtigen Patienten oder die Angabe einer maximalen Trainingsherzfrequenz bei einem Patienten, der unter Belastung eine Sauerstoffsättigung unter 90 % erreicht und nicht mit

zusätzlichem Sauerstoff trainiert. Auf die Ratschläge zur Deckung des Kalorienbedarfs wird im Kapitel „Ernährung und Sport“ genauer eingegangen. Besonders wichtig sind die diesbezüglichen Empfehlungen bei Patienten mit niedrigem Längensollgewicht.

Das Beratungsgespräch endet mit der Vereinbarung eines Kontrolltermins sowie dem Angebot, sich bei Problemen auch kurzfristig wieder zu melden.

4. Belastungs-Untersuchung und Überwachung

Michael Barker, Helge Hebestreit

Verschiedene Studien belegen, dass sich Sport und körperliche Aktivität bremsend auf den Verlust der Lungenfunktion bei Mukoviszidose auswirken können. Anfang der 90iger Jahre konnte zudem eine Studie einen Zusammenhang zwischen der maximalen Sauerstoffaufnahme unter Belastung (einem Maß für die körperliche Leistungsfähigkeit) und der Überlebensrate in den folgenden 8 Jahren nachweisen. Die körperliche Leistungsfähigkeit hing in dieser Untersuchung enger mit der Prognose zusammen als die Ruhe-Lungenfunktion. Daher wäre es wünschenswert, den Langzeitverlauf bei jedem CF-Patienten mit wiederholten Belastungsuntersuchungen zu verfolgen und anhand individueller Testdaten ein Trainingsprogramm zu entwerfen. Ein Belastungstest kann weiterhin helfen, unangenehme oder sogar gefährliche Situationen, die insbesondere bei schwerer kranken CF-Patienten bei körperlicher Belastung auftreten können, zu erkennen. Dadurch kann

Sport auch für stark beeinträchtigte Patienten sicherer gemacht werden.

In Großbritannien gehört ein jährlich durchgeführter Belastungstest zum Routine-Programm. Für Deutschland gibt es bislang keine Übereinstimmung dazu, wie oft welche ergometrischen Untersuchungen durchgeführt werden sollen. Nur wenige Zentren bieten eine umfassende Leistungsdiagnostik an, meist unter wissenschaftlichen Fragestellungen.

Das folgende Kapitel soll vor allem für den in der Ambulanz tätigen Arzt in die Indikationsstellung, praktische Durchführung und Beurteilung von Belastungstests bei CF-Patienten einführen und die möglichen Anwendungen kurz durchgehen. Weiterführende Informationen können der im Anhang angegebenen Literatur entnommen oder bei den Autoren angefordert werden.

4.1 Wann sollte eine Belastungsuntersuchung vorgenommen werden?

Viele Fragen, die sich bei der Betreuung eines CF-Patienten stellen, können durch eine Belastungsuntersuchung beantwortet werden. Dabei muss der erwartete Informationsgewinn durch einen erfahrenen Arzt gegen das mögliche Risiko der Untersuchung abgewogen werden. Vier typische Situationen, die Gründe für eine Bela-

stungsuntersuchung darstellen, sollen im folgenden erläutert werden:

- Die individuelle körperliche Leistungsfähigkeit des Patienten soll dokumentiert werden. Dazu eignet sich die Belastungstestung besonders, da sie die Gesamtleistung von

Lunge, Herz-Kreislauf-System und Muskulatur prüft. Das Ergebnis kann dann entweder mit Werten von Gesunden oder von anderen Patienten verglichen werden oder in einer Serie von Untersuchungen bei demselben Patienten auf eine Verbesserung oder Verschlechterung hinweisen.

- Der Patient möchte sich körperlich belasten bzw. Sport treiben. Hierzu ist ein Belastungstest in den allermeisten Fällen unerlässlich, um den Patienten auf Risiken hin zu untersuchen. Auch lässt sich so die optimale Trainingsintensität festlegen. Durch wiederholte Tests kann der Erfolg des Trainings dokumentiert werden.

- Eine Sauerstofftherapie soll nicht nur nachts, sondern auch tagsüber begonnen werden. Hier eignet sich die kontrollierte Belastung mit wechselnden Sauerstoff-Flussraten als Ergänzung zu nächtlichen Messungen, um die richtige Dosis zu ermitteln.

- Der Patient berichtet von bestimmten Beschwerden unter Belastung. Hier kann ein Belastungstest im Labor helfen, die auftretenden Symptome zu differenzieren.

4.2 Wann sollte kein Belastungstest durchgeführt werden?

Jegliche Testung sollte bei akuten fieberhaften Verschlechterungen des Allgemeinzustandes, entgleistem Diabetes oder Fehlen bzw. Ausfall von Überwachungsgeräten unterbleiben. Ein Gehtest ist auch bei schwerkranken Patienten meist durchführbar. Die Durchführung eines Maximaltests ist bei schwerer Leberzirrhose mit hochgradigen Krampfadern an Magen oder Speiseröhre oder allgemeiner Blutungsneigung

sowie kurz nach dem Auftreten von einem Lungenriss (Pneumothorax) oder Bluthusten nicht empfehlenswert.

Besondere Vorsicht ist geboten bei eingeschränkter Herzmuskelfunktion, schwerer Lungenbeteiligung, schlechter Blutzuckerkontrolle sowie während einer Schwangerschaft.

Gründe für einen Belastungs-Abbruch

- Versagen der Überwachungsgeräte.
- Beschwerden wie Luftnot, unstillbarer Hustenreiz, Schwindelgefühl, starke Kopf- oder Thoraxschmerzen, Erschöpfung.
- Befunde: Tachydyspnoe, Blässe, Ausbelastung.
- Herz: Zeichen eines Sauerstoffmangels im EKG (ST-Senkung > 0.2 mV oder ST-Hebung), höhergradige Rhythmusstörung (zunehmende Zahl ventrikulärer Extrasystolen, Salven, AV- oder Schenkelblock, Vorhofflattern/-flimmern).
- Kreislauf: Blutdruck über 250 mm Hg systolisch oder 120 mm Hg diastolisch oder fehlender Anstieg des Blutdrucks unter Belastung.
- Lunge: Abfall der Sauerstoffsättigung $< 80\%$, Anstieg des $p\text{CO}_2 > 60$ mm Hg.

4.3 Belastungstests und abgeleitete Größen

Voraussetzungen zur Belastungsuntersuchung

Allgemeine Voraussetzungen

- Notfall-Versorgung am Testort ist sichergestellt.
- Information zu Anamnese und Untersuchungsbefund liegen vor.
- Patient und ggf. Eltern wurden über Ziele und Risiken des Tests aufgeklärt.
- Aktuelle Daten von Ruhesättigung und Lungenfunktion liegen vor.

Gehtest

- Personelle Voraussetzungen: Anleitung und Überwachung durch Ärztin/Arzt oder qualifiziertes nicht-ärztliches Personal.
- Apparative Voraussetzungen: Abgemessene freie und ebene Strecke im Gebäude (z.B. 25 Meter auf Klinikflur), Stoppuhr, Pulsoximeter, Borg-Skalen.

Tabelle 2 stellt die einzelnen Messgrößen und ihre Bedeutung im Zusammenhang dar.

Tabelle 2: Übersicht über ergometrische Messgrößen

Parameter	Bedeutung	Messverfahren	Kürzel/Einheit (Messparameter)	Aufwand/ Belastung
Gehstrecke in einer vorgegebenen Zeit	Belastbarkeit in Alltagssituationen, Restfunktion bei schwerer Lungenerkrankung	6-Minuten-Gehtest 12-Minuten-Gehtest	WD [m]	minimal
Spitzenleistung	Objektives Maß der Gesamtfunktion von Lunge, Kreislauf und Muskulatur	Progressiver Fahrradtest nach Godfrey	Wmax [Watt]	niedrig
Dyspnoe-Score	Gradmesser des Luftnot-Empfindens unter Belastung	Borg-Skala	Punkte [6 - 20]	minimal
Gasaustausch unter Spitzenbelastung	Beurteilung der Lungenfunktion unter Belastung	Godfrey-Test mit - Pulsoxymetrie - transkutaner Partialdruckmessung - endexpiratorischer Partialdruckmessung - kapillärer Blutgasanalyse - arterieller Blutgasanalyse	SpO ₂ [%]	niedrig
			tcpO ₂ /CO ₂ [mmHg/kPa]	mittel
			PET O ₂ /CO ₂	mittel
			PCap O ₂ /CO ₂	mittel
Max. O₂-Aufnahme	Genauestes Maß der Leistungsfähigkeit	Godfrey-Test mit Spiroergometrie	$\dot{V}O_2$ max [ml/(min/kg)]	mittel
Anaerobe Schwelle	Grenze der Ausdauer-Leistungsfähigkeit	Godfrey-Test mit - Spiroergometrie - Laktatmessung	VAT LAT [ml O ₂ /min] oder % $\dot{V}O_2$ max oder Watt]	mittel hoch
Atemreserve	Hinweis auf Begrenzung der Leistungsfähigkeit durch Atmung bzw. Gasaustausch	Godfrey-Test mit Spiroergometrie	BR [$\dot{V}_e$ max in % MVV]	mittel
Kurzzeitige Spitzenleistung	Muskuläre Leistungsfähigkeit	Supramaximaler Fahrradtest (Wingate-Test)	Peak Power [Watt] Mean Power [Watt]	mittel

Maximaltest

- Personelle Voraussetzungen: Qualifizierte/r Ärztin/ Arzt und weitere Hilfsperson.
- Apparative Voraussetzungen: Fahrradergometer (Belastungshöhe zwischen 20 und 500 Watt in Stufen von max. 5 Watt regelbar, drehzahlunabhängig mit Wirbelstrombremse, Sattelposition und Kurbelarmlänge justierbar), EKG-Gerät, Pulsoximeter, Borg-Skalen.

Sprinttest auf dem Fahrradergometer (Wingate Test)

- Personelle Voraussetzungen: Qualifizierte/r Ärztin/Arzt und weitere Hilfsperson.
- Apparative Voraussetzungen: Fahrradergometer mit drehzahlabhängigem Widerstand (Leistung hängt nur von der Trittfrequenz ab)

Test auf dem Fahrradergometer/Laufband (Steiler Rampen Test)

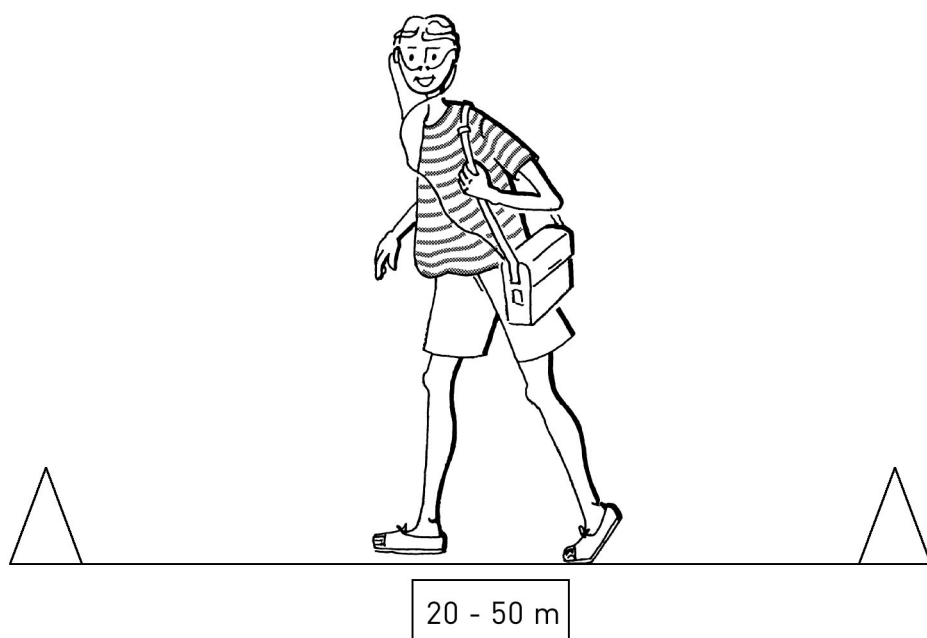
- Personelle Voraussetzungen: Qualifizierte/r Ärztin/Arzt und weitere Hilfsperson.
- Apparative Voraussetzungen: Fahrradergometer (Belastungshöhe zwischen 20 und 500 Watt in Stufen von max. 5 Watt regelbar, drehzahlunabhängig mit Wirbelstrombremse, Sattelposition und Kurbelarmlänge justierbar), Laufband, Pulsoximeter, Borg-Skalen.

4.4 Praktische Durchführung einer Belastungsuntersuchung

6-Minuten Gehtest

Der 6-Minuten Gehtest dient vor allem zur Untersuchung von Patienten mit deutlich eingeschränkter Leistungsfähigkeit. Der Patient kann der Gehbelastung ohne weitere Voruntersuchungen unterzogen werden, die personellen

und apparativen Voraussetzungen sind gering. Daher eignet sich dieser Test auch für Untersuchungen der Leistungsfähigkeit in einer Arzt- oder Physiotherapiepraxis.



Durchführung

Zur Durchführung des Tests wird durch zwei Marken auf dem Boden eines Flurs eine Strecke markiert (z.B. 10 m oder 25 m). Der Patient wird aufgefordert, in 6 Minuten so oft wie möglich von einer Marke zur anderen und wieder zurück zu gehen. Während gegebenenfalls notwendiger Pausen wird die Zeit nicht angehalten. Nach 6 Minuten wird die Gehstrecke aus der Zahl der Wendungen errechnet. Kontrollen von Pulsschlag und/oder Sauerstoffsättigung können

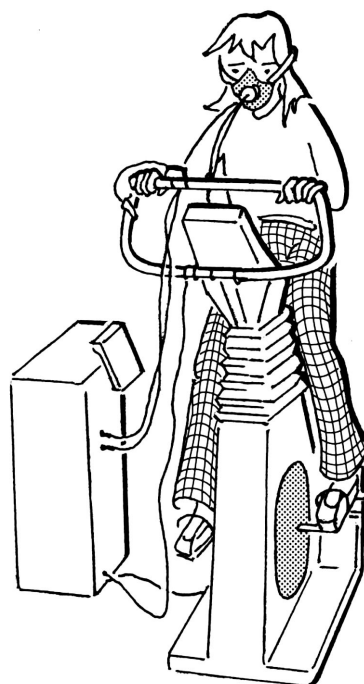
mit kleinen tragbaren Geräten während des Tests erfolgen, wobei auf das Risiko einer Fehlmessung geachtet werden muss. Ansonsten werden Kontrollen bei Beschwerdeangabe oder unmittelbar nach dem Ende des Tests durchgeführt. Die Belastungssituation sollte möglichst alltagsnah gestaltet werden, z.B. sollte ein auch tagsüber sauerstoffabhängiger Patient seinen (Flüssig-) Sauerstofftank beim Gehstest selbst mitführen.

Befundung

Eine Gehstrecke von unter 400 m in 6 Minuten wird als Zeichen einer deutlichen Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit angesehen. Gesunde

Jugendliche und junge Erwachsene schaffen etwa 750 bis 800 m.

Progressiver Fahrrad-Test (nach Godfrey)



Vorbereitung

Als Voruntersuchung ist neben einer Lungenfunktion (Atemstoßtest) und der Messung von Sauerstoffsättigung und Blutdruck in Ruhe auch die Aufzeichnung und Befundung eines EKG in Ruhe zu empfehlen. Der Patient nimmt dann auf dem Fahrradergometer Platz, welches in

Sitzhöhe, Kurbellänge und Lenkerhöhe bzw. -abstand verstellbar sein sollte. Als Richtlinie dient eine leicht nach vorne geneigte Sitzposition mit Kniebeugung von ca. 10° am untersten Punkt der Tretbewegung.

Überwachung

Während der folgenden Belastung sollte die Sauerstoffsättigung mittels Pulsoximeter überwacht werden. Hier haben sich Reflexionssensoren, die an der Stirn angebracht werden, den sonst üblichen Sensoren an den Fingern als überlegen gezeigt. Bei Patienten mit einer Einsekundenkapazität (FEV1) unter 60 % des Vorhersagewerts sollte während des Tests in jedem

Fall auch ein EKG mitgeschrieben werden, um eine unter Belastung zunehmende Rechtsherzbelastung zu erkennen. Die Messung spirometrischer Größen wie der Ventilation, der Sauerstoffaufnahme und der Kohlendioxidabgabe kann wichtige Informationen zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit und einer respiratorischen Insuffizienz liefern.

Durchführung

Nach einer Aufwärmphase von 2 Minuten Dauer bei der niedrigsten einstellbaren Ergometer-Leistung wird die Belastungshöhe minütlich um einen Wert gesteigert, der nach der Körperlänge gestaffelt ist: 10 Watt bei < 125 cm, 15 Watt bei 125 - 150 cm und 20 Watt bei > 150 cm. Die genannten Werte für die Belastungssteigerung sollten bei Patienten mit fortgeschrittener Lungenerkrankung ($FEV_1 < 30\%$), erheblichem Untergewicht oder anamnestischer Angabe von Belastungs-Beschwerden individuell nach unten korrigiert bzw. das Intervall auf 90 - 120 Sekunden verlängert werden, so dass die Testdauer auch bei diesen Patienten zwischen 6 und 12 Minuten liegt. Der Patient wird aufgefordert, die Belastung erst bei definitivem Erreichen der

subjektiven/objektiven Leistungsgrenze abbrechen, wobei diejenige Belastungshöhe als Maximum angesehen wird, welche für mindestens 30 Sekunden durchgehalten wurde. Anschließend sollte die Erholungsphase über wenigstens 5 Minuten bzw. bis die Herzfrequenz unter 100/min abgesunken ist mit registriert werden. Zur Erfassung eines belastungsbedingten Bronchialspasmus sollte der Patient nach Belastungsende abgehört und ggf. erneut mittels Spirometrie untersucht werden. Falls sich eine relevante Verschlechterung von Auskultationsbefund oder Lungenfunktion ergibt, sollte ein bronchienerweiterndes Mittel gegeben und die Lungenfunktionsmessung nach 10-15 Minuten wiederholt werden.

Befundung

In der Beurteilung sollte auf den Vergleich mit (anzugebenden) Normwerten eingegangen und der aktuelle Befund in Bezug zu eventuellen Voruntersuchungen gesetzt werden. Wir pflegen zunächst die maximal erreichte Watt-Leistung W_{max} aufzuführen und gehen dann die ventilatorische (Atemminutenvolumen – $\dot{V}_e$, Atemzugvolumen – V_t , Atemfrequenz -AF und Atemäquivalente für Sauerstoff und Kohlendioxyd), metabolische (Sauerstoffaufnahme – $\dot{V}O_2$, respiratorischer Quotient – RQ, ventilatorische/

laktazide anaerobe Schwelle – VAT/LAT) und kardiozirkulatorische Reaktion (Herzfrequenz - HF, Blutdruck – RR, EKG) schematisch durch. Dabei sollte auf Zeichen einer respiratorischen Insuffizienz ($tcSO_2$ Abfall > 4 %, $P_{ET}CO_2$ Anstieg > 50 mm Hg) geachtet und eine Belastungsgrenze (in Watt oder entsprechende Herzfrequenz) angegeben werden, ab welcher diese im Test auftraten. Ebenso gehört die Nennung von Abbruchgrund und eventuellen Komplikationen in den Befund hinein.

Für den Godfrey-Test lässt sich die erwartete maximale Wattleistung (W_{max}) Gesunder im Alter zwischen 6 und 16 Jahren anhand der folgenden Gleichungen vorhersagen. (Godfrey et al. 1971):

Mädchen: $W_{max} (W) = 2,38 \times \text{Körperlänge (cm)} - 238$

Jungen: $W_{max} (W) = 2,87 \times \text{Körperlänge (cm)} - 291$

Die erwartete maximale Sauerstoffaufnahme $\dot{V}O_{2,max}$ Gesunder kann ebenfalls über die Körpergröße errechnet werden (Orenstein 1993) – Lit. in Kapitel 11 aufgeführt:

Mädchen: $\dot{V}O_{2,max} (l/min) = 0,0308806 \times \text{Körperlänge (cm)} - 2,877$

Jungen: $\dot{V}O_{2,max} (l/min) = 0,044955 \times \text{Körperlänge (cm)} - 4,64$

Wingate Anaerobic Test

Der Wingate Anaerobic Test (WAnT) ist ein Belastungstest auf dem Fahrradergometer, bei dem die zu testende Person 30 Sekunden lang so schnell wie möglich gegen einen hohen Widerstand treten soll. Die Validität und Reliabilität der gemessenen muskulären Leistung sind sehr gut. Der WAnT dient bei CF-Patienten vor allem der Überprüfung der muskulären Leistungsfähigkeit, die häufig eingeschränkt ist. Risikofaktoren für eine reduzierte Leistungsfähigkeit sind neben der Erkrankung selbst eine Unterernährung und eine deutlich reduzierte Lungenfunktion. Im übrigen wird der WAnT

auch bei (Sprint-) Sportlern zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eingesetzt. In der Routineuntersuchung von Mukoviszidosepatienten wird der WAnT jedoch selten verwandt.

Das Fahrradergometer muss für den WAnT einen Untersuchungsmodus mit konstantem Widerstand bieten, d.h. der Widerstand ändert sich nicht mit der Trittfrequenz. Dies ist bei allen mechanisch gebremsten Ergometern, nicht aber bei den meisten elektrisch gebremsten Ergometern der Fall.

Durchführung

Zur Vorbereitung auf den Test werden zunächst die Sattelposition in vertikaler und horizontaler Richtung sowie die Kurbelarmlänge des Fahrradergometers so justiert, dass die Knie beim Treten nicht weniger als 10° und nicht mehr als 90° gebeugt werden. Anschließend werden die Schuhe des Probanden durch Riemen und Pflaster so an den Pedalen gesichert, dass sie auch bei maximaler Belastung nicht herausrutschen. Die Probanden erhalten dann ein 4-minütiges Aufwärmprogramm mit 20 % des Widerstandes des eigentlichen WAnT (s. Tabelle 3). Während der Aufwärmphase soll die Trittggeschwindigkeit um 50 - 60 Umdrehungen pro Minute liegen, allerdings werden die Probanden aufgefordert, einmal jede Minute für 3 - 5 s maximal zu

beschleunigen. Anschließend wird der Start zum eigentlichen Test zwei- bis dreimal geübt. Der Patient beschleunigt auf dem Ergometer bei möglichst geringem Widerstand. Nach Erreichen einer hohen Trittfrequenz wird der Widerstand plötzlich erhöht. Der optimale Widerstand kann über Veröffentlichungen abgeschätzt werden (vergleiche Tabelle 3), muss jedoch individuell adaptiert werden. Gerade bei deutlich betroffenen Patienten oder solchen mit geringem Körpergewicht muss der gewählte Widerstand z.T. um mehr als 20 % nach unten korrigiert werden. Bei den Probestarts wird die Belastung nach wenigen Sekunden abgebrochen. Der eigentliche 30-Sekunden Test erfolgt nach einer Ruhephase von 4 Minuten.

Befundung

Trittggeschwindigkeit und Leistung während des WAnT werden bei den meisten Systemen „online“ vom Computer aufgezeichnet und die höchste Leistung während des Testes (Peak Power) sowie die mittlere Leistung über die gesamten 30 s (Mean Power) protokolliert. Bei

einem technisch gelungenen Test fällt die Leistung im Laufe der 30 Sekunden in der Regel um ca. 30 - 50 % ab. Erwartungswerte für die Peak Power und die Mean Power finden sich in den Abbildungen im Anhang A.

Tabelle 3: Tretwiderstände für den WAnT (Angaben in $\text{J} \times \text{kg}^{-1} \times \text{Umdrehung}^{-1}$) für Gesunde

Mädchen pubertär	3,92*
Jungen pubertär	4,13*
Mädchen postpubertär	5,04*
Jungen postpubertär	5,76**

* nach Dotan u. Bar-Or (Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. 1983),

**nach Evans u. Quinney (Can. J. Appl. Sports Sci. 1981)

4.5 Beispiele für den Experten

Elke (11 Jahre, 142 cm, 54 kg) hat folgende Ruhewerte: FEV₁ 92 %Soll, SpO₂ 97 %, RR 110/70 mmHg, Borg-Score 6, EKG bis auf inkompletten Rechtsschenkelblock unauffällig (QRS 80 msec in V₁). Sie wird nach Godfrey belastet mit 20 W über 2 Minuten, dann Steigerung um 15 W/min. Abbruch bei 155 W $\approx$ 2.9 W/kg wegen Beinmuskelschmerzen, SpO₂ konstant $\geq$ 95 %. Anaerobe Schwelle nach ventilatorischen Kriterien bei 95 W $\approx$ 1.8 W/kg oder 60 % Wmax, Maximalwerte: HF 190/min, RR 165/80 mmHg, Borg-Score 12, $\dot{V}O_2$ 2.150 ml/min $\approx$ 39 ml/(min·kg), $\dot{V}_E$ 84 l/min, VT 2.1 l, AF 40/min. Rasche Erholungsphase mit HF 100/min nach 3,5 Minuten, FEV₁ nach Belastung 96 % Soll. Somit altersentsprechend unauffälliger Befund ohne Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit, keine respiratorische Insuffizienz.

Elke kann somit ohne Auflagen Sport treiben, ihr Ambulanzteam sollte sie zu regelmäßiger körperlicher Betätigung und Ausdauersportarten ermutigen.

Falco (17 Jahre, 181 cm, 62 kg) hat folgende Ruhewerte: FEV₁ 58 %Soll, SpO₂ 95 %, RR 125/75 mmHg, Borg-Score 6, Ruhe-EKG unauffällig. Er wird ebenfalls nach Godfrey belastet mit 20 W über 2 Minuten, dann Steigerung um 20 W/min. Abbruch bei 140 W $\approx$ 2.2 W/kg wegen Luftnot und Erschöpfung, klinisch Reizhusten, Dyspnoe, leises Giemen und Lippenzyanose. Abfall der SpO₂ unter 90 % bei 80 Watt oder HF 130/min, Minimalwert 83 %. Anaerobe Schwelle nach ventilatorischen Kriterien bei 60 W $\approx$ 1.0 W/kg oder 43 % Wmax, Maximalwerte: HF 175/min, RR 170/85 mmHg, Borg-Score 16, $\dot{V}O_2$ 1.750 ml/min $\approx$ 28 ml/(min·kg), VE 90 l/min, VT 1.8 l, AF 50/min. Erholung bis HF 100/min über 6 Minuten, FEV₁ nach Belastung 49 % Soll, FEV₁ 10 Minuten nach Inhalation von 200 µg Salbutamol 64 %Soll. Somit auffälliger Befund mit pulmonaler Einschränkung der

körperlichen Leistungsfähigkeit sowie schlechtem Trainingszustand, relative Hyperventilation und funktionelle Restriktion, respiratorische Partialinsuffizienz ab mittlerer Belastungshöhe, belastungsinduzierte bronchiale Obstruktion. Falco sollte Spitzenbelastungen mit einer Pulsfrequenz über 130/min meiden bzw. bei höheren Belastungen zusätzlichen Sauerstoff benutzen, vor Ausdauer-Training z.B. bei 60 Watt entspr. Herzfrequenzen um 110-120/min ist ein Intervall-Aufwärmen empfehlenswert. Bei wiederholter asthmatischer Reaktion ist eine Vorbehandlung mit bronchienerweiternder Inhalation zu erwägen.

Matthias (25 Jahre, 174 cm, 48 kg) wird auf dem Flur der Klinik mit einem Gehtest über 6 Minuten untersucht. Zuvor liegen seine FEV₁ bei 33 % Soll, HF bei 98/min, AF bei 26/min und SpO₂ bei 92 %. Während der Belastung erhält er (wie in seinem Alltag) keine Sauerstoff-Substitution, bei minütlichen Kontrollen wird ein rascher HF-Anstieg auf 150/min und SpO₂-Abfall auf 80 % mit sichtbarer Blässe, Schwitzen und Zyanose festgestellt. In der zweiten Testhälfte legt Matthias wegen Luftnot und Erschöpfung kurze Pausen ein, insgesamt legt er 650 m zurück. Nach Belastungsende werden gemessen: HF 158/min, AF 48/min, SpO₂ 76 %, Peak-Flow 130 l/min, FEV₁ 34 % Soll, Borg-Score 18. Dieser Patient ist somit erheblich eingeschränkt in seiner körperlichen Leistungsfähigkeit, bei Alltagsbelastungen kommt es schnell zu einem signifikanten Abfall der Sauerstoffsättigung, so dass eine O₂-Therapie auch am Tage zur Verfügung stehen muss. Für Matthias kann körperliche Aktivität bzw. Sport nur unter Sauerstoff-Substitution empfohlen werden, zur Überwachung sollte ein Pulsoximeter zur Verfügung stehen. Freies Gehtraining, Fahrrad- oder Laufband-Belastungen sind sinnvoll, müssen zumindest zu Beginn jedoch individuell überwacht und begleitet werden.

4.6 Monitoring bei körperlichen Aktivitäten

Die Messung etwa der Herzfrequenz oder der Sauerstoffsättigung kann während des Sports bzw. der Sporttherapie zur Intensitäts-Steuerung oder zur Erkennung unerwünschter Wirkungen dienen. Es existiert jedoch kein allgemeiner Konsens, der die individuelle Empfehlung des betreuenden Arztes oder Sporttherapeuten ersetzen könnte. Allgemein kann festgehalten werden, dass ein Patient mit unauffälligem Befund im maximalen Belastungstest keiner gezielten Überwachung beim Training bedarf. Patienten mit einem Abfall der Sauerstoffsättigung unter 90 % im Belastungstest sollten eine

bestimmte Herzfrequenzgrenze nicht regelmäßig überschreiten, welche durch „Alarmwerte“ von Pulsschlag oder Sättigung definiert werden kann. Zur Erfassung der Herzfrequenz eignen sich konventionelle Methoden wie das Pulszählen an Handgelenk oder Hals ebenso wie moderne Geräte, die am Handgelenk getragen oder mit einem Brustgurt verbunden werden. Es gibt neben den klassischen Pulsoximetern inzwischen auch miniaturisierte Geräte, welche während des Sports angeschlossen werden können. Ein Peak-Flow-Meter kann zur Erkennung eines Bronchialspasmus dienen.

4.7 Ausblick

Bislang werden Belastungsuntersuchungen in deutschen CF-Zentren überwiegend nach individuellen Kriterien eingesetzt und durchgeführt. Der AK Sport empfiehlt jedoch eine standardisierte (spiro-) ergometrische Belastungsuntersuchung in die jährliche Routinediagnostik aufzunehmen. Hierdurch ist es möglich, den Verlauf des einzelnen Patienten besser differenzieren und schleichende (kardio-pulmonale) Verschlechterungen erkennen zu können. Dies ermöglicht auch eine fundiertere Beratung zu Belastungssituationen am Ausbildungs- oder Arbeitsplatz sowie zu Möglichkeiten, eventuellen Risiken und auch Nutzen eines sportlichen Trainings.

In Bezug auf die Methodik werden Belastungsuntersuchungen wohl immer mehr Zeit, Personal und Technik als eine Ruhe-Lungenfunktion benötigen. Von Seiten der Geräte ist eine Entwicklung noch bedienerfreundlicher und billigerer Laufband- und Fahrrad-Ergometer wünschenswert. Anschaffung und Betrieb von Spiroergometrie-Systemen wird vermutlich größeren Zentren vorbehalten bleiben und ist für klinische Basismessungen nicht zwingend erforderlich. In Bezug auf das Testprotokoll arbeiten einzelne Kliniken bereits mit submaximaler Belastung, d.h. dem Studium von Anpassungsvorgängen auf leichte und mittlere Belastung. Die wissenschaftlichen Ergebnisse sind ermutigend, zum völligen Verzicht auf eine Ausbelastung ist es jedoch derzeit noch zu früh.

5. Grundsätzliches zu Sport und Training

Anke Hanssen-Doose, Wolfgang Gruber

Der Begriff „Sport“ ist oft sehr negativ behaftet. Sport ist für viele Menschen mit Begriffen wie „körperliche Hoch- bzw. Höchstleistung“, „1000 m-Lauf“, „Geräteturnen“ und schlechten Noten verbunden. Sport bedeutet aber auch eine gewisse Regelmäßigkeit, in der man für eine bestimmte zu erzielende Leistung trainieren muss. Auch in der Therapie taucht der Begriff „Sport“ immer wieder auf, so z.B.

„Sporttherapie“, was bei Patienten auf den ersten Eindruck sicherlich nicht nur positive Emotionen auslöst. Was bedeutet nun eigentlich „Sport“ und welchen Zusammenhang gibt es zwischen Hochleistungssport und „Sport“ in der Therapie bei CF? Im folgenden Kapitel soll auf die verschiedenen Aspekte von Sport und Training eingegangen werden.

5.1 Sport

Sport ist eine Sammelbezeichnung für alle bewegungs-, spiel- oder wettkampforientierten körperlichen Aktivitäten des Menschen. Der englische Begriff *disport* bedeutete ursprünglich Vergnügen, Zeitvertreib und Spiel (altfranzösisch *desport*; vulgärlateinisch *desportare*: sich vergnügen). Das heutige Verständnis von Sport und Bewegung ist vielschichtig. Je nachdem, in welchem Kontext Sport betrieben wird, ist der Fokus eher körperlich, psychisch oder sozial. Der weite Horizont, der mit dem Begriff „Sport“ gemeint sein kann, wird im folgenden kurz dargestellt. Für alle Formen des Sports gilt aber, wie in den vorangegangenen Kapitel bereits dargestellt, dass eine Teilnahme von Mukoviszidosepatienten prinzipiell möglich und aus physiologischer, pädagogischer und psychologischer Sicht wünschenswert ist. Jedoch sollte vorher eine eingehende Beratung mit den entsprechenden Spezialisten (Arzt, Sport- bzw. Physiotherapeut) stattfinden

auch im Schulsport wünschenswert. Auch aus (sport-) pädagogischer Sicht sollte die Teilnahme von CF-Patienten am Schulsport (im Rahmen seiner körperlichen Möglichkeiten, eventuell Teilschulsportbefreiung) unterstützt werden, da Schulsport die Integration des Kindes/Jugendlichen in die Klassengemeinschaft fördert.

Beim Freizeitsport (Synonyme: Ausgleichssport, Breitensport) steht die freud- und lustvolle Bewegung im Vordergrund. Die Möglichkeit, seine Freizeit durch Bewegung, Spiel und Sport zu gestalten, sollte daher auch für CF-Patienten ein erstrebenswertes Ziel sein. Eigenes Selbstverständnis und die Identität werden zunehmend über sportliche Aktivitäten außerhalb der notwendigen Alltagstätigkeiten entwickelt. Da aber langfristig nur das Spaß macht, was man kann, sind die individuellen Neigungen und Leistungsvoraussetzungen bei der Planung und Ausübung von Freizeitsport zu berücksichtigen.

Im Schulsport werden die im Lehrplan festgelegten Ziele verfolgt. Die dort fixierten Vorgaben sind im Sinne der konditionellen Entwicklung des Kindes und Jugendlichen zusammengestellt worden. Leider lässt die große Anzahl der Schüler im Unterricht dem Lehrer nicht immer die Möglichkeit, sich um die individuellen Bedürfnisse und Voraussetzungen eines jeden Kindes/Jugendlichen adäquat zu kümmern. Für Mukoviszidosepatienten wäre die Berücksichtigung der individuellen Trainingsempfehlungen

Im Leistungs- und Hochleistungssport aktiv zu sein bedeutet, sportliche Fähigkeiten und Fertigkeiten zu messen und zu bewerten. Je nach Niveau wird die eigene Leistung mit nationalen und internationalen Rekorden in Relation gesetzt. Leistungs- und Hochleistungssport erfordern ein gezieltes Training über mehrere Jahre, um das entsprechende Ziel zu erreichen. Dieses Training geht häufig an die Grenze der körperlichen Leistungsfähigkeit und ist somit nicht immer gesundheitsfördernd und birgt die

Gefahr der Missachtung von wichtigen Körpersignalen. Für CF-Patienten ist die Teilnahme am Leistungssport grundsätzlich möglich. Allerdings erfordert dies eine sehr engmaschige medizinische und sportmedizinische Betreuung.

Der Gesundheitssport ist primär präventiv ausgerichtet und beinhaltet gezielte sportliche Maßnahmen, die dazu beitragen, die negativen Folgen unseres mehr oder weniger körperlich inaktiven Lebensstils der Arbeitswelt sowie des Freizeitverhaltens zu reduzieren und/oder zu kompensieren. Gesundheitssport wird in erster Linie im Verein angeboten und integriert trainingswissenschaftliche, medizinische sowie pädagogisch-psychologische Ansätze. Das Ziel ist eine bessere Lebensqualität. Die Teilnahme an gesundheitssportlichen Aktivitäten ist für CF-Patienten empfehlenswert. Dies kann individuell oder in der Gruppe, zu Hause, im Verein oder in einen dafür geeigneten Fitness-Studio erfolgen.

Bewegungstherapie bzw. Sporttherapie werden in der Regel im ambulanten Bereich (Rehasportgruppen in Krankenhäusern oder im Verein) wie auch in der stationären Rehabilitation (z.B. Reha-Kliniken) angeboten. Beide Formen

sind ärztlich indiziert und werden von Fachleuten mit entsprechender Qualifikation durchgeführt. Die Bewegungstherapie ist definiert als eine ärztlich indizierte und verordnete Bewegung, die vom Therapeuten geplant und dosiert sowie gemeinsam mit dem Arzt kontrolliert wird. Sie wird mit dem Patienten allein oder in der Gruppe durchgeführt.

Die Sporttherapie ist eine mehrdimensionale Therapie, die neben funktionellen und pädagogischen auch psychosoziale Ziele beinhaltet. Die Sporttherapie zielt nicht nur auf die Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit, vielmehr wird hierbei angestrebt, dem Patienten einen gesundheitsorientierten Lebensstils zu vermitteln. Um diese Ziele zu erreichen, werden geeignete Mittel des Sports einbezogen, insbesondere trainingswissenschaftliche, (sport-) medizinische, pädagogisch-psychologische sowie sozialtherapeutische Elemente.

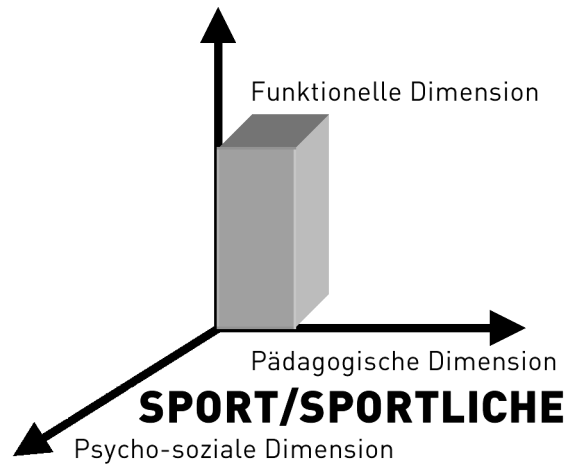
Sport- und bewegungstherapeutische Maßnahmen sind besonders für CF-Patienten zu empfehlen, da hier optimale Voraussetzungen (Arzt, Sport-/Physiotherapeut) der Betreuung gegeben sind, was gerade für sportliche Neu- oder Wiedereinsteiger wichtig ist.

5.2 Verschiedene Aspekte von Sport

Aufgrund der in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen positiven Trainingseffekte, Einschränkungen sowie der genannten Definitionen (vgl. 5.1) ist der Sport bei CF-Patienten als mehrdimensionales Konzept zu betrachten. Veränderungen, die durch Sport und körperliche Aktivität erreicht werden, beziehen sich dabei

auf physiologische, psychologische, soziale, verhaltensbezogene und kognitive Verhaltensweisen. Neben der funktionellen Dimension beinhaltet daher Sport bei CF auch eine pädagogische sowie eine psycho-soziale Dimension. Die Mehrdimensionalität des Sports bei CF ist in Abb. 5 dargestellt.

Abbildung 5: Dimensionen von Sport und körperlicher Aktivität bei CF (mod. nach Schüle 2000).
(Erläuterungen zu den einzelnen Dimensionen siehe Text).



Eines der wichtigsten Ziele, wenn nicht sogar das wichtigste Ziel einer Sporttherapie ist eine Verhaltensveränderung im Sinne einer dauerhaften Anbindung an Sport und körperlicher Aktivität unter Vermeidung von Inaktivität. Dies gilt für alle Schweregrade der CF. Über den

aktiveren Lebensstil und die dauerhafte Bindung an diesen kann eine Linderung der Krankheitssymptomatik, eine Abnahme der krankheitsbedingten Einschränkungen und somit eine Verbesserung der Lebensqualität erreicht werden.

5.2.1 Funktionelle Dimension

Die funktionellen Ziele von Sport und körperlicher Aktivität beziehen sich primär auf:

- Verbesserung der motorischen Hauptbeanspruchungsformen Ausdauer, Koordination, Kraft und Beweglichkeit. Der Schnelligkeit als 5. Form kommt dabei eine untergeordnete Rolle zu (siehe Tabelle 4, Seite 38).
- Verbesserung der Körperhaltung,
- Verbesserung der Beweglichkeit der Muskulatur der Peripherie und im Thorax-Bereich,
- Verbesserung der Sekretmobilisation und -elimination.
- Ökonomisierung der Atmung,
- Zunahme der Fettfreien Körpermasse (FFM),

5.2.2 Pädagogische Dimension

Die pädagogischen Ziele von Sport und körperlicher Aktivität sind ausgerichtet auf die Entwicklung eines gesundheitsorientierten Lebensstils. Über das Vermitteln von Wissen zum

Thema „Sport und körperliche Aktivität“, deren Vorteile aber auch Grenzen und Risiken, wird versucht, dieses Ziel zu erreichen.

Folgende Zielsetzungen sind zu nennen:

- Vermitteln von Freude an Sport und körperlicher Aktivität,
- Kennenlernen verschiedener Bewegungsmöglichkeiten (Spiele, Sportarten, Belastungsformen),
- Förderung eines körperlich aktiven Lebensstils und Freizeitverhaltens unter Vermeidung von körperlicher Hypoaktivität auch unter Einbeziehung der Familie und anderer Bezugspersonen (Freunde etc.),
- Kompetenzerwerb hinsichtlich der eigenen individuellen Möglichkeiten und Grenzen bei Sport und körperlicher Aktivität und deren Gestaltung,
- Kennenlernen von Möglichkeiten der Belastungssteuerung (HF, subjektives Belastungsempfinden, Atmung),
- Wissensvermittlung in sportrelevanten Themenbereichen:
 - Trainingssteuerung (wie gestalte ich mein Trainingsprogramm),
 - Alltagsaktivitäten und deren praktische Umsetzung,
 - Folgen von körperlichem Bewegungsmangel,
 - Belastungskontrolle (Herzfrequenz, Pulsoximeter, Atmung),
 - Risiken von Sportarten und Belastungsformen,
 - Atemerleichternde Stellungen und Zusammenhang zwischen Atmung und Bewegung (z.B. Pressatmung, Atemrhythmus),
 - Positive Trainingseffekte von unterschiedlichen Sportarten/Belastungsformen auf die körperliche Leistungsfähigkeit, Lungenfunktion und Lebensqualität,
 - Langfristig zu erwartende Effekte bei Weiterführung eines Trainingsprogramms,
 - Ernährung bei Sport und körperlichen Aktivitäten (Energiebilanz beim Sport, Energiezufuhr, Getränke)

5.2.3 Psychosoziale Dimension

Die psychosoziale Zielsetzung ist dahin ausgerichtet, die langfristige Bindung an Sport und körperliche Aktivität herzustellen und auch zu

sichern, um so auch ein gesundheitsförderndes Verhalten und Handeln zu unterstützen.

Als Ziele sind hierbei zu nennen:

- Vermeidung eines Drop-outs,
- Schulung von Selbstwirksamkeit, d.h. trotz der bereits bestehenden intensiven Therapie (Inhalation, Atemphysiotherapie) an Sport und körperlichen Aktivitäten teilzunehmen. Möglicherweise ergibt sich hier eine effizientere Therapie, da eventuell durch Sport und körperliche Aktivität die Atemphysiotherapie zum Teil ersetzt werden kann.
- Umgang mit Frustration und Enttäuschung,
- Abbau von körper- und bewegungsbezogenen Ängsten (Atemnot, Husten, Abnahme des Körpergewichts, vermehrte Bewegung, Überforderung),
- Schulung von realistischen Zielen (bezogen auf die körperliche Leistungsfähigkeit),

- Förderung der sozialen Interaktion (nicht nur auf den Sport bezogen),
- Umgang mit „schwierigen“ Situationen in der Gruppe (ständiges Husten, Sekretelimination).

5.3 Mukoviszidose-Patienten im Sport

Kinder und Jugendliche sind geprägt durch eine hohe Motivation zu körperlicher Aktivität und Sport. Untersuchungen haben allerdings gezeigt, dass Mukoviszidose-Patienten weniger und vor allem mit geringerer Intensität an Sport und körperlicher Aktivität teilnehmen als gesunde Gleichaltrige. Begünstigt wird dieses Verhaltensmuster durch verschiedene Faktoren. CF-

Patienten haben häufig Schwierigkeiten mit der Akzeptanz des eigenen Körpers aufgrund krankheitsbedingter Veränderungen des „Äußeren“ (z.B. Fass-Thorax, Untergewicht verbunden mit einer gering ausgeprägten Muskulatur). Starker Husten und/oder Atemnot beim Sport „fördern“ das „negative Belastungsempfinden“ und verstärken somit die körperliche Inaktivität.

Verstärker für den inaktiven Lebensstil sind aber auch im sozialen Umfeld der Patienten zu finden:

- CF-Patienten sind in vielen Sportarten durch die eingeschränkte körperliche Leistungsfähigkeit benachteiligt. Dies führt zu Misserfolgen und häufig zu einem Vermeidungsverhalten.
- Häufig werden Betroffene aufgrund der eingeschränkten körperlichen Leistungsfähigkeit weniger in sportliche Aktivitäten integriert was letztendlich zu einer Ausgrenzung führt.
- Das körperliche „negative“ Aussehen lässt sich in Sportkleidung und insbesondere in Badekleidung weniger verbergen als in normaler Kleidung. Verbunden mit Hänseleien wird das Unbehagen bei Sport verstärkt.
- Eltern, die aufgrund der Erkrankung ihrer Kinder oder Jugendlichen negative Auswirkungen durch Sport und körperliche Aktivitäten fürchten (Overprotection), schränken zudem die „Bewegungsfreiheit“ ihres Kindes oder Jugendlichen ein. Die Patienten „erleben“ auf diese Weise, dass Hypoaktivität zu der Erkrankung CF gehört.

Aufgrund der eingeschränkten körperlichen Leistungsfähigkeit von Mukoviszidose-Patienten ist es wichtig, dass bei sportlichen Aktivitäten verschiedene Hauptbeanspruchungsformen trainiert werden. Optimal ist es, in einer Trainingseinheit Schwerpunkte zu setzen, so z.B. Verbesserung der Kraftausdauer. Es können aber auch mehrere motorische Hauptbeanspruchungsformen gleichzeitig trainiert werden.

Das Training der motorischen Hauptbeanspruchungsformen kann mit verschiedenen Sportarten und Bewegungsformen geschehen. Die Eingangsvoraussetzungen spielen bei der Festlegung der Trainingsinhalte, -häufigkeit, -dauer und -intensität eine wesentliche Rolle (siehe Kapitel Belastungsuntersuchung). Was bei der Trainingsdurchführung in Bezug auf ein ausgewogenes Training beachtet werden sollte, ist der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: Motorische Hauptbeanspruchungsformen

Motorische Beanspruchungsformen	Ausdauer	Kraft	Koordination	Flexibilität	Schnelligkeit
Trainingsziele	eine vorgegebene Belastung über einen möglichst langen Zeitraum durchhalten, schnellere Erholungsfähigkeit	Stabilisation von Gelenken, Muskelaufbau und -ausdauer, Verringerung von Haltungsschwächen, Verletzungsprophylaxe	Verletzungsprophylaxe, verbesserte Bewegungsabläufe, höhere Bewegungsökonomie	Dehnfähigkeit von Muskeln, Sehnen, Bändern und mechanische Beweglichkeit (Gelenkigkeit) des Bewegungsapparates	Für das Training von Alltagsaktivitäten relevant, ansonsten eher unwichtig
Relevanz für CF-Patienten	sehr hoch	sehr hoch	hoch	sehr hoch	gering

5.4 Training

Training ist eine planmäßige und systematische Vorgehensweise mit dem Ziel der Stabilisierung oder Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit. In einigen Fällen dient körperliches Training auch dazu, den Abbau der körperlichen Leistungsfähigkeit zu verzögern. Körperliches Training kann daher maximierend, präventiv aber auch rehabilitativ eingesetzt werden.

Wichtig zu wissen ist allerdings, dass die Struktur und Leistungsfähigkeit eines Organs u.a. von der Qualität und Quantität seiner Beanspruchung bestimmt werden. Für das Training bedeutet dies, dass zu starke Reize überfordern und eher schädigen, überschwellige Reize fördern, schwache Reize die Funktion erhalten, und unterschwellig Reize wirkungslos bleiben.

Ein körperliches Training sollte immer so gestaltet sein, dass Trainingsreize gerade so intensiv gesetzt werden, dass Anpassungserscheinungen ausgelöst werden ohne den Organismus zu überfordern (siehe Kapitel Belastungsuntersuchungen).

Für die Planung und Durchführung eines Trainings ist das aktuelle Niveau der körperlichen Leistungsfähigkeit (siehe Kapitel 3 und 4) und das persönliche Interesse („den Patienten dort abholen, wo er steht“) von Bedeutung. Der individuelle Trainingsplan mit der entsprechenden Zielformulierung wird auf der Grundlage von medizinischen und sportmedizinischen Diagnoseverfahren und einem Eingangsgespräch ermittelt.

Die Erstellung eines Trainingsplans und die Steuerung des Trainings werden anhand sogenannter Belastungsnormative festgelegt (Tabelle 5). Die wichtigsten sind:

- **Trainingsinhalt** (Übung mit Schwierigkeitsgrad, z.B. Joggen in der Ebene)
- **Trainingsintensität** (prozentuale Intensität der Belastung in Bezug auf das Maximum)
- **Trainingshäufigkeit** (Häufigkeit pro Woche)
- **Trainingsdichte** (Verhältnis von Belastung und Erholung)
- **Trainingsdauer** (zeitliche Dauer pro Einheit oder Woche)

Tabelle 5: Trainingberatung bei CF-Patienten z.B. während eines Ambulanzbesuches

Trainingsziel	Ausdauer	Kraft	Koordination	Beweglichkeit
Trainingsinhalte/ Sportarten	Jogging, Walking, Radfahren, Schwim- men, Skilanglauf, Inline-Skating, Ergometertraining	Muskelaufbautraining mit Geräten oder nur mit dem eigenen Kör- pergewicht, Kraftaus- dauertraining der Atemhilfsmuskulatur	Spiele, technikbetonte Sport- und Bewe- gungsformen, Umgang mit Material (Bälle, Rollen, Kreisel)	Stretching, Mobilisation
Trainingshäufigkeit	3 - 5 mal wöchentlich	2 mal wöchentlich	2 mal wöchentlich	3 - 5 mal wöchentlich
Trainingsdauer	20 - 45 min	Variabel	Variabel	10 min im Anschluss an jedes Training
Trainingsintensität (in %)	60 - 85 der maximalen Herzfrequenz. 50 - 80 % der $\dot{V}O_2$ max	60 - 70 % der Maxi- malkraft (das ent- spricht circa einer Wiederholungszahl von 15 - 20 bei 2 Sätzen)	-	-

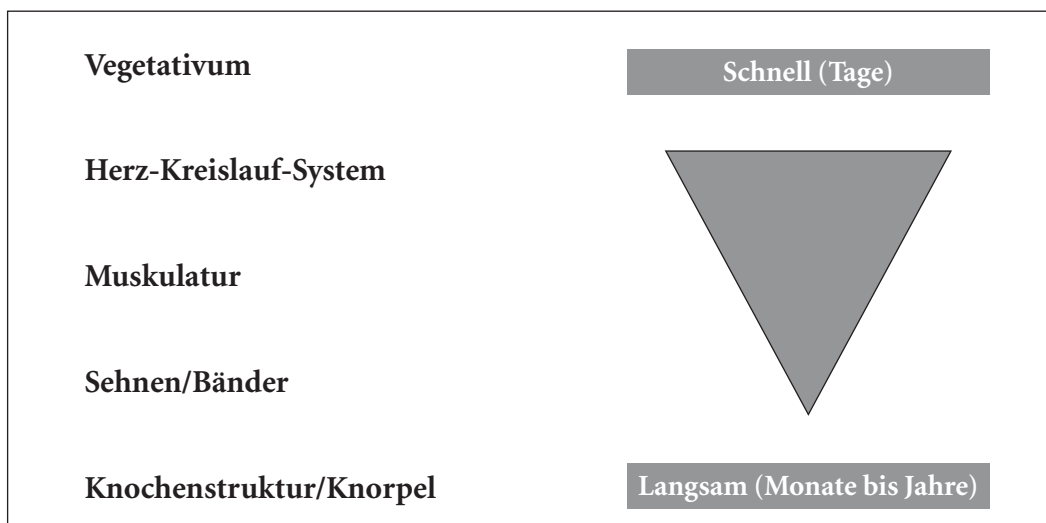
Um dies besser darstellen zu können, sind diese Belastungsnormative in nachfolgender Tabelle 6 einer medikamentösen Therapie gegenübergestellt

Tabelle 6: Vergleich von Training und einer medikamentösen Therapie

Medikamentöse Therapie	Training
Name des Medikaments	Sportart - Trainingsinhalt
Dosis	Trainingsintensität und -dauer
Einnahmerhythmus	Trainingshäufigkeit

Ein Trainingsprogramm sollte so gestaltet sein, dass entsprechende Reize gesetzt werden, die intensiv genug sind, um den Trainierenden zu fordern, ohne ihn jedoch zu überfordern. Bei der Trainingsplanung ist deshalb wichtig, die Geschwindigkeit von Anpassungsvorgängen zu beachten (siehe Abbildung 6). Diese unterschiedlichen Anpassungsvorgänge sind im Training zu berücksichtigen, um Überlastungen und letztendlich gesundheitlich Risiken zu minimieren.

Abbildung 6: Anpassungsgeschwindigkeit körperlicher Strukturen an ein sportliches Training



5.4.1 Planung und Durchführung eines Trainingsprogramms

(Didaktik und Methodik)

Um den Erfolg und die langfristige Bindung an ein sportliches Trainingsprogramm zu gewährleisten, ist es von großer Bedeutung, die Belastungsnormative, verschiedene Trainingsprinzipien sowie didaktische und methodische Aspekte zu berücksichtigen. Die methodische Vorgehensweise und die didaktischen Verfahren, die zum Einsatz kommen, sind dabei abhängig von den räumlichen, materiellen und personellen Voraussetzungen und, wenn das Training in einer Gruppe von CF-Patienten stattfindet, der jeweiligen Gruppenvoraussetzung (Alter, Geschlecht, Schweregrad der Erkrankung, Ergebnis der Belastungsuntersuchung, Keimbesiede-

lung). Ferner müssen die einzelnen Trainingseinheiten im Gesamtkomplex der Intervention gesehen werden (eine Einheit steht dabei jeweils nicht für sich allein sondern ist im Kontext mit den anderen Trainingseinheiten zu sehen). Die gesamte Intervention orientiert sich dabei an den drei Dimensionen von Bewegung, Spiel und Sport (siehe Kapitel 5.2).

Für das Verständnis ist zu erwähnen, dass sich die folgenden Abschnitte auf die Planung eines Trainingsprogramms bei Mukoviszidose-Patienten beziehen und nicht auf Bewegung und Spiel, wie sie im Alltag vorkommen.

Eine Trainingseinheit ist generell in drei Abschnitte aufgeteilt:

- Aufwärmen (orientiert sich an dem Ziel/den Zielen des Hauptteils).
- Hauptteil (z.B. Schwerpunkt Verbesserung der Koordination).
- Abkühlen (Cool-down).

Für Mukoviszidose-Patienten kann dieser Aufbau in Abhängigkeit von der Erkrankung und Beteiligung der Organsysteme variieren. So ist es z.B. bei einem Patienten mit Diabetes mellitus erforderlich, vor und nach sportlicher Aktivität den Blutzuckerwert zu ermitteln. Bei Patienten, die aufgrund einer bronchialen Obstruktion auffällig werden, ist die Gabe von atemwegserweiternden Medikamenten vor der eigentlichen sportlichen Aktivität angezeigt. Um die Risiken von Sport bei Mukoviszidose-Patienten zu mini-

mieren und um den erwünschten Effekt des Trainings auszulösen bzw. aufrechtzuerhalten, sind neben den Belastungsnormativen die Grundsätze des Trainings (Trainingsprinzipien) von Bedeutung. Die Trainingsprinzipien sind als Handlungsgrundsätze zu verstehen, die zu berücksichtigen sind, wenn ein sportliches Training geplant und durchgeführt wird. Diese gelten sowohl im Leistungssport wie auch bei einem Trainingsprogramm mit chronischen Erkrankungen.

Die wichtigsten Trainingsprinzipien sind:

- Prinzipien, die eine Trainingsanpassung auslösen (z.B. Verbesserung der Ausdauer)
 - **Prinzip des wirksamen Belastungsreizes** bedeutet, dass die jeweilige Trainingsbelastung eine bestimmte Intensitätsschwelle überschreiten muss, um entsprechende Adaptationen auszulösen. Bei Gesunden liegt die Schwelle bei ca. 50 % der maximalen Leistungsfähigkeit.
 - **Prinzip der progressiven Belastungssteigerung** heißt, dass die Zunahme einer Trainingsbelastung in der Therapie langsam und kontinuierlich vorgenommen werden sollte, um der zunehmenden Leistungsverbesserung durch das Training zu entsprechen. Eine abrupte, sehr starke Steigerung der Trainingsbelastung, wie sie aus dem Training im Leistungssport bekannt ist, ist bei Mukoviszidose-Patienten aufgrund der starken Beanspruchung und den sich daraus ergebenden Risiken für die Gesundheit nicht zu empfehlen.
- Prinzipien, die eine Trainingsanpassung aufrechterhalten
 - Das **Prinzip der optimalen Gestaltung von Belastung und Erholung** bezieht sich einerseits auf die einzelne Trainingseinheit. Dies kann z.B. bedeuten, dass während eines Ausdauertrainings nach der Intervallmethode (Belastung/Erholung) ein Verhältnis von 1:2 vorgegeben ist. Dies heißt, dass nach einer Minute Belastung (Joggen mit einer max. Herzfrequenz von z.B. 140 Schlägen pro Minute) eine (aktive) Pause von 2 Minuten mit langsamen Gehen folgt. Auf der anderen Seite sind aber damit auch die Erholungsphasen gemeint, die ein Sportler nach einem Training zur Regeneration der einzelnen Organsysteme einhalten muss. Dies kann in der Praxis bedeuten, dass nach einem Training der Ausdauer (45 min Dauerlauf mit einer Intensität entsprechend einer Herzfrequenz von 150 Schlägen pro Minute) eine Pause von 1-2 Tagen erforderlich ist, um die Regenerationsprozesse im Körper optimal zu gestalten (Wiederauffüllung der Glycogenspeicher). Mit Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit benötigt der Körper weniger Zeit zur Regeneration.
 - Das **Prinzip der Wiederholung und Kontinuität** ist eines der wichtigsten Prinzipien. Die Leistungsverbesserung bzw. der Erhalt der körperlichen Leistungsfähigkeit ist nur mit einem regelmäßig, über einen längeren Zeitraum durchgeführten Training möglich. Nur so stellen sich langfristig Veränderungen der körperlichen Leistungsfähigkeit und Lungenfunktion ein (siehe Kapitel 1).

Die pädagogischen Prinzipien und die didaktische Vorgehensweise im Sport beziehen sich einerseits auf die konkrete Durchführung während einer Trainingseinheit. Sie sind aber auch für die langfristige Bindung an Sport wichtig. Eine

Überforderung aus pädagogischer Sicht kann dazu führen, dass die Motivation zur langfristigen Teilnahme an Bewegung, Spiel und Sport abnimmt.

Freude an der Bewegung sollte vor dem Leistungsanspruch stehen. Es können jedoch auch sportliche Leistungen von Mukoviszidose-Patienten erbracht werden, (wie z.B. Schwimmabzeichen (Seepferdchen) oder Laufabzeichen (offizielles Abzeichen des Deutschen Leichathletik Verban-

des, Stufe 1 = 15 Min Dauerlauf ohne Pause), die ohne sportliches Training nicht zu erreichen sind. Diese sportlichen Leistungen verdeutlichen den Patienten, dass sie trotz ihrer chronischen Erkrankung sportliche Leistungen erbringen können wie gesunde Gleichaltrige.

6. Sportarten und Belastungsformen

Wolfgang Gruber, Sandra Jaeschke

Der Stellenwert eines körperlichen Trainings bei Mukoviszidose ist heute unbestritten. Wichtig ist allerdings, dass die oben beschriebenen Effekte nur dann wirksam werden können, wenn ein sportliches Training regelmäßig durchgeführt wird. Die Frage ist nun, welche Sportarten „gut“ sind für einen CF-Patienten. Da das Spektrum an Sportarten mittlerweile fast unüberschaubar geworden ist und täglich neue Sportarten hinzukommen, sind im Anhang B die „gängigsten“ Sportarten in Tabellenform aufgeführt und hinsichtlich ihrer Trainingseffekte (Ausdauer, Koordination, Kraft und Beweglichkeit) kurz dargestellt. Die Liste der im Anhang genannten Sportarten ist nicht als vollständig anzusehen und könnte sicherlich um die eine oder andere Sportart erweitert werden. Die Auflistung ist nur als „grober“ Überblick aufzufassen, die Anregungen für die Auswahl der „richtigen“ Sportart geben möchte. Aufgrund der unterschiedlichen Ausprägung der Erkrankung ist ein eingehendes Gespräch mit dem behandelnden Arzt, Sporttherapeut oder Physiotherapeut nötig. Nur so können bestehende Risiken, eventuelle medizinische Bedenken bzw. Gegenanzeigen diskutiert und mögliche Alternativen gefunden werden. Beispielhaft werden in diesem Kapitel für Elke, Falco und Matthias Sportarten angeführt, die für diese drei Patienten geeignet sind.

Die Anforderungen an die einzelnen motorischen Beanspruchungsformen Ausdauer, Koordination, Kraft und Beweglichkeit sind bei jeder Sportart unterschiedlich. Aus rehabilitativ- und präventiv-medizinischer Sicht haben die eben genannten Formen die größte Bedeutung. Die Schnelligkeit als weitere Beanspruchungsform spielt eine untergeordnete Rolle, kann aber in Abhängigkeit der körperlichen Leistungsfähigkeit und Sportart des Patienten trainiert werden.

Wichtig ist die Frage, wo Sport bzw. körperliche Aktivitäten durchgeführt werden können. Hier sind neben nicht strukturierten Freizeitaktivitäten in der häuslichen Umgebung Vereine, Fitness-Studios und Kliniken zu nennen. Der Sport

kann alleine oder in einer Gruppe mit Gleichaltrigen in der Freizeit oder aber im Rahmen einer Rehabilitationsmaßnahme erfolgen.

Das Wie, also z.B. organisiert im Verein oder im Fitness-Studio oder „unorganisiert“ alleine oder in der Freizeit mit Freunden, hängt sicherlich von der Neigung des Einzelnen, vom sozialen Umfeld aber auch vom Schweregrad der Erkrankung ab.

Doch nun zu unseren Patienten. Die Belastungsuntersuchung von Elke hat eine gute körperliche Leistungsfähigkeit gezeigt, die sogar über dem Normbereich lag. Da Elke „erst“ 11 Jahre alt ist, ist es eigentlich nicht schwierig, geeignete Sportarten und Belastungsformen zu finden. Ihre Motivation, sich zu bewegen, ist jedoch eher gering. Die vom Vater bevorzugte Sportart Fußball gefällt Elke überhaupt nicht. Es wurde daher mit Elke vereinbart, dass sie nicht in einen Sportverein eintritt, vielmehr wurde überlegt, wie sie körperlich aktiver im Alltag sein könnte. In diesem Gespräch äußerte Elke den Wunsch, Badminton zu spielen oder aber Inline-Skating zu lernen, da ihre beiden Freundinnen damit begonnen haben und völlig begeistert davon sind. Die Frage, die sich die Eltern nun stellen, ist, ob Elke aufgrund ihrer Erkrankung diese Sportarten ausüben kann.

Die medizinische Untersuchung beim letzten Ambulanzbesuch ergab keine besonderen Auffälligkeiten. Die inneren Organe wie Leber oder Milz waren nicht pathologisch vergrößert, die Ermittlung der Knochendichte erbrachte ein altersentsprechendes normales Ergebnis. Die Lungenfunktion zeigte für die FEV1 mit 92 % Soll einen Normalbefund. Aus medizinischer wie sporttherapeutischer Sicht spricht nichts gegen Elke's Wunsch, Badminton zu spielen bzw. mit den Freundinnen zusammen Inline-Skating zu betreiben. Badminton als Rückschlagspiel hat den Vorteil, dass kein direkter Körperkontakt zum Gegner besteht. Auf diese Weise sind Verletzungen wie beim Fußballspielen nicht zu befürchten. Badminton wird in der Halle gespielt, dadurch spielen Klimafaktoren wie

Kälte oder Regen keine Rolle. Allerdings können schlecht belüftete, sehr staubige Hallen bei Mukoviszidosepatienten problematisch sein. Bei Elke bestehen in dieser Hinsicht wenig Bedenken, da ein Allergietest keine Reaktion gegen Hausstaubmilbenallergene erbrachte und keine allergische bronchopulmonale Aspergillose (ABPA) vorliegt.

Inline-Skating ist sehr von der Witterung abhängig. Diese Sportart kann nur bei guten Wetterverhältnissen betrieben werden, was der

Elke betreibt nun seit einiger Zeit beide Sportarten. Sie ist zufrieden mit ihrer Wahl. Aus sporttherapeutischer Sicht ist zu sagen, dass sich beide Sportarten gut ergänzen. Inline-Skating verbessert nicht nur die Ausdauer, sondern spricht auch in großem Umfang die Koordination an. Die Instabilität auf Rollen muss vom Körper kontrolliert werden. Außerdem wird durch die Bewegung auf Rollen die Beinmuskulatur und die Rumpfmuskulatur gekräftigt, was sich positiv auf die Haltung auswirkt.

Ausdauer, Kraft und Koordination werden auch beim Badminton benötigt. Hinzu kommt noch, dass durch verschiedene Bewegungen bei Bad-

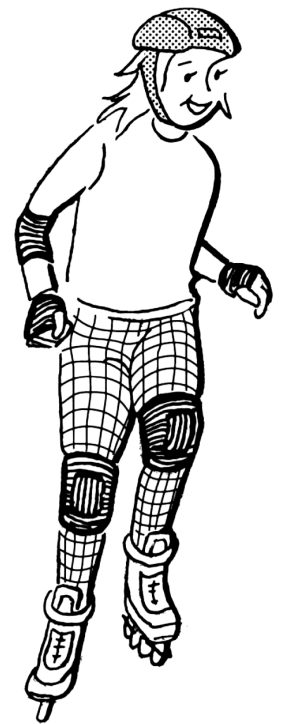
Falco würde gerne im Fitness-Studio trainieren. Im Gegensatz zu Elke ergab die Belastungsuntersuchung bei Falco ein auffälliges Ergebnis: es war ein Abfall der Sauerstoff-Sättigung unter Belastung zu beobachten und Falco musste die

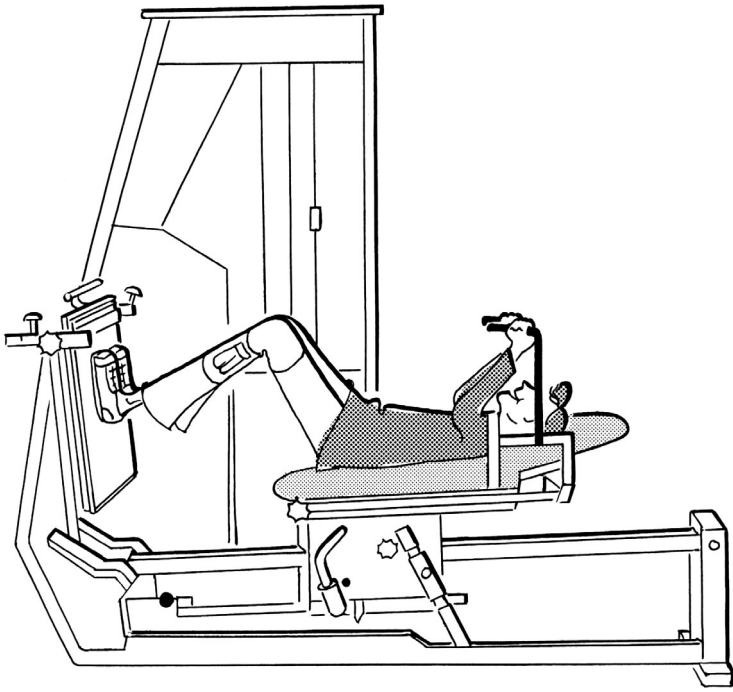
Regelmäßigkeit Grenzen setzt. Zudem muss beim Inline-Skating das Sturzrisiko mit in Betracht gezogen werden. Entsprechende Schutzausrüstung ist daher auf jeden Fall zu tragen, um das Verletzungsrisiko zu minimieren. Aufgrund der normalen Knochendichte und des Befundes der inneren Organe ist bei Elke ein normales Risiko, d.h. ähnlich dem von Gesunden, hinsichtlich möglicher Verletzungen zu erwarten. Der Vorteil von Inline-Skating in Elkes Fall ist, dass sie durch ihre Freundinnen motiviert wird, aktiv zu werden.

Badminton die Oberkörpermuskulatur mobilisiert und gedehnt wird. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die Beweglichkeit des Oberkörpers aus.

Elke hat festgestellt, dass sie durch die sportliche Aktivität sehr gut ihr Sekret mobilisieren und abhusten kann. Dies erspart ihr einen Teil der täglichen Drainage. In Absprache mit ihrer Physiotherapeutin braucht sie an den Tagen, an denen sie zum Badminton-Training geht, nur einmal täglich Drainage zu machen. Das erspart Elke Zeit, die sie mit ihren Freundinnen verbringen kann.

Belastungsuntersuchung aufgrund von Luftnot und subjektiver Erschöpfung vorzeitig abbrechen. Er fühlt sich aber im täglichen Leben nicht eingeschränkt.





Im Rahmen seines letzten Ambulanzbesuches wurde mit Falco eine eingehende Trainingsberatung durchgeführt.

Im Fitness-Studio führt Falco ein Training durch, bestehend aus einer Ausdauer- und einer Krafteinheit. Da Falco bisher keine Erfahrung mit Krafttraining hat, beginnt er mit einem sog. Anpassungs- bzw. Gewöhnungstraining. Diese Phase, die ungefähr 2-3 Wochen dauert, dient dem Kennenlernen der einzelnen Krafttrainingsgeräte. Überbeanspruchungen werden hier vermieden, da die Belastungsintensität sehr niedrig gewählt wird. Außerdem wird diese Phase dazu genutzt, die korrekte Bewegungsausführung sowie die richtige Atemtechnik zu üben. Wichtig hierbei ist, dass während der Bewegungsausführung am Gerät keine Pressatmung (d.h. die Luft wird die ganze Zeit angehalten) erfolgt. Vielmehr muss darauf geachtet werden, die Luft bei der Anstrengung langsam auszuatmen (Lippenbremse) und durch die Nase in der Erholungsphase einzuatmen. Einer zunehmenden Überblähung der Lunge oder auch Verletzungen wie z.B. einem Lungenriss und damit verbundenem Pneumothorax kann dadurch vorgebeugt werden.

Falco trainiert zwei mal pro Woche. Nachdem er die Gewöhnungsphase beendet hat, wurde für Falco in Zusammenarbeit mit dem Sporttherapeuten ein individuelles Trainingsprogramm zusammengestellt. Dies beinhaltet ein

Training aller wichtigen Muskelgruppen mit dem Schwerpunkt der Kraftausdauer (siehe Anhang C). Die Wiederholungszahl beim Kraftausdauertraining liegt bei ca. 20-30 Wiederholungen. Die Trainingsintensität liegt bei 40-70 % der maximalen Kraft. Die maximale Kraft ist sehr schwierig und sehr aufwendig zu testen. In der Praxis hat sich bewährt, dass die Intensität richtig gewählt ist, wenn die festgelegte Wiederholungszahl bewältigt werden kann und das Belastungsempfinden am Ende der Serie bei „mittel bis schwer“ eingeschätzt wird (Borg-Skala). Es wurde besprochen, dass Falco alle wichtigen Muskelgruppen trainiert: Arm-, Brust- und Schultermuskulatur, die Bauchmuskulatur, die Rückenmuskulatur, die Bein- sowie die Gesäßmuskulatur. Das Training ist als „Kreistraining“, aufgebaut d.h. alle Muskelgruppen werden nacheinander trainiert.

Falco beginnt sein Training mit einem Aufwärmprogramm auf einem Fahrradergometer bei einer Pulsfrequenz von ca. 130 Schlägen pro Minute bzw. bei einer Belastung von 45-55 Watt. Die Belastungsdauer beträgt 10-15 Minuten. Diese Belastungsintensität sollte dauerhaft nicht überschritten werden, da bei der Belastungsuntersuchung (siehe Kapitel 4) die O₂-Sättigung bei einer Herzfrequenz von 130 Schlägen pro Minute unter 90 % abfiel. Sollte Falco bei einer höheren Herzfrequenz trainieren wollen, so müsste er zusätzlich Sauerstoff beim Training benötigen.

Nach dem Aufwärmen erfolgt ein gezieltes Stretching der später beanspruchten Muskulatur. Danach absolviert Falco insgesamt 2-3 Serien mit insgesamt 8 Übungen pro Trainingseinheit. Die Begriffe „Serie“ oder „Satz“ kennzeichnen beim Krafttraining eine Anzahl an bestimmtem Übungen mit und ohne Gerät. Zwischen den einzelnen Übungen beträgt die Pause 2-5 Minuten, zwischen den Durchgängen 5-8 Minuten. Am Ende des Trainings dehnt Falco noch einmal die beanspruchte Muskulatur und setzt sich für 10 Minuten auf das Fahrradergometer. Da Falco ziemlich stark schwitzt, nimmt er im Verlauf des Trainings ausreichend Flüssigkeit zu sich (siehe Kap. 8.2), um den Verlust auszugleichen.

Falco äußerte in dem Eingangsgespräch auch den Wunsch, Muskelmasse aufzubauen. Deshalb wurde mit ihm vereinbart, dass er nach einer Trainingsdauer von ca. 3 Monaten mit einem sog. Muskelaufbautraining fortsetzt. Die Trainingsintensität liegt dabei höher als beim Training der Kraftausdauer (60 - 80 % der max. Kraft), die Wiederholungszahl dafür etwas niedriger (6-15 Wiederholungen/Übung, siehe Anhang C). Die Trainingshäufigkeit pro Woche liegt bei dieser Variante bei mindestens 2 Einheiten/Woche. Aber auch hier gilt, dass Krafttraining und ein Aufwärm- und Dehntraining (Stretching) unbedingt zusammengehören.

Beim Krafttraining – wie auch bei jedem anderen Training – ist zu beachten, dass im Laufe der Zeit eine individuelle Anpassung an das Training erfolgt und es zu keiner weiteren Leistungssteigerung kommen kann, wenn die Trainingsintensität nicht an den aktuellen Trainingszustand angepasst wird. Dies wird in der Trainingswissenschaft als Prinzip des wirksamen Belastungsreizes bezeichnet. In der Praxis bedeutet dies für Falco, dass er den Widerstand („die Gewichte“) bei jeder Übung langsam erhöhen kann. Eine weitere Variante wäre die Erhöhung der Zahl der Durchgänge bei gleichbleibendem Gewicht. Wann das Trainingsregime geändert werden sollte, hängt in erster Linie von dem Trainierenden ab. In der Regel sollte nicht länger als 3-4 Monate mit der gleichen Intensität trainiert werden.

Bei seinem letzten Ambulanzbesuch berichtete Falco, dass er zusätzlich zu seinem Training im Fitness-Studio nun in einer Hobby-Mannschaft Fußball spielen würde. Anhand der Belastungsuntersuchung (Leistungsfähigkeit pulmonal eingeschränkt, respiratorische Partialinsuffizienz) sollte Falco jedoch wissen, dass hier für ihn gesundheitliche Risiken bestehen. Die Gefahr der Überforderung ist hier bedeutend höher als bei einer kontinuierlichen Belastung. Fußball ist gekennzeichnet durch Intervall-Belastungen mit relativ hohen Belastungsspitzen, gefolgt von einer mehr oder weniger langandauernden Erholungsphase.

Bedingt durch die Dynamik des Spiels sind diese Belastungsspitzen schlecht zu dosieren und zu kontrollieren. Die Intensität der Belastungsspitzen liegt sicherlich über der für Falco kritischen Herzfrequenz von über 130 Schlägen pro Minute. Deshalb würden wir Falco empfehlen, beim Fußballspiel seine Pulsuhr zu tragen. Er sollte versuchen, sich nicht über einen längeren Zeitraum mit einer Herzfrequenz über 130 Schläge pro Minute zu belasten. Sollte Falco dann feststellen, dass diese Begrenzung seiner Leistung nicht realistisch ist, so wäre ein Wechsel seiner Spielposition (z.B. vom Mittelfeld in die Verteidigung) in der Mannschaft zu überlegen. Zudem könnte überlegt werden, ob für Falco nicht eine andere Sportart in Frage kommt, bei der die Gefahr der Überforderung geringer ist. Geeignet wären z.B. Sportarten wie Volleyball oder Tischtennis. Bei diesen Sportarten sind die Belastungsspitzen deutlich geringer.



Matthias ist begeisterter Sportler. Früher war er viel in den Bergen, fuhr Ski und schwamm zwei bis dreimal pro Woche. Aufgrund seines fortgeschrittenen Krankheitsbildes ist dies alles nicht mehr möglich. Er möchte aber dennoch körperlich aktiv bleiben. Im Gegensatz zu Elke und Falco hat Matthias keine spiroergometrische Belastungsuntersuchung durchgeführt. Der 6-Minuten-Gehtest zeigte eine Entsättigung während der Belastung.

Welche Sportarten bzw. Belastungsformen sind nun für Matthias geeignet? Eine Trainingsberatung ist in diesem Fall nicht einfach. Auf jeden Fall muss Matthias während körperlicher Belastung zusätzlich Sauerstoff erhalten, um seine O_2 -Sättigung in einem Bereich von über 90 % zu halten. Eine Vorgabe der Trainingsintensität über die Herzfrequenz ist durch den Gehtest nicht möglich. Matthias hat sich ein Fahrradergometer gekauft, das für den therapeutischen Einsatz geeignet ist. Es verfügt über eine Wirbelstrombremse und arbeitet drehzahlunabhängig. Der Widerstand lässt sich in 5 Watt-Schritten einstellen und zudem wird die Herzfrequenz auf dem Display angezeigt. Mit seinem Ergometer ist Matthias unabhängig von der Witterung und kann sich sein Training zeitlich gut einteilen. Da ein häufigeres Training (täglich 1-2 mal) für Patienten mit fortgeschrittenem Verlauf besser geeignet ist als ein Training mit einer Dauer von ca. 30 - 40 Minuten 3 - 4mal pro Woche, trainiert Matthias nun

täglich. Meistens ist es von „der Luft“ für ihn am Mittag bzw. frühen Abend besser als am Morgen, daher trainiert er lieber nachmittags.

Wie könnte nun das Training für Matthias gestaltet sein? Wie hoch liegt die Trainingsintensität, wo liegt für Matthias der optimale Trainingspuls?

Zusammen mit seinem Ambulanzzarzt und seinem Sporttherapeuten wurde mit Matthias besprochen, dass ein Intervalltraining auf dem Fahrradergometer im Augenblick die optimale Trainingsform darstellt. Bei dem nächsten Ambulanz-Besuch soll Matthias daher einen Belastungs-Test auf einem Fahrradergometer durchführen, um die Trainingsintensität für das Intervall-Training festzulegen. Dieser Test wird als Steiler Rampen-Test (SRT) bezeichnet, da alle 10 Sekunden die Belastungsintensität um 25 Watt gesteigert wird. Limitierend ist hier nicht das kardio-pulmonale System sondern die Kraft in der Peripherie, d.h. die Muskelkraft in den Beinen ist der begrenzende Faktor.

Matthias erreicht beim SRT eine maximale Wattleistung von 150 Watt. Die Trainingsintensität wird bei 50 % der erreichen max. Wattleistung festgelegt, in unserem Fall bei 75 Watt. Das Intervall-Training für Matthias sieht nun wie folgt aus: Nach einer Aufwärmphase von 5 Minuten bei 25 Watt folgt das eigentliche Intervall-Training. Zuerst wird die Belastung

auf 75 Watt für 30 Sekunden erhöht, danach folgt eine aktive Pause von 60 Sekunden bei 25 Watt. Insgesamt werden 10 Intervalle mit 75 Watt absolviert. Die Umdrehungszahl (U/min) liegt bei 40 - 50 U/min. Am Ende folgt das „Abkühlen“ bei 25 Watt über 3 - 5 Minuten. Während des gesamten Trainings erhält Matthias zusätzlich Sauerstoff über eine Nasenbrille, um seine O₂-Sättigung über 90 % zu halten.

Da Matthias zudem noch seine Kraft trainieren möchte, hat er sich ein Theraband zugelegt und mit seiner Physiotherapeutin entsprechende Übungen zusammengestellt. Der Schwerpunkt liegt hier auch auf der Kraftausdauer. Auch für diese Form des Krafttrainings ohne „Geräte“ gelten die gleichen Empfehlungen wie für Falco.

Matthias möchte aber auch wieder gerne wie früher Skifahren, Bergwandern und Schwimmen. Aufgrund der pulmonalen Situation und der massiven Entsättigung bei körperlichen Belastungen sind diese Sportarten nicht mehr für Matthias geeignet. Negativ beim Skifahren

und beim Bergwandern ist zudem, dass beides in der „Höhe“ durchgeführt wird und mit zunehmender Höhe der Sauerstoffgehalt in der Luft abnimmt. Beim Schwimmen ergibt sich eine veränderte kardiale Situation. Die Wassertemperatur, wie sie normalerweise im Schwimmbad vorherrscht (ca. 23° C), ist zu kalt. Bei einer Körpergröße von 1,74 m und einem Gewicht von 48 kg ist wenig Muskelmasse und Unterhautfettgewebe vorhanden. Matthias wird bei dieser Wassertemperatur schnell frieren, seine körperliche Leistungsfähigkeit auf der anderen Seite lässt eine ausreichende Belastungsintensität im Wasser nicht zu, um Trainingseffekte zu erzielen und nicht auszukühlen. Hier wäre zu überlegen, ob Matthias an den Tagen schwimmen gehen könnte, in denen das Schwimmbad besser aufgeheizt ist, den sog. Warmbadetagen. Das Schwimmen könnte dann als Ausgleich zu dem sonst gewählten Fahrradergometertraining stehen, auch wenn aufgrund der Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit kein ausgesprochener Trainingseffekt erreicht werden kann.

7. Sport und Physiotherapie

7.1 Physiotherapie und Sport aus Sicht des Physiotherapeuten

Stefanie Scheuber, Helen Saemann

In diesem Kapitel wird ein Überblick gegeben über die physiotherapeutischen Behandlungsmöglichkeiten bei Mukoviszidose-Patienten und wie diese Inhalte mit Sport und sportlichen Aktivitäten verbunden werden können.

Die Therapie bei Mukoviszidose umfaßt neben der medikamentösen und Ernährungstherapie auch Sport und eine physiotherapeutische Behandlung. Dabei wird die atemphysiotherapeutische Behandlung dem aktuellen Zustand des Patienten angepasst, der zuvor durch eine Befundaufnahme (z.B. der Atmung, der Haltung, des Brustkorbes, der körperlichen Belastbarkeit, siehe Kapitel 3 und 4 und der Entspan-

nungsfähigkeit) ermittelt wird.

Der allgemeine Behandlungsansatz der Physiotherapie bei CF ist die Entfernung des vermehrten zähen Bronchialschleimes, eine Verbesserung bzw. die Erhaltung der Thoraxmobilität und die Entlastung der Atemmuskulatur. Zum Einsatz kommen dabei Verfahren, die die Atmung willkürlich oder unwillkürlich beeinflussen. Zudem ist es durch entsprechende physiotherapeutische Maßnahmen (z.B. reflektorische Atemtherapie) möglich, den sehr oft bestehenden Hypertonus in der Muskulatur und erhöhte Gewebswiderstände herabzusetzen.

Die allgemeinen Gesichtspunkte (Saemann 1999) der Atemphysiotherapie richten sich nach der Schwere der Erkrankung und dem Alter der Patienten, die nachstehend aufgelistet sind:

- **Sekret aus den Bronchien mobilisieren,**
- **Ventilation und Perfusion verbessern,**
- **Verschiedene Atemtechniken vermitteln,**
- **Thoraxbeweglichkeit erhalten/verbessern,**
- **Gute Hustentechnik erlernen,**
- **Hilfe bei erschwelter Ein-/Ausatmung in Ruhe und Belastung,**
- **Erhöhte Gewebswiderstände in Haut und Muskulatur herabsetzen,**
- **Bei Atemnot Angst mindern,**
- **Allgemeine Entspannungsfähigkeit fördern,**
- **Motorische Entwicklung fördern,**
- **Vermitteln von Bewegungsfreude und Koordinationsförderung,**
- **Ausdauerleistung entsprechend der kardiopulmonalen Belastbarkeit erhalten/verbessern und Hinführung zum Sport,**
- **Haltungsschulung/Rückenschulprogramm,**

Im folgenden soll nur auf die für diesen Leitfaden wichtigsten Ziele (fett gedruckt in der o.g. Auflistung) näher eingegangen werden, da sie für den Sport und sportliche Aktivitäten von besonderer Bedeutung sind. Es erfolgt eine Unterteilung nach Altersgruppen, beginnend beim Säugling über das Kleinkind und das Schulkind bis hin zum Jugendlichen und Erwachsenen. Zudem finden sich auch unsere

Patienten wieder, für die exemplarisch die atemphysiotherapeutische Behandlung aufgezeigt wird. Für den interessierten Leser, der sich ausführlicher über den Bereich Physiotherapie bei Mukoviszidose informieren möchte, wird auf den „Leitfaden Physiotherapie bei Mukoviszidose“, herausgegeben vom Mukoviszidose e.V., verwiesen.

7.1.1 Säuglingsalter

Bereits im Säuglingsalter ist es möglich, den Patienten zu „bewegen“. Die Bewegung wird dabei in die Physiotherapie integriert. Hierbei kommen vor allem passive Techniken zum Einsatz wie Lagerungen, Kontaktatmung, Vibration, Inhalation, Dehnungen und Schüttelungen, aber auch Sing- und Hüpfspiele, Übungen auf dem Pezzi-Ball sowie die Förderung der motorischen Entwicklung (z.B. nach Bobath-Konzept).

Auch die Eltern werden in diesen Techniken angeleitet und erfahren so von Anfang an eine aktive Beteiligung an der Therapie. Durch Lagewechsel auf dem Pezziball und Hüpfspiele ist vom Säuglingsalter an „körperliche Bewegung“ Inhalt des Therapieprogramms und gehört zur Normalität eines CF-Patienten.

7.1.2 Kleinkindalter

Die passiven Techniken aus dem Säuglingsalter werden weitergeführt. Hinzu kommen bereits Bausteine aus der Autogenen Drainage (AD), die kindgerecht vermittelt werden. Auch die spielerische Anwendung des Flutter, des RC Cornetts sowie des PEP-Systems finden sich hier wieder. Weitere Aspekte neben der Hustentechnik sind die Körperwahrnehmung, Atemschulung und Entspannungsübungen.

Im Gegensatz zu der eher „passiven Bewegung“ des Säuglingsalter werden die Kinder jetzt aktiv angehalten, sich zu bewegen. Hierbei kommen kindgerechte Formen der Bewegung zum Einsatz, die aber auch den therapeutischen Hintergrund (z.B. Thoraxmobilisation, therapeutische Körperstellungen etc.) immer noch berücksich-

tigen. Trampolinspringen oder Übungen wie Purzelbaum und Schubkarre können gezielt die Koordination, Beweglichkeit und Ausdauer verbessern.

Die Eltern werden weiterhin mit in die Therapie einbezogen. Sie erfahren auf diese Weise, dass die aktive Mobilisation und die Förderung der körperlichen Aktivität den Kindern Spaß macht und sich nicht negativ auf die Erkrankung auswirken. Eltern wie Kinder werden dadurch ermuntert, die körperliche Aktivität in den Alltag zu integrieren, in dem sie zum Mutter/Kind-Turnen oder Kinderturnen oder aber auf den Kinderspielplatz gehen. Dadurch erfahren die Kinder eine positive Eigenwahrnehmung, soziale Kompetenz und erleben „Normalität“ in einer Gruppe gesunder Gleichaltriger.

7.1.3. Schulkinder

Im Schulkindalter kommen die passiven Techniken bei normalem bis moderatem Verlauf der Erkrankung zunehmend weniger zum Einsatz, die aktiven Techniken werden vermehrt eingesetzt.

Der Bewegungsfreude der Kinder wird Rechnung getragen, indem sie aufgefordert werden, neben der Physiotherapie in ihrer Freizeit körperlich aktiv zu sein und eventuell in einen Sportverein zu gehen. Hier gilt der Grundsatz, dass drei mal dreißig Minuten Bewegung pro Woche besser sind als drei mal dreißig Minuten fernzusehen oder am Computer zu spielen.

Sportliche Aktivitäten bzw. eine Sportart sollten in diesem Alter nach der persönlichen Neigung des Patienten ausgesucht werden. Hier sollte dann auch eine Trainingsberatung durch die CF-Ambulanz erfolgen, um für den Patienten die Risiken gering zu halten und die körperliche Aktivität möglichst effektiv zu gestalten. Auf jeden Fall müssen die Patienten, aber auch die Eltern, die entsprechenden atemphysiotherapeutischen Techniken beherrschen, um einen unproduktiven Reizhusten und/oder eine Überblähung während der sportlichen Aktivitäten zu vermeiden.

Patientenbeispiel Elke

Physiotherapie

- alle 7-14 Tage Physiotherapie bei der Therapeutin, hier Hängebauchlage zur Entspannung, Erholung, Körperwahrnehmung, Lippenbremse, evt. Kombination mit Ausstreichungen, Packegriffen, Rutsche, mit seitlichem Dehnen. Körperstellung Schraube mit Erarbeiten/Erweitern der Atembewegung
- Inhalation 1-2 x täglich zu Hause
- Autogene Drainage 2 x täglich zu Hause,
- täglich Physiotherapie, z.B. Hängebauchlage etc., s.o., zu Hause

Körperliche Aktivität und Sport

Als Wunschsportarten wurden von Elke Badminton und Inline-Skating gewählt. Hierdurch wird ein Ausdauertraining (Inline-Skating) sowie ein Intervalltraining mit Kräftigung der Rumpfmuskulatur gewährleistet. Aufgrund der Ausübung von Sport kann Elke an diesem Tag eine sonst regelmäßig durchgeführte Physiotherapiesitzung weglassen. Siehe auch Kapitel 6.

7.1.4 Jugendliche/Erwachsene

Physiotherapie

- Die bereits im Schulkindalter erlernten Techniken werden weiter angewandt und vom Patienten selbstständig durchgeführt (Prinzip von der Fremdsteuerung zur Selbststeuerung). Eine Überprüfung der täglich durchgeführten atemphysiotherapeutischen Übungen und der AD werden während der regelmäßigen Physiotherapie-Einheiten kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert. Auch wird die Therapie entsprechend dem Gesundheitszustand individuell angepasst und modifiziert, um den bestmöglichen Therapieerfolg zu erzielen.

Körperliche Aktivität und Sport

In der sensiblen Entwicklungsphase der Pubertät ist es besonders wichtig, die Patienten zu körperlichen Aktivitäten und Sport zu ermutigen. Viele Patienten sind in dieser Phase "therapiemüde" und können über Sport motiviert werden, die tägliche Atemphysiotherapie und AD weiterzuführen. Hierbei bedarf es einer engen Zusammenarbeit mit der CF-Ambulanz bzw. dem behandelnden Arzt. Auf diese Weise kann mit dem Patienten zusammen ein individuelles Sportprogramm entsprechend dessen Neigungen erstellt werden. Kommt es zu häufigen Infektionen, einer Verschlechterung der Lungenfunktion bzw. ist eine i.v. Therapie vorgesehen, sollte der Patient sich an seinen Arzt wenden um abzuklären, ob das Sportprogramm weitergeführt werden kann oder inwiefern das Programm modifiziert werden muss.

Eine Rehabilitationsmaßnahme kann dem Patienten helfen, seine individuelle Sportart zu finden, da hier in der Regel ein breitgefächertes Sportprogramm angeboten wird. Auch werden (spiro-) ergometrische Belastungsuntersuchungen durchgeführt, die es erlauben, ein individuelles, auf die jeweilige Leistungsfähigkeit des

Patienten angepasstes Sportprogramm zu erstellen. Dies ist insofern von Bedeutung, da am Wohnort der Patienten häufig diese Möglichkeit der Leistungsbeurteilung nicht besteht. Die Ergebnisse können dann sowohl an die behandelnden Therapeuten weitergeleitet als auch dem Patienten mit nach Hause gegeben werden.

Patientenbeispiel Falco

Physiotherapie

Regelmäßige Behandlung beim Therapeuten mindestens 1 x wöchentlich

- Inhalation 2 - 3 x täglich
- Thoraxmobilisation mit Geräten
- AD (nur mit Stenose möglich)
- RC Cornett, Flutter oder PEP

Körperliche Aktivität und Sport

Falco konnte zur sportlichen Aktivität im Fitness-Studio sowie zum Hobby-Fußballspielen motiviert werden. Besonders wichtig bei der Ausübung des Krafttrainings ist für Falco, dass er zu einer korrekten Atmungstechnik und Bewegungsausführung angeleitet wird. Denn bei falscher Technik kann es zu Verletzungen, zu einer zunehmenden Überblähung und ggf. auch zu einem Lungenriss kommen. Bei Falco erscheint es daher sinnvoll, dass sein Physiotherapeut mit ihm ausführlich die Atemtechnik bespricht und ggf. mit dem Fitnesstrainer/Sporttherapeut im Studio vor Ort Rücksprache hält. So sollte Falco besonders darauf achten, dass er bei einer Kraftanstrengung nicht die Luft anhält, um eine Pressatmung zu vermeiden. Statt dessen sollte er mit der Lippenbremse langsam ausatmen, um einer Überblähung entgegenzuwirken. Auch beim Fußball können Falco die bei der Physiotherapie erlernten Techniken helfen, mit der Belastung besser zurechtzukommen und Risiken zu vermeiden.

Inwiefern Falco durch den Sport eine ausreichende Sekretmobilisation erreicht oder ob zusätzliche Physiotherapie vor oder nach dem Sport angewandt werden muss, sollte er mit

seiner Therapeutin besprechen. Gegebenenfalls kann wie bei Elke auf eine tägliche Physiotherapie-sitzung zu Hause verzichtet werden. Siehe auch Kap. 5.

7.1.5 Patienten mit schwerem Verlauf

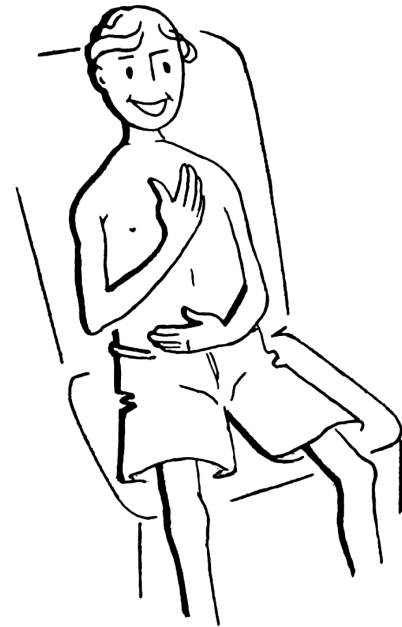
Physiotherapie

Bei Patienten mit fortgeschrittenem Krankheitsverlauf werden die passiven Techniken wieder zunehmend wichtiger, da ohne Hilfe des Therapeuten die Sekretmobilisation nur sehr schwer oder kaum mehr möglich ist. Hierbei kommen auch vorbereitende Maßnahmen wie Ausstreichungen, Wärmeanwendungen oder die reflektorische Atemtherapie zum Einsatz. Diese Maßnahmen entspannen den Patienten und bereiten ihn auf die körperlich anstrengenden Techniken wie z.B. Inhalation und AD vor.

Körperliche Aktivität und Sport

In diesem Krankheitsstadium ist eine enge Zusammenarbeit der Physiotherapeuten, Sporttherapeuten, Psychologen und Ärzte unerlässlich. Alltagsbewegungen wie Körperpflege oder Treppen steigen werden für den schwerkranken Patienten zu einer großen physischen und psychischen Belastung. Trotzdem sollte auf ein Trainingsprogramm zur Verbesserung bzw. Erhalt der körperlichen Leistungsfähigkeit nicht verzichtet werden. Das Trainingsprogramm sollte neben einem Ergometertraining zur Verbesserung

bzw. Erhalt der Ausdauer auch ein Krafttraining beinhalten. In Absprache mit dem Therapeutenteam können gezielt Übungen z.B. mit dem Thera-Band erarbeitet werden, die dann zuhause weiter fortgeführt werden können. Während des Trainings sollte zusätzlich Sauerstoff zugeführt und mittels eines Pulsoxymeters die Sauerstoffsättigung (O_2 -Sättigung $\geq 90\%$) überwacht werden.



Patientenbeispiel Matthias

Physiotherapie

- 2 - 3 x wöchentlich beim Physiotherapeuten, hier
- viele Maßnahmen als Vorbereitung zur Sekretelimination,
- Ausstreichungen, Packegriffe in Dehnstellung,
- Einsatz von Stenosen wie z.B. Röhrchen zur Erhöhung des intrathorakalen Drucks bei der Ausatmung,
- Vibrationen
- Umlagerungen
- Hilfe bei der AD z.B. Thoraxkompressionen
- Inhalationen bis zu 5 x täglich zu Hause,
- Physiotherapie 3 x täglich zu Hause, dabei Einsatz von PEP, Flutter, Autogener Drainage und Lagerungstherapien

Körperliche Aktivität und Sport

Für Matthias wurde zusammen mit dem CF-Ambulanzzarzt das Intervalltraining auf dem Fahrradergometer unter zusätzlicher Sauerstoffzufuhr ausgewählt. Hierbei sollte die Sauerstoffsättigung mit einem Pulsoxymeter überwacht werden. Zusätzlich sollten Krafttrainingselemente mit Hilfe des Therabandes in das Trainingspro-

gramm eingeführt werden (siehe Seite 56). Seine Physiotherapeutin hatte außerdem eine gute Idee: er soll sich doch im nahegelegenen Kletterzentrum umsehen, ob es nicht einen Kurs für Einsteiger gibt. Da Bergsteigen und Klettern schon immer sein Traum war, fällt ihm dieser Schritt einfach. Auch sein Ambulanzzarzt fand die Idee nicht schlecht, allerdings müssen verschiedene Punkte berücksichtigt werden. Es wurde vereinbart, dass Matthias die Sportart ausprobieren kann, wenn während des Kletterns die Sauerstoffsättigung gewährleistet ist und die Sauerstoffsättigung mit einem Pulsoximeter kontrolliert wird. Vor der ersten Kletterstunde muss Matthias mit seiner Physiotherapeutin die richtige Atemtechnik (mit der Anstrengung ausatmen, bei Entspannung einatmen, Pressatmung verboten) einüben. Um die Verkürzung der Muskulatur und muskuläre Dysbalance zu vermeiden, zeigt die Physiotherapeutin Matthias entsprechende Dehnübungen, die er vor und nach dem Klettern machen soll. Schon nach einigen Wochen merkt Matthias, dass seine Muskeln wieder straffer und stärker werden.

Für Matthias könnte es sehr wichtig sein, bereits vor der körperlichen Belastung eine intensive Sekretmobilisation durchzuführen, um überhaupt trainieren zu können. Am Ende des Trainings erfolgt eine Entspannungsbehandlung in einer atemerleichternden Stellung. Gegebenenfalls ist auch nach der sportlichen Aktivität eine erneute autogene Drainage erfor-

derlich, um das durch den Sport mobilisierte Sekret zu expektorieren. Gerade für sehr schwer kranke Patienten wie Matthias ist die Kombination von Physiotherapie mit den sportlichen Elementen besonders wichtig, um die Ausübung von Sport zu erleichtern.

Das Vermitteln der Freude an der Bewegung gehört in allen Altersgruppen zu den physiotherapeutischen Aufgaben. Insbesondere den Eltern kann auf diese Weise vermittelt werden, das CF keinen Grund darstellt, körperliche Aktivitäten zu meiden. Vielmehr sollten schon im Kleinkindalter die Eltern zusammen mit dem Betroffenen regelmäßig körperlich aktiv werden, die körperliche Aktivität sollte zum normalen Familienleben dazugehören. Dies kann auch beinhalten, z.B. am Mutter/Kind-Turnen teilzunehmen.

Der CF-Physiotherapeut muss über entsprechende Kenntnisse aus der Sportwissenschaft (z.B. Trainingslehre, Didaktik/Methodik) verfügen, um gemeinsam mit dem Patienten ein Trainingsprogramm zu erarbeiten und dieses kontrollieren zu können. Dies sollte allerdings in enger Absprache mit dem behandelnden Arzt erfolgen, da gewisse gesundheitliche Risiken mit sportlichen Aktivitäten verbunden sein können (siehe Kap. 2)

Aus atemtherapeutischer Sicht sind sportliche Aktivitäten für CF-Patienten von großem Vorteil. Bei Sport und körperlicher Belastung kommt es zu einer vertieften Ein- und Ausatmung und dadurch zu größeren atemsynchronen Bronchialkaliberschwankungen, z.B. wie während der AD. Die Sekretmobilisation und -elimination wird durch Sport gesteigert.

In Bezug auf das wichtigste physiotherapeutische Behandlungsziel bei der Mukoviszidose, der Sekretmobilisation und -elimination, muss vom Behandler genau ermittelt werden, welche Techniken, Maßnahmen oder Übungen die beste Sekretmobilisation bewirken.

Spätestens ab dem höheren Schulalter sollte eine enge Zusammenarbeit der Physiotherapeuten, des Sportlehrers/-therapeuten und des behandelnden Arztes stattfinden, damit für den jeweiligen Patienten ein individuelles Trainingsprogramm zusammengestellt werden kann.

Vor der Aufnahme eines Trainings sollten aus physiotherapeutischer Sicht folgende Punkte beachtet werden:

- 1) Der Patient muss spezielle Techniken der Atemtherapie beherrschen (z. B. Hustentechnik, um einen ineffektiven Husten zu vermeiden, und atemerleichternde Stellungen).
- 2) Realistische Selbsteinschätzung des Patienten bzgl. seines momentanen pulmonalen und körperlichen Zustandes (Eigenbefund)

Die praktische Erfahrung hat gezeigt, dass individuell und immer wieder neu befundbezogen entschieden werden muss, wie die sportliche Betätigung mit der Physiotherapie verbunden werden kann.

7.2 Sport und Physiotherapie aus der Sicht des Arztes

Susi Kriemler

Auf die diversen Formen der Physiotherapie bei Mukoviszidose wird in Kapitel 7.1 eingegangen. Ziel der Physiotherapie generell ist die Entfernung des viskösen Bronchialsekrets, die Entlastung und Kräftigung der Atemmuskulatur sowie die Erhaltung der Thoraxbeweglichkeit.

Entfernung des viskösen Bronchialsekrets

Mittels herkömmlicher Physiotherapie (Autogene Drainage, forcierte Expiration, Flutter, Cornet, PEP-Maske) kann das Sekret mobilisiert werden. Jede sportliche Aktivität, welche zu einer Steigerung der Atmung und/oder mechanischen Vibrationen führt, hat einen ähnlichen Effekt. Das Sekret wird mobilisiert und kann ausgehustet werden. Oft gehen sportliche Aktivitäten mit Husten einher, der vom Mukoviszidosepatienten als störend empfunden wird. Diese Hustenaktivität ist in keiner Weise schädlich, sondern trägt zum Abhusten des viskösen Sekrets und somit der Reinigung der

Da diese Ziele in vieler Hinsicht auch mit einem körperlichen Training erreicht werden können, ergeben sich hier Überschneidungspunkte, die mittels beider Therapieformen kombiniert angegangen werden können.

Lunge bei. Erfahrungsgemäss sind vor allem Aktivitäten, welche die Atmung steigern wie z.B. Laufen, Schwimmen oder Fahrradfahren von großer Bedeutung für die Sekretmobilisation. Auch Ballspiele können zur Steigerung der Atmung und damit zur Sputumexpektoration führen, sofern sie intensiv durchgeführt werden. Andererseits scheint auch die mechanische Vibration einen positiven Effekt auf die Sekretmobilisation zu haben. Hierfür sind speziell Sportarten und Spiele mit Hüpfen oder Trampolin geeignet.

Entlastung und Kräftigung der Atemmuskulatur

Durch die meisten physiotherapeutischen Atemtechniken wird der richtige und effiziente Gebrauch der Atemmuskulatur geschult. Dadurch wird sie vor Erschöpfung geschützt und in einem gewissen Sinn trainiert. In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass durch ein spezifisches Training der Atemmuskulatur, meist in Form von Einatmen gegen einen Widerstand, eine Zunahme der Ausdauerleistung der Atemmuskulatur erreicht werden konnte. Bricht man jedoch dieses Atemmuskeltraining ab, so geht nach einer gewissen Zeit der Trainingseffekt wieder verloren, wie dies auch beim Krafttraining anderer Muskelgruppen der Fall ist. Bei gesunden Sportlern konnte man durch ein Atemmuskeltraining sogar eine verbesserte Ausdauerleistungsfähigkeit erreichen, bei Mukoviszidosepatienten wurde dieser Effekt bisher nicht dokumentiert. Möglicherweise wurde das Atemmuskeltraining bei Mukoviszidosepatienten zu kurz oder zu wenig intensiv durchgeführt, um einen positiven Effekt auf die Ausdauerleistungsfähigkeit zu zeigen. Möglicherweise exis-

tieren jedoch bzgl. der Trainierbarkeit der Atemmuskulatur auch Unterschiede zwischen Mukoviszidosepatienten und gesunden Sportlern. Da erwachsene Patienten mit einer chronisch obstruktiven Lungenerkrankung eindeutig von einem isolierten Atemmuskeltraining bezüglich Lebensqualität, Ausdauerleistung und Lungenfunktion profitiert haben, ist jedoch anzunehmen, dass dies auch für Mukoviszidosepatienten der Fall ist.

In einer Untersuchung über die Effekte eines Krafttrainings der Arm- und Beinmuskulatur, welche mit wenigen Patienten über 6 Monate durchgeführt wurde, konnte gezeigt werden, dass die Überblähung der Lunge unter dem Training zurückging. Dies konnte in einer aktuell durchgeführten Trainingsstudie mit CF-Patienten („Mukotrain“-Studie) bestätigt werden. Möglicherweise kommt es auch durch Krafttraining zu einer Stärkung der Ausatemmuskulatur was sich positiv auf die Lungenfunktion, insbesondere auf die Rückbildung der Überblähung auswirken könnte.

Erhaltung der Thoraxbeweglichkeit

Ein beweglicher Thorax oder Brustkorb ermöglicht eine freie Atmung, verhindert die haltungsbedingte Einschränkung der Lungenfunktion und Schmerzen im Bewegungsapparat durch eine ungünstige Haltung. Eines der Hauptprobleme bei CF-Patienten ist die Überblähung der Lunge. Dadurch wird der Brustkorb konstant gedehnt und verliert an Beweglichkeit. Im Endstadium dieses Prozesses kommt es zu einer fixierten thorakalen Kyphose (Rundrücken), der dadurch entsteht, dass sich die Lunge durch die Überblähung mehr Platz verschafft. Dieser Prozess kann verhindert werden, indem einerseits

die Überblähung, andererseits der Beweglichkeitsverlust des Brustkorbs bekämpft wird. Die Behandlung der Überblähung geschieht durch die Inhalationstherapie und die herkömmliche Physiotherapie. Wie oben beschrieben hilft möglicherweise auch ein Krafttraining der Arme. Sicher kann das Krafttraining auch eingesetzt werden, um die Haltung zu optimieren. Das Krafttraining sollte in diesem Fall vor allem die Muskulatur des Rumpfes trainieren. In Kapitel 7.3 werden einige exzellente Übungen gezeigt, welche zu Hause oder in der Physiotherapie angewendet werden können.

Ersatz der Physiotherapie durch Sport?

Die Antwort auf die Frage, ob Sport die Physiotherapie ersetzen kann, lautet eindeutig „NEIN, auf keinen Fall“. Einige Studien haben die Effekte von Physiotherapie im Vergleich mit Sport hinsichtlich der Sputumproduktion untersucht. Die meisten haben eine etwas kleinere oder identische Sputumproduktion während und nach Sport gegenüber einem gleich langen Physiotherapieprogramm dokumentieren können. Die Kombination beider Therapieformen fördert jedoch signifikant mehr Sputum als

eine Therapieform alleine. Außerdem kann man sich gut vorstellen, dass es für den einzelnen Betroffenen weniger langweilig ist, wenn die Physiotherapie mit einem abwechslungsreichen Sportprogramm kombiniert werden kann. Ob zuerst die Physiotherapie oder die sportliche Aktivität stattfinden sollte, wurde bisher nicht untersucht. Wir würden aufgrund unserer Erfahrungen erst die Inhalation, dann die Physiotherapie und zuletzt die körperliche Aktivität empfehlen.

7.3 Übungen zum Krafttraining, die zu Hause durchgeführt werden können

Wichtig bei der Durchführung der Übungen: Pressatmung vermeiden, mit Anspannung der Muskulatur ausatmen (Lippenbremse), bei Ent-

spannung einatmen. Die Belastungsdosierung (Wiederholung; Sätze) orientiert sich an dem Training für die Kraftausdauer (siehe Anhang C).

A



B



A. Ausgangsstellung (A)

Unterarmstütz, Arme parallel, Daumen nach oben, Rumpf und Beine gestreckt

B. Ausführung (B)

Wechselseitiges Abheben der Füße um Schuhlänge bei gestreckten Knien. Bewegungsgeschwindigkeit: 1-Sekundenrhythmus. Die Übung wird beendet, wenn die gestreckte Rumpfstellung nicht mehr gehalten werden kann.

A



B



A. Kniestand, Arme auf der Brust gekreuzt.

Hände auf Schultern, ev. Kissen in Kniebeuge.

B. Aufrichten des Rumpfes mit Rückenstreckung ohne Veränderung der Bein- und Beckenstellung. Bewegungsgeschwindigkeit: 2 Sek. pro Bewegungszyklus.

A

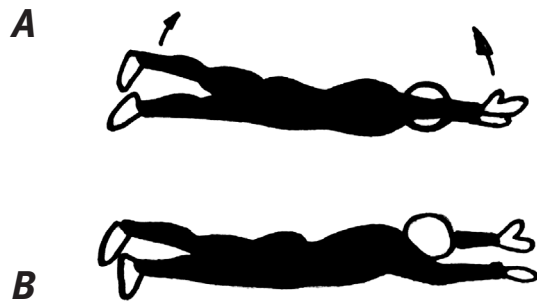


B

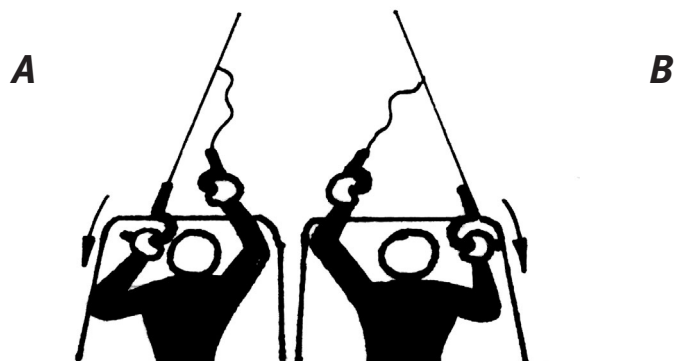
A. Kniestand, Arme hinter dem Kopf, evtl. Kissen in Kniebeuge, Rücken gestreckt.

B. Oberkörper drehen, Rücken bleibt gestreckt. Die Belastung wird durch vermehrte Vorneigung verstärkt. Die Hände werden seitwärts am Kopf gehalten. Bewegungsgeschwindigkeit: 2 Sek. pro Bewegungszyklus.

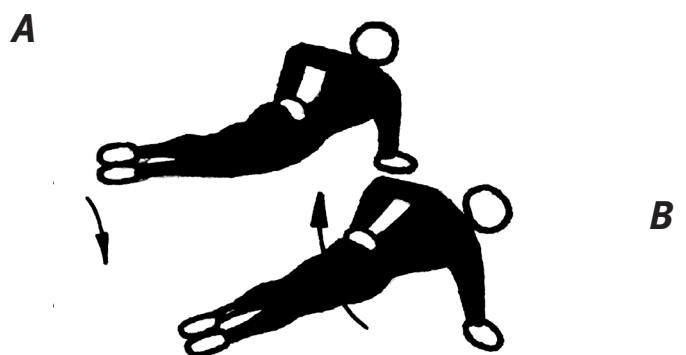
- A. Bauchlage, Arme nach vorne gestreckt, Blick auf den Boden gerichtet. Zur Vermeidung der Hohlkreuzbildung kann ein Kissen unter den Bauch gelegt werden.
- B. Arm und Bein gegenseitig anheben. Der Kopf wird in der Verlängerung der Wirbelsäule gehalten. Bewegungsgeschwindigkeit: 2 Sek. pro Bewegungszyklus.



- A. Bauchlage, Theraband einige cm über den Boden an der Wand fixiert, Blick nach unten.
- B. Arme im Wechsel nach hinten ziehen. Die Übung kann auch mit gleichzeitigem Armzug durchgeführt werden. Bewegungsgeschwindigkeit: 2 Sek. pro Bewegungszyklus



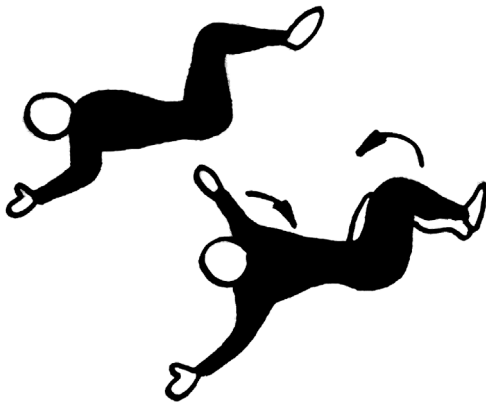
- A. Seitenlage, Füße parallel, auf dem Unterarm abstützen, Ellenbogen in einer Linie mit der Schulter.
- B. Becken seitwärts heben und senken, bis der Rumpf gestreckt ist. Zurück in die Ausgangsstellung, ohne dass das Becken auf der Unterlage abgestützt wird. Falls die Übung zu anstrengend ist, kann das Becken auf die Unterlage abgesetzt und 4-5 Sekunden Pause gemacht werden. Übung auf beiden Seiten durchführen, Bewegungsgeschwindigkeit: 2 Sekunden pro Bewegungszyklus. Die Beine bleiben gestreckt. Zur Belastungssteigerung kann das obere Bein zusätzlich abgespreizt werden.



A**B**

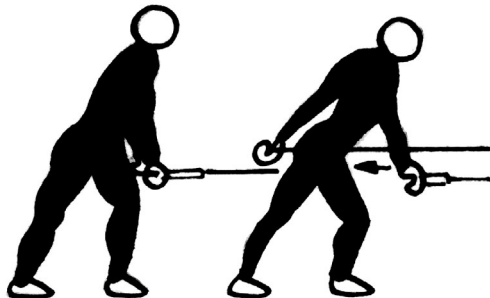
A. Auf dem Rücken liegen, Knie gebeugt; rechtes oder linkes Fußgelenk liegt auf dem rechten oder linken Knie.

B. Beim Einatmen Oberkörper abheben und einrollen, Hände in Richtung des nicht abgehobenen Beines nach vorne außen strecken. Beim Ausatmen zurück in die Ausgangsstellung ohne den Kopf abzulegen. Bewegungsgeschwindigkeit: 2 Sek. pro Zyklus.

A**B**

A. Liegend, Hüften und Knie gebeugt, Fersen in der Luft.

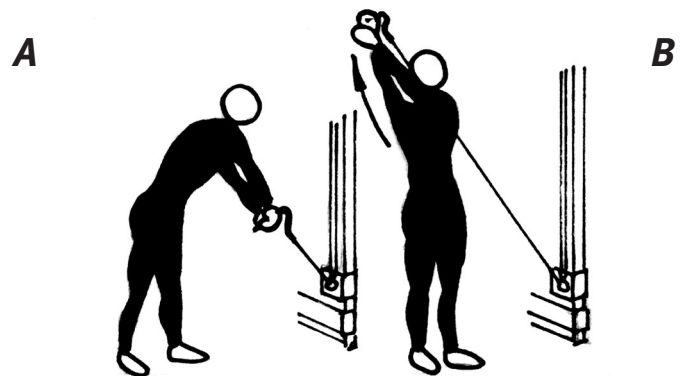
B. Gebeugte Beine zur Seite bewegen. Die Schultern bleiben auf der Unterlage, der Kopf dreht zur Gegenseite. Die Beine dürfen nicht auf der Unterlage abgelegt werden. Falls die Übung zu anstrengend ist, können die Beine kurz (4-5 Sekunden) auf die Unterlage gelegt werden. Die Übung kann auch mit gestreckten Beinen durchgeführt werden. Bewegungsgeschwindigkeit: 4 Sek. pro Zyklus.

A**B**

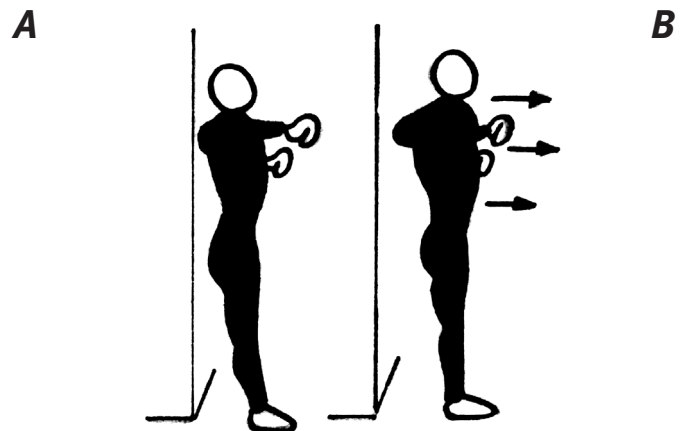
A. Stehend, ein Bein vorne, das andere hinten. Theraband auf Hüfthöhe, Arme leicht gebeugt.

B. Arme abwechselnd nach hinten ziehen. Die Übung kann auch gleichzeitig ausgeführt werden. Bewegungsgeschwindigkeit: 2 Sekunden pro Zyklus.

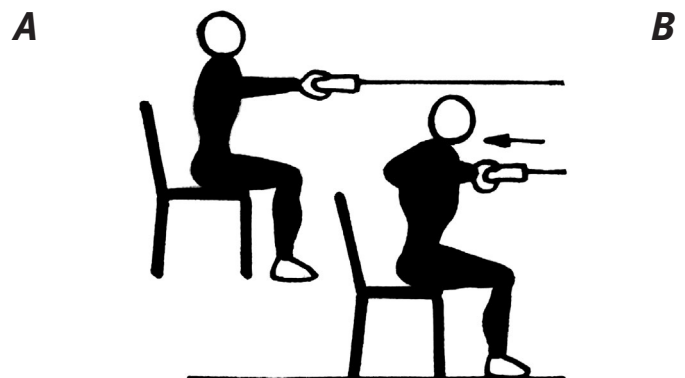
- A. Stehend, der Fixpunkt des Therabandes befindet sich seitlich.
- B. Arm diagonal nach oben führen und den Oberkörper drehen. Die Blickrichtung und somit die Kopfstellung führt die Bewegung. Bewegungsgeschwindigkeit: 2 Sek. pro Zyklus.



- A. Schrägstand an der Wand. Fersen 1.5 Schuhlängen von der Wand entfernt. Arme in Abduktionsstellung. Ellbogen an der Wand, Unterarme horizontal nach vorne gestreckt.
- B. Gestreckten Körper nach vorne wegdrücken, so dass die Schulterblätter 3 cm von der Wand abheben. Zurück zur Ausgangsstellung, ohne dass die Schulterblätter an der Wand abgestützt werden. Bewegungsgeschwindigkeit: 2 Sek. pro Bewegungszyklus.



- A. Sitzend auf einem Stuhl, Rücken gerade, Theraband auf Höhe der Schulterblätter.
- B. Schulterblätter zusammenziehen und Arme nach hinten führen. Der Rücken wird gerade gehalten. Die Abduktionsstellung der Arme ist individuell anzupassen. Bewegungsgeschwindigkeit: 4 Sek. pro Bewegungszyklus.



8. Sport und Ernährung bei CF

Susi Kriemler, Alexandra Hebestreit

8.1 Einleitung

Über die letzten Jahre ist klar geworden, dass neben einer möglichst guten Lungenfunktion das Körpergewicht und somit die Ernährung eine wichtige Rolle für die Gesundheit bei Mukoviszidosepatienten spielen. Eine ungenügende Ernährung und ein zu geringes Körpergewicht können sich negativ auf den Krankheitsverlauf auswirken. Körperliche Aktivität und Sport führen zu einem vermehrten Energiebedarf, der durch eine vermehrte Nahrungszufuhr wettgemacht werden muss. Da bei

Betroffenen mit Mukoviszidose der Energiebedarf im täglichen Leben generell erhöht ist (u.a. durch die vermehrte Atemarbeit und die ineffektive Energieverarbeitung), muss speziell bei zusätzlicher körperlicher Arbeit mehr Nahrung aufgenommen werden. Das Ausmaß der vermehrten Nahrungsaufnahme richtet sich nach dem Körpergewicht und der Einschränkung der Lungenfunktion des Patienten sowie nach der Art, Dauer und Intensität der körperlichen Anstrengung.

8.2 Flüssigkeitszufuhr

Eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr ist besonders wichtig. Es sei nochmals betont, dass der Mukoviszidosepatient aufgrund der vermehrten Atemtätigkeit und des höheren Schweißverlustes generell mehr Flüssigkeit benötigt. Zudem ist bekannt, dass CF-Patienten ein geringeres Durstempfinden haben als Gesunde und daher besonders auf ausreichende Flüssigkeitszufuhr achten sollten. Ein bis zwei Stunden vor einer Belastung sollten 400 - 600 ml getrunken werden. Somit verhindert man einen Flüssigkeitsmangel vor dem Sport und erlaubt dem Körper, die überschüssige Flüssigkeit wieder auszuscheiden. Bei kurzen Sportaktivitäten von 45 Minuten oder weniger genügt es, nach dem Training wieder zu trinken. Bei längeren Anstrengungen sollten 200 - 300 ml Flüssigkeit

alle 15 - 20 Minuten zugeführt werden. Eine zusätzliche Flüssigkeitsaufnahme ist bei Anstrengungen in warmer, feuchter Umgebung wichtig. Das verwandte Getränk sollte möglichst 4 - 8% Kohlehydrate und auch mindestens 1g Salz pro Liter enthalten. Letzteres ist besonders wichtig für den Betroffenen mit Mukoviszidose, da er bekanntlich mehr Salz über den Schweiß verliert als ein Gesunder. Solche stark salzhaltigen Getränke sind derzeit kommerziell noch nicht erhältlich, daher empfiehlt es sich, dem gewählten Getränk zusätzlich etwas Salz (Messerspitze bis halben Teelöffel) zuzufügen. Der möglicherweise etwas salzige Geschmack sollte jedoch vom Sportler noch toleriert werden können.

8.3 Energieverbrauch

Elke, Falco und Matthias beginnen ein Trainingsprogramm, z.B. dreimal pro Woche mit Fahrradfahren über je 30 Minuten bei einer Herzfrequenz von 150 Schlägen pro Minute. Der zusätzliche Energieverbrauch liegt für Elke bei ca. 300 kcal, für Falco bei 500 kcal und für Matthias bei 600 kcal. Matthias muss also bei gleicher Tätigkeit deutlich mehr essen als Elke,

um kein Energiedefizit einzugehen. Da Falco entsprechend dem Schweregrad der Erkrankung außerdem mehr Muskeln aufbauen möchte, muss er nicht nur den Mehrverbrauch durch das Fahrradfahren ausgleichen, sondern muss auch noch darüber hinaus hochkalorische Nahrung zu sich nehmen.

8.3.1 Zusätzliche Nahrungsaufnahme bei Sport

Wie sollte man nun praktisch vorgehen, wenn man ein Sportprogramm beginnt und daher nun anders und mehr essen sollte? Es gibt einfache Regeln, die für jeden Sportler wichtig sind. Generell gilt: je intensiver und länger die körperliche Aktivität, desto mehr Nahrung muss vor, während und nach der sportlichen Betätigung zugeführt werden.

Das Essen vor dem Sport sollte vorwiegend Kohlehydrate mit einem sogenannten „niedrigen glykämischen Index“ enthalten. Ein Lebensmittel mit einem niedrigen glykämischen Index verursacht keine starke Blutglukose- (Blutzucker-) Antwort. Dies trägt zu einem konstanten Glukose- und somit Insulinstoffwechsel bei, was vor allem auch wichtig ist, wenn eine Zuckererkrankung besteht. Nahrungsmittel mit einem niedrigen glykämischen Index sind: z.B. Früchte (Banane, Apfel, Orange), Schokolade, Milch oder Energiedrinks. Ferner sollte das Essen direkt vor einer Belastung fett- und faserarm sein, da Fett und Fasern die Verdauung verzö-

gern. Vor der Trainingseinheit sollte ebenfalls darauf geachtet werden, dass kein Flüssigkeitsmangel besteht. Die Nahrungsaufnahme sollte jedoch nicht unmittelbar vor der sportlichen Aktivität erfolgen, zu empfehlen sind 1-2 Stunden vorher.

Nach dem Training sollten die Glykogenspeicher von Leber und Muskulatur so rasch als möglich wieder aufgefüllt werden. Die Nahrungsaufnahme nach dem Sport sollte daher innerhalb einer, maximal zwei Stunden erfolgen. Für die unmittelbare Regenerationsphase eignen sich daher am besten Lebensmittel mit einem mittleren bis hohen glykämischen Index (z.B. Sportgetränke, Honigbrot, Müsli, Soft Drinks, Energieriegel, gekochter Reis oder gebackene Kartoffeln). Dabei spielt es keine wesentliche Rolle, ob die Nahrungsmittel in flüssiger oder fester Form eingenommen werden. Nach dem Sport können jedoch auch fett- und faserhaltige Nahrungsmittel ohne Bedenken gegessen werden, hauptsächlich es schmeckt.

8.3.2 Nahrungsaufnahme und Intensität des Sports

Für 30 Minuten Fahrradfahren genügt ein zusätzlicher Snack 1-2 Stunden vorher und evtl. ein Snack nach dem Training. Je nach Größe des Snacks sollte die nachfolgende Mahlzeit etwas größer ausfallen.

Bei Belastungen von einer Stunde Dauer und länger sollten auch während der Belastung Kalorien zugeführt werden: hierbei könnte z.B. alle 15 Minuten ein Schokoladeriegel, hochka-

lorische „Sportlerriegel“ oder ein Stück Banane gegessen werden oder ein zuckerhaltiges Getränk (z.B. ein Sportdrink oder Fruchtsaft mit Wasser verdünnt) getrunken werden. Letzteres verhindert zusätzlich, dass ein Flüssigkeitsmangel und damit eine Austrocknung des Körpers entsteht. Es ist selbstverständlich erlaubt, ein Getränk und einen Snack zu kombinieren. Wichtig ist vor allem, dass es für den Patient gut verträglich ist und ihm schmeckt.

8.4 Überwachung des Körpergewichtes während eines Trainingsprogramms

Wie geht man nun im täglichen Leben mit der Berechnung der vermehrten Nahrungszufuhr um? Am Anfang eines Trainingsprogramms ist es sinnvoll, sich zu wiegen und das Gewicht in wöchentlichen Abständen zu kontrollieren. Sollte es zu einer Gewichtsabnahme kommen, so muss die Nahrungsaufnahme gesteigert und das Gewicht wieder kurzfristig kontrolliert werden. Sollte es trotz vermehrter Kalorienzufuhr dauerhaft zu einer Gewichtsabnahme während des Trainingsprogramms kommen, müssen der betreuende Arzt und Ernährungsberater konsultiert werden. Bleibt das Körpergewicht während des Trainingsprogramms konstant, obwohl es durch das Training eindeutig zu einem Auf-

bau der Muskulatur gekommen ist, kann auch dies ein Hinweis dafür sein, dass die tägliche Kalorienzufuhr zu gering war, kurz, der Patient zu wenig gegessen hat. In diesem Fall wurde Körperfett in Muskelmasse umgewandelt. Wenn aber zu wenig Körperfett vorhanden ist, kann sich dies wieder negativ auf den Krankheitsverlauf, insbesondere auf die Lungenfunktion auswirken. Also bedarf es auch in diesem Fall einer Änderung des Essverhaltens und der Arzt sowie eine Ernährungsberatung sollten eingeschaltet werden. Lag vor Beginn des Trainingsprogramms ein Übergewicht vor, kann die Reduktion des Körperfetts jedoch auch Ziel des Sportprogramms sein.

8.5 PEG-Sonde

Für Patienten mit einer PEG-Sonde gelten dieselben Regeln. Allerdings sollte eine Sondennahrung mindestens 2 Stunden vor dem Sport eingenommen werden. Nach dem Sport emp-

fehlt sich eine erneute Nahrungszufuhr über die PEG-Sonde, am besten gleich im Anschluss an die körperliche Belastung

8.6 Diabetes mellitus bei CF

Die Ernährung bei Mukoviszidosepatienten mit zusätzlichem Diabetes mellitus unterscheidet sich im wesentlichen nicht von den oben genannten Prinzipien. Wichtig ist hier jedoch, dass der CF-Patient, der wegen Diabetes mellitus mit Insulin behandelt wird, vor dem körperlichen Training seinen Blutzucker kontrolliert und ggf. bei einem Blutzucker < 100 mg/dl eine zusätzliche Mahlzeit vor dem Sport einnimmt. Besonders zu achten ist dann auf die Kohlehydrataufnahme während des Sportes sowie nach dem Sport,

da es bis zu 24 Stunden nach Sport zu Unterzuckerungen kommen kann. Deshalb empfehlen sich besonders auch nach dem Sport sowie einige Stunden später zusätzliche Blutzuckerkontrollen und ggf. erneutes Essen oder Trinken von kohlehydrathaltigen Getränken. Besonders wichtig ist jedoch, dass der an Diabetes mellitus erkrankte CF-Patient eine ausreichende Schulung erhält, wie er sich bezüglich der Insulingaben und des Essens bei Sport verhalten soll.

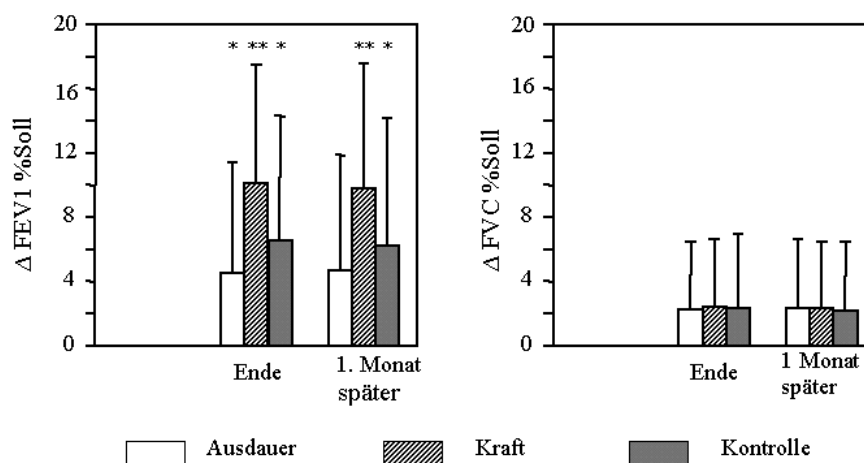
9. Sport bei Infektion oder einer intravenösen Antibiotikatherapie

Alexandra Hebestreit, Susi Kriemler

Entgegen der früher gängigen Annahme, dass während einer intravenösen Antibiotikatherapie kein Sport getrieben werden sollte, gibt es nun Untersuchungen die zeigen, dass gerade während eines Krankenhausaufenthaltes ein körperliches Training sehr effektiv und sinnvoll sein kann: Bei 66 Mukoviszidose-Patienten, die stationär in der Klinik wegen einer Lungenentzündung mit einer intravenösen Antibiotikatherapie behandelt wurden, wurde bei 2/3 der Patienten zusätzlich zu Physiotherapie, hochkalorischer Ernährung und intravenöser Antibiotikatherapie ein Sportprogramm eingeleitet. Die Hälfte der Trainingsgruppe nahm an einem Ausdauertraining fünf mal pro Woche auf dem

Fahrradergometer oder Laufband teil, die andere Hälfte der Trainingspatienten wurde fünf mal die Woche mit Krafttraining therapiert. Bei einer Kontrolle der Lungenfunktionswerte bei Entlassung (im Mittel 18 Tage nach Beginn des Trainingsprogramms) zeigte sich, dass sich die Krafttrainingsgruppe in Bezug auf die Lungenfunktion (FEV₁) deutlich gegenüber der Kontrollgruppe verbessern konnte. Auch einen Monat nach der Entlassung aus dem Krankenhaus waren die Lungenfunktionswerte der Krafttrainingsgruppe noch deutlich besser als die der Patienten, die nicht am Sportprogramm teilgenommen hatten (siehe Abbildung 7).

Abbildung 7: Veränderungen der Lungenfunktion während einer stationären i.v.-Therapie in Abhängigkeit von zusätzlichem Training (Selvadurai et al. 2002)



Bei Betrachtung des Körpergewichtes zeigte sich bei der Entlassung sowie einen Monat nach Entlassung eine deutlich stärkere Gewichtszunahme bei den Patienten, die das Krafttraining absolviert hatten im Vergleich zu den Patienten, die kein Training oder Ausdauertraining durchgeführt hatten.

Zusätzlich zu Lungenfunktionsparametern und Gewicht wurden in dieser Untersuchung auch die Lebensqualität der Patienten erfasst. Hier zeigte sich einen Monat nach der Entlassung aus dem Krankenhaus, dass die Patienten, die ihre körperliche Ausdauer trainiert hatten, eine

deutlich stärkere Verbesserung der Lebensqualität angaben, als die Patienten, die kein Training oder Krafttraining erhielten. Weitere Untersuchungen zu dem Thema „körperliches Training während einer stationären antibiotischen Therapie“ existieren derzeit nicht. Zusammenfassend scheint sich ein körperliches Krafttraining während einer intravenösen Antibiotikatherapie unter stationären Bedingungen positiv auf die Lungenfunktion und die Gewichtszunahme auszuwirken. Ausdauertraining hat wohl einen besonders günstigen Effekt auf die Lebensqualität, so dass eine Kombination dieser beiden Trainingsarten sehr sinnvoll erscheint.

Wann sollte kein Sport ausgeübt werden?

Es gibt nur wenige Situationen, in denen sich körperliche Belastung komplett verbietet. In

diesen Fällen sollte jedoch immer die Rücksprache mit dem behandelnden CF-Arzt gesucht werden.

1. Bei Fieber
2. Bei Gelenkproblemen mit Anschwellung des betreffenden Gelenkes
3. Zu Beginn einer schweren Lungenentzündung
4. Bei einem schlecht eingestellten Diabetes mellitus

5. Bei einer Rechtsherzdekompensation
6. Bei starkem Flüssigkeitsmangel
7. Evtl. bei ausgeprägter Leberzirrhose mit Ösophagusvarizen

Praktische Umsetzung

Während einer intravenösen antibiotischen Therapie sollte ein körperliches Trainingsprogramm durchgeführt werden, am sinnvollsten erscheint eine Kombination aus Krafttraining und Ausdauertraining. Wenn der Patient sich in stationärer Betreuung befindet, so kann ein Training auf dem Fahrradergometer (z.B. täglich 10-30 Minuten bei einer Herzfrequenz 140-150 Schläge/Minute) durchgeführt werden. In einigen größeren Kliniken stehen den Mukoviszidose-Stationen Fahrradergometer zum Training wie auch Herzfrequenzmonitore und Pulsoxymeter zur Trainingsüberwachung zur Verfügung. Um eine Kombination zwischen Ausdauer- und Krafttraining zu ermöglichen, ist es sinnvoll, Krafttrainingsgeräte (wie z.B.

Seilzug, Thera-Band etc.) anzuschaffen. In Einzelfällen – wenn die räumlichen Verhältnisse es zulassen – können die Trainingsgeräte auch in das Zimmer der Patienten gestellt werden, um den Patienten den Weg in den Trainingsraum zu ersparen und Infektionsquellen zu reduzieren.

Während einer intravenösen Antibiotikatherapie zu Hause können prinzipiell fast alle Sportarten ausgeübt werden. Kontaktsportarten sollten jedoch wegen der Verletzungsgefahr durch die Venenverweilkanüle vermieden werden. Auch ist es nicht ratsam, Wassersportarten auszuüben, wenn eine Venenverweilkanüle angelegt worden ist.

Eine Einschränkung der sportlichen Möglichkeiten ergibt sich meist jedoch aus der Lage und Art des venösen Zugangs:

Periphere Infusion

Hat der Patient eine periphere Infusion, sollte darauf geachtet werden, dass sie nicht über einem Gelenk liegt (z.B. Ellenbeuge), um eine optimale Bewegungsfreiheit zu gewährleisten.. Wenn möglich sollte die Infusion an dem Arm angelegt werden, der bei der gewählten Sportart weniger gebraucht wird (z.B. bei Tennis oder Badminton nicht am Schlagarm). Die intrave-

nöse Verweilkanüle muss sehr gut fixiert sein, damit sie bei der Bewegung nicht herausrutscht oder es zu einer Verletzung der Vene kommt. Ratsam ist eine großzügige Überklebung mit einem wasserabstoßenden Pflaster und zusätzlichem Verband, um auch einen gewissen Feuchtigkeitsschutz zu bieten.

Zentraler Venenkatheter

Mit einem zentralen Katheter, der in der Regel speziell für diese eine intravenöse Antibiotikatherapie angelegt worden ist, sollte sich die sportliche Aktivität hauptsächlich auf Fahrradfahren beschränken. Alle anderen Sportarten bieten ein zu großes Risiko für den Patienten

bzw. den Katheter. Patienten mit einem zentralen Venenkatheter werden in der Regel in der Klinik behandelt, so dass sich hier neben dem Fahrradergometer-Training und ggf. einem leichten Krafttraining keine weiteren Sportmöglichkeiten anbieten.

Port-a-cath

Im Vergleich mit einem zentralen Venenkatheter ist ein Port-a-cath viel unproblematischer, v.a. wenn er nicht angestochen ist. Es gibt bei einem Patienten mit nicht angestochenem Port-a-cath kaum Einschränkungen bezüglich

der Sportart. Bei angestochenem Port-a-cath gelten die gleichen Regeln wie bei liegender peripherer Infusion: keine Kontaktsportarten, keine Sportarten mit erhöhtem Unfallrisiko, kein Wassersport, keine Belastung der Einstichstelle.

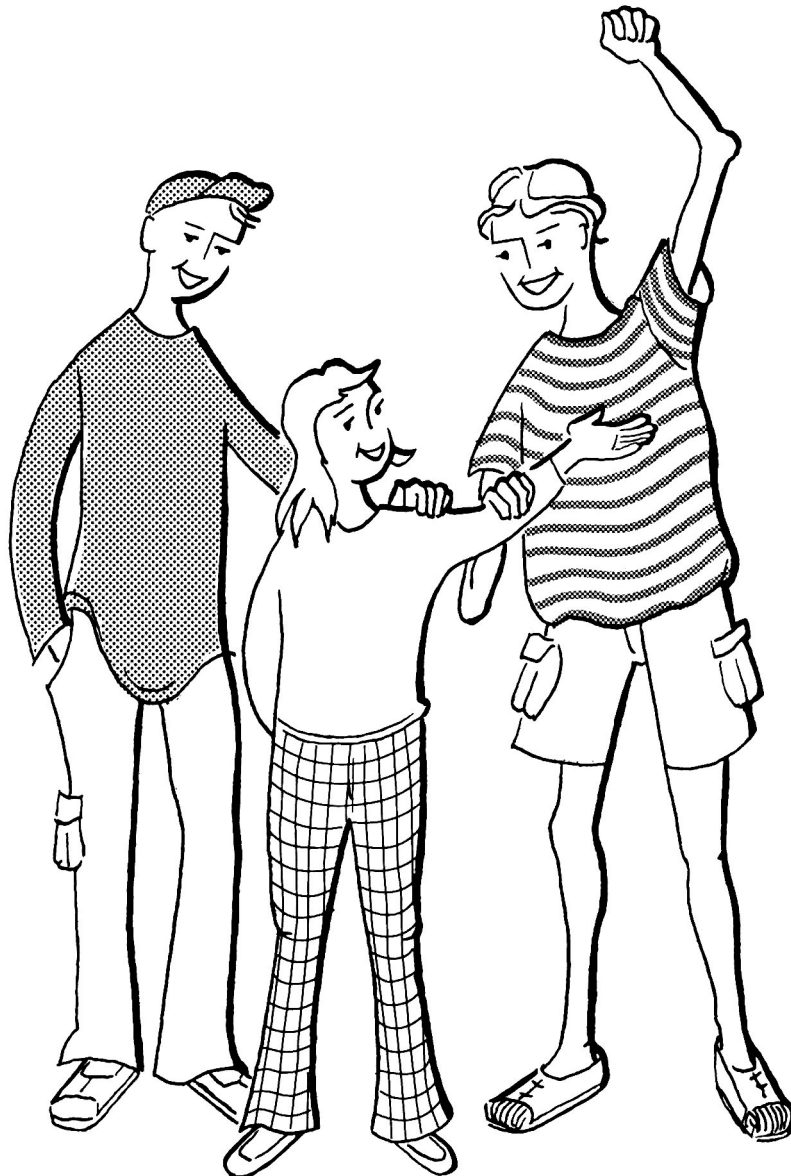
10. Schlusswort

Die Autoren hoffen, mit dem vorliegenden Leitfaden viele oft gestellte Fragen beantwortet zu haben. Der Bereich Sport ist ein bedeutender Teil in der Therapie der CF geworden, so dass ständig neue Untersuchungsergebnisse publiziert werden. Zum Zeitpunkt des Entstehens des Leitfadens haben wir versucht, den aktuellen Stand der Wissenschaft in diesen Leitfaden einzuarbeiten und die neuesten Ergebnisse vorzustellen.

Wir hoffen auch, mit dem vorliegenden Leitfaden Ängste und Bedenken genommen zu haben, die immer wieder in der Praxis, den Ambulanz-

Visiten oder aber auf Eltern- und Patientenveranstaltungen geäußert werden. Die Teilnahme an körperliche Aktivität und Sport ist generell bei CF zu empfehlen, wenngleich, wie bei allen chronischen Erkrankungen, Risiken bestehen. Diese Risiken können aber durch Information und in Gesprächen mit dem Behandlungsteam besprochen werden, um so für jeden einzelnen Patienten ein individuelles Programm zu erstellen, das für ihn/sie optimal ist.

Ganz zum Schluss möchten wir allen Patienten viel Spaß beim Sport wünschen.



11. Literaturliste

Krankheitsbild Mukoviszidose

Dockter, G. Lindemann, H. Linde (Hrsg.). Mukoviszidose. Stuttgart: Thieme Verlag, 2000

Orenstein, D.M., B.B. Rosenstein, R.C. Stern, (Hrsg.). Cystic Fibrosis. Philadelphia: Williams & Wilkins, 2000

Reinhardt, D., M. Götz, R. Krämer, M. Schöni (Hrsg.): Cystische Fibrose. Berlin: Springer Verlag, 2001

Physiotherapie bei Mukoviszidose

Dautzenroth, A., H. Saemann. Cystische Fibrose. Altersgerechte Physiotherapie bei Mukoviszidose. Stuttgart: Thieme, 2002

Arbeitskreis Physiotherapie des Mukoviszidose e.V. Physiotherapie bei Mukoviszidose, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage. Bonn: Mukoviszidose e.V., 1998

Ehrenberg, H.. Atemtherapie in der Physiotherapie/Krankengymnastik, München: Pflaum Verlag, 1988

Saemann, H. Physiotherapie Band 12, Pädiatrie. Stuttgart: Thieme Verlag, 1999.

Sport bei Mukoviszidose

Bar-Or, O.: Die Praxis der Sportmedizin in der Kinderheilkunde. Berlin: Springer Verlag, 1986

Bar-Or O, C.J.R. Blimkie, J.T. Hay, J.D. Macdougall, D.S. Ward, W.M. Wilson. Voluntary dehydration and heat intolerance in cystic fibrosis. Lancet 339 (1992): 696-699.

Barker, M., H. Hebestreit, M. Gappa. Belastungsuntersuchung bei Kindern und Jugendlichen mit chronischen Atemwegserkrankungen. Monatsschr. Kinderheilkd. (2004)

Barker, M., A. Hebestreit, W. Gruber, H. Hebestreit. Exercise testing and training in German cystic fibrosis centres – a national survey. Pediatr. Pulmonol. (accepted for publication)

Boas, S.R.: Exercise Recommendation for individuals with cystic fibrosis. Sports Med. 1 (1997): 17-37.

Borg, G.: Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign; IL: Humanlinetics, 1998

Dotan, R. Bar-Or, O.: load optimization for the Wingate Anaerobic Test. Eur. J. Physiol. occup Physiol. S1 (1983): 409-417

Evans, J.A. Quinney, H.A.: Determination of resistance settings for anaerobic power testing. Can. J. Appl. Sport Sci 6 (1981): 53-56

Gulmans, V.A., K. DeMeer, H.J.L. Brackel, J.A.J. Faber, R. Berger, P.J. Helders. Outpatient exercise training in children with cystic fibrosis: physiological effects, perceived competence, and acceptability. Pediatr Pulmonol 28 (1999): 39 -46.

Godfrey, S., C.T.M. Davies, E. Wozniak, C.A. Barnes. Cardio-respiratory response to exercise in normal children. *Clin. Sci.* 40 (1971): 419-431.

Gruber, W., D. Kiosz. Körperliches Training und psychisches Wohlbefinden bei Patienten mit Cystischer Fibrose. *Prävention und Rehabilitation* 8 (1996): 64-69.

Gruber, W.. Sport und Mukoviszidose. Möglichkeiten der Trainingsgestaltung und -steuerung bei Patienten mit Cystischer Fibrose. Hamburg: Czwalina Verlag, 1997

Gruber, W.. Körperliche Aktivität und Training bei Cystischer Fibrose – Ergebnisse und Trainingsempfehlungen. *CF Report* 8 (2000): 3 - 14

Hebestreit, A., U. Kersting, B. Basler, R. Jeschke, H. Hebestreit. Exercise inhibits epithelial sodium channels in patients with cystic fibrosis. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 164 (2001): 443 - 446

Hebestreit, H., R. Ferrari, J. Meyer-Holz, W. Lawrenz, B.-K. Jüngst (Hrsg.). Sportmedizin im Kindes- und Jugendalter – Grundlagen, Praxis, Trainingstherapie. Stuttgart: Thieme Verlag, 2002

Hebestreit, H., S. Kriemler, A. Hebestreit. Körperliche Aktivität und Training bei Mukoviszidose. *Dt. Zeitschr. Sportmed.* 51 (2000): 85 - 93

Moorcroft, A.J., M.E. Dodd, A.K. Webb. Exercise limitations and training for patients with cystic fibrosis. *Disabil. Rehabil.* 20 (1998): 247 - 253.

Nixon, P.A., D.M. Orenstein, S.E. Curtis, E.A. Ross. Oxygen supplementation during exercise in cystic fibrosis. *Am. Rev. Respir. Dis.* 142 (1990): 807 - 811.

Nixon, P.A., D.M. Orenstein, S.F. Kelsey, C.F. Doershuk. The prognostic value of exercise testing in patients with cystic fibrosis. *N. Eng. J. Med.* 327 (1992): 1785 - 1788.

Nixon, P. Cystic Fibrosis. In: Durstine, J.L. Moore, G.E. (Hrsg.). *ACSM's Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003: 111-117

Orenstein, D. M. Cystic Fibrosis. In: Goldberg, B. (Hrsg.). *Sports and Exercise for Children with Chronic Health Conditions* Champaign, IL: Human Kinetics, 1995: 167-186

Orenstein, D. Assessment of exercise & pulmonary function in Rowland, T. *Pediatric Laboratory Exercise Testing Campaign II*; Human Kinetics 1009: 141-163

Orenstein, D.M., B.A. Franklin, C.F. Doerhuk, H.K. Hellerstein, K.J. Germann, J.G. Horowitz, R.C. Stern. Exercise conditioning and cardiopulmonary fitness in cystic fibrosis. The effects of a three-month supervised running program. *Chest* 80 (1981): 392 - 398.

Schneiderman-Walker, J., S. Pollock,. A randomized controlled trial of a 3-year home exercise program in cystic fibrosis. *J. Pediatr.* 136 (2000): 304 - 310.

Selvadurai, H.C., C.J. Blimkie, N. Meyers, C.M. Mellis, P.J. Cooper, P.P. Van Asperen. Randomized controlled study of in-hospital exercise training programs in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 33 (2002): 194 - 200.

Stanghelle, J.K., D. Skyberg. Cystic fibrosis patients running a marathon race. *Int. J. Sports Med.* 9 Suppl. (1988): 37 - 40.

Stanghelle, J.K., D. Skyberg, O.C. Haanaes. Eight-year follow-up of pulmonary function and oxygen uptake during exercise in 16-year-old males with cystic fibrosis. *Acta Paediatr.* 81(1992): 527 - 531.

Strauss, G.D., A. Osher, C.I. Wang, E. Goodrich, F. Gold, W. Colman, M. Stabile, A. Dobrenchuk, T.G. Keens. Variable weight training in cystic fibrosis. *Chest* 92 (1987): 273 - 276.

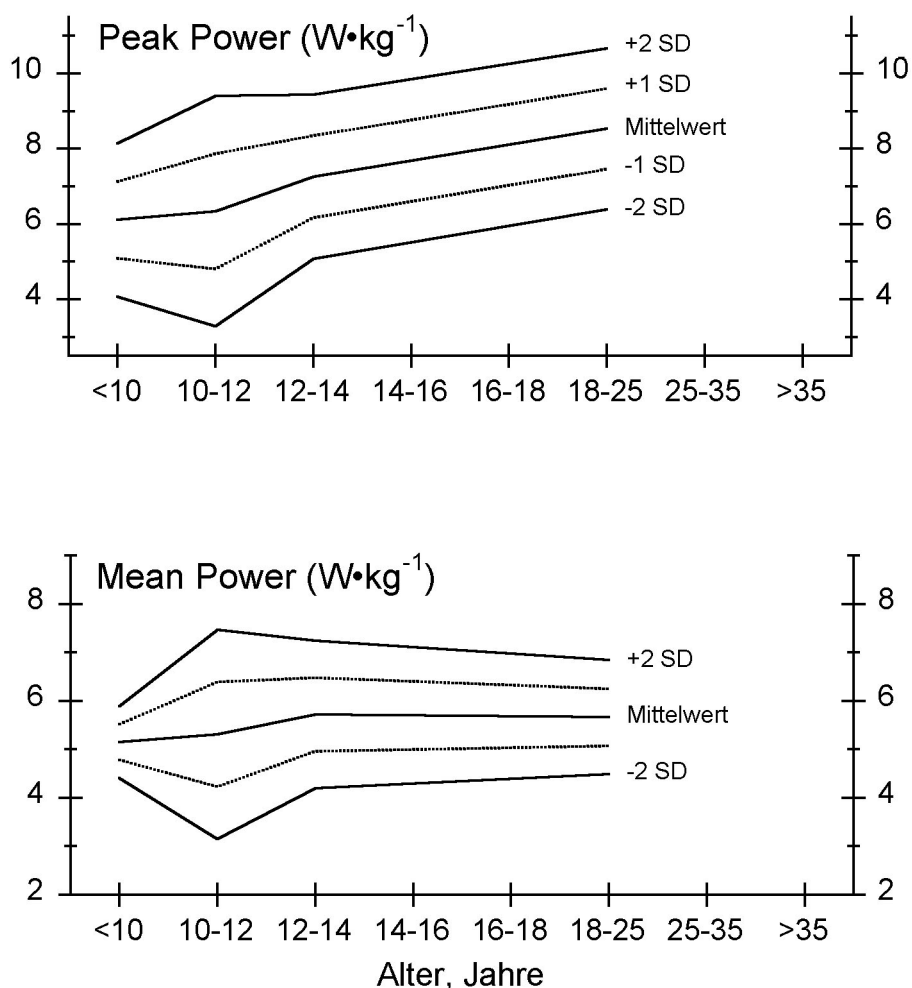
Zach, M., B. Purrer, B. Oberwalder. Effect of swimming on forced expiration and sputum clearance in cystic fibrosis. *Lancet* 2 (1981): 1201 - 1203.

Anhang A

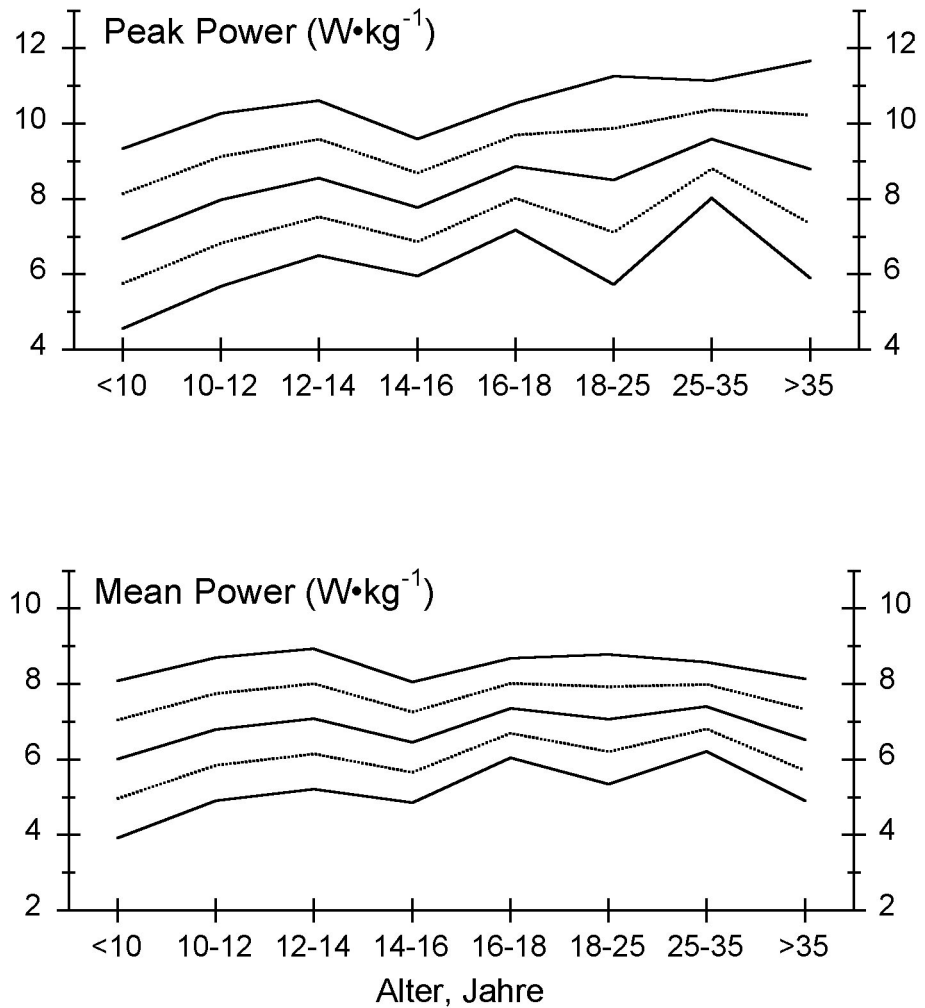
Wingate-Test

Normwerte für Peak-Power und Mean-Power

Abbildung 12: Peak Power und Mean Power pro Kilogramm Körpergewicht im Wingate Test bei Mädchen (Nach Inbar, Bar-Or und Skinner: „The Wingate Anaerobic Test“, Human Kinetics 1996)



Peak Power und Mean Power pro Kilogramm Körpergewicht im Wingate Test bei gesunden Jungen und Männern. (Nach Inbar, Bar-Or und Skinner: „The Wingate Anaerobic Test“, Human Kinetics 1996)



Anhang B

Sportarten und Belastungsformen für CF-Patienten.

In den Tabellen wird eine Unterteilung nach der körperlichen Belastbarkeit vorgenommen. Nicht jede Sportart ist automatisch für jeden Patienten geeignet, sondern die individuellen Voraussetzungen (Schweregrad, Ernährungszustand, körperliche Leistungsfähigkeit) spielen eine große Rolle bei der Auswahl der „richtigen“ Sportart (siehe Kapitel 3).

Sportarten/ Belastungsformen		Verbesserungsmöglichkeiten gering = + , mittel = ++ , groß = +++				Abfall der O ₂ -Sättigung bei Belastung	
Ausdauer- sportarten	Für CF-Pat. geeignet	Ausdauer	Kraft	Koordination	Beweglichkeit	unter 90%	Kein Abfall
Wandern	Ja	++	+	+	+	✓	✓
Walking	Ja	+++	+	+	+	✓	✓
Nordic-Walking	ja	+++	+	+			
Bergwandern	Ja	++	+	+	+		✓
Laufen/Joggen	Ja	+++	+	++	+		✓
Radfahren	Ja	+++	++	+	+	✓	✓
Ergometertraining (Rad/Laufband)	Ja	+++	++	+	+	✓	✓
Schwimmen	Ja	+++	+	++	+	✓	✓
Rudern	ja	+++	++	++	+	✓	✓

Sportarten/ Belastungsformen		Verbesserungsmöglichkeiten				Abfall der O2-Sättigung bei Belastung	
Spiel- sportarten	Für CF-Pat. geeignet	Ausdauer	Kraft	Koordination	Beweglichkeit	unter 90%	Kein Abfall
Fußball	Ja	++	+	++	+		✓
Volleyball	Ja	+	+	++	+	✓	✓
Basketball	Ja	++	+	++	+		✓
Handball	Ja	++	+	++	+		✓
Eishockey/ Streethockey	Ja	++	+	++	+		✓
Squash	Ja	++	+	+	+		✓
Badminton	Ja	++	+	++	+	✓	✓
Tennis	Ja	++	+	++	+		✓
Tischtennis	Ja	++	+	++	++	✓	✓
Golf	ja	+	+	++	++	✓	✓

Sportarten/ Belastungsformen		Verbesserungsmöglichkeiten gering = + , mittel = ++ , groß = +++					Abfall der O2-Sättigung bei Belastung	
<u>Einzel- sportarten</u>	Für CF-Pat. geeignet	Ausdauer	Kraft	Koordination	Beweglichkeit	unter 90%	Kein Abfall	
Ski alpin	bedingt	++	++	++	++		✓	
Snowboard	bedingt	++	++	++	+		✓	
Inline-Skating	bedingt	+++	++	+++	+	✓	✓	
Wasserski	bedingt	+	++	++	+		✓	
Windsurfing	bedingt	+	+	++	+		✓	
Segeln	Ja	+	+	+	+		✓	
Klettern	Ja	+	++	++	++	✓	✓	
Bergsteigen	Ja	+	+	++	+		✓	
Mountain biking	bedingt	++	++	++	++	✓	✓	
Triathlon (kurz)	ja	+++	++	+	++		✓	

Sportarten/ Belastungsformen	Verbesserungsmöglichkeiten					Abfall der O2-Sättigung bei Belastung	
	gering = +, mittel = ++, groß = +++					unter 90%	Kein Abfall
<u>Gymnastik/ körperbild. Sportarten</u>	Für CF-Pat. geeignet	Ausdauer	Kraft	Koordination	Beweglichkeit		
Yoga	Ja	+	+	++	++	✓	✓
Tai Chi	Ja	++	+	+++	++	✓	✓
Gymnastik allgemein	Ja	+	+	++	++	✓	✓
Stretching	Ja	+	+	+	+++	✓	✓
Aerobic	Ja	++	+	++	++		✓
Krafttraining	Ja	+	+++	+	+	✓	✓
Bodybuilding	Weniger	+	++	++	+		✓
Zirkel- Training	ja	+	+	+	+	✓	✓

Sportarten/ Belastungsformen		Verbesserungsmöglichkeiten gering = +, mittel = ++, groß = +++						Abfall der O2-Sättigung bei Belastung	
	Für CF-Pat. geeignet	Ausdauer	Kraft	Koordination	Beweglichkeit	unter 90%	Kein Abfall		
Sonstige Sportarten									
Tanzen	Ja	++	+	++	++	✓	✓		
Reiten	Ja	+	+	+	+	✓	✓		
Schlittschuhlaufen	Ja	++	+	++	+	✓	✓		
Kegeln/Bowling	Ja	+	+	+	+	✓	✓		
Frisbee	Ja	+	+	+	+		✓		
Indiaccia	Ja	+	+	++	+	✓	✓		
Schießen (Bogen, Gewehr/Pistole)	Ja	+	+	++	+	✓	✓		
Kickboard/Scooter	Ja	+	+	++	+	✓	✓		
Bungee-jumping	nein								
Tauchen (Flasche)	nein								

Sportarten/ Belastungsformen		Verbesserungsmöglichkeiten gering = +, mittel = ++, groß = +++				Abfall der O ₂ -Sättigung bei Belastung	
Kampf- Sportarten	Für CF-Pat. geeignet	Ausdauer	Kraft	Koordination	Beweglichkeit	unter 90%	Kein Abfall
Judo	Ja	+	+	++	++++		✓
Karate	Ja	+	+	++	++++		✓
Aikido	Ja	+	+	++	++++		✓
Fechten	Ja	+	+	++	++		✓
Boxen	Weniger	+	++	+	++		✓
Ringen	weniger	+	++	++	++		✓

Anhang C

Empfehlungen für ein Ausdauer- und Krafttraining

Ausdauer

Minimalprogramm

Bei dem Minimalprogramm werden die gesundheitlich wünschenswerten Trainingseffekte durch ein Minimum an Zeitaufwand erreicht. Trainingsintensität, Trainingsumfang und zeitliche muskuläre Belastung sind gerade ausreichend, um präventiv wirksame Anpassungserscheinungen der kardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit (Herz, Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel) zu erzielen.

Wichtig für das Training und die zu erwartenden Trainingseffekte ist, dass es sich um eine dynamische Beanspruchung großer Muskelgruppen handelt (1/6 - 1/7 der Gesamtmuskelmasse). Große Muskelgruppen werden z.B. beim Gehen, Wandern, Walking, Jogging, Radfahren, Schwimmen etc. beansprucht.

Trainingsumfang:

mindestens 60 min/Woche. Der durchschnittliche Kalorienverbrauch durch das Training sollte dabei 500 - 1000 Kcal betragen.

Trainingshäufigkeit:

Größere Anpassungserscheinungen sind zu erreichen, wenn 3mal/Woche trainiert wird als bei einer Trainingseinheit mit einer Dauer von 60 Minuten/Woche. Alternativ kann auch täglich eine Belastung von ca. 10 min mit der individuell festgelegten Trainingsintensität durchgeführt werden.

Trainingsintensität:

50 - 85 % der bei einer Belastungsuntersuchung erreichten Herzfrequenz bzw. 50 - 60 % der max. O₂-Aufnahme.

Belastungssteigerung:

Umfang vor Intensität

Belastungsformen:

Gehen, Wandern, Walking, Jogging, Radfahren, Schwimmen, Inline-Skating, Aerobic, Tanzen etc.

Optimalprogramm

Ein gesundheitlich als optimal angesehenes Trainingsprogramm ist notwendig, um nennenswerte positive Veränderungen des Herz-Kreislauf-Systems, der Atmung und des Stoffwechsels zu erreichen. Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine dynamische Beanspruchung mit mindestens 1/6-1/7 der Gesamtmuskelmasse.

von 30 - 60 min, oder 3 - 5 Trainingseinheiten mit einer Dauer von 60 - 90 min

Trainingsintensität:

60 - 85 % der bei einer Belastungsuntersuchung erreichten Herzfrequenz bzw. 50 - 70 % der max. O₂-Aufnahme

Trainingshäufigkeit:

Minimum 3 - 4 mal/Woche, bzw. täglich.

Belastungssteigerung:

Umfang vor Intensität

Trainingsumfang:

mindestens 3-5 h/Woche. Der durchschnittliche Kalorienverbrauch durch das Training sollte dabei ca. 2000 Kcal betragen. Minimum 3-4 Trainingseinheiten/Woche mit einer Dauer

Belastungsformen:

Gehen, Wandern, Walking, Jogging, Radfahren, Schwimmen, Inline-Skating, Aerobic, Tanzen etc.

Krafttraining

Trainingsziel: Kraftausdauer

Trainingshäufigkeit:

1 - 2 mal/Woche

sollten erreicht werden, wenn nicht, dann ist die gewählte Belastung (das Gewicht in kg) zu hoch.

Wiederholungen:

20-30 Wiederholungen bei 2-5 Serien an einem Gerät

Trainingsdauer:

ca. 60 - 90 Minuten

Intensität:

30 - 65 % der maximalen Kraftleistung. Diese ist in der Regel sehr schwer festzulegen. Für die Trainingspraxis gilt: 20-30 Wiederholungen

Bewegungstempo:

langsam bis zügig

Subjektives Empfinden der Belastung:

mittel

Trainingsziel: Muskelaufbau

Trainingshäufigkeit:

3 - 4 mal/Woche

sollten erreicht werden, wenn nicht, dann ist die gewählte Belastung (das Gewicht in kg) zu hoch

Wiederholung/Intensität:

10 - 20 Wiederholungen bei 3 - 5 Serien an einem Gerät

Trainingsdauer:

ca. 60 - 90 Minuten

Intensität:

65 - 85 % der maximalen Kraftleistung. Diese ist in der Regel sehr schwer festzulegen. Für die Trainingspraxis gilt: 10-20 Wiederholungen

Bewegungstempo:

langsam bis zügig

Subjektives Empfinden der Belastung:

mittel bis schwer

Tipps für die Praxis

- Generell sollte eine Trainingseinheit immer mit einem Aufwärmprogramm von ca. 10-15 Minuten beginnen. Dieses beinhaltet immer auch ein Dehnprogramm, bei dem die Muskelgruppen gedehnt werden, die später während der Trainingseinheit beansprucht werden.
- Die Trainingseinheit sollte mit einer Cool-Down-Phase beendet werden, mit einer Dauer von ca. 10-15 Minuten. Hier sollten wieder die Muskeln gedehnt werden, die hauptsächlich beim Training beansprucht wurden. Auf die Weise kann eine Verkürzung der Muskulatur und von mit muskulären Dysbalancen vermieden werden.
- Prinzipiell kann ein Ausdauertraining mit einem Krafttraining verbunden werden, wobei zuerst mit der Verbesserung der Ausdauer begonnen werden sollte.
- Pressatmung ist beim Krafttraining verboten. Die Atmung ist mit der Bewegung zu kombinieren, wobei mit der Anstrengung ausgeatmet werden sollte.
- Mit dem Training erst ca. 2 Stunden nach einer Mahlzeit beginnen
- Während des Trainings, insbesondere bei höheren Temperaturen genug Flüssigkeit zu sich nehmen.

Anhang D

Skala zur Einschätzung des subjektiven Anstrengungsempfindens (RPE-Skala, Borg 1998)

Borg RPE-Skala

Wert	Anstrengungsgrad
6	überhaupt keine Anstrengung
7	extrem leicht
8	
9	sehr leicht
10	
11	leicht
12	
13	etwas schwer
14	
15	schwer
16	
17	sehr schwer
18	
19	extrem schwer
20	größtmögliche Anstrengung

Mukoviszidose e.V.

Bendenweg 101
53121 Bonn

Telefon: 0228 - 9 87 80-0
Telefax: 0228 - 9 87 80-77

www.muko.info
info@mukoviszidose-ev.de