

2 Grundlagen der Trainingslehre

Für die Planung und Durchführung eines rehabilitativen Trainings werden verschiedene Informationen benötigt. Hierfür analysiert man das alltags- oder sportartspezifische Anforderungsprofil („Needs Analysis“, Baechle und Earle 2000, Kraemer und Häkkinen 2002) und ermittelt Stärken und Schwächen des Patienten. Auf dieser Grundlage erfolgt eine Trainingsplanung, die sich an den Bedürfnissen des Einzelnen orientiert. Wir empfehlen, eine solche Analyse mit jedem Patienten durchzuführen. Die Analyse besteht aus folgenden Arbeitsschritten:

- Sollwert-Bestimmung
- Istwert-Bestimmung
- Übungsauswahl
- Reihenfolge der Übungen
- Bestimmung der Trainingsintensität

Sollwert-Bestimmung

Zunächst werden die typischen Bewegungsmuster ermittelt, die der Patient regelmäßig am Arbeitsplatz oder während seiner sportlichen Freizeitaktivitäten ausübt. Nicht selten gibt es spezifische

Bewegungen, die er aufgrund von Beschwerden (Schmerz, Bewegungseinschränkung) momentan nicht oder nur mit Mühe ausführen kann. Genau diese Schlüsselbewegungen bilden die Grundlage für das weitere Training (Beispiele, siehe **Abb. 2.1a–b**). Am Ende einer erfolgreichen Rehabilitation sollte der Patient die Schlüsselbewegung beschwerdefrei durchführen können.

Hilfreich bei der Beurteilung des Anforderungsprofils sind folgende Fragen:

- Welche Schlüsselbewegungen gibt es?
- In welcher Ausgangsstellung finden die Schlüsselbewegungen statt?
- Welches Bewegungsmaß wird gefordert?
- Welche Hauptmuskelgruppen realisieren die Bewegungen oder Haltungen?
- Welche Kontraktionsform(en) und Geschwindigkeiten dominieren (konzentrische/exzentrische Aktivität, Isometrie)?
- Welche energetischen Voraussetzungen müssen erfüllt sein (aerob/anaerob-alaktazider/anaerob-laktazider Stoffwechsel)?



a



b

Abb. 2.1a–b Schlüsselbewegungen. **a** Sportspezifische Schlüsselbewegungen. **b** Arbeitsspezifische Schlüsselbewegungen.

- Welchen Risiken ist der Patient ausgesetzt (häufige Verletzungen/Beschwerden am Arbeitsplatz oder beim Sport)? Besteht die Möglichkeit der Prävention?

Zur Verdeutlichung soll dieser Fragenkatalog in einem Beispiel exemplarisch beantwortet werden:

Fallbeispiel: Herr M. ist Malermeister und sportlich nicht aktiv. Er leidet an Schmerzen im Bereich der Schulter, die ihn bei der Ausübung seiner beruflichen Tätigkeit behindern. Die Schmerzen treten auf, wenn Herr M. längere Zeit über Kopf arbeitet, z. B. wenn er eine Zimmerdecke streicht.

- Schlüsselbewegung ist die maximale Elevation, verbunden mit einer Extension der Halswirbelsäule. Die Arbeit wird überwiegend im Stehen verrichtet.
- Erforderlich ist das volle Bewegungsausmaß (bis 180°).
- Die Antischwerkraftmuskeln der unteren Extremität und des Rumpfes müssen ein stabiles punktum fixum bieten (überwiegend statische Muskelarbeit). Der Arm muss dynamisch-konzentrisch von den Elevatoren geführt werden.
- Die Überkopfbewegungen finden in einem kleinen Bewegungsausmaß mit relativ geringer Geschwindigkeit über einen längeren Zeitraum statt.
- Bei der Überkopftätigkeit muss die Muskulatur eine Ausdauerleistung vollbringen. Das energetische Anforderungsprofil ist überwiegend aerob.
- Schulterbeschwerden treten bei Überkopfarbeiten relativ häufig auf und können unbehandelt degenerative Veränderungen der beteiligten Gelenke (Schultergelenk, Sternoklavikular- und Akromioklavikulargelenk) sowie der Sehnen der Rotatorenmanschette verursachen. Stark beansprucht werden auch die Gelenke und Bandscheiben der Halswirbelsäule. Oft kommt es aufgrund der degenerativen Veränderungen zu längerer Arbeitsunfähigkeit, weswegen die Prävention eine wichtige Rolle spielt.

Sind alle Fragen ausreichend beantwortet, erhält man einen Sollwert, der fast alle Komponenten des eigentlichen Trainings enthält. Über die Bestimmung des Istwerts kann nun das aktuelle Defizit des Patienten ermittelt werden.

Istwert-Bestimmung

Am Anfang steht eine Funktionsuntersuchung. Die Schmerzursache wird bestimmt, funktionelle Einschränkungen werden ermittelt. Leider hat sich die therapeutische Arbeit in der Medizinischen Trai-

ningstherapie in den letzten Jahren stark gewandelt. Aus Kosten- bzw. Zeitgründen müssen viele Therapeuten zehn und mehr Patienten innerhalb einer Therapie-Einheit beaufsichtigen. Eine Befundaufnahme und ein darauf aufbauender indikationsspezifischer Trainingsplan werden dadurch unmöglich. In diesem Zusammenhang möchten wir eindrücklich auf die ursprünglichen Grundlagen der MTT hinweisen. Eine ordentliche Befundaufnahme, die in regelmäßigen Abständen kontrolliert wird (Rebefund), stellt eine zwingende Voraussetzung für eine funktionelle Therapie dar. Einrichtungen, die sich dieser Tatsache nicht stellen, handeln nicht nur fahrlässig, sondern degradieren den Therapeuten zum einfachen Geräte-Einsteller. Dies wird weder seiner Qualifikation noch seinem Anspruch gerecht. Ausdrücklich ermutigen wollen wir alle Sportlehrer in therapeutischen Einrichtungen, sich manuelle Fertigkeiten anzueignen. Man muss kein Physio- oder Manualtherapeut sein, um eine Funktionsuntersuchung durchführen zu können. Nur wenn eine einheitliche Wissensgrundlage geschaffen wird, ist Teamarbeit möglich. Die Befunderhebung sollte folgende Fragen klären:

- Müssen Wundheilungsphasen in der Trainingsplanung berücksichtigt werden?
- Wie belastbar ist das geschwächte oder traumatisierte Gewebe?
- Welche Gelenke weisen pathophysiologische Merkmale auf (Hypo- oder Hypermobilität, Schmerz etc.)

Der zweite Teil der Istwert-Bestimmung bezieht sich auf die Leistungsdiagnostik. In Anlehnung an den Sollwert wird bestimmt, ob die grundlegenden Voraussetzungen für die Durchführung der oben beschriebenen Fähigkeiten (Schlüsselbewegungen) gegeben sind. In Abhängigkeit vom Leistungsniveau des Patienten (Leistungssport, Breitensport, sportlich nicht aktiv) und den finanziellen Möglichkeiten der Einrichtung kommen dabei apparative oder nicht apparative Verfahren zur Anwendung (siehe **Tab. 2.1**).

Die (manuelle) Funktionsuntersuchung ist den jeweiligen Kapiteln bzw. Indikationen zu entnehmen. Die genannten Testverfahren werden zum Teil bei den einzelnen motorischen Grundeigenschaften abgehandelt. Nach Auswertung der Testergebnisse kann das aktuelle Defizit des Patienten bestimmt und der Trainingsplan entsprechend aufgestellt werden.

Tabelle 2.1 Leistungsdiagnostik

Motorische Grundeigenschaft	Testverfahren
Ausdauer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme ▪ Messung der maximalen Herzfrequenz ▪ Step-Test ▪ PWC 150/170 ▪ Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle (IANS)
Kraft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bestimmung der Maximalkraft (dynamisch oder isometrisch) ▪ Bestimmung des 10-Wiederholungsmaximums ▪ Isokinetik (Ermittlung der Drehmomentkurve oder der isometrischen Maximalkraft) ▪ Schnellkrafttests (Jump and Reach, Bodenkontaktzeiten bei Niedersprüngen)
Koordination	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Test lokaler Stabilisatoren ▪ Kinästhesie: Winkelreproduktion ▪ Gleichgewichtstests ▪ Apparative Systeme (z. B. Biodex) ▪ Sprungtests
Beweglichkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manuelle Funktionsuntersuchung ▪ Medi-Mouse ▪ Apparative Systeme (FPZ-System, David etc.)
Schnelligkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sprinttests über verschiedene Distanzen

Übungsauswahl

Die Auswahl der Übungen orientiert sich konsequent an der Soll-/Istwert-Analyse. Defizitäre Muskelgruppen werden in einer funktionellen Ausgangsstellung trainiert. Funktionell bedeutet in diesem Zusammenhang, dass Ausgangsstellung, Bewegungsmaß, Kontraktionsform und Geschwindigkeit der späteren reellen Arbeit so nahe wie möglich kommen. Die genannten Parameter werden lediglich so weit verändert, dass ein schmerzfreies Training möglich ist und keine Retraumatisierung befürchtet werden muss.

Grundsätzlich werden Haupt- und Nebenübungen unterschieden. Hauptübungen sind mehrgelenkige Übungen, die insbesondere große Muskelgruppen betreffen. Beispiele hierfür wären die Kniebeuge oder die Funktionsstemme. Nebenübungen konzentrieren sich eher auf ein Gelenk oder eine Muskelgruppe, wie zum Beispiel der Bizepscurl. Hauptübungen sind bezüglich der Bewegungsausführung anspruchsvoller, da mehrere Gelenke

gleichzeitig dynamisch stabilisiert werden müssen. Dies kann zu Beginn der Therapie ein Nachteil (koordinative Überforderung), später aber ein Vorteil (realistische Anforderung) sein. Betrachtet man den Transfer in den Alltag, stellen Hauptübungen sicherlich die spezifischere Variante dar, denn die meisten Alltagsbewegungen bestehen aus mehrgelenkigen Bewegungen. Nebenübungen haben den Vorteil, dass isolierte Defizite gezielt aufgearbeitet werden können. Sie sind für den Trainingsunerfahrenen leichter und schneller zu erlernen. Aus den oben genannten Gründen sollte ein Training aber immer aus beiden Komponenten bestehen.

Reihenfolge der Übungen

Zu Beginn des motorischen Lernprozesses werden die anspruchsvollsten (Haupt-)Übungen vor den Nebenübungen durchgeführt. Später kann diese Reihenfolge im Sinne einer sportartspezifischen Simulation umgedreht werden. Durch eine Nebenübung wird dabei eine Vorerermüdung geschaffen. Die gleiche Muskelgruppe wird dann mit einer Hauptübung ausbelastet. Ein Fußballer muss seine Beinachse auch nach 80 Minuten noch stabilisieren können. Eine Vorerermüdung erscheint deshalb als realistische Übungsvariation.

Bestimmung der Trainingsintensität

Diese Ausführungen beziehen sich in erster Linie auf das Krafttraining. Um die adäquate Trainingsintensität zu bestimmen, kommen verschiedene Verfahren zur Anwendung:

- Ermittlung des Einwiederholungsmaximums (1-WM)
- Abschätzung des Einwiederholungsmaximums
- Bestimmung der Intensität über die entsprechenden Wiederholungszahlen

Ermittlung des Einwiederholungsmaximums: Gerade im Leistungssport wird die Bestimmung des 1-WM empfohlen. Davon ausgehend erfolgt eine prozentuale Berechnung der Trainingsintensität für die einzelnen Trainingsziele. Dies setzt einerseits einen gleich bleibenden Zusammenhang zwischen Wiederholungszahlen und prozentualer Intensität und andererseits eine ausreichende Belastbarkeit des Patienten voraus. Beides ist in der Regel nicht vorhanden. Betrachtet man verschiedene Tabellen, die den Zusammenhang zwischen Intensität und den maximal auszuführenden Wiederholungszahlen beschreiben, stellt man eine überproportional große Schwankung fest.

Tabelle 2.2 Zusammenhang zwischen Wiederholungszahlen und prozentualer Intensität, n.g. = nicht getestet

<i>Intensität in % – maximal mögliche Wiederholungszahlen</i>	<i>Holten</i>	<i>Escamilla und Wickham (2003)</i>	<i>Radlinger et al. (1998b)</i>	<i>Fleck und Kraemer (1997, Beinpresse untrainiert)</i>	<i>Fleck und Kraemer (1997, Bank drücken untrainiert)</i>
100%	1	1	1	1	1
90%	4	4	2,35 (1–9)	n.g.	n.g.
80%	11	8	5,67 (1–16)	15,2	9,8
70%	22	12	9,36 (3–20)	n.g.	n.g.
60%	30	n.g.	13,22 (5–31)	33,9	19,7

Während sich die Autoren über den Zusammenhang zwischen der höchsten Intensität (100%) und der damit maximal möglichen Wiederholungszahl (1) noch einig sind, wird die Variabilität der Wiederholungszahlen bei niederen Intensitäten immer größer. Radlinger et al. (1998a) beobachteten bei 60% der individuellen maximalen Kraft eine Schwankungsbreite von 5–31 Wiederholungen. Walker et al. (2003) sowie Fleck und Kraemer (1997) konnten dies mit ähnlichen Werten bestätigen. Des Weiteren bestand beim gleichen Patienten ein deutliches Missverhältnis zwischen der oberen und unteren Extremität. Führten untrainierte Probanden eine ermüdende Serie mit 60% der maximalen Kraft aus, so konnten auf der Beinpresse 33,9, beim Bankdrücken nur 19,7 Wiederholungen ausgeführt werden. Bedenkt man zudem die grundsätzlich herabgesetzte Belastbarkeit von Patienten, erscheint uns dieses Verfahren der Intensitätsbestimmung in der Rehabilitation als wenig geeignet.

Abschätzung des Einwiederholungsmaximums: Die zweite Möglichkeit stellt die Abschätzung des 1-WM dar. Es wird zunächst ein submaximaler Krafttest mit einem Gewicht durchgeführt, das nach ca. 10 Wiederholungen eine Ermüdung verursacht. Dies entspricht auf der Holten-Kurve 80% der individuellen maximalen Kraft. Mit einem einfachen Dreisatz kann nun das maximale Gewicht errechnet werden (100%, Felder et al. 1999).

Beispiel: Ein Gewicht von 50 kg kann bis zur Ermüdung 11-mal überwunden werden, 50 kg sind also 80% der individuellen maximalen Kraft. 1% entspricht 0,625 kg. Das maximale Gewicht beträgt 62,5 kg (=100%). Soll nun mit 60% ein Muskelaufbautraining durchgeführt werden, beträgt die Trainingslast $62,5 \text{ kg} \times 0,6 = 37,5 \text{ kg}$.

Betrachtet man die Werte anderer Autoren, wird klar, dass solche Berechnungen keine verlässlichen Werte liefern können. Denn orientiert man sich im gleichen Beispiel nicht an Holten, sondern an Radlinger et al. (1998b), erhält man bei der Rechnung ein Trainingsgewicht von ca. 46 kg.

Es gibt eine Reihe anderer Berechnungsformeln und Tabellen, die von ähnlichen mehr oder weniger linearen Zusammenhängen zwischen Last und Wiederholungsmaximum ausgehen (zum Beispiel Baechle und Earle 2000, Mayhew et al. 1995). Infolge solcher Berechnungen ergibt sich häufig eine Unter- oder Überforderung des Patienten. Nach Kemmler et al. (2005) empfinden 11% der Patienten das Gewicht als zu leicht, 8% empfinden es als zu schwer. Mayhew et al. (1995) überprüften in verschiedenen Probandengruppen (Trainierte und Untrainierte) unterschiedliche Trainingsformeln. Seine Ergebnisse sind eindeutig. In nur 7 von 42 Berechnungen stimmte das errechnete Maximalgewicht mit dem tatsächlichen Maximalgewicht überein. Mit keiner der überprüften Formeln allein war es möglich, das 1-WM genau zu bestimmen. Lediglich das durchschnittliche Ergebnis mehrerer Formeln erbrachte für ein größeres Kollektiv (50–74% der Probanden) korrekte Werte.

Bestimmung der Intensität über die entsprechenden Wiederholungszahlen: Die dritte Möglichkeit, die Trainingsintensität zu bestimmen, ist für uns die praktikabelste. Die Intensität wird dabei nicht in Prozent, sondern nur durch das für diese Methode charakteristische WM angegeben. Der Therapeut nähert sich durch einen „Versuch-Irrtum-Prozess“ dem jeweiligen Wiederholungszahlenbereich, d. h. er kalkuliert das Gewicht in Anlehnung an die Übung und die Leistungsfähigkeit des Patienten. Das Gewicht, das im entsprechenden Zielbereich eine Ermüdung hervorruft, entspricht dann dem