

physio**fach**buch

Praxis der medizinischen Trainingstherapie II

Halbwirbelsäule und obere Extremität

Frank Diemer
Volker Sutor



 Thieme

Praxis der medizinischen Trainingstherapie

Band 2

Frank Diemer
Volker Sutor

429 Abbildungen
77 Tabellen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter

www.thieme.de/service/feedback.html



Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

© 2010 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
D-70469 Stuttgart
Unsere Homepage: <http://www.thieme.de>

Printed in Germany

Zeichnungen: Andrea Schnitzler, Innsbruck
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlagfoto: Martina Berge, Erbach
Satz: medionet Publishing Services Ltd., Berlin
Gesetzt in Adobe InDesign CS
Druck: AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten

ISBN 978-3-13-147461-2

1 2 3 4 5 6

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Geleitwort

Die Behandlung von Funktions- und Formstörungen des Bewegungsapparates im operativen und konservativen Bereich hat in den letzten Jahrzehnten eine enorme Entwicklung genommen. Das Verständnis der Pathologie vor dem Hintergrund biologischer Vorgänge und des Einwirkens von biomechanischen Kräften hat einen tiefen Einblick sowohl in die Entstehung solcher Erkrankungen als auch in die Möglichkeiten der Therapie gegeben.

Dieses Wissen ist Voraussetzung einerseits für den Arzt mithilfe moderner Methoden Diagnosen zu stellen und Therapien zu indizieren, andererseits hat es auch in der Physiotherapie fundierte wissenschaftliche unterlegte Therapien eingeleitet, die dem Patienten auf dem Weg zur Gesundheit begleiten.

Wie schon im ersten Teil der „Praxis der medizinischen Trainingstherapie“ stellt auch der zweite Teil das Wissen um die Anatomie, Biomechanik, Pathologie und moderner Therapieformen in den Vordergrund. In einer strukturierten Darstellung der stufenweise phasenhaft ablaufenden Heilungsvorgänge und der damit verbundenen Therapie und Behandlungsoptionen stellen auch hier das Grundkonzept der Therapiestrategien dar.

Dieser Band stellt die obere Extremität und die damit oft assoziierten Veränderungen im Bereich der Halswirbelsäule in den Mittelpunkt der fachspezifischen Darstellung. Ausgehend von der Halswirbelsäule, ihren degenerativen und posttraumatischen Veränderungen, in das Schultergelenk und die gesamte obere Extremität werden die einzelnen Pathologien erarbeitet. Die Schulterchirurgie, die einen enormen Aufschwung der Operationstechniken, sowie aber auch das Verständnis der Pathologie und der damit verbundenen notwendigen operati-

ven und konservativen Schritte beschreibt, werden besonders die Operationsmethoden zur Behandlung der Rotatorenmanschette, des Impingementsyndrom und Veränderungen im Akromioklavikulargelenkes in den Mittelpunkt gestellt.

Der Ellenbogen, der eine große therapeutische Herausforderung darstellt, aber in vielen Lehrbüchern zu kurz kommt, erfährt hier auch eine umfassende Darstellung der diagnostisch therapeutischen Möglichkeiten. Wie im ersten Band endet auch dieser Band in der praktischen Anwendung von Therapie insbesondere Trainingstherapieformen, wobei neben der Automobilisationstechnik vor allem auch die Koordination und der stufenweise Aufbau dieser Therapiekonzepte im Vordergrund steht. Wie schon im ersten Band ist es den Autoren gelungen, eine Synthese von Grundlagenwissen im Bereich der Anatomie, im Bereich des Verständnisses der Gewebeheilung und Gewebestrukturen hin zur Therapie und damit verbundenen Veränderungen im Bereich des Gelenkes auf zu zeichnen. Basierend auf diesem Wissen kann der Therapeut ausgestattet mit dem notwendigen Wissen und Verständnis seine Behandlungsformen besser selbst verstehen und weiterentwickeln. Nur wenn der behandelnde Arzt operativ und konservativ und der behandelnde Therapeut, der den Patienten aus der unmittelbar postoperativen Phase hin in das langfristige Rehabilitationskonzept führt, verstehen wie Pathologie, Therapie und postoperative Rehabilitation ineinander übergehen, können solche Therapiekonzepte effektiv und zielführend ausgerichtet werden.

Stefan Nehrer

Anschriften

Frank Diemer

Thalstr. 20
87466 Oy-Mittelberg
Frank.Diemer@fomt.info

Volker Sutor

reha rondell-Praxis für Physiotherapie, Logopädie
und Ergotherapie
Heilbronner Str. 36
74336 Brackenheim
Volker.Sutor@fomt.info

Vorwort

Es ist nun schon über 3 Jahre her, dass der erste Teil „Praxis der medizinischen Trainingstherapie“ fertig gestellt wurde. Das Echo war äußerst positiv, so dass es für uns außer Frage stand, die peripheren Gelenke (Schultergürtel und Ellenbogen) und die Wirbelsäule (Halswirbelsäule) zu komplettieren. In vielen konstruktiven Gesprächen mit Sportlehrern, Physiotherapeuten und Ärzten wurden wir ermutigt, den Aufbau und die Inhalte beizubehalten. So werden auch im zweiten Band anatomische und biomechanische Grundlagen erarbeitet, klinische Bilder und schließlich Nachbehandlungsschemata der wichtigsten Pathologien vorgestellt. Tendenziell wurde noch mehr Wert auf praktische Informationen bzw. Übungen gelegt. Auch die Nomenklatur wurde unverändert übernommen. Die Trainingsmethoden tragen die bereits im ersten Teil verwendeten Buchstaben A-C (Koordination und Ausdauer) bzw. A-E (Kraft). Für die „Neulinge“ unter der Leserschaft wurde exklusiv eine kurze Einführung verfasst, die als Essenz der Grundlagenkapitel des ersten Bandes angesehen werden kann.

Bücher können nur in Teamarbeit entstehen. Das gilt selbstverständlich auch in diesem Fall. Wir bedanken uns daher bei unserem Team Nedi Goreta, Patrick Hartmann, Roland Kriesling und Philipp Hauser, der FOMT (Fortbildung für orthopädische Medizin und Manuelle Therapie, www.fomt.info), das uns hoffentlich auch in der Zukunft weiter unterstützt.

Bei Philipp Hauser bedanken wir uns für die Bereitschaft, sich erneut als Model für die Fotos zur Verfügung zu stellen.

Die Flotte vom Thieme Verlag, allen voran Fritz Koller und Eva Grünwald, ermöglichten einen professionellen und reibungslosen Ablauf, der nicht nur geschäftlichen sondern auch freundschaftlichen Charakter hatte. Johannes Ermel danken wir für fachliche Impulse und Oscar Vogl für das unserer Meinung nach qualitativ hochwertige Bildmaterial.

Bei der Firma Technogym fühlten wir uns zu Hause, Klein- und Großgeräte wurden uns in unbegrenzter Anzahl bedingungslos zur Verfügung gestellt.

Nicht zuletzt sind wir diversen Fortbildungseinrichtungen zu Dank verpflichtet, die es uns ermöglichen, Kurse in Eigenregie durchzuführen. Darüber hinaus können sich Konzepte nur durch eine kritische Auseinandersetzung mit Inhalten weiterentwickeln, wozu interessierte Leser bzw. Kursteilnehmer in den letzten Jahren beigetragen haben. Wir sind uns sicher, dass dies auch in Zukunft auf konstruktive und fruchtbare Weise der Fall sein wird. Eine Tatsache, die nicht immer selbstverständlich ist, aber für die weitere Entwicklung unseres Berufsstandes essentiell sein wird.

Abschließend danken wir unseren Familien, die trotz der Erfahrung des ersten Buches einen zweiten Band unterstützten und ein weiteres Mal viele Stunden auf unsere Anwesenheit verzichteten. Wir versprechen hiermit: Es war nicht das letzte Projekt!

Im Januar 2010

Frank Diemer, Volker Sutor

Die Autoren

Frank Diemer wurde 1971 in Stuttgart geboren. In Gerlingen bei Stuttgart verbrachte er seine Jugend- und Schulzeit. Seit Abschluss der Physiotherapieausbildung lebt er mit seiner Frau und seinen 2 Töchtern in Oy-Mittelberg im Allgäu.

Ausbildung/Studium:

- 1994-1998: Ausbildung zum Sport- und Gymnastiklehrer am Berufskolleg in Waldenburg
- 1995-1998: Ausbildung zum Physiotherapeuten am Berufskolleg Waldenburg
- seit 2009: Studium zum Master of Science (MSc) an der Universität Krens

Weiterbildung seit 1998:

- Kurse in Manueller Therapie (DGMM, McKenzie, Mulligan)
- Kurse in Osteopathischer Medizin (Deutsches Fortbildungsinstitut für Osteopathie DFO)
- Sportphysiotherapie (International Academy of Sportscience IAS)

Beruflicher Werdegang:

- seit 1998: freier Mitarbeiter in verschiedenen Physiotherapiepraxen im Allgäu
- seit 1999: Honorarlehrkraft für das Fach Medizinische Trainingstherapie innerhalb der Physiotherapieausbildung am Berufskolleg in Waldenburg
- seit 2000: Leiter verschiedener Weiterbildungskurse im Bereich Medizinische Trainingstherapie bzw. Krankengymnastik mit Gerät deutschlandweit
- seit 2009: Gründung einer Lehrgruppe für Manuelle Therapie, Krankengymnastik am Gerät und anderer Weiterbildungskurse (FOMT, Fortbildung für orthopädische Medizin und manuelle Therapie, www.fomt.info)
- seit 2010: Honorarlehrkraft an der Universität Wien

Volker Sutor wurde 1971 in Bingen geboren. In Konstanz am Bodensee verbrachte er seine Jugend- und Schulzeit. Er lebt mit seiner Frau und seinen Kindern in Clebronn.

Ausbildung/Studium:

- 1992-1994: Ausbildung zum Sport- und Gymnastiklehrer am Berufskolleg in Waldenburg
- 1993-1995: Ausbildung zum Physiotherapeuten am Berufskolleg Waldenburg
- 2005-2008: Studium zum Bachelor of Science (BSc) an der Dresden International University (DIU)
- seit 2009: Studium zum Master of Science (MSc) an der Universität Krens

Weiterbildung seit 1996:

- Kurse in Manueller Therapie (IAOM, McKenzie, Maitland, Mulligan, etc.)
- Kurse in osteopathischer Medizin (Still Akademie)
- Kurse in neurophysiologischen Verfahren (Bobath, PNF, etc.)
- Sportphysiotherapie (International Academy of Sportscience IAS)

Beruflicher Werdegang:

- 1995-1996: Sportklinik Bad Cannstatt
- 1996-1999: Bürgerhospital Stuttgart, freier Mitarbeiter in einer Physiotherapiepraxis in Stuttgart
- seit 1999: Selbständigkeit in eigener Praxis in Brackenheim bei Heilbronn
- seit 1999: Honorarlehrkraft für das Fach Medizinische Trainingstherapie und Trainingslehre innerhalb der Physiotherapieausbildung am der VPT-Schule in Fellbach
- seit 2000: Leiter verschiedener Weiterbildungskurse im Bereich Manuelle Therapie, Medizinische Trainingstherapie und Krankengymnastik am Gerät deutschlandweit
- seit 2008: Honorarlehrkraft an der Dresden International University (DIU)
- seit 2010: Honorarlehrkraft an der Universität Wien

- seit 2009: Gründung einer Lehrgruppe für Manuelle Therapie, Krankengymnastik am Gerät und anderer Weiterbildungskurse (FOMT, Fortbildung für orthopädische Medizin und manuelle Therapie, www.fomt.info)
- Fachlehrer für Manuelle Therapie und Krankengymnastik am Gerät

Die beiden Autoren geben seit 2004 kostenfreie Rehanewsletter heraus, welche aktuelle und relevante Studien in einem überschaubaren Rahmen zusammenfassen.

Anforderung der Newsletter unter info@fomt.info oder unter www.fomt.info



Frank Diemer, Daniela Feld (geb. Bräuniger), die für die Fotos mitwirkte, und Volker Sutor (v.l.n.r.).

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen der Trainingslehre ...	1	3	Ellenbogen	271
Einführung in das Stufenmodell	1	3.1	Allgemeine Untersuchung	271
Stufenmodell Kraft	1	3.2	Stabilität – Instabilität des Ellenbogengelenks	277
Motorische Hauptbeanspruchungsform Ausdauer	3	3.3	Sehnenpathologien	289
Motorische Hauptbeanspruchungsform Koordination	4	3.4	Impingement	300
Training in den einzelnen Wundheilungsphasen	7	3.5	Gelenkflächen	305
1 Halswirbelsäule	9	4	Praktische Übungen	325
1.1 Allgemeine Untersuchung	9	4.1	Automobilisation	325
1.2 Stabilität – Instabilität der Halswirbelsäule	15	4.2	Lokale Stabilität und Tiefensensibilität (Stufenmodell Koordination A)	344
1.3 Facettengelenk	37	4.3	Stufenmodell Koordination Stufe B	356
1.4 Bandscheibe	52	4.4	Stufenmodell Koordination Stufe C	360
1.5 Schleudertrauma (WAD – whiplash-associated disorders) ...	77	4.5	Übungen mit und ohne Gerät	368
2 Schultergelenk	97		Sachverzeichnis	424
2.1 Allgemeine Untersuchung	97			
2.2 Stabilität – Instabilität des Schultergürtels	102			
2.3 Frozen Shoulder	147			
2.4 Proximale Humerusfraktur	157			
2.5 Sehnenpathologien	160			
2.6 Schulterendoprothetik	163			
2.7 Impingementsyndrom	178			
2.8 Rotatorenmanschettenruptur	204			
2.9 Akromioklavikulargelenk	227			
2.10 Scores	237			

Grundlagen der Trainingslehre

Einführung in das Stufenmodell

Das Training der motorischen Hauptbeanspruchungsformen muss sinnvoll strukturiert werden, will man eine kontinuierliche Leistungsverbesserung erzielen. Wie bereits in Band 1 der Praxis der medizinischen Trainingstherapie (Diemer, Sutor 2007) verwenden wir ein Stufenmodell. Den einzelnen Methoden werden Buchstaben zugeordnet, die bei Grundlagen und Indikationen weiterverwendet werden. Für die verschiedenen Hauptbeanspruchungsformen gibt es folgende Stufen:

- Kraft: A, B, C, D, E
- Ausdauer: A, B, C
- Koordination: A, B, C

Die einzelnen Stufen bauen in der Regel aufeinander auf und werden den Wundheilungsphasen bzw. der Entwicklung der Hauptbeanspruchungsformen angepasst. Geeignete Testverfahren und der zeitliche Verlauf erlauben eine gute Einschätzung, wann Patienten von einer Stufe in die nächst höhere wechseln können. Es kann aber auch erforderlich sein, Trainingsformen der unterschiedlichen Stufen gleichzeitig einzusetzen.

Die Auswahl der Übungen orientiert sich an der Soll-/Istwert-Analyse (Diemer, Sutor 2007). Bevorzugt werden Übungen in funktionellen Ausgangs-

stellungen, die gegebenenfalls so modifiziert werden, dass sie schmerzfrei durchgeführt werden können und keine erneute Traumatisierung des Gewebes zu befürchten ist.

Grundsätzlich werden Haupt- und Nebenübungen unterschieden. Hauptübungen sind mehrgelenkige Übungen (Multi-Joint-Übungen), die insbesondere große Muskelgruppen betreffen. Nebenübungen konzentrieren sich eher auf ein Gelenk oder eine Muskelgruppe (Single-Joint-Übungen). Hauptübungen entsprechen eher den Alltagsbewegungen und sind meist koordinativ anspruchsvoller. Nebenübungen haben den Vorteil, dass isolierte Defizite gezielt aufgearbeitet werden können. Sie sind für den Trainingsunerfahrenen leichter und schneller zu erlernen. Ein Training sollte grundsätzlich beide Übungsformen beinhalten.

Zu Beginn des motorischen Lernprozesses werden die anspruchvollsten (Haupt-)Übungen vor den Nebenübungen durchgeführt. Später kann diese Reihenfolge im Sinne einer sportartspezifischen Simulation umgedreht werden. Durch eine Nebenübung wird dabei eine Vorermüdung geschaffen. Die gleiche Muskelgruppe wird dann mit einer Hauptübung ausbelastet.

Stufenmodell Kraft

In **Tab. 1** werden die verschiedenen Trainingsstufen in einer Übersicht zusammengefasst. Wir empfehlen für Stufe A die Auswahl von jeweils 2-3 Haupt- und Nebenübungen. Für die übrigen Stufen kann die Anzahl der Hauptübungen auf bis zu 6 gesteigert werden. Vor dem Krafttraining erfolgt eine ca. halbstündige Erwärmung auf dem Laufband, dem Fahrrad oder dem Handkurbelergometer (entspricht Ausdauer Stufe B, s. u.).

Stufe A Kraftausdauer

Wegen der Übersäuerung sollte in den frühen Heilungsphasen (Entzündungs- bzw. Proliferationsphase) auf ein Kraftausdauertraining der Muskulatur *im erkrankten Bereich* verzichtet werden. Ein saures

Milieu hemmt die Kollagensynthese und stört somit die Heilung. Erst in der Remodellierungsphase ist ein Kraftausdauertraining mit Beteiligung der betroffenen Extremität sinnvoll. Ein allgemeines Training der Ausdauer im Sinne der Kompensation (s. u.) unter Auslassung der betroffenen Körperabschnitte hingegen ist in der Proliferationsphase möglich.

Das Kraftausdauertraining sollte mit geringer Intensität und ohne Ermüdung des Patienten durchgeführt werden. Bei ca. 75–80% des individuellen WM entspricht dies 3–4 Serien mit 15–20 Wiederholungen (**Tab. 1**). Der Rhythmus ist moderat (2/0/2 = Exzentrik/Umkehr/Konzentrik).

Dieses „weiche“ Kraftausdauertraining kann als Übergangsmethode angesehen werden und sollte innerhalb der Trainingsprogression nach und nach durch die normalen Trainingsparameter ersetzt werden.

Tab. 1 Übersicht über die Krafttrainingsmethoden (mod. Schmidtbleicher 2005).

Parameter	A: Kraftausdauer	B: Hypertrophie	C: Maximalkraft (intramuskuläre Koordination)	D: Schnellkraft	E: Reaktivkraft
Wiederholungen	15–20 (\cong 2 Min.)	8–12 (< 1 Min.)	1–3(5)	1–6	10–12
Serien	3–4	3–4	3–4	1–3	3–5
Pause	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0,5–1 min (Sport) ▪ 1–2 min (Rehabilitation) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2–3 Minuten ▪ 45 Sekunden 	5 Minuten	1–3 Minuten	10 Minuten
Rhythmus	2/0/2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1/0/1 ▪ 3/0/1 	1/0/1	Explosiv	Alle 6–8 Sekunden

Stufe B Hypertrophie

Hypertrophietraining fördert die Vergrößerung der einzelnen Muskelzellen. Ziel ist die Vergrößerung des Muskelquerschnitts. Dieser hat neben der inter- und intramuskulären Koordination maßgeblichen Einfluss auf die Maximalkraft.

Die Intensität beim Hypertrophietraining (**Tab. 1**) wählt man so, dass innerhalb von 8–12 Wiederholungen eine Ermüdung eintritt (Frey 2004), nach 3–4 Serien eine vollständige Erschöpfung (Laube 2009). Dies entspricht einer Intensität von 80% des Einwiederholungsmaximums, beim Anfänger auch deutlich weniger. Der Rhythmus ist zügig (1/0/1). Betont man die Exzentrik (3/0/1) wird die adaptive Proteinsynthese stimuliert (Kraemer et al. 2002). Grundsätzlich scheint ein niedriger pH-Wert (hoher Laktat Spiegel) die Hypertrophie von Muskelzellen zu begünstigen (Fröhlich et al. 2002). Ein Trainingserfolg stellt sich erst nach frühestens 6–8 Wochen ein. Laube (2009) weist nach eigenen Untersuchungen darauf hin, dass für einen systematischen Kraftaufbau mittels Hypertrophie ein Trainingszeitraum von mindestens 9–12 Monaten erforderlich ist.

Die Trainingsmethoden eines harten Hypertrophietrainings entsprechen denen des Bodybuildings. Sie sind effektiv, beinhalten aber auch ein gewisses Risiko für den Patienten. In den frühen Heilungsphasen (Entzündungsphase und Proliferationsphase) ist es aufgrund der metabolischen Belastung kontraindiziert. In der Remodellierungsphase dagegen ist es innerhalb eines methodischen Trainingsaufbaus bei einem geeigneten Patientenkontext (sportlich aktive oder jüngere Patienten) durchaus zu verwenden. Patienten mit geringer Trainingserfahrung profitieren auch von weniger intensiven Methoden. Dabei wird lediglich die Pausenzeit zwischen den einzelnen Serien auf 2–3 Minuten verlängert und die Bewegungsgeschwindigkeit etwas erhöht. Die meta-

bolische Belastung kann dadurch minimiert werden und der Laktat Spiegel verbleibt unter der individuellen anaeroben Schwelle (Kraemer 2002).

Stufe C Intramuskuläre Koordination

Das Training der intramuskulären Koordination verbessert die Ansteuerung der Muskulatur. Dies gilt insbesondere auch für die im Hypertrophietraining neu gebildete Muskelmasse. Es erfolgt zügig (Rhythmus 1–0–1) in 3–4 Serien mit wenigen Wiederholungen (**Tab. 1**). Die Pausendauer (5 min) erlaubt eine vollständige Erholung. Bedingt durch die kurze Belastungszeit und die vollständigen Serienpausen ist es metabolisch weniger belastend für den Trainierenden als ein Kraftausdauertraining (Abernethy und Wehr 1997). Auch diese Trainingsmethode kann wegen der hohen mechanischen Kräfte vom traumatisierten Patienten erst in der Remodellierungsphase durchgeführt werden.

Stufe D Schnellkraft

Beim Schnellkrafttraining variiert die Wiederholungszahl zwischen 1 und 6 (vgl. **Tab. 1**). Trainiert wird in 1–3 Serien mit 1–3 Minuten Pause. Die Bewegungen werden explosiv ausgeführt. Wegen der hohen mechanischen Beanspruchung ist das Training der Schnellkraft erst in der Remodellierungsphase möglich.

Stufe E Reaktivkraft

Finden Schnellkraftleistungen innerhalb eines Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ) statt, kommt es in der Regel zu einer Kraftpotenzierung. Dieser er-

höhte Kraftstoß wird als Reaktivkraft bezeichnet. Typische Trainingsform sind Niedersprünge (drop-jump, plyometrisches Training) mit 10–12 Sprüngen in 3–5 Serien (Tab. 1). Etwa alle 6–8 Sekunden erfolgt ein Sprung. Das gleiche Ziel verfolgen Stoß-

bewegungen mit der Lang- oder Kurzhantel an der oberen Extremität und Werfen und Fangen mit unterschiedlichen Massen für den Rumpf. Eine 10-minütige Pause gewährleistet eine vollständige Erholung.

Motorische Hauptbeanspruchungsform Ausdauer

Ausdauer ist die Basis für die anderen Hauptbeanspruchungsformen. Bei Patienten ist Ausdauertraining wegen der niederen mechanischen Intensität schon in frühen Wundheilungsphasen möglich. In der Rehabilitation von orthopädisch-chirurgischen Schadensbildern stehen insbesondere die lokal aerobe dynamische Muskelausdauer und das allgemein aerobe Grundlagenausdauertraining (vgl. Diemer, Sutor 2007) im Mittelpunkt.

Weitere Trainingsmethoden für die spezielle Ausdauer (Stufe C), wie das wettkampfspezifische Ausdauertraining oder das Training der Schnelligkeitsausdauer werden hier nicht berücksichtigt. Sie sind für die Leistungsentwicklung im Sport essenziell, nicht aber für die Rehabilitation.

Stufe A Lokal aerobe dynamische Muskelausdauer

Das Training der lokal aeroben dynamischen Muskelausdauer kann mit und ohne Geräte stattfinden. In der Therapie werden oft Übungen ausgewählt, die später im Krafttraining weiterverwendet werden. Insgesamt sollte die beanspruchte Muskelmas-

se aber weniger als 1/6 der Gesamtmuskelmasse betragen, wenngleich beachtet werden muss, dass bei vielen Übungen zur Körperstabilisierung eine große Anzahl weiterer Muskelgruppen benötigt wird.

Um eine aerobe Energiebereitstellung sicherzustellen, darf die Intensität 25–30% der individuellen Maximalkraft nicht überschreiten. Wird das Training der lokal aeroben dynamischen Muskelausdauer mit Krafttrainingsübungen durchgeführt, eignet sich die Intervallmethode. Es werden 40–50 Wiederholungen durchgeführt, die nur durch eine kurze Pause von ca. 30–60 Sekunden unterbrochen werden. Mindestens 3–4 Serien ergeben bei zwei verschiedenen Übungen eine Belastungszeit von ca. 20–25 Minuten (siehe Tab. 2). Bei Verwendung eines Ergometers (Oberkörper oder untere Extremität) kann auch die Dauer- methode angewandt werden. Die Belastungszeit sollte dabei mindestens 20–30 Minuten betragen.

Stufe B: Allgemein aerobe Grundlagenausdauer (B)

Beim Training der Grundlagenausdauer werden in Abhängigkeit von der Intensität unterschiedliche

Tab. 2 Übersicht über die Trainingsmethoden der Ausdauer (nach Neumann et al. 2001, Radlinger et al. 1998).

Parameter	A: Lokale aerobe dynamische Muskelausdauer		B: Allgemeine aerobe Grundlagenausdauer		
	Gerätetraining/ Übungen	Ergometer	Kompensation	GA 1	GA 1
Intensität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ max. 25–30% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ max. 25–30% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 60–75% (niedrig) ▪ Laktat: < 2 mmol/l ▪ 60–70% der max. O₂-Aufnahme 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 75–85% (mittel) ▪ Laktat: 2–3 mmol/l ▪ 70–85% der max. O₂-Aufnahme 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 85–95% ▪ Laktat: 3–6 mmol/l ▪ 85–95% der max. Saustoffaufnahme
Dauer	20–25 min (bei mind. 2 Übungen und > 3 min/Serie)	25–30 min	20–30 min	30 min–mehrere Stunden	20 min–3 Stunden
Trainingsform	40–50 Wdh. 3–4 Serien 0,5–1 min Pause Rhythmus 2-0-2	Dauer- methode	Dauer- methode	Dauer- methode Intervall- methode	

Trainingsmethoden angewendet. Dabei stehen verschiedene Ziele im Vordergrund (**Tab. 2**). Um die positiven Wirkungen auf die Wundheilung und Regeneration optimal nutzen zu können, findet im Rahmen der MTT und Rehabilitation das Training vorrangig im Bereich der niederen bis mittleren Intensitäten

statt. Bei der Intervallmethode wechseln sich Intervalle mit hoher und geringer Belastung ab. Sobald der Patient den zuvor bestimmten Herzfrequenzbereich überschreitet, wird die Intensität so weit reduziert, dass der Belastungspuls wieder in den Zielbereich abfällt (Prinzip der lohnenden Pause).

Motorische Hauptbeanspruchungsform Koordination

Aufbau eines Koordinationstrainings

Die vier Stufen der Koordination (A, B-I, B-II, C) sollen helfen, das Training zu strukturieren. Diese Stufen sollen nicht nacheinander abgearbeitet werden, sondern ineinander greifen. So können leichtere Übungen der Stufe B-II parallel zu schwierigeren der Stufe B-I durchgeführt werden.

Bei Koordinationsübungen sollte der *qualitative Aspekt* im Vordergrund stehen. Es ist daher wichtig, dem Patienten erreichbare Ziele vorzugeben und ihn nicht durch eine überzogene Zielsetzung zu demotivieren.

Koordinationstraining kann natürlich auch Verbesserungen in anderen motorischen Bereichen bewirken (Kraftsteigerung, Beweglichkeitsverbesserung etc.). Diese Effekte sind jedoch nicht immer so deutlich wie bei einem spezifischen Training. Ziel aller Maßnahmen sollte es sein, Defizite so effektiv und zielgerichtet wie möglich zu therapieren.

Stufe A Lokale Gelenkstabilisatoren und Tiefensensibilität

In Stufe A werden die Kinästhesie (Tiefensensibilität) und die lokalen Gelenkstabilisatoren trainiert. Dies hilft, Scherkräfte zu minimieren und bei höheren Geschwindigkeiten eine stabilere und effektivere Gelenkstabilisierung zu erlangen. Beides ist wichtig für hohe Belastungen.

Lokale Stabilisatoren

Test und Training der lokalen Stabilisatoren einzelner Gelenke und Bewegungsabschnitte werden in den entsprechenden Kapiteln dargestellt. Hier werden allgemeine Trainingsaspekte erläutert.

Für ein Training ist es erforderlich, Patienten pathologische Abläufe bewusst zu machen und die Aufmerksamkeit auf die koordinativen Schwächen zu lenken, um weitere Schäden zu verhindern und die gestörten Bewegungsabläufe zu korrigieren.

Erst wenn die bewusste isolierte Aktivierung lokaler Stabilisatoren wieder gelingt, sollte im zweiten Schritt die bewusste Stabilisation vor einer Bewegung geübt werden. Hierfür muss die Kontrolle der Bewegung taktil oder optisch erfolgen. Dies ist eine wesentliche Aufgabe der Therapeuten bei allen Koordinationsübungen.

Tiefensensibilität (Lage-, Bewegungs- und Kraftsinn)

Ziel ist die Reproduktion von Gelenkwinkeln. Mit geeigneten Hilfsmitteln (z. B. Inklinometer am Ellenbogen, Laserpointer an der HWS) können Abweichungen auch ohne großen technischen Aufwand erfasst werden. Sie eignen sich sowohl für Tests der Kinästhesie als auch für das Training. Solange Abweichungen von mehr als 2–5° der zuvor eingestellten Position festgestellt werden können, ist eine Therapie erforderlich.

Stufe B Feedback-Mechanismen

Stufe B beinhaltet das Wiedererlernen bzw. Verbessern von Feedback-Mechanismen.

Training in 2 Stufen

Neben dem klassischen sensomotorischen Training der Stufe B-I (Ziel: statische Stabilität) erfolgt das Training auf Stufe B-II (Ziel: dynamische Stabilität). Es beinhaltet alle Hantelübungen und Bewegungen aus dem Alltag, wobei nur die Dosierung der Intensität im Vergleich zum Krafttraining angepasst wird. Der Aufbau erfolgt über die Steigerung der Dynamik. Während es in Stufe B-I das Ziel ist, die Ausgangsstellung stabil zu halten, hat Stufe B-II das Ziel, Bewegungen zu stabilisieren. Daher kann es vorkommen, dass in Stufe B-I höhere muskuläre Aktivitäten auftreten, als in Stufe B-II. Der Aufbau und die Belastungssteuerung obliegen dem Therapeuten, der anhand von klinischen Parametern (Qualität, Temperatur, Schmerzen etc.) bzw. auf der Grundlage von Tests die Übungsauswahl treffen muss.