



Studienbrief

Trainingslehre IV

Copyright ©
Deutsche Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement
Hermann-Neuberger-Sportschule 3
66123 Saarbrücken
Tel.: 0681-6855-150
Fax.: 0681-6855-190
E-Mail: info@dhfpg.de
Internet: www.dhfpg.de

Der vorliegende Studienbrief der DHfPG ist urheberrechtlich geschützt und nur zur persönlichen Nutzung der Studierenden vorgesehen.
Eine Weitergabe des Studienbriefs, auch auszugsweise, ist ohne Genehmigung der DHfPG nicht zulässig. Ausdruck, Tauschgeschäfte, Kopierung, Vervielfältigung oder Überspielung, Sendung oder sonstige Nutzung oder deren Duldung sind untersagt und werden zivil- und strafrechtlich verfolgt.

Vorwort

Bisher spielte das rehabilitative Training in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen eine untergeordnete Rolle. Durch die zahlreichen Kürzungen im Gesundheitswesen ist eine vollständige Rehabilitation nach Verletzungen in spezialisierten therapeutischen Einrichtungen jedoch oftmals nicht möglich. Die Ausheilungszeiten bei komplexen Schadensbildern reichen meistens deutlich über den verordneten Therapiezeitraum hinaus. So werden die Therapiephasen Schritt für Schritt auf den kommerziellen Gesundheitssektor abgewälzt. Der vormalige Patient muss jetzt selbst aktiv werden, um seinen Gesundheitszustand zu verbessern und wird dadurch zum Kunden von morgen. Deshalb nimmt in Zukunft die Anzahl der Kunden mit einer rehabilitativ ausgerichteten Trainingszielsetzung in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen weiter zu. Dieser Entwicklungstendenz muss der kommerzielle Fitness- und Gesundheitsmarkt mit einem qualitativ hochwertigen Betreuungsangebot begegnen. Damit steigt auch die Verantwortung des Trainers gegenüber diesem Kundenkreis. Er muss die Brücke zwischen Therapie und Fitness schlagen. Der Kunde möchte auf Fachpersonal treffen, das sowohl individuelle und indikationsspezifische Trainingsprogramme entwickelt als auch persönliche Bedürfnisse im Sinne eines professionellen Dienstleisters erfüllt. Demnach benötigt der Trainer grundlegendes und spezielles Fachwissen aus dem Bereich des rehabilitativen Trainings, um ein muskuläres Aufbautraining nach Abschluss der medizinischen Heilbehandlung in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen fachgerecht weiterführen zu können.

Dieser Studienbrief soll einen Beitrag dazu leisten, damit die Studierenden diesen Kunden durch ein sinnvoll aufgebautes und hochwertiges Trainingsprogramm die Wiedererlangung ihrer vollen Leistungsfähigkeit und Gesundheit ermöglichen können.

Für die Unterstützung bei der technischen und inhaltlichen Umsetzung des Studienbriefes möchten wir uns bei den Diplom-Sportlehrern Markus Wanjek, Volker Gehrt und Marcel Reuter (M. Sc.) bedanken.

Saarbrücken, im August 2021



Prof. Dr. Christoph Eifler

Verantwortlicher Autor des Studienbriefs Trainingslehre IV

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis.....	5
Ergänzende Hinweise zum Studienbrief.....	8
Übergeordnete Lernziele des Studienmoduls.....	9
1 Einleitung.....	11
2 Rehabilitatives Training in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen	18
2.1 Qualitätsstandards für die Durchführung eines rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen.....	18
2.2 Rechtliche Voraussetzungen	19
2.3 Organisatorische Voraussetzungen.....	20
2.4 Räumliche Voraussetzungen	22
2.5 Personelle Voraussetzungen	22
2.6 Apparative Voraussetzungen	23
2.7 Kundenvoraussetzungen für den Beginn des rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung.....	28
3 Physiologische Grundlagen des rehabilitativen Trainings	31
3.1 Immobilisationsfolgen der aktiven und passiven Strukturen des Bewegungssystems.....	31
3.1.1 Immobilisationsfolgen des Muskels	32
3.1.2 Immobilisationsfolgen des Knorpels	33
3.1.3 Immobilisationsfolgen des Kapsel-Band-Apparates und der Sehnen.....	34
3.1.4 Immobilisationsfolgen des Knochens	36
3.2 Anpassungen der aktiven und passiven Strukturen des Bewegungssystems an überschwellige Trainingsreize	37
3.2.1 Anpassungen des Muskels.....	39
3.2.2 Anpassungen des Knorpels.....	40
3.2.3 Anpassungen des Kapsel-Band-Apparates und der Sehnen	41
3.2.4 Anpassungen des Knochens	41
3.3 Grundlagen der Wundheilung.....	42
3.3.1 Die Entzündungsphase	44
3.3.2 Die Proliferationsphase	45
3.3.3 Die Remodulierungsphase.....	45
3.3.4 Einflussfaktoren auf die Wundheilung	47
4 Das Fünf-Stufen-Modell der Trainingssteuerung des rehabilitativen Trainings	52
4.1 Diagnose.....	53
4.2 Zielsetzung	61
4.3 Trainingsplanung.....	62
4.4 Trainingsdurchführung.....	63

4.5	Evaluation des Trainings	64
5	Diagnose – Funktionelle Untersuchung des Bewegungssystems	68
5.1	Haltungsinspektion	68
5.2	Die Neutral-Null-Methode	70
5.2.1	Beweglichkeitsuntersuchung der Wirbelsäule.....	72
5.2.2	Beweglichkeitsuntersuchung des Schultergürtels	76
5.2.3	Beweglichkeitsuntersuchung des Schultergelenkes	77
5.2.4	Beweglichkeitsuntersuchung des Ellenbogengelenkes	80
5.2.5	Beweglichkeitsuntersuchung des Hüftgelenkes	81
5.2.6	Beweglichkeitsuntersuchung des Kniegelenkes	84
5.2.7	Beweglichkeitsuntersuchung des Sprunggelenkes	85
6	Zielsetzung – Ziele des rehabilitativen Trainings.....	89
7	Trainingsplanung – Das Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings in der Rehabilitation.....	94
7.1	Sensorikverbesserung/Propriozeption.....	95
7.2	Allgemeines und lokales Muskelausdauertraining/Bradytrophes Training.....	95
7.3	Kraftausdauertraining	96
7.4	Hypertrophietraining	97
7.5	Neuromuskuläres Training.....	97
7.6	Arbeits- und sportartspezifisches Training.....	98
8	Trainingsplanung – Propriozeptives Training.....	103
8.1	Neuromuskuläre Grundlagen des propriozeptiven Trainings	104
8.2	Propriozeptives Training der oberen und unteren Extremität sowie des Rumpfes	112
9	Trainingsplanung des rehabilitativen Krafttrainings	119
9.1	Das Phasenmodell des rehabilitativen Krafttrainings nach der ILB-Methode.....	119
9.2	Rehabilitatives Krafttraining nach der ILB-Methode am Beispiel der vorderen Kreuzbandruptur.....	123
10	Trainingsplanung – Funktionelle Aspekte des rehabilitativen Krafttrainings.....	130
10.1	Training im offenen und geschlossenen System	130
10.2	Apparatives Training versus Training mit freien Gewichten	134
10.3	Dynamisches versus statisches Training	136
10.4	Stellenwert des exzentrischen Muskeltrainings im Rahmen des rehabilitativen Trainings.....	137
10.5	Die Belastungsdauer und die Gestaltung der Bewegungsgeschwindigkeit im Rahmen des rehabilitativen Krafttrainings	138
11	Trainingsplanung – Rehabilitatives Training bei Erkrankungen des Bewegungssystems.....	143
11.1	Krankheitsbilder des Schultergelenkes	143
11.1.1	Schulterluxation.....	143
11.1.2	Impingement-Syndrom	148
11.1.3	Rotatorenmanschettenruptur.....	153

11.2	Krankheitsbilder des Ellenbogengelenkes	159
11.2.1	Epicondylitis humeri radialis	159
11.2.2	Epicondylitis humeri ulnaris	162
11.3	Krankheitsbilder der Wirbelsäule	167
11.3.1	Bandscheibenprotrusion	167
11.3.2	Bandscheibenprolaps	170
11.4	Exkurs: Arthrose	178
11.5	Krankheitsbilder des Hüftgelenkes	183
11.5.1	Coxarthrose	183
11.5.2	Hüft-Total-Endoprothese	187
11.6	Krankheitsbilder des Kniegelenkes	192
11.6.1	Gonarthrose	192
11.6.2	Chondropathia patellae	196
11.6.3	Meniskusläsion	202
11.6.4	Vordere Kreuzbandruptur	207
11.6.5	Hintere Kreuzbandruptur	213
11.6.6	Innenbandruptur	216
11.7	Krankheitsbilder des Sprunggelenkes	222
11.7.1	Außenbandruptur	223
11.7.2	Achillessehnenruptur	227
12	Beispielhafte Trainingsplanung nach einem Bandscheibenprolaps	231
	Nachwort	243
	Anhang	245
	Lösungen und Kommentare zu den Übungen, Glossar und Literatur des Studienbriefs in ILIAS	245
	Prüfungsleistung	245
	Tabellenverzeichnis	246
	Abbildungsverzeichnis	248

Ergänzende Hinweise zum Studienbrief

- Digitale Version des Studienbriefs
Der Studienbrief wird neben der vorliegenden gedruckten Version auch digital als Download in ILIAS unter *ILIAS-Überblick >> Studienmaterial* bereitgestellt.
- Vorbereitung Präsenzphase
Es ist von enormer Bedeutung, dass Sie den Studienbrief spätestens bis zur entsprechenden Präsenzphase des Studienmoduls komplett durchgearbeitet haben (inkl. der Bearbeitung der Übungen und Wiederholungsaufgaben sowie der Bearbeitung zusätzlicher Medien). Bitte beachten Sie auch die Infos zur Vorbereitung der Präsenzphase als Download in ILIAS unter *ILIAS-Überblick >> Studienmaterial*
- Digitale Version der PowerPoint-Präsentation der Präsenzphase
Um Ihnen die aktive Mitarbeit in der Präsenzphase zu erleichtern, wird Ihnen die digitale PDF-Version mit den für Sie relevanten Seiten der PowerPoint-Präsentation der Präsenzphase dieses Studienmoduls als Download in ILIAS unter *ILIAS-Überblick >> Studienmaterial* bereitgestellt.
- Fernstudienbetreuung
Sollten Sie während der Bearbeitung des Studienbriefs Fragen haben, die sich nicht durch den Studienbrief oder über das Learning-Management-System ILIAS klären lassen, können Sie die Fernstudienbetreuung der DHfPG in Anspruch nehmen. Die Tutoren der Fernstudienbetreuung können Sie über ILIAS, per E-Mail (tutor@dhfpg.de) oder telefonisch (0681-6855-150) kontaktieren.
- Kontrollaufgaben – Online-Test in ILIAS
Im Studienmodul Trainingslehre IV wird ein Online-Test zur Verfügung gestellt. Diese Lernkontrolle dient als Bindeglied zwischen Ihrem Selbststudium und der Präsenzphase und kann fakultativ genutzt werden.

Übergeordnete Lernziele des Studienmoduls

Nach der Absolvierung des Studienmoduls

- können Sie das Stufenmodell der Trainingssteuerung im rehabilitativen Training anwenden, um das Training ihrer Klienten zu systematisieren.
- können Sie das Stufenmodell des muskulären Aufbautrainings in der Praxis des rehabilitativen Trainings umsetzen, um den Heilungsverlauf nach Abschluss einer medizinischen Heilbehandlung weiterhin zu forcieren.
- sind Sie in der Lage, geeignete Verfahren der Funktionstestung auszuwählen, diese in der Praxis umzusetzen und die Testergebnisse zu interpretieren, um die Leistungsentwicklung Ihrer Klienten zu dokumentieren, die individuelle Leistungsfähigkeit mit Referenzwerten zu vergleichen und um Funktionsdefizite zu identifizieren.
- können Sie geeignete Trainingsmethoden für das rehabilitative Training bei orthopädischen Indikationen auswählen, diese in der individuellen Trainingsplanung umsetzen, um dadurch den Heilungsverlauf nach Abschluss einer medizinischen Heilbehandlung weiter zu forcieren.
- sind Sie in der Lage, aufeinander abgestimmte lang-, mittel- und kurzfristige Trainingspläne für das muskuläre Aufbautraining bei orthopädischen Indikationen zu erstellen, um dadurch die anvisierten spezifischen trainingsinduzierten Adaptationen zu erzielen.
- können Sie Trainingsübungen unter funktionell-anatomischen, biomechanischen sowie pädagogischen Gesichtspunkten analysieren, um dadurch eine Differenzierung in indizierte problemspezifische sowie kontraindizierte Übungen treffen zu können.
- können Sie Übungsunterweisungen unter Berücksichtigung didaktisch-methodischer Aspekte durchführen, um ihren Klienten einen möglichst schnellen Technikerwerb der rehabilitativen Trainingsübungen zu ermöglichen.
- können Sie rehabilitative Trainingsprogramme bei verschiedenen orthopädischen Indikationen planen, diese in der Praxis umsetzen und die Trainingseffekte evaluieren, um daraus ein Optimierungspotenzial für die Praxis des rehabilitativen Trainings abzuleiten.
- können Sie nach Fachliteratur zu relevanten Fragestellungen im Themengebiet recherchieren und die Literatur analysieren, um evidenzbasierte Lösungsstrategien für Fragestellungen im Kontext des rehabilitativen Trainings abzuleiten.
- können Sie Lösungsstrategien zu Problem- bzw. Fragestellungen im Kontext des rehabilitativen Trainings entwickeln und präsentieren, diese vor Fachvertretern zur Diskussion stellen, um somit ihr problemorientiertes Denken und Handeln zu schärfen.

1 Einleitung



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie den derzeitigen Stellenwert des rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen darstellen und die zukünftige Entwicklungstendenz in diesem Bereich erläutern,
 - können Sie die Grobstruktur des orthopädischen Rehabilitationsprozesses darstellen,
 - können Sie erklären, was unter einem rehabilitativen Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung zu verstehen ist und wie die Abgrenzung zu der medizinischen Rehabilitation zu bestimmen ist,
 - sind Sie in der Lage zwischen akut-traumatischen und chronisch-degenerativen Erkrankungen des Bewegungssystems zu differenzieren und einen Überblick über die dadurch im Gesundheitswesen verursachten Kosten darzustellen,
 - können Sie beschreiben, mit welchen Erkrankungsbildern des Bewegungssystems der Trainer in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung konfrontiert werden kann.
-

In der Vergangenheit wurde der Trainer in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung mit Personen, die eine speziell rehabilitativ ausgerichtete Trainingszielsetzung haben, eher selten konfrontiert. Das belegen z. B. auch die Zahlen zu den am häufigsten genannten Trainingsmotiven für den Besuch einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung aus dem Jahr 2002 (vgl. Abb. 1).

Mittlerweile hat sich das Bild jedoch gewandelt. Erkrankungen des Bewegungssystems gehören zu den häufigsten Beschwerden, die zur Inanspruchnahme des Gesundheitssystems führen. Durch die einschneidenden Kürzungen im Gesundheitswesen verlagern sich Aufgaben, die zuvor ausschließlich therapeutisch tätigen Berufsgruppen und Einrichtungen vorbehalten waren, in einem schleichenden Prozess auf den kommerziellen Gesundheitssektor. Diese Entwicklung stellt auch eine neue Herausforderung für kommerzielle Fitness- und Gesundheitsanbieter dar. So wird die Zahl der Personen, die nach abgeschlossener Heilbehandlung einer akut-traumatischen oder chronisch-degenerativen Erkrankung den Weg in eine kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung suchen, um ihre volle körperliche Leistungsfähigkeit wiederzuerlangen oder zu erhalten, in Zukunft weiter zunehmen. Bisher haben sich allerdings nur sehr wenige Anlagen auf dieses Bedürfnis ausgerichtet.

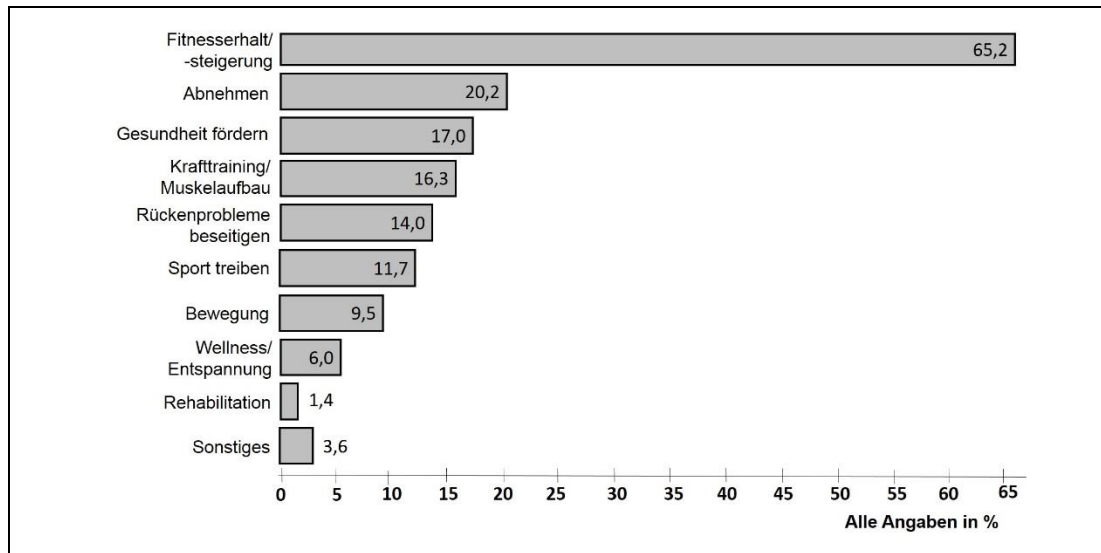


Abb. 1: Trainingsziele im allgemeinen Trainingsbereich (© BSA/DHfPG, Daten stammen aus Arbeitgeberverband Deutscher Fitness- und Gesundheits-Anlagen [DSSV], 2013, S. 42)



Übung 1.1

Verschaffen Sie sich in diesem Zusammenhang einen Überblick, wie viele Kunden in Ihrem Ausbildungsbetrieb mit einer rehabilitativ ausgerichteten Trainingszielsetzung trainieren. Führen Sie hierzu eine Befragung durch.

Um eine klare Abgrenzung des rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung zu den medizinisch-therapeutisch tätigen Einrichtungen und deren Aufgabenfeldern zu schaffen, erfolgt im nachfolgenden Abschnitt zunächst eine kurze Einführung in die Terminologie bzw. Thematik der Rehabilitation bzw. des rehabilitativen Trainings. In Kapitel 2 werden anschließend die notwendigen Voraussetzungen, die Möglichkeiten und die Grenzen des rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen näher erläutert.

Was versteht man unter Rehabilitation und rehabilitativem Training?

Das Wort „**Rehabilitation**“ stammt aus dem Lateinischen und bedeutet so viel wie Rückführung bzw. Wiederherstellung. Unter Rehabilitation im weiteren Sinne versteht die Weltgesundheitsorganisation (WHO, 1981, S. 9) ein möglichst vollständiges Wiedererlangen der physischen und psychischen Leistungsfähigkeit unter Berücksichtigung der Voraussetzungen funktioneller, anatomischer, psychischer und sozialer Art des entsprechenden Individuums.

Das **rehabilitative Training** stellt dabei einen wesentlichen Bestandteil der orthopädisch-traumatologischen Rehabilitation dar. Es hat zum Ziel, den Rehabilitanden mit Hilfe geeigneter trainingstherapeutischer Maßnahmen zu seiner vollen körperlichen Leistungsfähigkeit unter den vorgegebenen motorischen, anatomischen und psychischen Möglichkeiten nach einer Verletzung oder Krankheit zu verhelfen.

Häufig wird das rehabilitative Training auch mit dem Begriff der „medizinischen Trainingstherapie (MTT)“ gleichgesetzt. Unter diesem Begriff versteht man im Wesentlichen ein defizitorientiertes muskuläres Aufbautraining. Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft beinhaltet rehabilitatives Training jedoch weitaus mehr, als ein reines muskuläres Aufbautraining. Das Training ist wesentlich breiter angelegt und bezieht vielfältige Aspekte und Komponenten, welche die menschliche Gesundheit beeinflussen, mit ein.

Der Ablauf des Rehabilitationsprozesses bei orthopädischen Erkrankungen:

Der Ablauf des Rehabilitationsprozesses ist in der Regel klar definiert. Im Normalfall erfolgt nach einer akut-traumatischen Verletzung oder einer degenerativen Erkrankung des Bewegungssystems eine ärztliche Diagnose (Orthopäde, Unfallchirurg etc.) und daraufhin die Verordnung (Rezept) notwendiger medizinischer Behandlungsmaßnahmen in einer dafür autorisierten Therapieeinrichtung. Dazu zählen z. B. die stationäre Rehabilitation im Akutkrankenhaus und die ambulante Rehabilitation. Diese findet bei komplexen Schadensbildern z. B. im Rahmen der ambulanten orthopädisch-traumatologischen Rehabilitation (AOTR) bzw. der ambulanten muskuloskeletalen Rehabilitation (AMR) statt. Von Seiten der Kostenträger besteht eine spezifische Indikationsliste, in der alle Erkrankungsformen des Bewegungssystems festgeschrieben sind, bei denen längerfristige therapeutische Behandlungsmaßnahmen verordnet werden können. Die Art und Dauer der Therapiemaßnahmen ist streng reglementiert. Die medizinische Heilbehandlung gilt in der Regel als abgeschlossen, wenn die normale Alltagsbelastbarkeit wiederhergestellt ist.

Was bedeutet rehabilitatives Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung?

Oft ist der Heilungsprozess mit Beendigung der medizinischen Behandlung jedoch noch nicht zu 100 % abgeschlossen. Nach einer Kreuzbandverletzung werden in manchen Fällen z. B. nur maximal achtzehn Therapieeinheiten bewilligt. Bei notwendigen drei bis vier Trainingseinheiten pro Woche wäre die Therapie somit nach ca. sechs Wochen beendet. Eine komplette Rehabilitation des Kreuzbandrisses dauert allerdings mindestens sechs Monate. Genau an dieser Stelle besteht die Rehabilitationslücke. Die Rekonvaleszenten stehen jetzt in der Verantwortung, selbst Maßnahmen für die vollständige Wiederherstellung ihres Gesundheitszustandes zu ergreifen. Hier besteht die Chance für die kommerzielle Fitness- und Gesundheitseinrichtung, diese Lücke zu schließen und sich auf diesem Sektor in Zukunft zu etablieren. Allerdings darf dabei nicht vergessen werden, dass ein Anschlusstraining in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung immer nur eine weiterführende Maßnahme der eigentlichen orthopädischen Rehabilitation sein kann. Im Kontext der in diesem Studienbrief behandelten Thematik wird das rehabilitative Training daher wie folgt definiert:



Definition - rehabilitative Training

Das rehabilitative Training in einer kommerziellen Fitness- bzw. Gesundheitseinrichtung ist ein indikationsspezifisches bzw. befundorientiertes, aber auch allgemein gesundheitsorientiertes Training nach Abschluss der medizinischen Heilbehandlung, bei dem die günstige Beeinflussung der zuvor oder immer noch bestehenden Funktionsstörung bzw. -beeinträchtigung im Vordergrund steht. Die Zielsetzung des rehabilitativen Trainings besteht darin, zuvor erzielte Behandlungserfolge zu stabilisieren und weiter zu verbessern.

In diesem Zusammenhang ist es besonders wichtig, dass der Trainer in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung weiß, mit welchen Krankheitsbildern bzw. Verletzungen des Bewegungssystems er möglicherweise konfrontiert wird.

Akut-traumatische und chronisch-degenerative Erkrankungsbilder des Bewegungssystems:

Laut Statista (2014) sind von den rund 81 Millionen Bundesbürgern nur ca. 22 Millionen in ihrer Freizeit regelmäßig sportlich aktiv (1-3 Stunden Sport pro Woche). Die Zahl der Sportunfälle wird auf ca. 1,25 Millionen pro Jahr geschätzt. Der Gesamtbetrag der damit verbundenen Behandlungskosten beläuft sich auf etwa 1,32 Milliarden Euro, das entspricht nur ca. 1 % der Gesamtkosten des Gesundheitswesens (ARAG, 2001). Im Vergleich dazu verursachen degenerative Erkrankungen des Bewegungssystems, wie z. B. Rückenbeschwerden, die eher auf einen Bewegungsmangel als auf eine akute Schädigung zurückzuführen sind, sowie deren Folgen, Kosten in Höhe von über 30 Milliarden Euro jährlich (Rose, Irle & Korsukewitz, 2002, S. 1–10).

Betrachtet man sich die verschiedenen Körperregionen, die von akuten Verletzungen beim Sport betroffen sind, so liegen die Sprunggelenkverletzungen mit rund 27 % an der Spitze, gefolgt von den Kniegelenkverletzungen mit 18 % (vgl. Abb. 2). In diesem Zusammenhang ist jedoch zu beachten, dass es sich bei Verletzungen des Sprunggelenkes meist um Supinationstraumen (Umknicktraumen) handelt, die selten von schwerer Natur sind und keiner größeren therapeutischen Nachbehandlung bedürfen. Anders verhält es sich z. B. bei den Kniegelenkverletzungen. Dabei kommt es häufig zu schwereren Bandverletzungen, die operativ versorgt werden müssen. Trotz langwieriger Rehabilitation bestehen häufig weiterhin Beschwerden wie z. B. Instabilitäten.

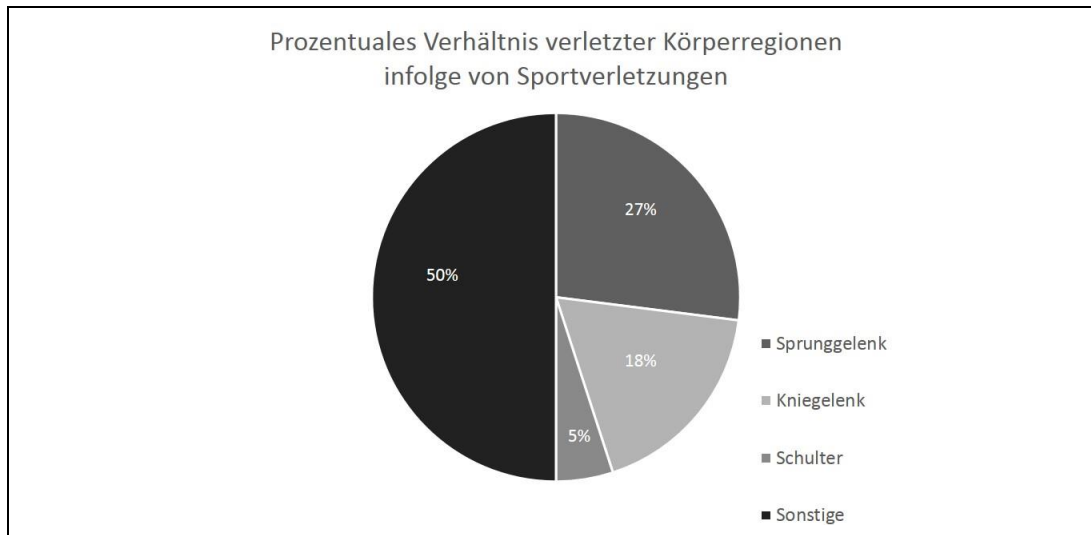


Abb. 2: Prozentuales Verhältnis verletzter Körperregionen infolge von Sportverletzungen (modifiziert nach ARAG, 2001)

Im Vergleich zu den akut-traumatischen Verletzungen sind von chronisch-degenerativen Erkrankungen des Bewegungssystems weitaus mehr Menschen betroffen. Rückenleiden, Hüft- und Kniearthrose rangieren hier auf den vordersten Plätzen (vgl. Abb. 3).

Die Behandlung degenerativer Gelenkerkrankungen stellt künftig eine große Herausforderung für das Gesundheitssystem dar. Im Jahr 2001 entfielen etwa ein Drittel der durchgeführten medizinischen Leistungen im Rahmen der orthopädischen Rehabilitation auf Behandlungen des Rückens. Ca. 40 % der deutschen Bevölkerung klagten im Laufe eines Jahres über Rückenbeschwerden. Mehr als 5 Millionen Bundesbürger leiden unter Arthrose bedingten Gelenkbeschwerden (Rose et al., 2002, S. 2). Die Zahl der in Deutschland implantierten Hüftendoprothesen liegt bei weit über 190.000 pro Jahr (Schleicher, Kilian & Schnettler, 2013, S. 99).

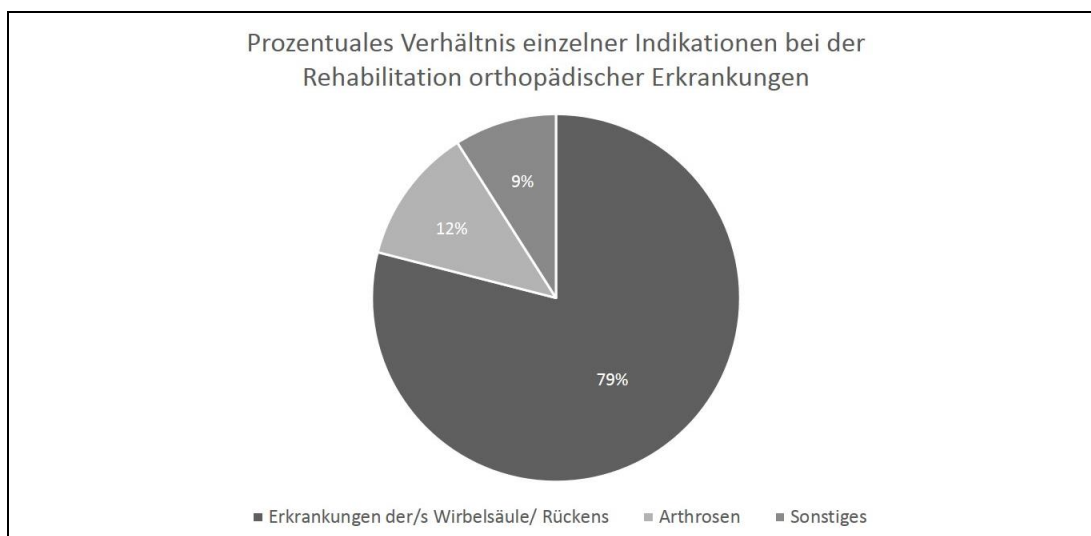


Abb. 3: Prozentuales Verhältnis einzelner Indikationen bei der Rehabilitation orthopädischer Erkrankungen (modifiziert nach Rose et al., 2002, S. 6)

Der Trainer wird demnach nicht nur mit sportbedingten Verletzungen konfrontiert, sondern vor allem mit degenerativen Erkrankungen des Bewegungssystems, die häufig auf einen Bewegungsmangel zurückzuführen sind und sich im Laufe der Jahre als handfestes Beschwerdebild manifestiert haben. Das Spektrum der orthopädischen Erkrankungen ist sehr weitreichend. Im Rahmen dieses Studienbriefes können nicht alle existierenden Krankheitsbilder bzw. Verletzungen des Bewegungssystems abgehandelt werden. Deshalb ist für das rehabilitative Training eine wohlüberlegte Auswahl der wichtigsten und häufigsten Krankheitsbilder getroffen worden. Die Auswahl richtet sich dabei nach dem Anwendungskatalog bzw. der Indikationsliste für das medizinische Aufbautraining (MAT) im Bereich der Orthopädie/Traumatologie (Kunz, 2003, S. 6).



Übung 1.2

Versuchen Sie, mithilfe einer Internet- oder Literaturrecherche herauszufinden, bei welchen orthopädisch-traumatologischen Krankheitsbildern eine Indikation für die Durchführung einer Komplextherapie im Rahmen der ambulanten Rehabilitation steht.



Zusammenfassung

- Durch den Strukturwandel im Gesundheitswesen wird mittel- und langfristig eine neue Kundenklientel, die bisher ausschließlich auf die kurative Medizin vertraut hat, den Weg in eine kommerzielle Fitness- oder Gesundheitseinrichtung suchen.
 - Um weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen die gesundheitsorientierten Bewegungsanbieter dieser Herausforderung mit entsprechenden hochwertigen Betreuungsangeboten begegnen.
 - Das rehabilitative Training kann in einer kommerziellen Fitness- oder Gesundheitseinrichtung nur nach Abschluss der medizinischen Heilbehandlung erfolgen.
 - Der Trainer wird überwiegend mit degenerativen Erkrankungen des Bewegungssystems (z. B. Rückenbeschwerden und Arthrose), die häufig auf einen Bewegungsmangel zurückzuführen sind, und weniger mit sportbedingten Verletzungen konfrontiert.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Erläutern Sie, was unter einem rehabilitativen Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung zu verstehen ist.
2. Mit welcher Art von Erkrankung des Bewegungssystems werden die Trainer in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen mit hoher Wahrscheinlichkeit konfrontiert? Begründen Sie Ihre Aussage.

2 Rehabilitatives Training in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie die rechtlichen Voraussetzungen zur Durchführung eines rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen darstellen und die eindeutige inhaltliche Abgrenzung zu den therapeutischen Leistungen erklären,
 - können Sie erläutern, welcher organisatorische Rahmen für die Durchführung eines rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen notwendig ist,
 - können Sie erklären, dass eine Betreuung von Rehabilitanden einen erhöhten Personal-, Zeit- und Geräteaufwand sowie einen größeren Raumbedarf erforderlich macht,
 - können Sie darlegen, welche unterschiedlichen Krafttrainingsgeräte für das rehabilitative Training unbedingt notwendig sind und welche technischen Anforderungen sie erfüllen sollten,
 - sind Sie in der Lage zu beurteilen, welche Krafttrainingsgeräte in Ihrem eigenen Unternehmen diesen Anforderungen gerecht werden und damit für das rehabilitative Training geeignet sind,
 - können Sie erklären, welche speziellen Fachkenntnisse der Trainer mitbringen sollte, um Rehabilitanden professionell in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen betreuen zu können,
 - sind Sie in der Lage die speziellen Kundenvoraussetzungen für die Aufnahme eines rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen zu erklären und bei Nicht-Erfüllung richtig zu handeln.
-

2.1 Qualitätsstandards für die Durchführung eines rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen

Für die Durchführung einer ambulanten orthopädisch-traumatologischen Rehabilitation (AOTR) bzw. ambulanten muskuloskeletalen Rehabilitation (AMR) sind von Seiten der Kostenträger (Krankenkassen, Berufsgenossenschaften etc.) klare Richtlinien definiert. Diese beziehen sich sowohl auf die personelle Besetzung bzw. Qualifikation als auch auf die räumliche und apparative Ausstattung der Einrichtung. Die personelle Besetzung einer Therapieeinrichtung erfordert u. a. die Anwesenheit der folgenden Berufsgruppen: Arzt, Physiotherapeut, Masseur und Diplom-Sportlehrer. Ärztliche wie nicht-ärztliche Fachkräfte müssen neben ihrer Grundausbildung über zahlreiche fach-

spezifische Qualifikationen verfügen. Diese Tatsache erfordert eine permanente Weiterbildung der beteiligten Berufsgruppen. Auch die Anforderungen an das Raumangebot und die Geräteausstattung sind klar definiert. Eine umfassende Beschreibung findet sich z. B. beim Verband Deutscher Angestellter Krankenkassen (VDAK).

Inhaltlich besteht die Komplextherapie aus drei Behandlungselementen: (1) der Krankengymnastik bzw. Physiotherapie, (2) der physikalischen Therapie und (3) der medizinischen Trainingstherapie (Gutenbrunner & Glaesener, 2007, S. 104–110). Das Zeitraster der Rehabilitation gibt vor, dass die medizinische Behandlung an ca. 3-5 Tagen für ca. 2-5 Stunden in der Woche erfolgt. Insgesamt sollte der Rehabilitationszeitraum 20-30 Behandlungseinheiten nicht überschreiten bzw. maximal 6-8 Wochen andauern. Im Einzelfall kann der betreuende Arzt einen begründeten Verlängerungsantrag stellen.

Da umfassende Rehabilitationsmaßnahmen von den Kostenträgern künftig nur noch bei komplexen Schadensbildern verordnet werden, sind viele kommerzielle Fitness- und Gesundheitseinrichtungen bestrebt, die Lücke zwischen Therapie und Prävention zu schließen. Diese Bestrebungen können langfristig jedoch nur erfolgreich sein, wenn auch in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen bestimmte Qualitätsstandards erfüllt werden und in Zukunft weitere Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Trainingsangebote ergriffen werden.

Demnach erfordert die Durchführung eines rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen als weiterführende Maßnahme nach Abschluss der medizinischen Heilbehandlung ein ähnlich hohes Qualitätsniveau hinsichtlich des Angebots- und Betreuungskonzeptes wie es in therapeutischen Einrichtungen vorzufinden ist. Aus den oben genannten Forderungen der Kostenträger an therapeutische Einrichtungen lassen sich auch für kommerzielle Fitness- und Gesundheitseinrichtungen bestimmte Mindestanforderungen an die räumliche und apparative Grundausstattung sowie an die personelle Qualifikation ableiten. Diese Mindestanforderungen werden in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt.

2.2 Rechtliche Voraussetzungen

Von rechtlicher Seite ist es wichtig, das rehabilitative Training in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen im Rahmen des Rehabilitationsprozesses richtig einzuordnen sowie Möglichkeiten und Grenzen zu erkennen. Dazu ist eine eindeutige Abgrenzung zu den medizinischen Leistungen im Rahmen der Therapie notwendig. Unter Therapie versteht man im Allgemeinen die Behandlung von Krankheiten durch medizinisch ausgebildetes Fachpersonal. Zu den autorisierten Heilmittelerbringern sind im orthopädisch-traumatologischen Bereich ausschließlich Ärzte und Physiotherapeuten (Krankengymnasten, Masseur) zu zählen. Diplom-Sportlehrer nehmen dabei eine Sonderstellung ein, da sie nicht im Heilmittelkatalog aufgeführt sind, aber dennoch ihre Berechtigung in der Therapie finden. Medizinische bzw. therapeutische Leistungen dürfen im Rahmen der Rehabilitation nach akuten Verletzungen also nur

von diesen genannten Berufsgruppen erbracht werden. Voraussetzung für die Leistungsabgabe ist eine vorangegangene ärztliche Diagnose und die Verordnung der entsprechenden Maßnahmen.

Der Trainer in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen darf keinerlei medizinische Leistungen erbringen. Die Durchführung eines rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen sollte daher immer nur nach Absprache mit dem behandelnden Arzt und Therapeuten bzw. nach Abschluss der medizinischen Heilbehandlung erfolgen.

2.3 Organisatorische Voraussetzungen

Da das rehabilitative Training nach Verletzung oder bei bestehenden degenerativen Erkrankungen im Vergleich zum herkömmlichen Fitnesstraining in seiner Betreuung wesentlich aufwändiger und anspruchsvoller ist, müssen sich die Trainings- und Betreuungskonzepte auch deutlich von denen eines typischen Fitness- und Gesundheitsstudios unterscheiden und diesbezüglich folgende Kriterien erfüllen:

- Durchführung einer umfassenden Diagnose (Eingangs-Check, Anamnese, motorische Tests)
- Erstellung eines individuellen, den Ergebnissen der Diagnose und den Zielen angepassten Trainingsplanes
- Einweisung in den individuellen Trainingsplan
- Überwachung und Kontrolle des Trainings
- Durchführung von regelmäßigen Re-Tests

Die geforderte qualitativ hochwertige Betreuung impliziert vor allem einen erhöhten Personal- und Zeitaufwand. Insbesondere bei dem Eingangs-Check und bei der Geräteeinweisung wird wesentlich mehr Zeit beansprucht als bei den herkömmlichen gesunden Kunden. Der organisatorische, zeitliche und personelle Mehraufwand erfordert natürlich auch ein kostendeckendes Betreuungskonzept. Sinnvoll ist im Rahmen des rehabilitativen Trainings die Konzeption von besonderen Betreuungsmodellen in Form einer Einzel- (Personaltraining) oder Gruppenbetreuung mit gesonderter Kostenabrechnung. Besonders die Umsetzung von Gruppentrainingskonzepten bedingt jedoch ein größeres Raumangebot und eine entsprechende Gerätegrundausstattung, um ein ungestörtes und effektives Training zu gewährleisten.

Nachfolgend wird ein in der Praxis bewährtes Betreuungsmodell für das rehabilitative Training in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen exemplarisch dargestellt.

Notwendige Voraussetzung für die Umsetzung des Konzeptes ist ein ca. 50-70 m² großer separater Raum oder eine Rehaecke mit entsprechender Geräteausstattung. In diesem Bereich findet das betreute rehabilitative Training in einer Kleingruppe statt. Der organisatorische Rahmen ist ähnlich wie in der Therapie gestaltet und den Kunden

somit bereits vertraut. So erfolgt z. B. die Vergabe der Trainingstermine nur nach vorheriger Terminabsprache. Alle Teilnehmer müssen gemeinsam ein- und auschecken. Die Gruppengröße ist auf maximal sechs Teilnehmer begrenzt und wird von einem kompetenten Trainer betreut. Die beschränkte Gruppengröße hat den Vorteil, dass für den definierten Zeitraum ein Trainer exklusiv für die Rehabilitanden zur Verfügung steht und das Übungsprogramm betreut. Die zeitliche Dauer des Trainings liegt bei ca. 90 min. Darin inbegriffen sind das Auf- und Abwärmen sowie das eigentliche Training. Vor der Aufnahme des Trainings wird mit jedem Kunden ein individueller Eingangs-Check von ca. 60-minütiger Dauer durchgeführt. Auf der Basis des Eingangs-Checks wird anschließend von dem Trainer ein individuelles Trainingsprogramm ausgearbeitet. Die Vergütung des Betreuungsangebotes erfolgt über separate Rehakarten (z. B. 10er-/25er- oder 50er-Karten).

Die wichtigsten allgemeinen und speziellen organisatorischen Aspekte des Rehabilitationstrainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen sind abschließend noch einmal zusammengefasst:

- erhöhter Personalaufwand
- größerer Zeitaufwand für Eingangs-Check, Trainingseinweisung und Re-Tests
- Angebot von Gruppen- und Individualtraining nach vorheriger Terminabsprache
- individuelle Trainingsbetreuung (Eins-zu-Eins-Betreuung)
- besondere Kursmodelle für Rehakunden (s. u.)
- besondere Kostenberechnung für Rehakunden
- mögliche Kooperationen mit Ärzten, Physiotherapeuten, Krankenkassen
- Training nur nach vorheriger Terminabsprache
- betreutes Training in Kleingruppen mit beschränkter Teilnehmerzahl (maximal 6-8 Personen und 1 Trainer)
- zeitlich limitiertes Training (ca. 60-90 min)
- separate Rehakarten (10er-/25er- oder 50er-Karten)

Viele Betreiber einer Fitness- bzw. Gesundheitseinrichtung stehen aus ökonomischen Gründen diesen Forderungen nach einem umfassenden Betreuungsmodell sicherlich eher skeptisch bzw. ablehnend gegenüber. Doch gerade im Bereich des rehabilitativen Trainings besteht eine große Verantwortung von Seiten der kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen hinsichtlich einer qualitativ hochwertigen Betreuungsleistung gegenüber den Rehabilitanden, welche die genannten Punkte durchaus rechtfertigt.

2.4 Räumliche Voraussetzungen

Ein hochwertiges Angebot für das rehabilitative Training bei verschiedenen Beschwerdebildern setzt auch ein entsprechendes Raumangebot voraus. Für den Eingang-Check ist ein separater Raum notwendig, um ungestört alle erforderlichen biometrischen und motorischen Tests wie z. B. die Funktionsprüfung der Gelenke bzw. die Muskelfunktionsdiagnostik auf einer Behandlungsliege durchführen zu können. Des Weiteren sollte eine ausreichend große Trainingsfläche mit den entsprechenden Krafttrainingsgeräten vorhanden sein. Zusätzlich ist ein separater Trainingsraum (z. B. Gymnastikraum), in dem die Rehabilitanden ungestört z. B. propriozeptive Übungen oder das Beweglichkeitstraining durchführen können, unverzichtbar. Durch einen gesonderten Trainingsraum werden zahlreiche störende Umweltreize weitestgehend ausgeschaltet, so dass sich die Kunden ausschließlich auf den eigenen Körper und ihre Trainingsübungen konzentrieren können. Die Ausstattung des Kursraumes mit Spiegeln ist wünschenswert, um eine visuelle Kontrolle bei der Übungsausführung zu ermöglichen.

Zusammengefasst sollten für das rehabilitative Training folgende räumliche Mindestanforderungen erfüllt sein:

- separater Raum für den Eingang-Check (Funktionsdiagnostik)
- Trainingsfläche mit geeigneten Kraftgeräten
- separater Trainingsraum (eventuell Gymnastikraum mit Spiegeln, Ausschaltung von Störeinflüssen) für Propriozeption, Thera-Bandübungen, Beweglichkeitsübungen, Funktionsgymnastik, Gruppentraining

2.5 Personelle Voraussetzungen

Wenn es um die Qualität der medizinischen Betreuung im Krankheitsfall geht, so ist für die meisten Menschen das Beste gerade gut genug. Doch diese Anspruchshaltung scheint für den Bereich der kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen häufig außer Kraft gesetzt zu sein. Es ist immer wieder verwunderlich, wie unbedarft viele Kunden ihren eigenen Körper und damit ihre Gesundheit vielen Trainer anvertrauen, ohne vorher kritisch zu hinterfragen, ob diese auch entsprechend qualifiziert sind.

Was für das herkömmliche Fitness- und Gesundheitstraining längst als selbstverständlich gelten sollte, ist für das rehabilitative Training unumstößlich. Ein Training mit gesunden Personen stellt bereits große Anforderungen an die fachliche Kompetenz eines Trainers dar. Umso mehr erfordert ein Training nach Verletzung oder bei bestehenden chronischen Beschwerden des Bewegungssystems eine exzellente Betreuung durch ein hoch qualifiziertes Fachpersonal. Neben fundierten Kenntnissen im Bereich der funktionellen Anatomie, der Biomechanik, des richtigen Gerätehandlings und der rehabilitativen Trainingslehre sollte der Trainer auch über medizinische Fachkenntnisse verfügen. Besonders wichtig ist das Grundlagenwissen über die Pathogenese der verschiedenen Verletzungsarten und Erkrankungsformen sowie über die damit verbun-

denen therapeutischen Behandlungsansätze. Dadurch wird die Grundlage für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Rehatrainer, Therapeut und Arzt geschaffen. Im therapeutischen Bereich sind alle Berufsgruppen zur regelmäßigen Weiterbildung verpflichtet. Die Annäherung an diese Gepflogenheiten wäre sicherlich auch für den kommerziellen Fitness- und Gesundheitsmarkt wünschenswert.

Doch das rehabilitative Training beschränkt sich nicht nur auf den sportlichen Aspekt, sondern geht weit über dessen Grenzen hinaus. Die vollständige Wiedererlangung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Gesundheit bezieht in hohem Maße die zwischenmenschlichen Komponenten in den Trainingsprozess mit ein. Von daher sollte der Trainer neben der fachlichen Kompetenz auch besonders über soziale Kompetenzen verfügen. Nur wenn der Kunde auf einen einfühlsamen und verständnisvollen Trainer trifft, der mit viel Fingerspitzengefühl auf die persönlichen Belange des Kunden eingeht, ist das Training langfristig erfolgreich.



Übung 2.1

Überlegen Sie sich an dieser Stelle, inwieweit die hier dargestellten organisatorischen, räumlichen und personellen Voraussetzungen in Ihrem Ausbildungsbetrieb gegeben sind, um ein rehabilitatives Training durchführen zu können.

Wie stehen Sie selbst zu den hier dargestellten Aspekten und Forderungen?

2.6 Apparative Voraussetzungen

Für ein rehabilitativ ausgerichtetes Training sollte eine kommerzielle Fitness- und Gesundheitseinrichtung sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht über eine umfassende apparative Grundausstattung verfügen. Nur so kann gewährleistet werden, dass dem Kunden diejenigen Voraussetzungen geboten werden, die für ein Rehabilitationstraining angemessen sind. In der AOTR bzw. AMR gibt es klare Richtlinien bezüglich der apparativen Grundausstattung, um ein funktionelles und indikationsspezifisches muskuläres Training durchführen zu können. In Anlehnung an den Anforderungskatalog aus der medizinischen Trainingstherapie ist nachfolgend eine Liste mit empfehlenswerten Trainingsgeräten als Grundausstattung zur Durchführung eines muskulären Aufbautrainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung aufgeführt.

Empfehlenswerte Trainingsgeräte für die untere Extremität:

- Beinpresse liegend horizontal (Funktionsstemme)
- Beinstrecker
- Beinbeuger sitzend und liegend
- Adduktionsmaschine sitzend und stehend
- Abduktionsmaschine sitzend und stehend

- Wadenmaschine stehend und sitzend
- höhenverstellbarer bilateraler Seilzugapparat
- Kniebeugenständer
- Glutaealtrainer bzw. Hüftstreckmaschine
- Hüftpendel

Empfehlenswerte Trainingsgeräte für die obere Extremität:

- Latzugmaschine (Schulterblattfixator)
- Rückenisolator mit verstellbarer Bruststütze
- Butterfly (unabhängiges System)
- Butterfly reverse (Haltungsstabilisator, unabhängiges System)
- höhenverstellbarer bilateraler Seilzugapparat mit Flaschenzugeinrichtung
- Dipsmaschine (Stützstemme)
- Gravitron (Klimmzugturm)
- Kurz- und Langhanteln
- verstellbare Hantelbänke

Empfehlenswerte Trainingsgeräte für den Rumpf:

- 45° Back-Extensionstrainer (hinterer Rumpfbeber, verstellbar)
- Bauchtrainer (vorderer Rumpfbeber)
- WS-Extensionsmaschine
- WS-Rotationsmaschine

Empfehlenswerte Kleingeräte:

- Thera-Bänder®
- Kurzhanteln
- Fitbälle
- Gymnastikmatten
- Body Blade
- Propriomed
- Therapiekreisel
- Airex-Kissen
- Aero-Step
- Wackelbretter
- Schulterhorn
- Behandlungsliege zur Funktionsdiagnostik



Übung 2.2

Überprüfen Sie in Ihrem Ausbildungsbetrieb, welche der hier genannten Trainingsgeräte bei Ihnen vorhanden sind und welche fehlen.

In der medizinischen Trainingstherapie unterliegen alle Trainingsgeräte einer strengen Qualitätsprüfung durch den bayerischen TÜV. Derartige Qualitätskontrollen bzw. einheitliche Normvorgaben bestehen für die herkömmlichen Fitnessgeräte zurzeit noch nicht. Trotzdem sollten die Krafttrainingsmaschinen die folgenden Mindestanforderungen weitestgehend erfüllen:

1. Bedienungsfreundlichkeit der Geräte
2. Einstiegshilfen
3. individuelle achsengerechte Positionierung
4. Längenanpassung des Hebelarmes
5. Bewegungslimitierung
6. Feindosierung des Widerstandes
7. Physiologischer Kraftkurvenverlauf
8. Variable Übungspositionierung

1. Bedienungsfreundlichkeit der Geräte:

Die Ein- und Verstellmöglichkeiten der Trainingsgeräte sollten nicht zu aufwändig sein. Andererseits muss jedoch auch gewährleistet sein, dass eine individuelle achsengerechte Positionierung des Trainierenden möglich ist. Die Einstellhebel sollten gut sichtbar und gut zugänglich sein. Um eine erneute und schnelle Einstellung durch den Trainierenden vornehmen zu können, sollten die Geräte nach Möglichkeit mit einer Skalierung der verschiedenen Verstellmöglichkeiten versehen sein.

2. Einstiegshilfen:

Das Vorhandensein verschiedener Einstiegshilfen wie z. B. bei einem Butterfly oder einer Beinpresse sollen den Einstieg in und die Positionierung auf dem Trainingsgerät erleichtern. Die wohl wichtigste Aufgabe besteht in der Ermöglichung einer gelenkschonenden Startposition.

3. Individuelle achsengerechte Positionierung:

Um bei der Übungsausführung annähernd eine physiologische Gelenkbelastung zu gewährleisten, ist eine individuelle achsengerechte Positionierung des Trainierenden auf dem Gerät erforderlich. Dieser Forderung ist insbesondere bei eingelenkigen Übungen nachzukommen. Durch verschiedene Verstellmöglichkeiten am Gerät (z. B. Rückenlehne, Sitzhöhe, Fußstütze) sollte es möglich sein, dass die Gelenkachse mit der Drehachse des Gerätes übereinstimmt. Schon eine geringe Abweichung von diesem Prinzip führt zu einer erhöhten Belastung der an der Bewegung beteiligten Gelenkstrukturen (Auftreten von Scherkräften). Was für ein gesundes Gelenk vielleicht noch tolerabel erscheint, kann bei einem bereits vorgeschädigten Gelenk zu erheblichen Beschwerden führen.

4. Längenanpassung des Hebelarmes – Anpassung an die anthropometrischen Voraussetzungen:

Auch die Länge des Hebelarmes am Gerät sollte nach Möglichkeit stufenlos auf die jeweiligen anthropometrischen Voraussetzungen des Kunden einstellbar sein, um annähernd physiologische Kraft-Last-Verhältnisse zu ermöglichen.

Dadurch wird nicht nur eine genaue Anpassung des Hebelarmes an die Körperlängenmaße erreicht, sondern es besteht eine weitere Möglichkeit der Belastungsdosierung (Veränderung der Hebelarmlänge) und eine größere Variation des Übungsangebotes. Ein Beispiel hierfür ist das Hüftpendel. Durch die variable Verstellbarkeit des Hebelarmes und der Polsterrolle kann bei einer Übung, wie z. B. Adduktion, sowohl über einen langen Hebel (distaler Kraftansatzpunkt = die Polsterrolle setzt am Unterschenkel oberhalb des Sprunggelenkes an) als auch über einen kurzen Hebel (proximaler Kraftansatzpunkt = die Polsterrolle setzt am Oberschenkel oberhalb des Kniegelenkes an) gearbeitet werden. In beiden Fällen wird eine unterschiedliche Belastungswirkung auf die betroffenen Gelenkstrukturen und die beteiligten Muskulatur ausgeübt. Bei der Übungsausführung über einen langen Hebel muss die Arbeitsmuskulatur einen wesentlich höheren Kraftaufwand erbringen. Gleichzeitig treten durch den Kraftansatzpunkt am Unterschenkel jedoch zusätzliche Scherkräfte im Kniegelenk auf, was eine deutlich höhere Stabilisationsarbeit der gelenkumgebenden Strukturen erfordert.

5. Bewegungslimitierung:

Die Möglichkeit der Begrenzung des Bewegungssektors bei einer Bewegung ist eine unabdingbare Voraussetzung für das rehabilitative Training an Maschinen. Durch einen Bewegungsbegrenzer kann die maximal mögliche Bewegungsamplitude genau vorgegeben werden. Diese Einrichtung ist besonders für Personen wichtig, die nach ihrer Verletzung weiterhin eine leichte Bewegungseinschränkung aufweisen oder wenn die Gefahr besteht, dass in einem bestimmten Gelenkwinkelbereich verstärkt Stress auf eine vorgeschädigte Struktur ausgeübt wird. Ein Beispiel hierfür ist ein Bandimplantat nach einer vorderen Kreuzbandruptur. In diesem Fall ist der Endstreckbereich von ca. 0-30° wegen einer höheren Stressbelastung des Bandimplantates bei der Bein-streckbewegung zunächst auszusparen. Die individuelle Start- und Endposition kann vom Trainer mithilfe der Bewegungslimitierung am Gerät exakt auf einen definierten Bewegungsbereich festgelegt (z. B. 90° bis 30°) werden. Die genaue Einstellung kann später vom Kunden selbst durch eine geeignete Skalierung am jeweiligen Gerät nachvollzogen werden. Die Bewegungslimitierung sollte unbedingt dämpfend ausgestaltet sein, um unnötige Belastungsspitzen im Umkehrpunkt der Bewegung zu vermeiden.

6. Feindosierung des Widerstandes:

Neben der individuellen Positionierung des Kunden auf dem Trainingsgerät ist die Feinabstufung des Trainingswiderstandes für das rehabilitative Training von großer Bedeutung. Die Einstellungsmöglichkeit des Widerstandes muss so gestaltet sein, dass die verletzte Struktur bzw. das betroffene Gelenk nicht überlastet wird. Zu hohe Belastungen, die keine Berücksichtigung der jeweiligen muskulären Möglichkeiten des Einzelnen zulassen, provozieren zum einen den Einsatz kompensatorisch wirkender Muskeln und zum anderen führen sie zu einer Veränderung der korrekten Körperhaltung bei der Bewegungsausführung. Jede Bewegungsabfälschung zieht jedoch unerwünschte Mehrbelastungen sowohl der gesunden als auch der bereits geschädigten Gelenksysteme

mit sich. Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass jedes Trainingsgerät in Abhängigkeit vom Gerätetyp und der Größe der trainierten Muskelgruppe grobe und feine Gewichtsabstufungen ermöglicht. Grobe Gewichtsabstufungen von ca. 5-10 kg sind für Übungen, bei denen große Muskelgruppen wie z. B. die Beinstreckmuskulatur aktiviert werden, ausreichend. Für sehr kleine Muskelgruppen wie z. B. die Schulterrotatoren ist eine feine Gewichtsabstufung in ca. 0,5-2,5-kg-Schritten erforderlich. Alternativ sollte auch die Möglichkeit bestehen, weitere Zusatzgewichte verwenden zu können.

7. Physiologischer Kraftkurvenverlauf:

Häufig liegen bei der Übungsausführung an einem Trainingsgerät auf Grund der sich veränderten Last-Kraft-Verhältnisse keine konstanten Widerstände vor. Diese Tatsache ist jedem Trainierenden aus der Praxis bekannt.

Bei allen eingelenkigen Bewegungen sollten der Widerstand und die dementsprechend aufzubringende Kraft weitestgehend dem physiologischen Kraftkurvenverlauf entsprechen, um Belastungsspitzen zu vermeiden und einen optimalen Trainingseffekt für die Zielmuskulatur zu garantieren. Eine Möglichkeit hierfür bietet die so genannte Exzentertechnik. Sie gewährleistet annähernd eine Anpassung des Trainingswiderstandes (Widerstandskurve) an den physiologischen Kraftverlauf (Kraftverlaufskurve). Das bedeutet, dass in den Gelenkwinkelbereichen, in denen die Arbeitsmuskulatur die größte Kraft entwickeln kann, auch der größte Widerstand vom Gerät entgegengesetzt wird. In den Gelenkwinkelbereichen, in denen der Muskel auf Grund des schlechten Überlappungsgrades der Sarkomere nur sehr wenig Kraft entwickeln kann, sollte dementsprechend der schwächste Widerstand einwirken.

8. Variable Übungspositionierung:

Jede Ausgangsposition am Trainingsgerät sollte so verändert werden können, dass die jeweiligen anthropometrischen Unterschiede der trainierenden Person bei der Einstellung berücksichtigt werden (vgl. Punkt 4).

Auch wenn diese hier aufgeführten funktionellen Voraussetzungen für den therapeutischen Bereich gelten, so sind ähnliche Forderungen sicherlich auch für das rehabilitative Training im Gesundheitsstudio sinnvoll. Denn anders als das gesunde Bewegungssystem reagiert eine verletzte Struktur wesentlich empfindlicher auf „unphysiologische“ Gegebenheiten beim gerätegestützten Training.



Merke

Jedes Gerät ist immer nur so gut wie sein Benutzer.



Übung 2.3

Überprüfen Sie die Trainingsgeräte in Ihrem Ausbildungsbetrieb anhand der hier dargestellten Kriterien auf Ihre Eignung für ein rehabilitatives Krafttraining.

2.7 Kundenvoraussetzungen für den Beginn des rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung

Eine der wohl wichtigsten Fragen, die es im Zusammenhang mit den Voraussetzungen für ein rehabilitatives Training in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen zu beantworten gilt, ist, unter welchen körperlichen Voraussetzungen der Kunde das Training im Gesundheitsstudio aufnehmen darf. Dabei muss zwischen zwei Situationen differenziert werden. Handelt es sich bei dem vorangegangenen Beschwerdebild um ein akutes Trauma oder um eine chronisch-degenerative Erkrankung? Bei akut-traumatischen Verletzungen ist die Vorgabe klarer Erfüllungskriterien relativ einfach. Das muskuläre Aufbautraining einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung darf erst beginnen, wenn die folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

- abgeschlossene postoperative und subakute Phase (medizinische Nachbehandlung nach der Verletzung bzw. OP)
- abgeschlossene medizinische Heilbehandlung durch den Arzt, Physiotherapeuten etc.
- Alltagsbelastbarkeit (z. B. normales Gangbild)
- Übungsstabilität, Belastbarkeit, Beanspruchbarkeit
- keine gravierenden funktionellen Bewegungseinschränkungen
- keine akuten Muskel- oder Gelenkentzündungen
- keine Gelenkschwellungen
- Schmerzfreiheit des Kunden

Die dargestellten Forderungen stellen in der Praxis oftmals nur ein Wunschdenken dar. Die Realität sieht jedoch häufig ganz anders aus. Dennoch sollte sich der Trainer nach diesen Vorgaben richten, um kein unnötiges Risiko für sich und den Kunden einzugehen.

Bei chronisch-degenerativen Erkrankungen ist eine klare Abgrenzung zwischen therapeutisch indizierter Intervention und der Eignung für das Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung nicht immer so einfach zu vollziehen. Grundsätzlich sollte der Trainer immer versuchen, Rücksprache mit dem behandelnden Arzt oder Therapeuten vorzunehmen, um sich Trainingsempfehlungen einzuholen.



Übung 2.4

Inwieweit werden die hier aufgeführten Erfüllungskriterien vor der Aufnahme eines rehabilitativen Trainings, sofern es in Ihrem Betrieb durchgeführt wird, von den Trainern in Ihrem Ausbildungsbetrieb überprüft?



Zusammenfassung

- Von *rechtlicher Seite* ist zu bedenken, dass der Trainer in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung nicht dazu autorisiert ist, medizinische bzw. therapeutische Leistungen zu erbringen. Ein rehabilitatives Training sollte immer nur nach abgeschlossener medizinischer Heilbehandlung erfolgen.
 - Aus *organisatorischer Sicht* stellt das rehabilitative Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung erhöhte Anforderungen an die Quantität und Qualität der Betreuungsleistung. Daneben sollten für ein hochwertiges rehabilitatives Trainingsangebot auch entsprechende *räumliche Voraussetzungen* erfüllt sein. So sind z. B. ein separater Raum für den Eingangs-Check und ein Trainingsraum, für ein ungestörtes propriozeptives Training, dringend erforderlich.
 - Des Weiteren stellt eine gute Betreuung der Rehabilitanden erhöhte Ansprüche an die *Qualifikation des Fachpersonals*. Neben fundierten Kenntnissen im Bereich der funktionellen Anatomie, der Biomechanik, des Gerätehandlings und der rehabilitativen Trainingslehre sollte der Trainer auch über spezielle medizinische Fachkenntnisse verfügen.
 - Ein wesentliches Qualitätskriterium für ein erfolgreiches rehabilitatives Training stellt die *Ausstattung mit einem hochwertigen Gerätepark* dar. Dabei müssen die *Trainingsgeräte* zahlreiche technische Anforderungen erfüllen, die auf die Bedürfnisse der besonderen Trainingssituation abgestimmt sind. Hier stehen besonders die funktionellen Aspekte wie z. B. die individuelle achsengerechte Positionierung, die Längen Anpassung des Hebelarmes, die Bewegungslimitierung, die Feindosierung des Widerstandes sowie die variable Übungspositionierung und der physiologische Kraftkurvenverlauf im Vordergrund.
 - Außerdem dürfen die speziellen körperlichen *Leistungsvoraussetzungen des Kunden* nicht vergessen werden, die unbedingt erfüllt sein müssen, um überhaupt das rehabilitative Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung aufnehmen zu dürfen. Als wesentliche Voraussetzung gelten der Abschluss der medizinischen Heilbehandlung, die Alltagsbelastbarkeit sowie die Schmerz- und Entzündungsfreiheit im Bereich der verletzten Struktur.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Welche organisatorischen Aspekte müssen bei der Durchführung eines rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung berücksichtigt werden?
2. Warum ist für ein rehabilitatives Training ein separater Trainingsraum sinnvoll? Begründen Sie Ihre Meinung.
3. Wie würden Sie das Qualifikationsprofil eines Trainers für rehabilitatives Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung beschreiben?
4. Beschreiben Sie stichwortartig die wichtigsten apparativen Anforderungen, die für die Durchführung eines rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung erfüllt sein sollten.
5. Welche Anforderungen müssen von Kundenseite erfüllt sein, um ein rehabilitatives Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung aufnehmen zu dürfen?

3 Physiologische Grundlagen des rehabilitativen Trainings



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie die spezifischen Anpassungsreaktionen der einzelnen Strukturen des Bewegungssystems als Folge einer Immobilisation erklären,
- sind Sie in der Lage aus den Folgen der Immobilisation praktische Konsequenzen für das rehabilitative Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung abzuleiten,
- können Sie erläutern, wie sich die Anpassungsprozesse der einzelnen Strukturen des Bewegungssystems zeitlich voneinander unterscheiden,
- können Sie die Bedeutung des Heterochronismus der Wiederherstellungsprozesse für die Belastungssteuerung des muskulären Aufbautrainings bzw. den methodischen Trainingsaufbau erklären und praktische Konsequenzen daraus ableiten,
- können Sie erklären, mit welchen biopositiven Anpassungen die Strukturen des Bewegungssystems auf physiologische Belastungsreize reagieren,
- sind Sie in der Lage die Grundzüge des Phasenmodells der Bindegewebsheilung und die Bedeutung für das rehabilitative Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung darzulegen,
- können Sie die Wundheilungsphase einzelner Gewebe erläutern und bei der methodischen Gestaltung des Trainings berücksichtigen,
- können Sie die verschiedenen Einflussfaktoren auf die Wundheilung beschreiben.

3.1 Immobilisationsfolgen der aktiven und passiven Strukturen des Bewegungssystems

Die Erstbehandlungsmaßnahme nach den meisten akut-traumatischen Verletzungen ist eine vorübergehende Ruhigstellung (Immobilisation) der betroffenen Gliedmaßen. Dabei kann eine Immobilisation sowohl passiv durch einen Gipsverband oder eine Stützschiene als auch aktiv durch eine schmerzbedingte Schonhaltung erfolgen. Die Dauer der Immobilisation ist je nach Art und Schwere des Verletzungs- bzw. Erkrankungsbildes unterschiedlich lang. Sie reicht von wenigen Tagen bis hin zu mehreren Wochen. Eine Immobilisation bzw. die damit verbundene Inaktivität stellt für das Bewegungssystem jedoch immer einen unterschwelligen Belastungsreiz dar. Die Folgen dieser Ruhigstellung sind degenerative Veränderungen der einzelnen Gewebestrukturen, die letztendlich zu erheblichen Funktionseinbußen des Bewegungssystems führen. Je nach Länge der vorangegangenen Immobilisationsphase sind sie unterschiedlich stark ausgeprägt. Grundsätzlich gilt: Je länger physiologische Belastungsreize ausbleiben, umso länger wird der anschließende Regenerationsprozess andauern.

Auf Grund der oft nur sehr kurzen Behandlungszeiträume ist die volle Belastbarkeit der durch Verletzung und Immobilisation betroffenen Strukturen nach Abschluss der medizinischen Heilbehandlung nicht immer gegeben. Deshalb sind grundlegende Kenntnisse über die Folgen einer längeren Immobilisation auch für den Trainer in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung von Bedeutung, um einen dosierten Einsatz von Belastungen und Trainingsmethoden sowie eine zielgerichtete Auswahl von Trainingsinhalten und Übungen vornehmen zu können.

3.1.1 Immobilisationsfolgen des Muskels

Als erstes und sichtbares Zeichen einer länger andauernden Ruhigstellung zeigt sich eine Inaktivitätsatrophie der betroffenen Muskulatur. Besonders im Bereich der Ober- und Unterschenkelmuskulatur ist der Rückgang der Muskelsubstanz innerhalb sehr kurzer Zeit beträchtlich. Untersuchungen konnten zeigen, dass es bereits nach einem Immobilisationszeitraum von 4 Wochen zu einer ca. 20-prozentigen Abnahme des Muskelquerschnittes kommen kann (Veldhuizen, Verstappen, Vroemen, Kuipers & Greep, 1993, S. 283). Dabei erfolgen ca. 50 % des Verlustes zwischen dem 2. und 4. Tag. ST-Fasern sind auf Grund ihrer höheren metabolischen Aktivität von der Atrophie stärker betroffen als FT-Fasern (Diekstall, Schulze & Noack, 1995, S. 35). Auch die Antigravitationsmuskeln (Extensoren) neigen verstärkt zur Atrophie. Damit einhergehend kommt es zu einem Kraftverlust von ca. 3-4 % pro Tag innerhalb der ersten Woche (Berg, Eiken, Miklavcic & Mekjavic, 2007, S. 283). Des Weiteren ist der Muskelstoffwechsel nach einer Ruhigstellung empfindlich gestört. Bereits nach 24 Stunden kommt es durch eine Sauerstoffminderversorgung zu Veränderungen der Mitochondrien. In diesem Zusammenhang kommt es besonders zu Funktionseinbußen im Fettstoffwechsel. Die Kapillarisation des Muskels bleibt überraschenderweise weitestgehend unverändert. Trotzdem ist die Kraftausdauerfähigkeit der Muskulatur durch die Verminderung wichtiger enzymatischer Systeme vermindert. Je nach Immobilisationsstellung kommt es in verkürzter Muskelstellung zum Abbau serieller Sarkomere und damit zur Abnahme der Flexibilität des Muskelgewebes.

Die Regenerationsphase der Muskulatur ist in etwa 3-4-mal länger als die vorausgegangene Immobilisationsphase. Nachfolgend sind die wichtigsten Immobilisationseffekte der Muskulatur noch einmal zusammengefasst:

- Innerhalb von 4 Wochen kommt es zu einer Abnahme des Muskelquerschnittes um ca. 10-60 % (Diekstall et al., 1995, S. 35).
- 50 % des oben genannten Verlustes erfolgt zwischen dem 2. und 4. Tag.
- Die Antigravitationsmuskeln (Extensoren) neigen ebenfalls zur verstärkten Atrophie.
- Innerhalb der ersten Woche kommt es zu einem Funktionsverlust von ca. 20 % (Dölken & Hüter-Becker, 2005, S. 300).
- Die Kraftentwicklung der Typ-IIb-Fasern ist nicht reduziert.
- Die nervale Innervation des Muskels ist verschlechtert.
- Bereits nach ca. 24 Stunden kommt es durch eine Sauerstoffminderversorgung zu mitochondrialen Veränderungen.

- Der Muskelstoffwechsel (Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel) ist erheblich beeinträchtigt.
- Die allgemeine Muskelausdauer und die Kraftausdauer sind reduziert.
- Es kommt zu einer Verschlechterung der intermuskulären Koordination.
- Die Kapillarisation bleibt weitgehend unverändert.
- Es kommt zu einem Abbau serieller Sarkomere und zu einer Bindegewebsvermehrung durch Immobilisation in einer verkürzten Muskelstellung (morphologische Verkürzung bzw. verminderte Flexibilität des Muskels).
- Die Regenerationsphase ist in etwa 3-4-Mal länger als die Immobilisationsdauer.



Merke

Ziele des rehabilitativen Trainings:

- Verbesserung des lokalen Muskelstoffwechsels (allgemeine Muskelausdauer, Kraftausdauer)
- Verbesserung der neuromuskulären Qualität des Muskels (Propriozeption/inter- und intramuskuläre Koordination)
- Beseitigung des Kraftdefizites und der Muskelatrophie im Seitenvergleich (gesunde und verletzte Seite) (Muskelaufbau)
- Beseitigung muskulärer Dysbalancen (Agonisten-/Antagonistenverhältnis)
- Verbesserung der Flexibilität der Muskulatur (Beweglichkeitstraining)

3.1.2 Immobilisationsfolgen des Knorpels

Die wahrscheinlich größte Bedrohung der Funktion des Gelenkknorpels ist eine chronische Unterbelastung. So ist auch der Gelenkknorpel durch eine längere Ruhigstellung einer Extremität von zahlreichen Funktionseinbußen betroffen, die den Knorpel nachhaltig schädigen können. Die Ernährung des Gelenkknorpels wird fast ausschließlich durch Gelenkbewegungen gewährleistet. Durch das Ausbleiben physiologischer Belastungsreize (wie z. B. Kompression) wird die Ernährung des Knorpels blockiert. Das Wasserbindungsvermögen des Knorpels nimmt ab und damit auch seine Dicke. Dadurch werden die mechanischen Eigenschaften bzw. die Belastbarkeit des Knorpels gestört. Schon nach kurzer Zeit kommt es zu einem Verlust an Knorpelgrundsubstanz und auch die strukturelle Anordnung der Knorpelzellen geht verloren (Martinek, 2003, S. 169). Die Folge ist eine Zerstörung der Knorpelzellen bzw. eine irreversible arthrosypische Veränderung. Des Weiteren kann es in den Gelenkzonen zu einer Verklebung der Synovia mit dem Gelenkknorpel kommen. Dadurch ist die physiologische Gelenkmechanik gestört. Nachfolgend sind die wichtigsten Immobilisationseffekte des Knorpels noch einmal zusammengefasst:

- Verschlechterung der Knorpelernährung durch das Ausbleiben physiologischer Belastungsreize

- Abnahme des Wasserbindungsvermögens und damit des Wassergehaltes
- geringere Syntheseaktivität der Knorpelzellen
- Verlust an Knorpelgrundsubstanz (nach 3-4 Wochen ist die Grundsubstanz weitgehend verschwunden = arthrosetypische Veränderungen) (Diekstatt et al., 1995, S. 35)
- Abnahme der Knorpeldicke
- Verlust der strukturellen Anordnung der Knorpelzellen – Desorganisation
- Absterben von Knorpelzellen = Zerstörung des Knorpelgewebes (arthrosetypische Veränderungen)
- Verminderung der mechanischen Eigenschaften (gestörtes Gleitverhalten) bzw. der Belastbarkeit des Knorpels und dadurch auch negative Veränderungen der Gelenkfunktion



Merke

Ziele des rehabilitativen Trainings:

- optimale Vorbereitung des Knorpelgewebes auf nachfolgende intensivere Belastungsreize (ausreichend lange Aufwärmphase innerhalb einer TE)
- Verbesserung des lokalen Knorpelstoffwechsels (bradytrophes Training)
- physiologische Belastungsreize für das Knorpelgewebe (Wechseldruckbelastung, Übungsauswahl und Übungsdurchführung)
- optimale zeitliche Planung des Trainingsprozesses unter Berücksichtigung der sehr langen Anpassungs- bzw. Regenerationszeiträume des Knorpelgewebes (Phasenmodell, Prinzip von Belastung und Erholung)

3.1.3 Immobilisationsfolgen des Kapsel-Band-Apparates und der Sehnen

Bei dem relativ schlecht durchbluteten Sehnen- und Bandgewebe zeigen sich ebenfalls gravierende Veränderungen nach einer längeren Ruhigstellung infolge einer Verletzung. Im Bereich der Gelenkkapsel kommt es durch den fehlenden Bewegungsreiz und der damit verbundenen mangelnden Gefäßversorgung zu einer reduzierten Durchblutung. Dadurch verschlechtert sich auch die Ernährungssituation des Kapselgewebes und es kann zu Verklebungen kommen. Weitere Folgen sind eine Schrumpfung der Kapsel und ein Rückgang der Gelenkbeweglichkeit. In diesem Zusammenhang können häufig Reizungen der Gelenkinnenhaut (Synovia) auftreten.

Immobilisierte Bandstrukturen nehmen an Länge zu (Elongation) und zeichnen sich durch eine verminderte Belastbarkeit aus (Diemer & Sutor, 2011, S. 18–20). Das Gelenk droht dadurch instabil zu werden. Des Weiteren kommt es durch Kollagenverlust zu einer Abnahme der Faserdicke und -dichte des Band- und Sehnen Gewebes sowie zu einer unstrukturierten Ausrichtung der kollagenen Fasern. Die Einsprossung von

Kapillaren wird ebenfalls gehemmt. Insgesamt reduziert sich die Zug- und Reißfestigkeit des Sehnen- und Bandgewebes (Diekstatt et al., 1995, S. 35) (vgl. Abb. 4). Nachfolgend sind die wichtigsten Immobilisationseffekte des Kapsel-Band-Apparates und des Sehnen- und Bandgewebes noch einmal zusammengefasst:

- reduzierte Kapseldurchblutung
- Verklebungen der Kapsel auf Grund einer verschlechterten Ernährungssituation des Gewebes
- Schrumpfung der Gelenkkapsel
- Rückgang der Gelenkbeweglichkeit (Flexibilitätsdefizit), dadurch Einschränkung der Bewegungsamplitude bei dynamischen Übungen
- intensive Reizung der Synovia (Gelenkkapselinnenhaut), dadurch Neigung zur Ergussbildung unter Belastung
- Veränderung der Synoviazusammensetzung, dadurch schlechterer Gelenkstoffwechsel
- Veränderung der Arthrokinematik (verändertes Roll-Gleitverhalten und Gelenkbelastung)
- Verschlechterung der Propriozeption
- Längenzunahme der immobilisierten Bandstrukturen, dadurch verminderte Belastbarkeit (= drohende Gelenkinstabilität)
- die Belastbarkeit immobilisierter Sehnen- und Bandstrukturen liegt nach 4-wöchiger Dauer nur noch bei ca. 20 %
- Hemmung der Einsprossung von Kapillaren in das Bandgewebe
- Abnahme der Zugfestigkeit und Reißfestigkeit der Bandstrukturen
- Abnahme der Faserdicke und -dichte des Sehnen- und Bandgewebes durch Kollagenverlust
- unstrukturierte Ausrichtung der kollagenen Fasern
- Verklebung zwischen Sehne und Sehngleitgewebe
- Schwächung des Überganges Band-Knochen bzw. Sehnenansatzzone des Knochens, dadurch Abnahme der Belastbarkeit auf Zugbeanspruchung

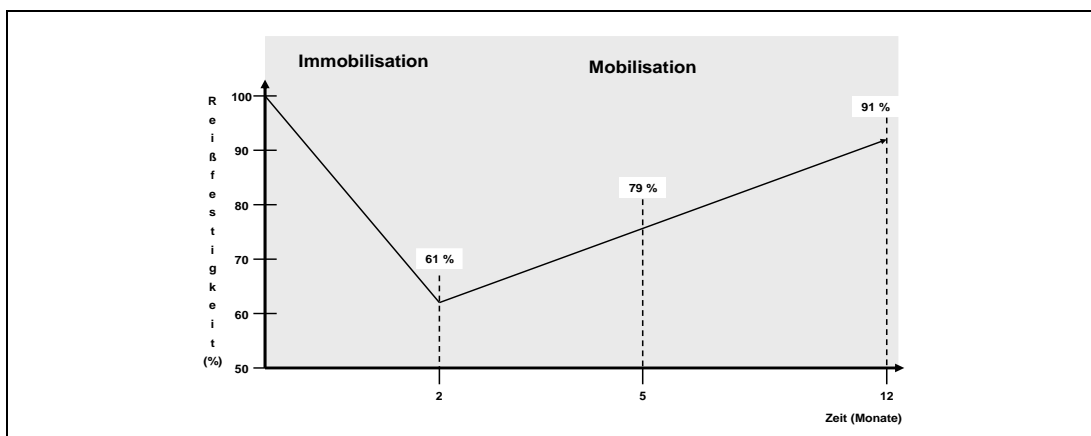


Abb. 4: Entwicklung der Reißfestigkeit von Bändern nach vorangegangener achtwöchiger Immobilisation (modifiziert nach Radlinger, 1998, S. 150)



Merke

Ziele des rehabilitativen Trainings:

- optimale Vorbereitung des Kapsel-Band-Apparates und des Sehnengewebes auf nachfolgende intensivere Belastungsreize (ausreichend lange Aufwärmphase innerhalb einer TE)
- Verbesserung des lokalen Gewebestoffwechsels (bradytrophes Training)
- physiologische Belastungsreize für das Sehnen- und Bandgewebe (moderate Zugbeanspruchung, Übungsauswahl und Übungsdurchführung)
- Sicherung der Bewegungsqualität (kontrollierte Bewegungskontrolle und Bewegungsgeschwindigkeit)
- langsame Erweiterung der Bewegungsamplitude in den endgradigen Gelenkwinkelbereichen (ggf. Bewegungslimitierung, muskuläre Stabilisation und Kontrolle in den Umkehrpunkten)
- optimale zeitliche Planung des Trainingsprozesses unter Berücksichtigung der längeren Anpassungs- bzw. Regenerationszeiträume des Sehnen- und Bandgewebes (Phasenmodell, Prinzip von Belastung und Erholung)

3.1.4 Immobilisationsfolgen des Knochens

Auch der Knochen reagiert auf eine länger andauernde Phase der Ruhigstellung mit Veränderungen seiner architektonischen Struktur und damit seiner Funktionsfähigkeit. Schon nach kurzer Zeit kommt es durch das Ausbleiben mechanischer Belastungsreize, wie z. B. Druck- und Zugbelastung, zu einer veränderten Aktivität der verschiedenen Knochenzellen. Dies äußert sich sowohl in einer unkontrollierten Aktivität der knochenabbauenden Osteoklasten als auch in einer fehlenden Aktivität der knochenaufbauenden Osteoblasten. Damit einhergehend kommt es zu einer zunehmenden Demineralisierung des Knochens und letztendlich zum Knochenmasseverlust. Besonders eindrucksvoll konnte der Verlust der Knochensubstanz bei Astronauten nach einem längeren Aufenthalt in der Schwerelosigkeit nachgewiesen werden (Jacobi, Biesalski, Gola, Huber & Sommer, 2005, S. 138). Langfristig besteht die Gefahr der Osteoporose. Nachfolgend sind die wichtigsten Immobilisationseffekte des Knochengewebes noch einmal zusammengefasst:

- unkontrollierte Aktivität der Osteoklasten
- fehlende Aktivität der Osteoblasten
- Demineralisierung des Knochens
- ca. 16 % Knochenmasseverlust innerhalb von 6 Wochen
- 6 Monate Immobilisation führen zu einem Knochenmasseverlust von ca. 50 % (Van Emden & Peters, 2002, S. 102)
- langfristig Osteoporosegefahr



Merke

Ziele des rehabilitativen Trainings:

- physiologische Belastungsreize für das Knochengewebe (Druck-, Zug- und Scherbelastungen; Beachtung der Übungsauswahl und -durchführung)
- optimale zeitliche Planung des Trainingsprozesses unter Berücksichtigung des längeren Anpassungs- bzw. Regenerationszeitraumes des Knochengewebes (Phasenmodell, Prinzip von Belastung und Erholung)

3.2 Anpassungen der aktiven und passiven Strukturen des Bewegungssystems an überschwellige Trainingsreize

Ein wesentliches Kennzeichen des menschlichen Organismus ist die Möglichkeit, mittels vielfältiger Anpassungserscheinungen eine Reorganisation (Wiederherstellung) seiner gestörten biologischen Funktionssysteme zu erreichen. Voraussetzungen hierfür sind überschwellige physiologische Belastungsreize. Das rehabilitative Training nach akuten Verletzungen und/oder chronisch-degenerativen Erkrankungen soll dem Körper bei der Wiederherstellung seiner ursprünglichen Funktionen unterstützen.

In Anbetracht der im oberen Abschnitt dargestellten Immobilisationsfolgen der unterschiedlichen Strukturen des Bewegungssystems wird ersichtlich, dass bei einem rehabilitativen Training keine der genannten Strukturen isoliert betrachtet werden darf. Für den methodisch sinnvollen Trainingsaufbau muss immer die Summe aller an einem Gelenk beteiligten Strukturen im Sinne einer funktionellen Einheit gesehen werden. Jedes Teilsystem unterliegt auf Grund seiner Physiologie einem unterschiedlich langen Regenerationsprozess bzw. Heilungsverlauf. Dieses ungleiche Verhalten wird auch als Heterochronismus der Wiederherstellungsprozesse nach überschweligen Trainingsbelastungen bezeichnet. Deshalb ist es von immenser Bedeutung, dass die Belastungssteuerung im Trainingsprozess sich nicht nur an dem Leistungs- und Regenerationsvermögen von relativ schnell adaptierenden Strukturen wie z. B. der Muskulatur orientiert, sondern dass alle Teilsysteme dementsprechend berücksichtigt werden (vgl. Abb. 6 und Abb. 7). Um langfristig auch das Knorpel-, Band- und Sehngewebe vor Schäden zu schützen, muss eine langsame und systematische Entwicklung der Belastbarkeit des Bewegungssystems erfolgen. In Kapitel 7 ist das Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings, welches die genannten Forderungen erfüllt, ausführlicher beschrieben und erklärt.

In Abb. 5 ist anhand des Superkompensationsmodelles der zeitliche Verlauf der Wiederherstellungsprozesse und Adaptationsvorgänge am Beispiel des Muskel- und des Binde- und Stützgewebes nach einem überschweligen Belastungsreiz dargestellt. Aus der Abbildung wird deutlich, dass beide Gewebestrukturen unterschiedlich lange Zeiträume zur vollständigen Wiederherstellung ihrer Belastbarkeit benötigen. Diese Tatsache muss bei der Gestaltung des Trainingsprozesses entsprechend berücksichtigt

werden, um mittel- und langfristig eine Überlastung oder eine erneute Schädigung, insbesondere der passiven Strukturen, zu vermeiden.

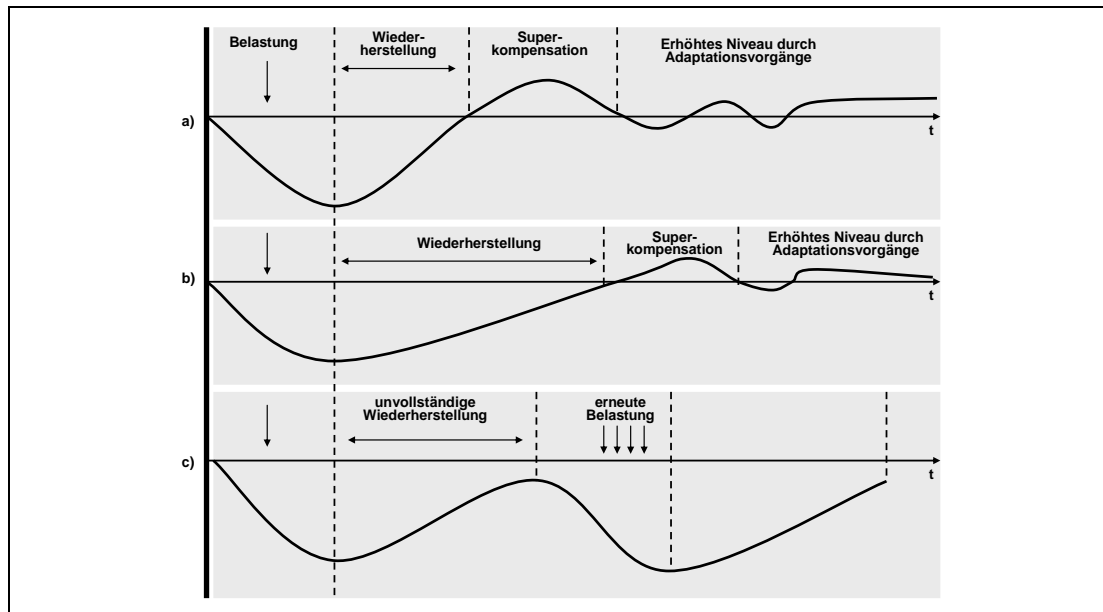


Abb. 5: Hypothetischer zeitlicher Verlauf der Wiederstellungs- und Adaptationsvorgänge am (a) Muskelgewebe, (b) Binde- und Stützgewebe und (c) Binde- und Stützgewebe nach unvollständiger Wiederherstellung (modifiziert nach Radlinger, 1998, S. 146)

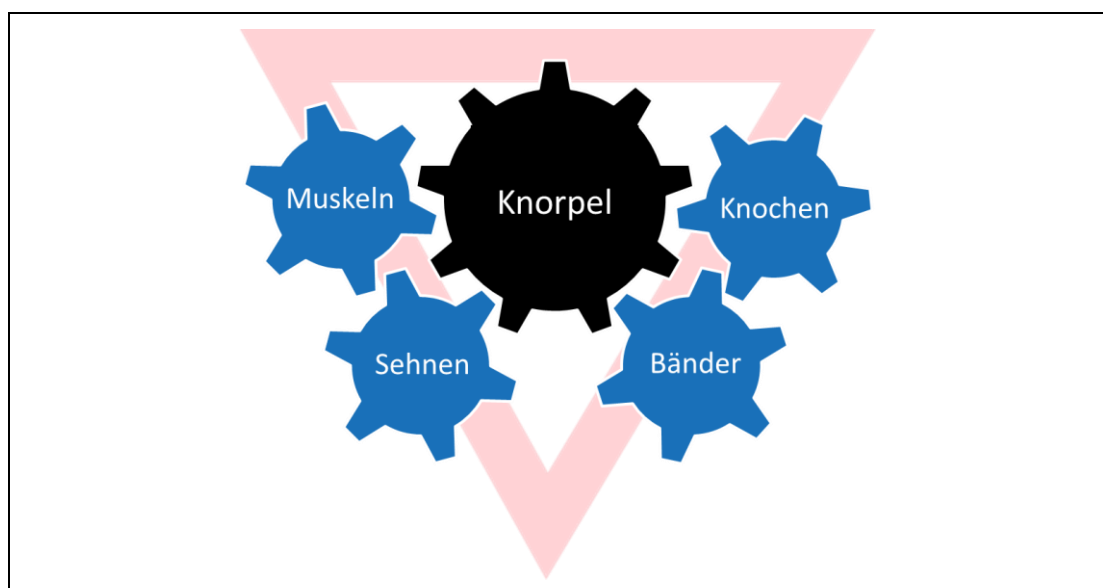


Abb. 6: Die Belastbarkeit des Bewegungssystems als funktionelle Kette (© BSA/DHfPG)



Merke

Bedenke:

Die Trainingsbelastung muss sich nach der Beanspruchbarkeit des schwächsten Gliedes in der Kette richten.

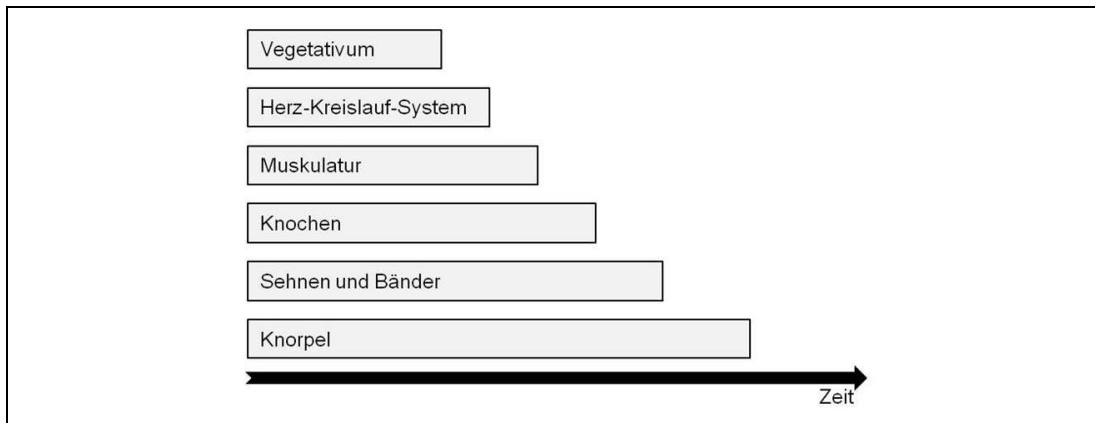


Abb. 7: Anpassungsgeschwindigkeit verschiedener Organsysteme (modifiziert nach Froboese, Wilke & Nellesen-Martens, 2010, S. 17)



Übung 3.1

Betrachten Sie noch einmal ganz genau die Abb. 5, Abb. 6 und Abb. 7 und überlegen Sie sich, inwieweit das unterschiedliche Anpassungsverhalten der verschiedenen Gewebestrukturen bei der Trainingsplanung in Ihrem Ausbildungsbetrieb berücksichtigt wird.

Stellen Sie in diesem Zusammenhang Überlegungen zur methodischen Gestaltung und zeitlichen Planung des Trainings an. Berücksichtigen Sie dabei sowohl rehabilitative als auch präventive Gesichtspunkte?

3.2.1 Anpassungen des Muskels

Die Muskulatur ist auf Grund ihrer guten Durchblutungs- und Ernährungssituation ein Organ mit einer sehr schnellen Anpassungsgeschwindigkeit. Eine Regeneration nach Verletzung erfolgt vergleichsweise schnell. Häufig steht beim muskulären Aufbau training ausschließlich die Muskelquantität (Hypertrophie) und nicht die Muskelqualität (neuromuskuläre Steuerung) im Vordergrund. Eine Dickenzunahme des Muskels sollte nämlich immer mit einer gut ausgebildeten Koordination gekoppelt sein. Diese zielt auf optimale nervale Steuerung und Kontrolle der Muskulatur ab. Dazu gehört ein harmonisches Zusammenspiel aller an einer Gelenkbewegung beteiligten Muskeln (Agonisten/Antagonisten/Synergisten).

Durch gezielt überschwellige Belastungsreize reagiert die Skelettmuskulatur mit den folgenden Anpassungserscheinungen:

- verbesserte nervale Ansteuerung der Muskulatur
- Zunahme der Kapillaren, Enzyme und Mitochondrien
- verbesserte inter- und intramuskuläre Koordination (neuromuskuläres Zusammenspiel)
- Zunahme der muskulären Energiespeicher (KrP und Glykogen)
- Dickenwachstum des Muskels (Hypertrophie)

3.2.2 Anpassungen des Knorpels

Das Knorpelgewebe gehört zu den bradytrophen Geweben. Darunter versteht man Gewebe, die einen sehr langsamen Eigenstoffwechsel besitzen. Dadurch dass das Knorpelgewebe nicht mit Blutgefäßen durchzogen ist, wird es nur sehr schlecht mit Nährstoffen versorgt. Es wird ausschließlich durch Diffusion ernährt, wodurch sich sehr lange Regenerations-, Heilungs- und Anpassungszeiten ergeben (vgl. Abb. 7 und Tab. 3).

Insbesondere wenn auf einen unterernährten und untrainierten Gelenkknorpel unvorbereitet große Belastungen treffen, ist die Grenze seiner Belastbarkeit schnell überschritten. Durch die hieraus resultierende Überbelastung kommt es zu einer Traumatisierung des Knorpelgewebes und damit u. U. zur irreversiblen Schädigung. Die vollständige Regeneration des Gelenkknorpels ist nicht möglich. An geschädigten Knorpelschichten kann sich lediglich minderwertiges Ersatzgewebe bilden, das keineswegs die Belastbarkeit des ursprünglichen Knorpels aufweist. Damit wäre genau das Gegenteil des eigentlichen Zieles des rehabilitativen Aufbautrainings erreicht. Eine weitere Problematik, die in diesem Zusammenhang auftritt, ist, dass der hyaline Gelenkknorpel keine Schmerzfasern besitzt und eine Traumatisierung sich nicht sofort bemerkbar macht.

Wohl dosierte Belastungsreize (z. B. Wechseldruckbelastung) wirken sich hingegen biopositiv auf die Ernährung und damit auf die Regeneration des Knorpelgewebes aus. Das bradytrophe Training fördert den Gelenkstoffwechsel und führt dadurch zu einer Verbesserung der Ernährungssituation des Knorpels. Unter bradytrophem Training versteht man funktionelles Bewegungstraining ohne größere Belastung, d. h. intermittierende Druck-Scher-Kräfte über einen Zeitraum von mehreren Minuten. Durch die kontinuierliche Gelenkbewegung kommt es zu einer gesteigerten Flüssigkeitsaufnahme und damit zur Dickenzunahme des Gelenkknorpels. Die Elastizität des Knorpels verbessert sich, die Reibungskräfte werden durch die angeregte Produktion der Gelenkschmiere herabgesetzt. Eine gute Belastbarkeit des Knorpels ist unmittelbare Voraussetzung für nachfolgende intensive muskuläre Belastungen. Durch gezielt überschwellige Belastungsreize reagiert der Gelenkknorpel mit den folgenden Anpassungserscheinungen:

- verbesserte Ernährung des Gelenkknorpels durch die Gelenkschmiere (Synovialflüssigkeit)
- erhöhte Druckelastizität durch eine Zunahme des Wasserbindungsvermögens
- bessere Pufferung von Kompressionskräften
- Dickenzunahme des Gelenkknorpels infolge von Knorpelzellvermehrung
- gesteigerte Syntheseaktivität der Knorpelzellen = Zunahme der Knorpelgrundsubstanz
- Verminderung der Reibungskräfte

3.2.3 Anpassungen des Kapsel-Band-Apparates und der Sehnen

Kapseln, Bänder und Sehnen weisen im Verhältnis zur Skelettmuskulatur ebenfalls längere Regenerations- und Heilungszeiten auf (vgl. Abb. 5 und Abb. 6). Die vollständige Regeneration des Knochen-Sehnen-Überganges nach Immobilisation dauert sehr lange, bis zu einem Jahr. Auch die Ligamente (Bänder) verlieren nach Immobilisation sehr schnell an Belastbarkeit und gewinnen sie anschließend nur sehr langsam zurück. Insgesamt nimmt die Belastbarkeit der Sehnen und Bandstrukturen durch Training zu. Es kommt durch eine Erhöhung der Kollagenmenge zur Dickenzunahme des Band- und Sehngewebes. Daraus resultiert eine verbesserte Reißfestigkeit. Des Weiteren erfolgt durch Ausrichtung der kollagenen Faserstrukturen eine erhöhte Zugfestigkeit (Buchanan & Marsh, 2002, S. 1101). Die verbesserte Stabilität der Sehnen geht jedoch mit einer schlechteren Elastizität einher und macht sie anfälliger gegenüber Verletzungen, insbesondere bei schnell einwirkenden Belastungen. Werden die Sehnen aber über längere Zeit gleich bleibenden Belastungen ausgesetzt, werden sie dehnfähiger.

Besonders wichtig beim rehabilitativen Training nach Bandverletzungen ist die Beachtung der funktionell-anatomischen Voraussetzungen. Gerade auf Bänder sollte nach Verletzungen kein erhöhter Zug durch falsch ausgewählte Trainingsübungen ausgeübt werden. Eine überhöhte Zugbeanspruchung kann zum Ausleihen (Laxität) oder zur Traumatisierung der zuvor verletzten Bandstruktur führen.

Durch gezielt überschwellige Belastungsreize reagieren der Kapsel-Band-Apparat und das Sehngewebe mit den folgenden Anpassungserscheinungen:

- Hypertrophie der kollagenen Fasern = Dickenzunahme des Sehnen- und Bandgewebes
- physiologische Ausrichtung der kollagenen Faserstrukturen
- verbesserte Reiß- und Zugfestigkeit der Fasern
- Verbesserung der Durchblutungsverhältnisse der Sehnen und des umgebenden Sehngewebes

3.2.4 Anpassungen des Knochens

Auch der Knochen reagiert auf physiologische Belastungsreize mit spezifischen Anpassungen. Je stärker der Knochen mechanisch auf Druck und Zug beansprucht wird, umso ausgeprägter ist seine Mineralisierung und damit die Knochendichte und letztendlich seine Stabilität. Durch gezielt überschwellige Belastungsreize reagiert der Knochen mit den folgenden Anpassungserscheinungen:

- stärkere Mineralisierung des Knochens durch physiologische Belastungsreize (Kompression führt zur gesteigerten Belastbarkeit des Knochens)
- Aktivitätshypertrophie der Knochenrinde (Kompakta)
- Zunahme der Knochendichte
- Verstärkung der Ansatzzonen von Muskeln, Sehnen und Bändern

3.3 Grundlagen der Wundheilung

Akute Traumen wie z. B. ein Bänderriss gehen mit einer Zerstörung des Bindegewebes bzw. der Zellen einher. Den Prozess der Wiederherstellung des zerstörten Gewebes nennt man Wundheilung. Der Wundheilungsprozess vollzieht sich in vaskularisiertem und innerviertem Gewebe fast immer nach dem gleichen Schema. Um das Training nach akuten Traumen sinnvoll auf die Belastbarkeit des zerstörten Bindegewebes abzustimmen, ist für jeden Trainer, der mit Kunden im rehabilitativen Trainingsprozess arbeitet, das Basiswissen über den Wundheilungsprozess von Bedeutung.



Merke

Wundheilung:

Physiologische Vorgänge zur Regeneration bzw. Reparation von zerstörtem Gewebe


Der Wundheilungsprozess wird in drei Phasen eingeteilt (Zalpour, 2014, S. 1372):

1. Die **Entzündungsphase** oder Reizungsphase (0.-5. Tag)
 - vaskuläre Phase (0.-2. Tag)
 - zelluläre Phase (2.-5. Tag)
2. Die **Proliferationsphase** (5.-21./42. Tag)
3. Die **Remodulierungsphase** (21./42.-360. Tag)
 - Konsolidierungsphase (21./42.-60. Tag)
 - Umbauphase (60.-360. Tag)

Die Wundheilungsphasen stellen in etwa eine zeitliche Schablone des Genesungsverlaufes dar. Zwischen den einzelnen Phasen liegt keine scharfe zeitliche Trennung vor, sondern es besteht ein fließender Übergang. Die Kenntnis der unterschiedlichen Wundheilungsphasen einzelner Gewebe stellt eine grobe Orientierung für die Auswahl der Trainingsmaßnahmen in der Therapie dar (vgl. Tab. 1, Tab. 2). Aus dem Wundheilungsprozess leiten sich jedoch nicht nur Konsequenzen für die Therapie, sondern auch für das weiterführende rehabilitative Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung ab. Häufig ist der Wundheilungsprozess mit Beendigung der verordneten medizinischen Heilbehandlung noch längst nicht abgeschlossen. So beträgt die vollständige Einheilungszeit eines Kreuzbandimplantates etwa ein Jahr. Nach ca. zwei bis vier Monaten ist die medizinisch betreute Rehabilitation jedoch meistens beendet (Diemer & Sutor, 2011, S. 280–285). Aber gerade in der achten bis zwölften Woche postoperativ weist das Transplantatgewebe seine geringste Belastbarkeit auf (vgl. Abb. 8). Nicht selten kommen die Kunden in oder kurz nach dieser Phase zum Anschlussstraining in eine kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung. So könnte eine zu diesem Zeitpunkt falsch ausgewählte Übung, wie z. B. das Beinstrecken über die volle Bewegungsamplitude von 90-0°, möglicherweise zu einer erneuten Mikrotraumatisierung und langfristig zur massiven Schädigung des Bandgewebes führen.

Demnach müssen die Übungsauswahl und die Trainingsbelastung unbedingt der verminderten Belastbarkeit der Bindegewebsstrukturen angepasst werden, um eine Überlastung bzw. eine erneute Schädigung zu vermeiden.

Tab. 1: Therapieverlauf in Angleichung an den Wundheilungsprozess (nach Maibaum, Braun, Jagomast & Kucera, 2001, S. 3)

Phasen der Wundheilung					
Entzündungsphase		Proliferationsphase	Konsolidierungsphase	Umbauphase	
2. Tag	5. Tag	bis 21. Tag	bis 60. Tag	bis 360. Tag	
vaskuläre Phase	zelluläre Phase	Synthetisieren neuer Kollagenfasern	Festigung der Resynthese	vollständige Regeneration des Gewebes	
Therapeutische Maßnahmen					
keine Belastung		reduzierte Belastung	volle Belastung	maximale Belastung	
<ul style="list-style-type: none"> • Eis • Kompression • Hochlagerung • manuelle Lymphdrainage • Elektrotherapie 		<ul style="list-style-type: none"> • passive und aktive Mobilisation • isokinetisches Training • vorsichtige Dehnung • isometrisches Training • propriozeptives Training • physikalische Therapie 	<ul style="list-style-type: none"> • sukzessiver Belastungsaufbau im schmerzfreien Bereich (bradytrophes Training und Kraftausdauer) • vermehrtes Dehnen • vermehrt exzentrisches Training (Isokinetik) • isokinetisches Training • Stabilisation • am Ende der Phase volle Belastung 	<ul style="list-style-type: none"> • von der Vollbelastung zur Maximalbelastung • Hypertrophietraining • neuromuskuläres Training • sportartspezifisches Training 	
Ziel:		Ziel:	Ziel:	Ziel:	
Überwinden der Entzündungsphase		Vermeidung der Zerstörung neuer Strukturen	volle Belastbarkeit bei optimaler Koordination und Stabilität	Erreichen des Maximalzieles mit seitengleichen Werten	
					
Therapie			Übergang zum Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung		

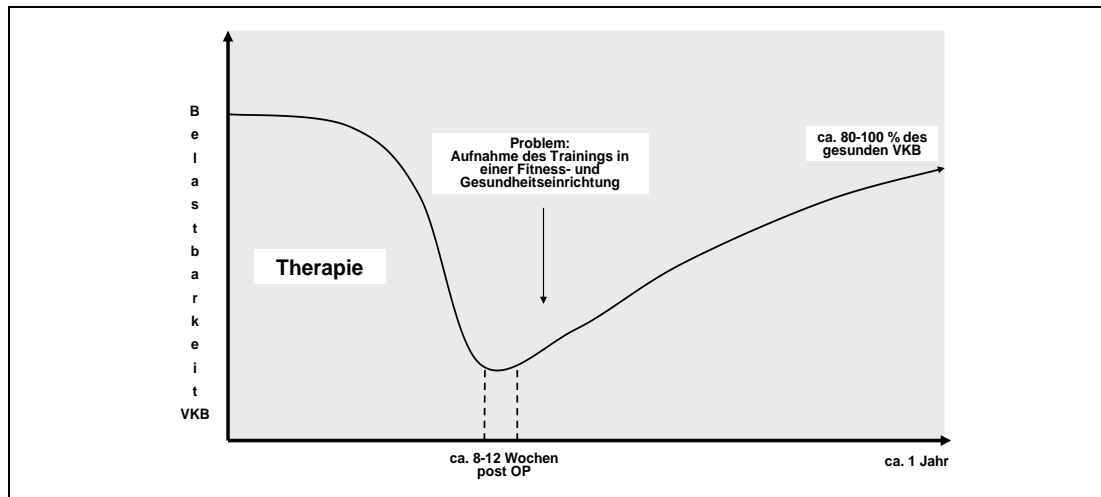


Abb. 8: Belastbarkeit des vorderen Kreuzbandes (VKB) im Zeitverlauf nach einer Operation (© BSA/DHfPG)

Tab. 2: Wundheilungsphasen einzelner Gewebe (modifiziert nach Thomas & Busse, 2002, S. 7)

Gewebe	Entzündungsphase (Tage)	Proliferationsphase (Tage)	Remodulierungsphase (ab Woche)
Bindegewebe	0-4	5-20	4
Kapsel und Bänder	0-5	6-40	7
Meniskus	0-5	6-70	11
Bandscheibe	0-5	6-20	4
Sehnenansatz am Knochen	0-5	6-40	4
Sehne	0-5	6-30 ggf. bis 100	4 bis ggf. 10
Muskel	0-4	5-20	4
Knochen	variabel	variabel	6

3.3.1 Die Entzündungsphase

Der Eintritt eines Traumas wie z. B. ein Bänderriss geht mit der Zerstörung von verschiedenen Geweben einher. In dieser Akutphase dominiert der Abbau des zerstörten Gewebes als Grundvoraussetzung für die anschließende Wundheilung. Dabei werden sowohl Gewebetrümmer als auch gesundes Gewebe von verschiedenen Immunzellen (z. B. Makrophagen = Fresszellen) abtransportiert. Zugleich erfolgt eine DNA-Analyse des zerstörten Gewebes durch die Makrophagen als Vorlage für den sich anschließenden Reparatursprozess. Damit wird die Startreaktion für die Gewebeneubildung initiiert.

Die Symptome der Entzündungsphase sind:

- Rötung und Erwärmung durch eine Gefäßerweiterung
- Schwellung (Ödembildung als Resultat der Phagozytose)
- Schmerz als Schutzreaktion des betroffenen Areal
- eingeschränkte Bewegungsfunktion



Merke

Entzündungsphase (0.-2./5. Tag):

Reaktion von lebendem Gewebe auf alle Formen von Verletzungen

Sollten bei einem Kunden während oder nach einer Trainingseinheit wider erwartend eines dieser vier genannten Entzündungszeichen auftreten, dann sollte das Training sofort ausgesetzt und der zuständige Arzt konsultiert werden.

3.3.2 Die Proliferationsphase

Nachdem die toten Zellen aus dem Wundgebiet entfernt wurden, beginnt die eigentliche Eigenreparation des Körpers, die so genannte Proliferationsphase. In dieser Phase dominiert die Neubildung von Bindegewebe, das als Grundlage für den weiteren Heilungsprozess dient. Es kommt zum Einwachsen von neuen Bindegewebszellen (z. B. Fibroblasten) in die geschädigte Struktur. Die Fibroblasten sind für den Aufbau der so genannten Matrix verantwortlich. Die Matrix ist eine Grundsubstanz, aus der die entsprechenden Kollagenfasern von Sehnen, Kapseln oder Bändern neu gebildet werden. Die Zelleinwanderung ist anfänglich noch relativ unkoordiniert, aber das Gewebe beginnt allmählich wieder eine gewisse Festigkeit zu erlangen. Des Weiteren erfolgt eine Einsprossung neuer Blutgefäße (Vaskularisierung), da die Kollagenbildung nur unter Sauerstoffeinfluss ablaufen kann. Im Laufe der Zeit beginnt die Wiederherstellung der anatomischen und funktionellen Voraussetzungen der zuvor zerstörten Gewebestruktur. Das Gewebe ist in dieser Phase wenig belastbar.



Merke

Proliferationsphase (2./5.-21./42. Tag):

Einwucherung von Bindegewebszellen in die verletzte Region

3.3.3 Die Remodulierungsphase

Die Remodulierungsphase ist die Endphase der Reifung und Neuformung des vormals geschädigten Gewebes. Sie beginnt in etwa ab dem 21. Tag nach der Verletzung und dauert je nach Gewebe bis zu einem Jahr oder länger an. In dieser Phase werden definitiv die Struktur, die Organisation und die Funktion des neuen Gewebes festgelegt. Aus einem minderwertigen Kollagentyp (III) bildet sich nach und nach ein hochwertiges Kollagengewebe (Typ I). Alle physiologischen Vorgänge innerhalb dieser Phase sind abhängig vom mechanischen Trainingsstimulus. Sukzessive wird das neue Gewebe belastungsstabiler. Das Narbengewebe besitzt am Ende dieser Phase (ca. ab dem 150. Tag) schließlich ca. 80-85 % seiner ursprünglichen Stärke. Es bleibt auch nach vollständiger Ausheilung stets dem Originalgewebe in der Qualität seiner Struktur unterlegen (Auböck, 2007, S. 5).



Merke

Remodulierungsphase (21./42.-360. Tag):

Wiederaufbau und qualitative Verbesserung entsprechend der organischen Funktion des zuvor zerstörten bzw. verletzten Gewebes



Merke

Es kommt häufig immer wieder zu erneuten Verletzungen, da die zuvor verletzte Struktur oft zu früh maximal belastet wird. Auch wenn die Person subjektiv das Gefühl hat, dass die betroffene Struktur, wie z. B. das Knie nach einer Kreuzbandruptur, der Belastung standhält, so ist der interne Umbauprozess noch längst nicht abgeschlossen. Bei Bandstrukturen dauert die Remodulierungsphase bis zu 300 Tagen und länger.

Im Anschluss an die Heilbehandlung nach akuten Verletzungen kommen die Kunden häufig in der Remodulierungsphase in eine kommerzielle Fitness- und Gesundheitseinrichtung. Deshalb wird an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, wie wichtig es ist, dass der Trainer grundlegende Kenntnisse über die Phasen der Wundheilung besitzt. Rein formal ist der Kunde nach der Beendigung der medizinischen Heilbehandlung zwar austherapiert, der eigentliche Heilungsprozess ist jedoch noch lange nicht abgeschlossen. Die vermeintlich volle Belastbarkeit der betroffenen Extremität ist daher möglicherweise noch nicht gegeben. Diesem Umstand muss in der nachfolgenden Trainingsplanung durch den Trainer unbedingt Rechnung getragen werden. Zu intensive Trainingsreize oder eine falsche Übungsauswahl könnten den Heilungsprozess ungünstig beeinflussen und langfristig zu einer Minderbelastbarkeit der betroffenen Struktur führen.

In Tab. 3 sind die Erneuerungszeiten verschiedener Gewebetypen aufgeführt. Daran kann sich der Trainer orientieren, wenn es um die grobe Einschätzung der vollen Belastbarkeit der einzelnen Strukturen beim Training geht.

Tab. 3: Erneuerungszeiten verschiedener Gewebetypen (nach Freese, 2001, S. 39)

Gewebetyp	Erneuerungszeit
Gelenkflüssigkeit	7 bis 14 Tage
Muskelgewebe	3 bis 4 Wochen
Knochengewebe	4 bis 6 Monate
Bandscheibe (Faserring)	1 bis 1,5 Jahre
Sehnengewebe	1 bis 1,5 Jahre
Gelenkkapselgewebe	1 bis 1,5 Jahre
Bandgewebe	1 bis 1,5 Jahre
Knorpelgewebe	200 bis 400 Jahre

3.3.4 Einflussfaktoren auf die Wundheilung

Der Wundheilungsprozess ist von zahlreichen endogenen und exogenen Faktoren abhängig. Um auch nach der Therapie einen ungestörten bzw. optimalen Heilungsverlauf der verletzten Gewebestrukturen zu ermöglichen, sollten dem Trainer die wichtigsten Einflussfaktoren bekannt sein. Diese werden im folgenden Abschnitt dargestellt:

A) Negative Einflüsse auf die Wundheilung:

1. biologisches Alter
2. Dauer der vorangegangenen Immobilisation
3. entzündungshemmende Medikamente
4. Überbelastung
5. Stress
6. Mangelernährung
7. Genussgifte

B) Positive Einflüsse auf die Wundheilung:

1. Trainingszustand
2. physiologische Belastungsreize
3. ausgewogene Ernährung

A) Negative Einflüsse auf die Wundheilung:

1. Biologisches Alter:

Die Erholung von akuten oder rezidivierenden Weichteilverletzungen, Operationen oder Rekonstruktionen an Gelenken, Bändern, Sehnen oder Knochen dauert mit zunehmendem Alter immer länger. Deshalb muss der Trainer gerade bei älteren Kunden besonders auf die optimale Abstimmung von Belastungs- und Erholungsphasen achten.

2. Dauer der vorangegangenen Immobilisation:

Je länger der vorangegangene Immobilisationszeitraum war, umso schwerwiegender werden die damit verbundenen Funktionseinbußen der betroffenen Organsysteme sein und umso länger wird die anschließende Heilungsphase dauern. Auch der nachfolgende Trainingsaufbau im Gesundheitsstudio muss diesen Umstand berücksichtigen. Die Belastungsprogression sollte dementsprechend langsam erfolgen.

3. Entzündungshemmende Medikamente:

Die Gabe von entzündungshemmenden Medikamenten nach Verletzungen bzw. Erkrankungen des Bewegungsapparates gehört heutzutage zur ärztlichen Standardtherapie. Doch der Einsatz dieser Medikamente ist auf Grund zahlreicher unerwünschter Nebenwirkungen nicht unumstritten. Durch das Hemmen der natürlichen Entzündungsreaktion kann der normale physiologische Wundheilungsprozess negativ beeinträchtigt werden. Die Schmerzhemmung kann dazu führen, dass der körpereigene Schutzmechanismus, der vor einer erneuten Schädigung warnen soll, fehlt. Demnach sollte der Trainer im Eingangsgespräch den Kunden nach der Einnahme von entzündungshemmenden Medikamenten wie z. B. Kortikosteroide fragen.

4. Überbelastung:

Zu starke Belastungsreize können zu einer erneuten Traumatisierung der zuvor verletzten Gewebestruktur führen. Dementsprechend sollte sich die Belastungsgestaltung des muskulären Aufbautrainings streng an dem zeitlichen Heilungsverlauf der verschiedenen Strukturen des Bewegungssystems orientieren.

5. Stress:

In Stress-Situationen werden vermehrt Stresshormone ausgeschüttet. Neben Adrenalin und Noradrenalin wird auch Cortisol freigesetzt. Cortisol übt unter anderem auf die Kollagensynthese einen hemmenden Einfluss aus und verzögert den Heilungsprozess. Im Sinne des ganzheitlichen Trainingsansatzes sollte auch das rehabilitative Training ergänzende Maßnahmen wie z. B. Entspannungstraining beinhalten.

6. Mangelernährung:

Auch die Ernährung kann einen wichtigen Beitrag im Wundheilungsprozess nach Verletzungen leisten. Eine schlechte und einseitige Ernährung (Omega-6-Überschuss, Vitaminmangel, schlechte Proteinversorgung, säureüberschüssige Kost) wirkt sich negativ auf den Heilungsprozess aus. Die Folgen können immer wiederkehrende Entzündungen sein. Insgesamt verzögert sich unter diesen Umständen der gesamte Wundheilungsprozess.

7. Genussgifte:

Alkohol und Nikotin sind gewebetoxisch. Regelmäßiger Alkohol- und Nikotinkonsum verzögert die Wundheilung. Chung, Machado, van der Heijde, Désirée, D'Agostino und Dougados (2012, S. 809) zeigten in ihrer Studie mit 647 Patienten, dass Rauchen pro inflammatorisch ist und darüber einen negativen Effekt auf verschiedene Bereiche, die den Patienten betreffen (früheres Einsetzen der Erkrankung, Verstärkung des Krankheitsverlaufes, schlechtere Lebensqualität und geringere funktionelle Kapazität), ausübt.

B) Positive Einflüsse auf die Wundheilung:

1. Trainingszustand:

Ein guter Trainings- bzw. Leistungszustand einer Person kann den Rehabilitationsprozess erheblich verkürzen. Das Niveau des Trainingszustandes muss daher bei der Trainingsplanung unbedingt mitberücksichtigt werden. So ist die Belastungsverträglichkeit einer sehr leistungsfähigen Person wesentlich höher, so dass ein Sportler wesentlich mehr Trainingseinheiten pro Woche toleriert als eine untrainierte Person.

2. Physiologische Belastungsreize:

Wohl dosierte physiologische Belastungsreize sind der wichtigste Stimulus für die Regeneration verletzter Gewebestrukturen. Dabei geht es um die gezielte Stimulierung des verletzten Gewebes durch äußere mechanische Reizsetzung, welche der Funktionsweise des betroffenen Gewebes auf Grund seines strukturellen Aufbaus entspricht. So stellen Wechseldruckbelastungen (Kompression) einen physiologischen Belastungsreiz für das Knorpelgewebe dar. Für das Sehnen- und Bandgewebe sind Zugbelastungen, für den Knochen sind Druck-, Scher- und Biegebelastungen unerlässlich.

Das bedeutet auch, dass sukzessive die maximalen funktionellen Bewegungsmöglichkeiten eines Gelenkes genutzt werden müssen (full range of motion). Eine dauerhafte Entlastung oder Schonung stellt hingegen einen bionegativen Reiz für das Bindegewebe dar, der gezwungenermaßen zur Degeneration führt. Das Gleiche gilt natürlich auch für eine chronische Überlastung.

3. Ausgewogene Ernährung:

Der Einfluss einer ausgewogenen Ernährung zur Förderung des Genesungsprozesses wird oftmals unterschätzt. Doch gerade eine qualitativ hochwertige Nährstoffversorgung ist ein wichtiger Bestandteil des Heilungsprozesses nach Verletzung. Der Kunde sollte während seiner Genesungsphase besonders auf ein hochwertiges Proteinangebot für die Wund- bzw. Bindegewebsheilung achten. Wichtig ist dabei eine ausreichende Zufuhr an allen unentbehrlichen Aminosäuren. Des Weiteren ist auf eine gute Versorgung mit essenziellen Nahrungsfetten zu achten. Hier sind vor allem die Omega-3-Fettsäuren hervorzuheben, die durch die Produktion von Gewebshormonen entzündungshemmend wirken können (Hamm & Neuberger, 2008, S. 62). Außerdem darf die optimale Vitamin- und Mineralstoffversorgung nicht vergessen werden. Insbesondere die beiden Vitamine C (Kollagensynthese) und E (Entzündungshemmung) sowie das Spurenelement Zink (Eiweiß- und Kollagensynthese) spielen für den Wundheilungsprozess eine wichtige Rolle. Nicht zuletzt ist auch ein intakter Säure-Basen-Haushalt von großer Bedeutung.



Zusammenfassung

- Die Erstbehandlungsmaßnahme nach den meisten akut-traumatischen Verletzungen ist eine vorübergehende Ruhigstellung der betroffenen Gliedmaßen.
 - Eine Immobilisation bedeutet immer einen unterschwelligen Belastungsreiz für die aktiven und passiven Strukturen. Dadurch wird die Belastbarkeit der einzelnen Gewebestrukturen wie Muskeln, Sehnen, Bänder, Kapseln und Knorpel teilweise erheblich vermindert.
 - Für den methodischen Aufbau des rehabilitativen Trainings muss besonders das unterschiedliche Anpassungs- bzw. Regenerationsverhalten der einzelnen Strukturen berücksichtigt werden. Als Grundsatz gilt: Die Trainingsbelastung muss sich nach der Beanspruchbarkeit des schwächsten Gliedes in der Kette richten.
 - Mit den schnellsten Anpassungen reagieren das Nervensystem und die Muskulatur. Danach folgt der Knochen. Sehnen, Bänder und besonders das Knorpelgewebe zeigen die längsten Anpassungszeiträume. Auf überschwellige physiologische Belastungsreize reagieren alle genannten Strukturen des Bewegungssystems mit einer biopositiven Anpassung im Sinne der spezifischen Funktionsoptimierung.
 - Als zeitliche Schablone für die methodische Gestaltung des rehabilitativen Trainings kann der Wundheilungsprozess dienen. Dieser untergliedert sich in drei Phasen: die *Entzündungsphase*, die *Proliferationsphase* und die *Remodulierungsphase*.
 - Obwohl der Rehabilitand erst nach Abschluss der medizinischen Heilbehandlung das Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung aufnehmen darf, ist der eigentliche Heilungsprozess jedoch oft noch nicht vollständig abgeschlossen.
 - Bei Bandgewebe kann die Remodulierungsphase bis zu 300 Tagen und länger betragen. Deshalb sollte bei der Trainingsplanung je nach Art und Schwere der Verletzung auch der Wundheilungsprozess mit einbezogen werden.
 - Sowohl zahlreiche endogene als auch exogene Faktoren beeinflussen den Wundheilungsprozess. Neben einem guten Trainingszustand wirken sich besonders eine ausgewogene Ernährung und wohl dosierte, physiologische Belastungsreize positiv auf die Wundheilung aus.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Nennen Sie fünf Immobilisationsfolgen der Skelettmuskulatur und leiten Sie daraus Trainingsziele für das rehabilitative Training ab.
2. Nennen Sie vier Immobilisationsfolgen des Knorpels und leiten Sie daraus Trainingsziele für das rehabilitative Training ab.
3. Nennen Sie sechs Immobilisationsfolgen des Kapsel-Band-Apparates und der Sehnen und leiten Sie daraus Trainingsziele für das rehabilitative Training ab.
4. Nennen Sie zwei Immobilisationsfolgen des Knochens und leiten Sie daraus Trainingsziele für das rehabilitative Training ab.
5. Was versteht man unter dem Begriff Heterochronismus der Wiederherstellungsprozesse nach überschwelligem Trainingsbelastungen? Welche Konsequenzen lassen sich daraus für die Trainingspraxis ableiten?
6. Beschreiben Sie die Anpassungserscheinungen des Knorpelgewebes und erläutern Sie in diesem Zusammenhang die Funktion des bradytrophen Trainings.
7. Erläutern Sie stichpunktartig, warum sich die Belastungsgestaltung des rehabilitativen Trainings an den Phasen der Wundheilung orientieren sollte.
8. Welche Rolle spielt die Ernährung im Wundheilungsprozess?

4 Das Fünf-Stufen-Modell der Trainingssteuerung des rehabilitativen Trainings



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie das Fünf-Stufen-Modell der Trainingssteuerung auf die Erfordernisse des rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung anpassen,
 - sind Sie in der Lage die wichtigsten allgemeinen und spezifischen Parameter der Diagnose erklären und eine ausführliche Anamnese im Rahmen eines Eingangsgespräches sowie die erforderlichen motorischen Tests praktisch durchzuführen,
 - können Sie die methodische Vorgehensweise bei der Trainingszielsetzung umsetzen und spezifische Zielsetzungen für das rehabilitative Training zusammen mit Ihren Kunden formulieren,
 - können Sie im Rahmen der Trainingsplanung problemspezifische und kontraindizierte Übungen auswählen, eine zeitlich und inhaltlich sinnvolle Anordnung der einzelnen Trainingsmethoden vornehmen und weitere Trainingsinhalte ergänzen,
 - können Sie die Bedeutung der Trainingsevaluation für das rehabilitative Training erklären.
-

Die Bedeutung und die Inhalte der fünf Schritte der Trainingssteuerung (vgl. Abb. 9) sind aus den Modulen „Trainingslehre I“ und „Trainingslehre II“ bereits bekannt. Daher werden in diesem Kapitel nur die rehabilitationsspezifischen Aspekte der Trainingssteuerung kurz dargestellt und erläutert.

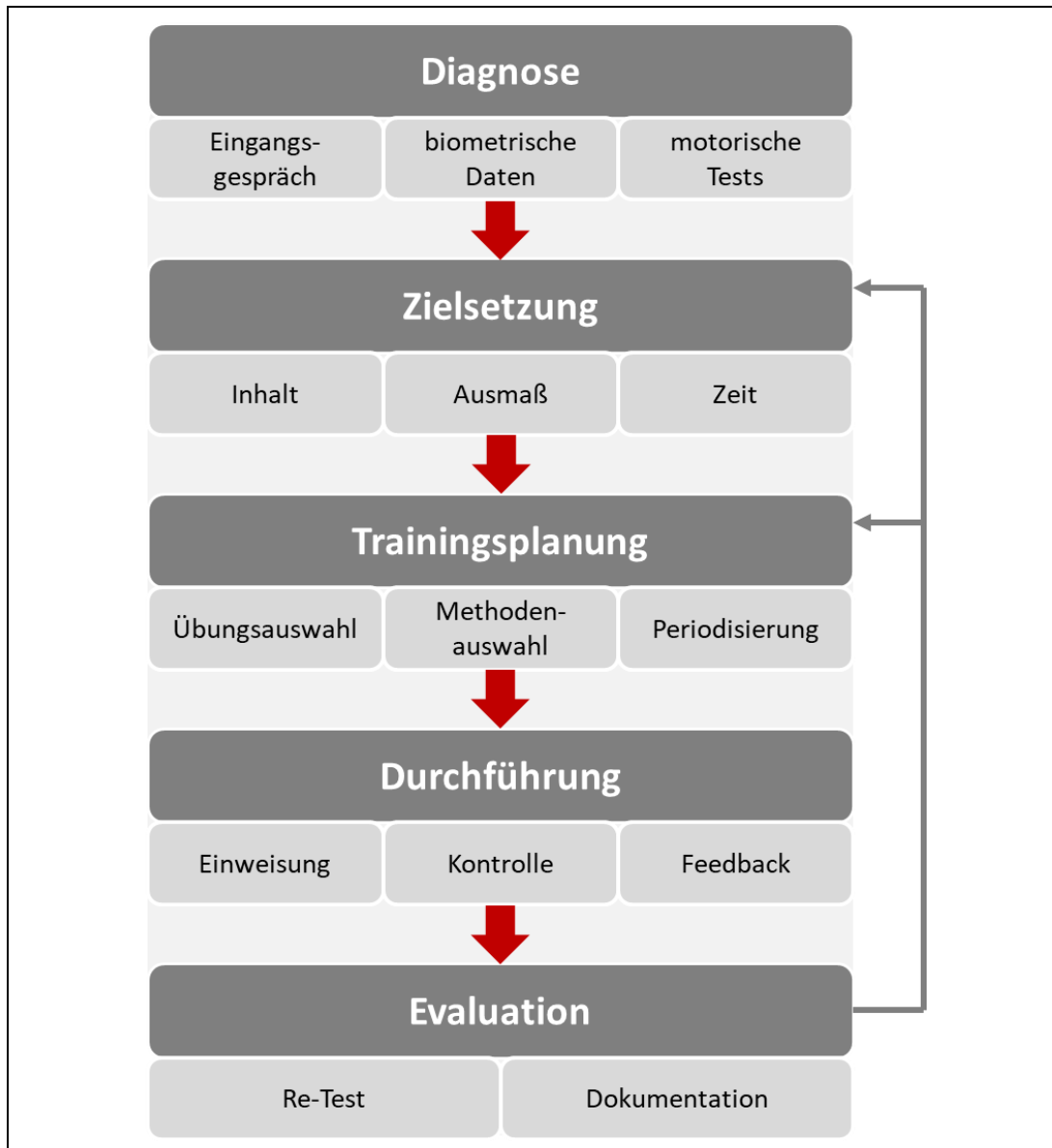


Abb. 9: Das Fünf-Stufen-Modell der optimalen Trainingssteuerung (© BSA/DHfPG)

4.1 Diagnose

Eine umfassende Diagnose ist die Grundvoraussetzung für die Planung eines rehabilitativ ausgerichteten Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung. Insbesondere bei Kunden mit vorausgegangenen Verletzungen oder degenerativen Krankheitsbildern ist für den Trainer ein ausführliches Eingangsgespräch ein obligatorisches Selbstverständnis. Neben der Erhebung von allgemeinen persönlichen Daten und biometrischen Parametern ist besonders die gründliche Anamnese für die Trainingsplanung von Bedeutung. In der Anamnese (vgl. Punkt 2) werden das genaue Krankheitsbild und die Krankheitsgeschichte erfasst. Hierbei sollten alle wichtigen Details, wie z. B. die ärztliche Diagnose, die Art und die Dauer der bisherigen medizinischen Heilbehandlung, das derzeitige Beschwerdebild, die Einnahme von Medikamenten, aufgenommen werden.

Zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit bzw. der Belastbarkeit des Kunden führt der Trainer zudem verschiedene motorische Tests durch. Dazu gehört sowohl eine eingehende Funktionsdiagnostik des Bewegungssystems (Beweglichkeitsuntersuchung und Krafttest, vgl. Kapitel 5) als auch ein Ausdauerstest (vgl. Studienbrief „Trainingslehre II“).

Mithilfe der in der Diagnose gewonnenen Kenndaten (vgl. Abb. 10) kann der Trainer ein individuelles und umfassendes Gesundheits- bzw. Leistungsprofil des Kunden erstellen, auf dessen Basis das rehabilitative Training anschließend geplant und durchgeführt wird.

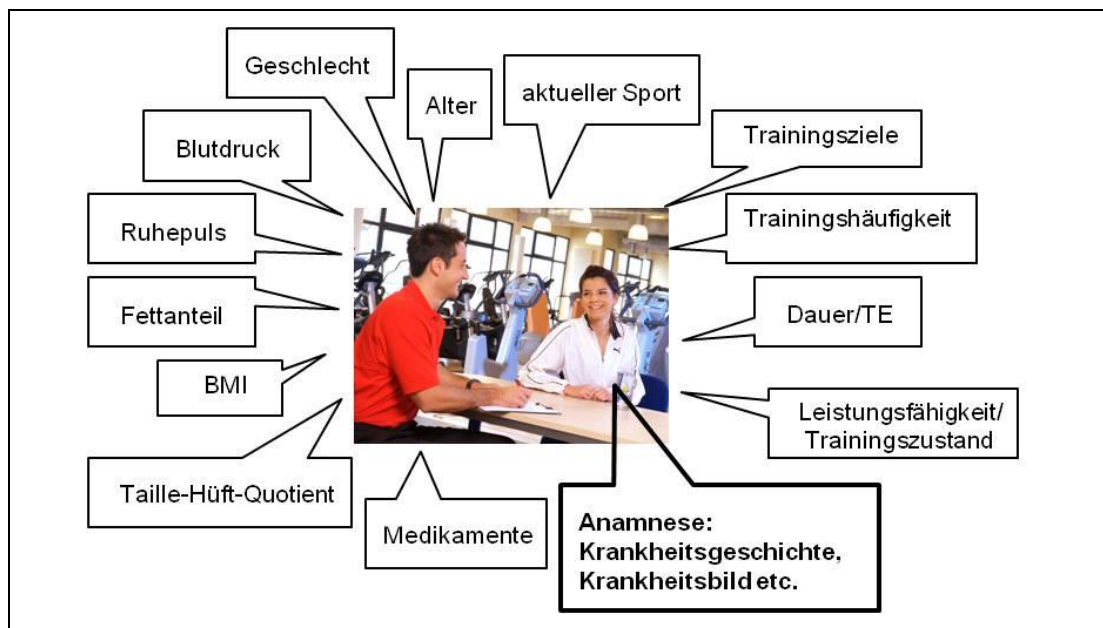


Abb. 10: Wichtige Parameter im Eingangs-Check (© BSA/DHfPG)

Im Folgenden sind die wichtigsten Daten der Diagnose noch einmal zusammengefasst.

1. Allgemeine persönliche Daten der Diagnose:

- Name
- Anschrift
- Alter
- Geschlecht
- Beruf
- gewünschte Trainingshäufigkeit
- bisherige sportliche Tätigkeiten
- allgemeiner Gesundheitszustand, aktuelle körperliche Beschwerden etc.

Die Aufnahme der allgemeinen persönlichen Daten ist obligatorisch und wird an dieser Stelle nicht noch einmal näher ausgeführt.

2. Spezifische Anamnese:

- Ärztliche Diagnose/Krankheitsbild
- Krankheitsgeschichte/-verlauf (Ursache, Zeitpunkt etc.)
- bisherige medizinische Heilbehandlung (Art und Dauer der Nachbehandlung, z. B. OP oder konservative Behandlung)
- aktuelles Beschwerdebild
- Medikamenteneinnahme
- behandelnder Arzt/Therapeut
- ärztliche bzw. therapeutische Trainingsempfehlungen

Die Anamnese, die Erhebung der Krankheitsgeschichte, ist der wichtigste Bestandteil der Diagnose für die Planung des rehabilitativen Trainings nach Verletzungen. Hier dokumentiert der Trainer den exakten Krankheitsverlauf des Kunden. Als erstes muss er abklären, um welches Krankheitsbild es sich genau handelt. Dabei kann zwischen akut-traumatischen Verletzungen und chronisch-degenerativen Krankheitsformen unterschieden werden (vgl. Abb. 11). Besonders bei akut-traumatischen Verletzungen wie z. B. ein vorderer Kreuzbandriss ist der Wundheilungsprozess beim Anschlusstraining mit zu berücksichtigen. Bei chronisch-degenerativen Erkrankungen wie z. B. bei einer Arthrose ist der Fokus vor allem auf strukturelle (z. B. Schwere des Knorpelschadens) und funktionelle (z. B. Schonhaltung) Veränderungen zu lenken.

Um sich ein genaues Bild über den Stand des Heilungsprozesses zu machen, sollte der Trainer genau erfragen, auf welche Ursache die Erkrankungsform zurückzuführen ist (z. B. Sportverletzung, Unfall, Degeneration), seit wann die Verletzung oder die Beschwerden bestehen und welche ärztliche Diagnose gestellt wurde. Des Weiteren sollte er sich eingehend über die Art und Dauer der medizinischen Heilbehandlung informieren. Wurde die Verletzung operativ oder konservativ behandelt, wie lange ist die OP her und welche weiteren therapeutischen Behandlungsformen (Physiotherapie, medizinisches Aufbautraining etc.) wurden vorgenommen. Der Trainer muss auch wissen, ob der Kunde nach Abschluss der therapeutischen Intervention nach wie vor Beschwerden hat und ob er derzeit irgendwelche Medikamente, z. B. schmerz- oder entzündungshemmende Medikamente, einnimmt, die sich u. U. auf die allgemeine Belastbarkeit und die der verletzten Struktur auswirken. Besonders wichtig sind Angaben bzw. konkrete Informationen über die Belastbarkeit des Kunden, um eine individuelle Trainingssteuerung vornehmen zu können.



Merke

Der Trainer muss im Rahmen des Eingangsgespräches prüfen, ob die Voraussetzungen für die Aufnahme eines rehabilitativen Trainings von Seiten des Kunden erfüllt sind. Erst dann besteht die Möglichkeit, das muskuläre Aufbautraining in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung durchzuführen.

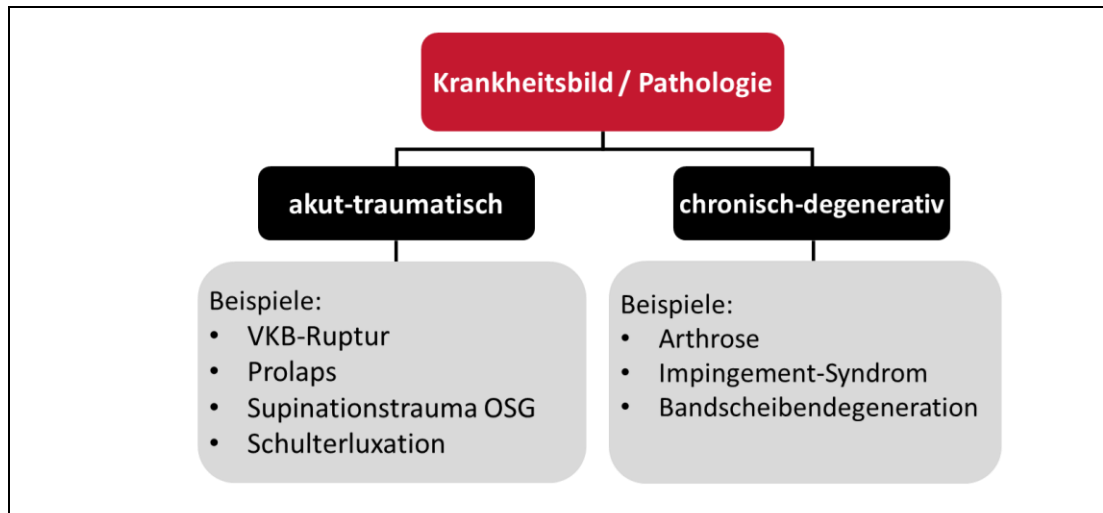


Abb. 11: Erkrankungsformen in der Sporttraumatologie (modifiziert nach Maibaum et al., 2001, S. 5)

In Tab. 4 ist beispielhaft ein Anamnesebogen dargestellt.



Übung 4.1

Beschreiben Sie, welche Daten im Rahmen der Anamnese in Ihrem Betrieb aufgenommen werden. Vergleichen Sie in diesem Zusammenhang den in Tab. 4 dargestellten Anamnesebogen mit dem in Ihrem Ausbildungsbetrieb verwendeten Diagnosebogen. Welche Unterschiede lassen sich erkennen bzw. verwenden Sie überhaupt einen speziellen Anamnesebogen für Kunden mit einer rehabilitativen Trainingsausrichtung?

Tab. 4: Anamnesebogen (© BSA/DHfPG)

Ärztliche Diagnose/Krankheitsbild (inklusive Ursache, Zeitpunkt etc.):
Bisherige medizinische Versorgung:
Bisherige Therapie (Art und Dauer):
Aktuelles Beschwerdebild:
Behandelnder Arzt/Physiotherapeut:
Medikamenteneinnahme:
<input type="checkbox"/> Ja , und zwar _____ _____ _____
<input type="checkbox"/> Nein
Ärztliche bzw. therapeutische Trainingsempfehlungen:

3. Biometrische Parameter:

- Größe
- Gewicht
- Body-Mass-Index (BMI)
- Taille-Hüft-Quotient
- Körperfettanteil
- Blutdruck
- Ruhepuls
- Körperumfangsmaße

Auch die Erhebung der biometrischen Parameter und ihre Einbindung in die individuelle Trainingsplanung sind aus den vergangenen Studienmodulen bereits bekannt und werden an dieser Stelle nicht weiter erläutert.



Merke

Bitte beachten Sie die aktuell geltenden Datenschutzvorschriften, nach denen besondere Kategorien von personenbezogenen Daten, wie Gesundheitsdaten, also personenbezogene Daten, die sich auf die körperliche oder geistige Gesundheit einer natürlichen Person beziehen bzw. biometrische Daten (z. B. Gewicht in kg, BMI, Größe in cm, usw.) nur nach ausdrücklicher Einwilligung des Betroffenen (z.B. Kunde, Mitglied usw.) verarbeitet werden dürfen. Unter einer Verarbeitung versteht man u. a. das Erheben, das Erfassen, die Organisation, das Ordnen, die Speicherung, die Anpassung oder Veränderung, das Auslesen, das Abfragen, die Verwendung, die Offenlegung durch Übermittlung, Verbreitung oder eine andere Form der Bereitstellung, den Abgleich oder die Verknüpfung, die Einschränkung, das Löschen oder die Vernichtung von personenbezogenen Daten. Für nähere Informationen machen Sie sich bitte mit der Europäischen Datenschutzgrundverordnung (EU-DSGVO) vertraut.

4. Funktionsdiagnostik der motorischen Hauptbeanspruchungsformen:

- Beweglichkeitstest
- Krafttest
- Ausdauerstest
- Koordinationstest

Neben der ausführlichen Anamnese ist auch die Diagnostik der körperlichen Leistungsfähigkeit mithilfe verschiedener Tests ein wichtiger Mosaikstein für eine zielgerichtete Trainingsplanung. Hierbei steht neben der Kraft- und Ausdauerdiagnostik besonders die Funktions- bzw. Beweglichkeitsprüfung der großen Gelenke im Vordergrund (vgl. Abb. 12). Eine ausreichend gute Beweglichkeit ist unter anderem eine Grundvoraussetzung für die Entwicklung der anderen motorischen Fähigkeiten. Die funktionelle

Untersuchung der großen Gelenke sollte sowohl einen Flexibilitätstest der gelenkumgebenden Muskelgruppen als auch eine allgemeine Beweglichkeitsprüfung des Gelenkes nach der Neutral-Null-Methode beinhalten (vgl. Kapitel 5). Bestehende Funktionsdefizite können so auf einfache Art und Weise erkannt und bei der Trainingsplanung berücksichtigt werden. Die Ergebnisse können im Trainingsprozess auch zur Dokumentation von Fortschritten oder Veränderungen der Gelenkbeweglichkeit dienen und den Kunden motivieren.

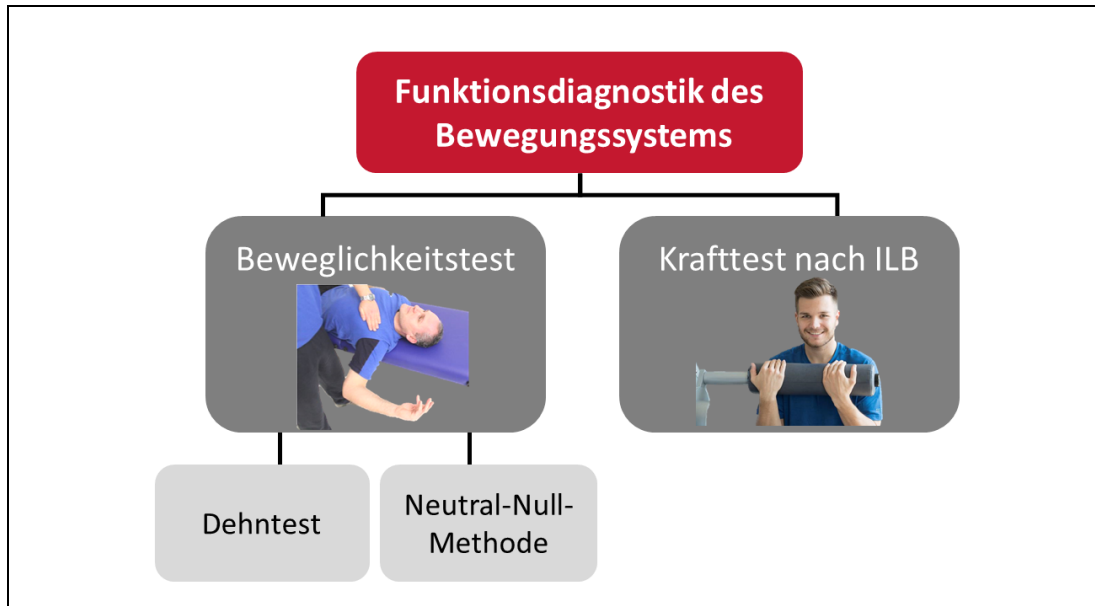


Abb. 12: Funktionsdiagnostik des Bewegungssystems als Grundlage der rehabilitativen Trainingsplanung (© BSA/DHfPG)


In den beiden Tab. 5 und Tab. 6 ist ein Diagnosebogen zur funktionellen Untersuchung des Bewegungssystems nach der Neutral-Null-Methode aufgeführt.





Übung 4.2

Betrachten Sie sich Abb. 12 und beschreiben Sie, welche motorischen Tests in Ihrem Ausbildungsbetrieb im Rahmen der Diagnose mit Rehabilitanden durchgeführt werden. Beziehen Sie Ihre Ausführungen dabei sowohl auf manuelle als auch auf apparative Tests?




Tab. 5: Funktionelle Untersuchung des Bewegungssystems – Rumpf und obere Extremität (modifiziert nach Scheepers, Steding-Albrecht & Jehn, 2000, S. 257–258)

Beweglichkeitsuntersuchung der Wirbelsäule nach der Neutral-Null-Methode				
 (© BSA/DHfPG)	Bewegungssegment	Bewegungsrichtung	Befund	
	HWS	Extension/Flexion	50°/0°/80°	
		Seitneigung	45°/0°/45°	
		Rotation	80-90°/0°/80-90°	
	BWS	Extension/Flexion	20-30°/0°/45°	
		Seitneigung	20°/0°/20°	
		Rotation	25-30°/0°/25-30°	
	LWS	Extension/Flexion	30-35°/0°/60°	
		Seitneigung	20°/0°/20°	
Rotation		5-9°/0°/5-9°		

Beweglichkeitsuntersuchung des Schultergelenkes nach der Neutral-Null-Methode			
 (© BSA/DHfPG)	Bewegungsrichtung	Befund rechts	Befund links
	Retro-/Anteversion (Extension/Flexion)		
	40°/0°/150-170°		
	Abduktion/Adduktion		
	180°/0°/20-40°		
Außen-/Innenrotation (Tiefenrotation)			
40-60°/0°/95°			
Außen-/Innenrotation (Hochrotation)			
70°/0°/70°			

Beweglichkeitsuntersuchung des Ellenbogengelenkes nach der Neutral-Null-Methode			
 (© BSA/DHfPG)	Bewegungsrichtung	Befund rechts	Befund links
	Extension/Flexion		
	10°/0°/150°		
Supination/Pronation			
80-90°/0°/80-90°			

Tab. 6: Funktionelle Untersuchung des Bewegungssystems – untere Extremität (modifiziert nach Scheepers et al., 2000, S. 257–258)

Beweglichkeitsuntersuchung des Hüftgelenkes nach der Neutral-Null-Methode			
	Bewegungsrichtung	Befund rechts	Befund links
 (© BSA/DHfPG)	Extension/Flexion (10-15°/0°/130-140°)		
	Ab-/Adduktion (30-45°/0°/20-30°)		
	Außen-/Innenrotation (40-50°/0°/30-45°)		
	Außen-/Innenrotation (in 90° Flexion) (40-50°/0°/30-45°)		
Beweglichkeitsuntersuchung des Kniegelenkes nach der Neutral-Null-Methode			
	Bewegungsrichtung	Befund rechts	Befund links
 (© BSA/DHfPG)	Extension/Flexion (5-10°/0°/120-150°)		
Beweglichkeitsuntersuchung des Sprunggelenkes nach der Neutral-Null-Methode			
	Bewegungsrichtung	Befund rechts	Befund links
 (© BSA/DHfPG)	OSG: Plantarflexion/ Dorsalextension (40-50°/0°/20-30°)		
	USG: Pronation/Supination (15-20°/0°/35-40°)		

4.2 Zielsetzung

Im zweiten Schritt der Trainingssteuerung erfolgt die Zielsetzung. Die Formulierung von Zielen ist für die Planung und den Erfolg des rehabilitativen Trainings enorm wichtig. Zur Zielformulierung gehören Angaben über den genauen *Inhalt* (Was ist das Ziel?), das *Ausmaß* (Wie viel?) und den *Zeitraum* (Wie lange wird es dauern?). Nur so ist die Zielformulierung auch wirklich für die weiteren Schritte der Trainingssteuerung von Nutzen. Gerade beim rehabilitativen Training gestalten sich zeitliche Vorhersagen

über den Erfolg des absolvierten Trainings aber durchaus schwierig. Der Genesungsprozess ist von sehr vielen verschiedenen Faktoren abhängig und unterliegt einer speziellen Dynamik, so dass das Erreichen von bestimmten Zielen nicht immer genau vorhersagbar ist.

Die genauen Zielsetzungen des rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung sind in Kapitel 6 aufgeführt und werden dort detailliert behandelt.



Übung 4.3

Überlegen Sie sich konkrete allgemeine und spezielle Zielsetzungen, die mit dem rehabilitativen Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung in Verbindung stehen?

4.3 Trainingsplanung

Auf der dritten Stufe der Trainingssteuerung, der Trainingsplanung, wird vom Trainer ein den Zielsetzungen des Kunden entsprechendes individuelles Trainingsprogramm erstellt. Ausgangspunkt der Planung sind das reale Leistungsniveau bzw. die Belastbarkeit und das Trainingsalter sowie die im Einzelfall für das Training verfügbare Zeit.

Auf der ersten Stufe wählt der Trainer alle geeigneten Trainingsübungen für die Person aus. Dabei muss er zwischen allgemeinen Übungen, die den Gesamtorganismus und hier besonders den gesunden Bereich betreffen, und problemspezifischen Übungen, die direkt auf den Problembereich ausgerichtet sind, unterscheiden. Zusätzlich sollte er auch eventuell notwendige Hilfsmittel wie z. B. Therabänder, Airex-Kissen, Therapiekreisel in seine Überlegungen mit einbeziehen. Entscheidend bei der Übungsauswahl ist außerdem die Kenntnis bzw. die klare Formulierung von kontraindizierten Übungen.

Im nächsten Schritt erfolgt die Auswahl der geeigneten Trainingsmethoden. Die Auswahl und die sinnvolle Anordnung der Methoden sollten sich an dem Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings (vgl. Kapitel 7) orientieren.

Im Sinne des ganzheitlichen Ansatzes des rehabilitativ orientierten Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung sollten auch ergänzende Trainingsinhalte wie das Ausdauer-, Beweglichkeits-, Entspannungstraining etc. mit in die Trainingsplanung einbezogen werden.

Abschließend werden der exakte Aufbau und der Vollzug des rehabilitativen Trainings in lang- und mittelfristige Trainingsstufen bzw. -zyklen (Makro- und Mesozyklen) festgelegt.

Die folgende Tab. 7 bietet eine Orientierung für die methodische Vorgehensweise bei der Trainingsplanerstellung.

Tab. 7: Arbeitsschritte für die Planung des rehabilitativen Trainings (© BSA/DHfPG)

Planung des rehabilitativen Trainings
I. Festlegung der Trainingsziele und der entsprechenden Trainingsmethodik
<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl der Methoden primär am Trainingsziel und dem Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings orientiert • die Methode bestimmt die Auswahl der Belastungsparameter
II. Auswahl geeigneter Trainingsübungen und Trainingsgeräte
<ul style="list-style-type: none"> • primär am Trainingsziel, den individuellen Leistungsvoraussetzungen und dem Beschwerdebild der Person orientiert • Differenzierung zwischen allgemeinen und problemspezifischen Übungen • Formulierung kontraindizierter Übungen
III. Festlegung ergänzender Trainingsinhalte
<ul style="list-style-type: none"> • primär am Trainingsziel orientiert • Ausdauer-, Beweglichkeitstraining • begleitende Gruppentrainingsangebote, Ernährungsberatung etc.
IV. Zeitliche Planung unter Berücksichtigung der optimalen Anpassungsprozesse
<ul style="list-style-type: none"> • Makrozyklusplanung • Mesozyklusplanung • Mikrozyklusplanung

4.4 Trainingsdurchführung

Auf der vierten Stufe der Trainingssteuerung, der Trainingsdurchführung, hat der Trainer die Aufgabe, den Kunden in seinen Trainingsplan einzuweisen, das Training des Kunden zu kontrollieren und dem Kunden ein Feedback über sein bisher durchgeführtes Training zu geben.

Zur Geräteeinweisung gehören sowohl eine Erklärung der richtigen Gerätebedienung als auch eine ausführliche Unterweisung hinsichtlich des technisch korrekten Bewegungsablaufes. Dabei ist der zeitliche Betreuungsaufwand von Personen mit speziellen medizinischen Indikationen wesentlich höher als bei gesunden Personen. Besonders rehabilitativ ausgerichtete Übungen erfordern ein hohes Maß an Bewegungspräzision und beanspruchen daher die volle Aufmerksamkeit und Konzentration des Trainierenden bei der Bewegungsausführung. Außerdem unterscheiden sich die meisten Rehabilitationsübungen von den bekannten Fitnessübungen durch zahlreiche Modifikationen bei der Bewegungsausführung. Deshalb müssen die Bewegungen vom Kunden koordinativ einwandfrei erlernt werden, da die Bewegungsqualität für den weiteren Erfolg des Trainings und die Vermeidung von Überlastung oder erneuter Verletzung von fundamentaler Bedeutung sind. Die Sicherung der Qualität bei einer Bewegungsausführung ist notwendige Voraussetzung für eine weitere intensive muskuläre Belastung.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die permanente Kontrolle und Korrektur der technischen Bewegungsausführung des Kunden zu Beginn des Trainingsprozesses zu den wichtigsten Betreuungsaufgaben des Trainers gehört.



Übung 4.4

Können Sie die im Kapitel 4.4 gemachten Aussagen bestätigen? Begründen Sie bitte Ihre Antwort?

4.5 Evaluation des Trainings

Auf der fünften und letzten Stufe der Trainingssteuerung erfolgt die Evaluation des Trainings. Unter Evaluation versteht man vereinfacht ausgedrückt eine Bewertung oder Beurteilung einer durchgeführten Maßnahme. In diesem Zusammenhang also eine Beurteilung und Bewertung des durchgeführten Trainings und des veränderten körperlichen Leistungsniveaus sowie des Beschwerde- bzw. Gesundheitszustandes. Hierzu werden in regelmäßigen Abständen die zu Beginn des Trainings durchgeführten motorischen Tests wiederholt (Re-Test). Bei der Durchführung eines Re-Tests ist es von immenser Bedeutung, dass immer die gleichen Testverfahren mit dem Kunden durchgeführt werden, um vergleichbare Daten zur Beurteilung der Leistungsentwicklung zu bekommen.

Anhand der im Re-Test ermittelten Ergebnisse kann der Erfolg des Trainings dokumentiert werden. Ebenso können auf diese Weise Trainingsfehler erkannt werden. Die so gewonnenen Erkenntnisse werden anschließend zu der anfänglichen Trainingszielsetzung in Beziehung gesetzt. Auf der Basis des veränderten Leistungsniveaus muss die Trainingsgestaltung ggf. neu angepasst werden, damit weiterhin ein überschwelliger Trainingsreiz gesetzt wird.

Neben der regelmäßigen Leistungsüberprüfung durch die verschiedenen motorischen Tests sollten auch die anderen in der Diagnose erhobenen biometrischen Parameter erneut kontrolliert werden. So kann z. B. eine regelmäßige Körperumfangsmessung der Extremitäten Aufschluss über die muskuläre Entwicklung der verletzten gegenüber der gesunden Seite geben. Zusätzlich können auch Feedback-Bögen als wichtiges Kontrollinstrument des rehabilitativen Trainings eingesetzt werden. Mithilfe von gezielten Fragestellungen, wie z. B.: „Wie war das Gefühl direkt nach dem Training?“ oder „Ist die Beschwerdesymptomatik nach dem Training schlimmer geworden?“, können wertvolle Informationen über die individuelle Verträglichkeit des Trainings gewonnen werden.

Besonders im Bereich der Rehabilitation sind eine regelmäßige Kontrolle und eine ausführliche Dokumentation der verschiedenen Leistungs- und Funktionsparameter zur Beurteilung und Bewertung des sich verändernden Gesundheitszustandes unerläss-

lich. Der Trainer kann dadurch dem Kunden Zusammenhänge zwischen dem absolvierten Training und seinen gesundheitlichen Wirkungen aufzeigen und durch Fakten eindeutig belegen.



Übung 4.5

Welchen Stellenwert hat die Evaluation im Rahmen der Trainingssteuerung des rehabilitativen Trainings in Ihrem Ausbildungsbetrieb?



Zusammenfassung

- Die Trainingssteuerung des rehabilitativen Trainings erfolgt nach dem Fünf-stufenmodell.
 - Eine ausführliche *Diagnose* ist eine wichtige Grundlage für alle nachfolgenden Schritte. Hier ist besonders die gründliche Anamnese hervorzuheben, damit sich der
 - Der Trainer muss sich ein exaktes Bild über die Pathogenese, die bisherige therapeutische Intervention und den aktuellen Beschwerdezustand der Person machen.
 - Biometrische- und motorische Tests dienen der Erfassung des aktuellen körperlichen Leistungszustandes des Rehabilitanden, auf deren Basis die Belastungsgestaltung im nachfolgenden Trainingsprozess erfolgt.
 - Aus den in der Diagnose gewonnenen Erkenntnissen werden anschließend konkrete *Trainingsziele* unter der Angabe von Inhalt, Ausmaß und Zeit abgeleitet.
 - Der methodische Trainingsaufbau richtet sich nach der eigentlichen *Trainingsplanung*. Bei der Übungsauswahl ist besonders zwischen indizierten und kontraindizierten sowie zwischen allgemeinen und problemspezifischen Übungen zu differenzieren.
 - Der methodische Trainingsaufbau und die zeitliche Planung in Zyklen orientieren sich an dem Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings in der Rehabilitation.
 - Die eigentliche *Trainingsdurchführung* stellt hohe Anforderungen an die Betreuungsleistung des Trainers. Die Sicherung der Bewegungsqualität bei der Übungsausführung erfordert eine ausführliche Geräteeinweisung und anschließend eine permanente Kontrolle und Korrektur des Rehabilitanden durch den Trainer im laufenden Trainingsprozess.
 - Die regelmäßige *Trainingsevaluation* mithilfe von verschiedenen Re-Tests ist besonders im Bereich des rehabilitativen Trainings zur Beurteilung des sich verändernden Leistungs- und Gesundheitszustandes unerlässlich.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Beschreiben Sie die Rolle der Anamnese für die spätere Planung des rehabilitativen Trainings. Stellen Sie in diesem Zusammenhang alle wichtigen Parameter dar.
2. Erläutern Sie das Planungsschema zur Erstellung eines rehabilitativen Trainingsprogramms.
3. Welche besonderen Betreuungsaufgaben hat der Trainer im Rahmen der vierten Stufe der Trainingssteuerung, der Trainingsdurchführung, wahrzunehmen?
4. Erklären Sie die Bedeutung der Trainingsevaluation für den Bereich des rehabilitativen Trainings in kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen.

5 Diagnose – Funktionelle Untersuchung des Bewegungssystems



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie die Ziele und die wesentlichen Beobachtungsmerkmale einer Haltungsinspektion erklären,
 - können Sie eine Haltungsinspektion selbstständig mit verschiedenen Kunden durchführen,
 - können Sie Auffälligkeiten bezüglich der Körperhaltung erkennen und praktische Konsequenzen für das rehabilitative Training daraus ableiten,
 - können Sie die Grundlagen der Neutral-Null-Methode zur einheitlichen Beurteilung von Gelenkbewegungen erklären und diese im Rahmen eines Eingangsgesprächs für alle wichtigen Gelenke durchführen,
 - sind Sie in der Lage Bewegungsauffälligkeiten zu erkennen und praktische Konsequenzen für das rehabilitative Training daraus abzuleiten.
-

5.1 Haltungsinspektion

Die Haltungsinspektion ist ein wesentlicher Bestandteil der physiotherapeutischen Befunderhebung. Hier versucht sich der Therapeut, ein umfassendes Bild über die Körperhaltung bzw. die Statik des Patienten zu machen, um eventuelle Auffälligkeiten bzw. Abweichungen gegenüber einer normalen Haltung zu erkennen.

Die Haltungsinspektion beinhaltet die gezielte und systematische Beobachtung des Patienten anhand definierter Kriterien. Die Beurteilung der Haltung erfolgt auf der Basis der anatomischen Nomenklatur. So wird z. B. die Haltung des Patienten im Stand aus verschiedenen Perspektiven bzw. in verschiedenen anatomischen Raumebenen begutachtet. Die Betrachtung erfolgt sowohl in der Frontal- (ventral und dorsal) als auch in der Sagittalebene (vgl. Punkt 1 und 2).

Obwohl der Trainer in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung keine therapeutischen Leistungen erbringt, kann eine Haltungsinspektion unter Berücksichtigung relativ einfach erkennbarer Beobachtungsmerkmale dennoch dazu beitragen, praktische Konsequenzen für das rehabilitative Training daraus abzuleiten.

1. Haltungsinspektion in der Frontalebene

Zunächst betrachtet der Trainer die Haltung des Kunden in der Frontalebene von vorne und von hinten. Als zentrale Beobachtungsmerkmale gelten dabei (vgl. Abb. 13):

- die Kopfhaltung (z. B. Schiefstellung)
- die Schulter-/Nackensymmetrie (z. B. einseitig hochgezogene Schulter)

- die Wirbelsäulenform (z. B. Skoliose)
- die Beckenstellung (z. B. Beckenschiefstand)
- die Beinachsensymmetrie (z. B. X-Bein, O-Bein)
- die Fußstellung (z. B. Überpronation)

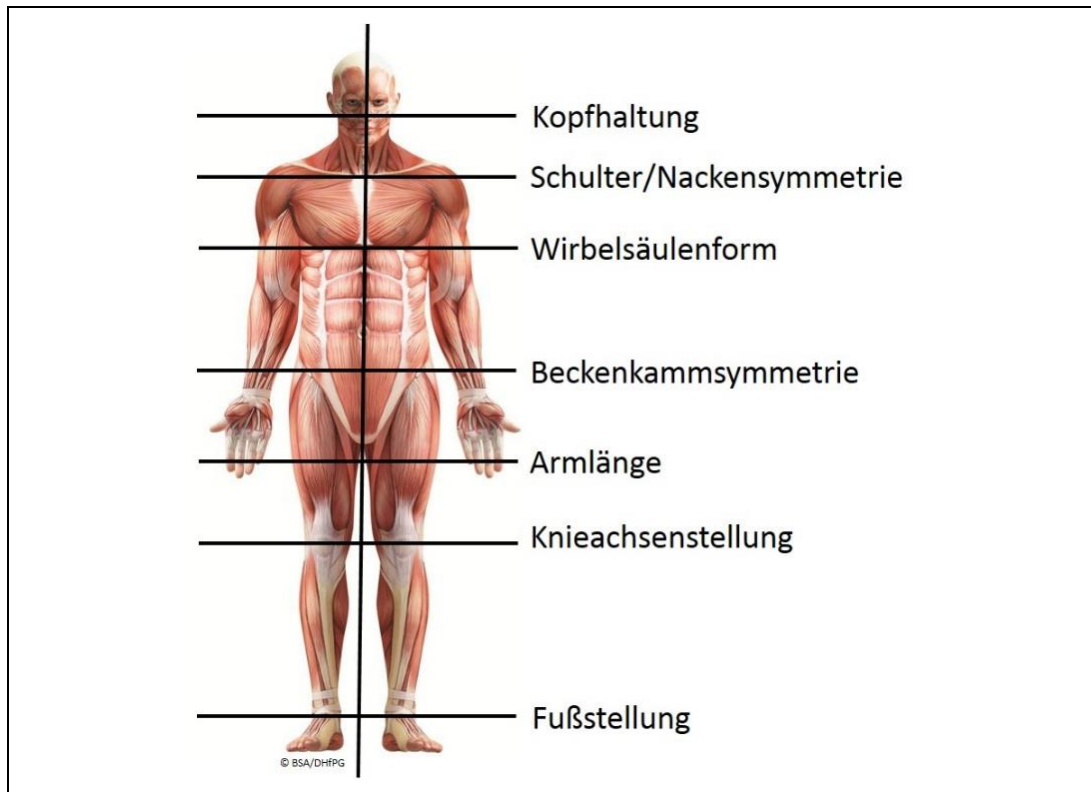


Abb. 13: Haltungsinspektion in der Frontalebene von vorne (© BSA/DHfPG)

2. Haltungsinspektion in der Sagittalebene

Anschließend erfolgt eine Betrachtung der Haltung in der Sagittalebene, d. h. von der Seite. Eine aufrechte, normale Haltung orientiert sich dabei an der Ausrichtung des Körpers an der Lotlinie. Das physiologische Lot kann man sich als gedachte Linie vorstellen (vgl. Abb. 14): beginnend vom Ohr über das Schulterergelenk, den großen Rollhügel (Trochanter major), durch die Kniekehlenmitte bis zur vorderen Fußwölbung bzw. das Sprunggelenk. Aus den verschiedensten Gründen kippt das statische System dabei aus dieser optimalen Ausrichtung an der Schwerkraftlinie, die den Stand bei minimaler Muskelspannung ermöglicht (Froböse, Nellesen & Wilke, 2003, S. 250).

Auf die folgenden Haltungsauffälligkeiten sollte der Trainer bei seiner Sichtprüfung achten:

- Kopfstellung (evtl. Vorneigung des Kopfes bzw. Kinnvorschub)
- Hängende, leicht nach vorn gezogene Schultern
- Rundrückenhaltung
- Nach vorne oder nach hinten gekipptes Becken (evtl. Hohlkreuzbildung bzw. Flachrücken)

- Passiver Stand (Verlagerung des Körperschwerpunktes hinter das Lot)
- Überstreckte Kniegelenke (Genu recurvatum)
- Einseitige Fußdruckbelastung auf dem Vor- oder Rückfuß

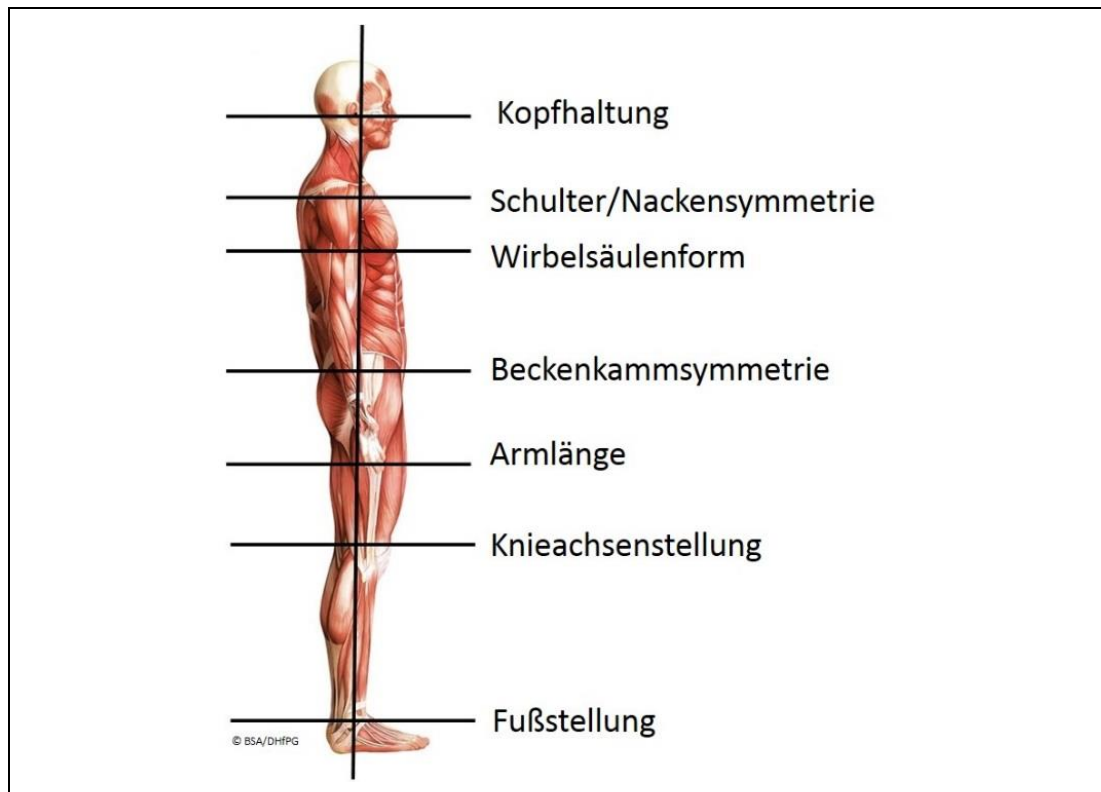


Abb. 14: Haltungsinspektion in der Sagittalebene (© BSA/DHfPG)



Übung 5.1

Überlegen Sie sich, welche trainingspraktischen Konsequenzen Sie aus den unter Punkt 2 aufgeführten Haltungsauffälligkeiten ableiten würden.

5.2 Die Neutral-Null-Methode

Vor der Aufnahme eines rehabilitativen Trainings ist im Rahmen einer ausführlichen Eingangsuntersuchung die Überprüfung der funktionellen Bewegungsmöglichkeiten der einzelnen Gelenksysteme ein wesentlicher Bestandteil. Durch die Testung können sowohl Hypermobilitäten als auch Hypomobilitäten in den verschiedenen Gelenken erkannt und Konsequenzen für das rehabilitative Training abgeleitet werden.

Zur einheitlichen Beurteilung von Gelenkbewegungen wurde die Neutral-Null-Methode entwickelt. Die Ausgangsstellung der zu untersuchenden Person ist dabei die so genannte Neutral-Null-Stellung. In dieser Position befinden sich alle Gelenke des Körpers in einer definierten Null-Grad-Stellung:

- aufrechter Stand, aufgerichteter Kopf, Blick nach vorne;
- Arme hängen seitlich am Körper herab;
- Hände und Finger werden gestreckt, Daumen zeigen nach vorne;
- Füße parallel, hüftbreiter Stand.

Aus dieser Position heraus soll die zu untersuchende Person zunächst eigentätige aktive Bewegungen in den einzelnen Gelenken ausführen. Bei Bewegungsauffälligkeiten führt der Trainer anschließend die Bewegung bis zum jeweiligen Bewegungsanschlag erneut durch und protokolliert eventuell vorhandene Abweichungen von der Norm. Die Bewegungen können im Bedarfsfall mit der Hilfe eines Winkelmessers (Goniometer, vgl. Abb. 15) nachgemessen und in einen Diagnosebogen eingetragen werden.

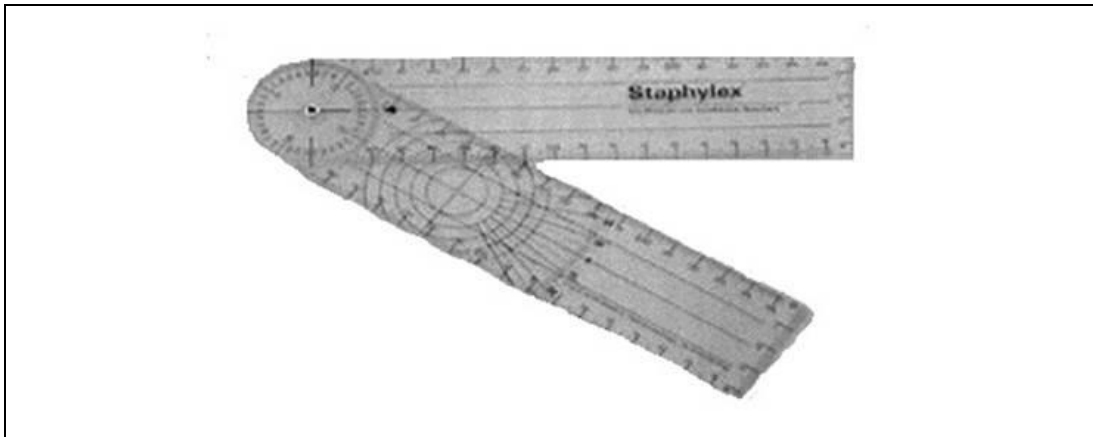


Abb. 15: Goniometer (© BSA/DHfPG)

Bei der Protokollierung der Beweglichkeit eines Gelenkes werden drei Gradzahlen, getrennt durch zwei Schrägstriche, angegeben:

1. Zahl: Die Bewegung führt vom Körper weg:

- Extension
- Abduktion
- Retroversion
- Außenrotation

2. Zahl: Null-Stellung

3. Zahl: Die Bewegung führt zum Körper hin:

- Flexion
- Adduktion
- Anteversion
- Innenrotation



Beispiel

In einem Gelenk werden die Extension und die Flexion gemessen mit dem Ergebnis $20^{\circ}/0^{\circ}/90^{\circ}$, d. h. aus der Null-Grad Ausgangsstellung kann in dem betroffenen Gelenk 20° gestreckt und 90° gebeugt werden.

Bei bestimmten Krankheitsbildern lässt sich die Null-Stellung jedoch nicht immer erreichen. Dementsprechend wird dann bei einem Streckdefizit 0° als erste bzw. bei einem Beugedefizit als dritte Zahl geschrieben.

Bezug nehmend auf das oben genannte Beispiel bedeutet das Ergebnis einer Gelenkprüfung $0^{\circ}/10^{\circ}/90^{\circ}$, dass die vollständige Streckung in diesem Gelenk nicht erreicht wird. Das Gelenk weist ein Streckdefizit von 30° auf.

Sollten bei den nachfolgend beschriebenen Beweglichkeitsuntersuchungen der einzelnen Gelenke deutliche Abweichungen gegenüber den Normalwerten festgestellt werden und/oder Schmerzen auftreten, ist das Aufsuchen des behandelnden Arztes ratsam und ein weiteres Vorgehen mit diesem abzusprechen.

5.2.1 Beweglichkeitsuntersuchung der Wirbelsäule

A) Halswirbelsäule

Die Überprüfung der Halswirbelsäulenbeweglichkeit wird im Stand oder im Sitzen durchgeführt. Die physiologischen Bewegungsmöglichkeiten der Halswirbelsäule (HWS) sind in Tab. 8 dargestellt.

Tab. 8: Physiologisches Bewegungsausmaß der Halswirbelsäule (© BSA/DHfPG)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmaß in °
Extension/Flexion	$50^{\circ}/0^{\circ}/80^{\circ}$
Lateralflexion	$45^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}$
Rotation	$80^{\circ}-90^{\circ}/0^{\circ}/80^{\circ}-90^{\circ}$

HWS-Extensionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Führe den Hinterkopf zum Nacken.
- Normale Beweglichkeit: Das Kinn hat einen Abstand zum Brustbein (Sternum) von ca. 17 cm (vgl. Abb. 16).

HWS-Flexionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Senke das Kinn zur Brust.
- Normale Beweglichkeit: Das Kinn berührt die Grube zwischen den beiden Schlüsselbeinen (Jugulum) (vgl. Abb. 17).

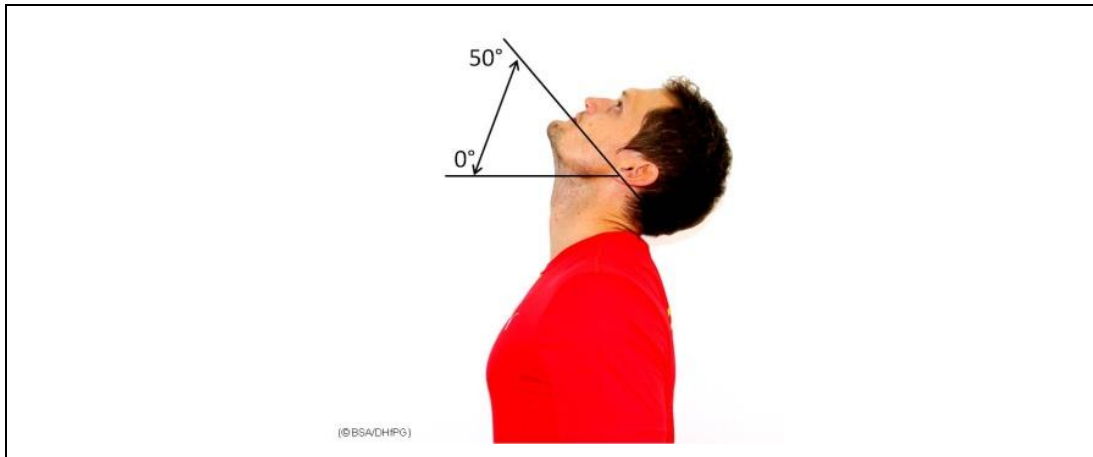


Abb. 16: Prüfung der HWS-Extension (© BSA/DHfPG)

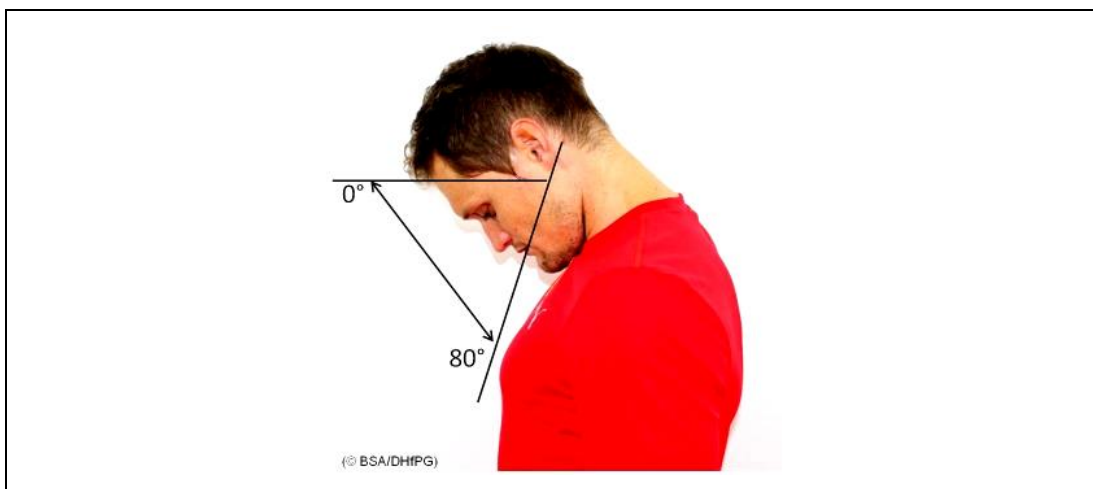


Abb. 17: Prüfung der HWS-Flexion (© BSA/DHfPG)

HWS-Lateralflexionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Lege den Kopf so weit wie möglich zur rechten/ linken Seite (Achtung: Die Schulter darf dabei nicht hochgezogen werden!).
- Normale Beweglichkeit: Zwischen Ohr und Schulter ist ein ca. drei fingerbreiter Abstand (vgl. Abb. 18).

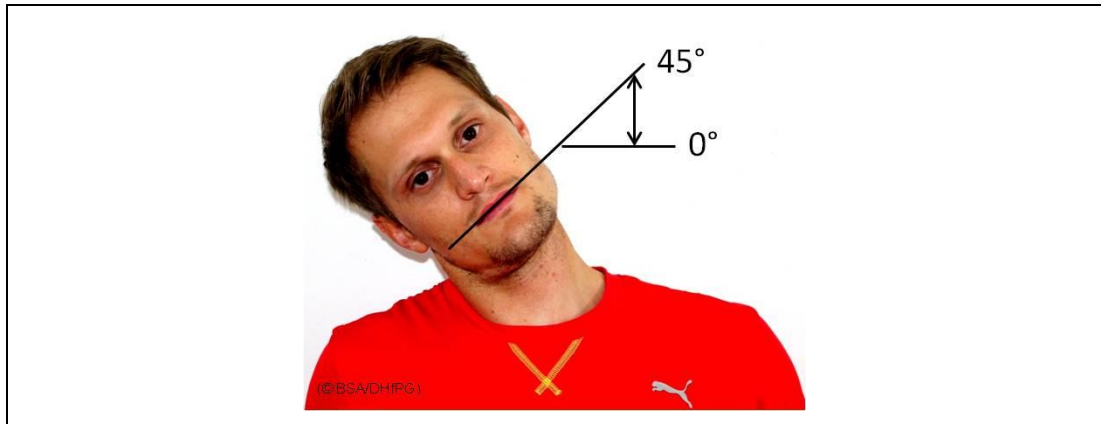


Abb. 18: HWS-Lateralflexionsprüfung (© BSA/DHfPG)

HWS-Rotationsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Drehe den Kopf zur rechten/linken Seite (Achtung: Die Schulter darf dabei nicht nach vorne oder hinten bewegt werden!).
- Normale Beweglichkeit: Das Kinn ist über dem Schlüsselbein.

B) Brust- und Lendenwirbelsäule

Die physiologischen Bewegungsmöglichkeiten der Brustwirbelsäule (BWS) sind in Tab. 9 dargestellt.

Tab. 9: Physiologisches Bewegungsausmaß der Brustwirbelsäule (© BSA/DHfPG)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmaß in °
Extension/Flexion	20°-30°/0°/45°
Lateralflexion	20°/0°/20°
Rotation	25°-30°/0°/25°-30°

Die physiologischen Bewegungsmöglichkeiten der Lendenwirbelsäule (LWS) sind in Tab. 10 dargestellt.

Tab. 10: Physiologisches Bewegungsausmaß der Lendenwirbelsäule (© BSA/DHfPG)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmaß in °
Extension/Flexion	30°-35°/0°/60°
Lateralflexion	20°/0°/20°
Rotation	5°-9°/0°/5°-9°

BWS- und LWS-Extensions- und Flexionsprüfung:

Die Untersuchung der komplexen Bewegungen der Brust- und Lendenwirbelsäule lässt sich häufig nur schwer mit einem Winkelmesser erfassen. Für die Extensions- und Flexionsmessung ist ein Maßband hilfreicher. In der Praxis kommen der Fingerspitzen-Boden-Abstand (FBA), das Ott-Zeichen und das Schober-Zeichen zum Einsatz. Ausgangsstellung ist auch hier der Neutral-Null-Stand.

Fingerspitzen-Boden-Abstand (FBA):

Bewegungsanweisung: Beuge den Oberkörper nach vorne und versuche mit den Fingerspitzen die Zehen zu berühren. (Bei der Vorneigung sollte die Wirbelsäule eine gleichmäßige kyphotische Krümmung haben.)

- normale Flexion bei Kindern/Jugendlichen: FBA 0-10 cm
- normale Flexion bei Erwachsenen: FBA 20-30 cm
- eingeschränkte Flexionsfähigkeit: FBA > 35 cm

Auf Grund der Ausweichmöglichkeit über eine starke Hüftbeugung ist dieser Test nur bedingt zur Beurteilung der Flexionsfähigkeit der Wirbelsäule geeignet, insbesondere ist eine genauere Unterteilung der Beweglichkeit von BWS und LWS nicht möglich. Dies lässt sich mit dem Ott-Zeichen und dem Schober-Zeichen genauer messen. Die Testung erfolgt mit freiem Oberkörper.

Ott-Zeichen/BWS-Extensions- und Flexionsprüfung:

Bei diesem Messverfahren werden die Extensions- und Flexionsfähigkeit der Brustwirbelsäule gemessen. Zunächst wird im Stand der Dornfortsatz des siebten Halswirbels markiert. Von dort aus wird 30 cm weiter unten eine weitere Stelle auf der Wirbelsäule markiert (vgl. Abb. 19).

BWS-Extensionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Neige den Oberkörper nach hinten.
- Normale Extension der BWS: Der Abstand der Markierungen verkleinert sich um 1-2 cm.
- Eingeschränkte Extension der BWS: Der Abstand verkleinert sich nur unwesentlich (< 1 cm).

BWS-Flexionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Beuge den Oberkörper nach vorne.
- Normale Flexion der BWS: Der Abstand vergrößert sich um 3-5 cm.
- Eingeschränkte Flexion der BWS: Der Abstand vergrößert sich nur um 1-2 cm.

Schober-Zeichen/LWS-Extensions- und Flexionsprüfung:

Das Schober-Zeichen gibt Auskunft über die Extensions- und Flexionsmöglichkeiten in der LWS. Im Stand wird der Dornfortsatz des ersten Kreuzbeinwirbels markiert. Von dort aus wird 10 cm weiter oben eine weitere Stelle auf der Wirbelsäule markiert (vgl. Abb. 19).

LWS-Extensionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Neige den Oberkörper nach hinten.
- Normale Extension der LWS: Der Abstand der Markierungen verkleinert sich um 2-3 cm.
- Eingeschränkte Extension der LWS: Der Abstand verkleinert sich nur unwesentlich (< 1 cm).

LWS-Flexionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Beuge den Oberkörper nach vorne.
- Normale Flexion der LWS: Der Abstand vergrößert sich um 3-5 cm.
- Eingeschränkte Flexion der LWS: Der Abstand vergrößert sich nur bis zu 3 cm.

BWS- und LWS-Lateralflexionsprüfung:

Diese Überprüfung wird im Stand durchgeführt.

- Bewegungsanweisung: Neige den Oberkörper zur Seite (nach rechts/ links).
- Normale Beweglichkeit: Die Fingerspitzen berühren den äußeren Kniegelenkspalt.

BWS- und LWS-Rotationsprüfung:

Auch hier erfolgt die Überprüfung im Stand.

- Bewegungsanweisung: Drehe den Oberkörper nach hinten (rechts/ links). (Achtung: Das Becken darf nicht mitdrehen.)
- Normale Beweglichkeit: Der passiv nach hinten mitgeführte Arm kann den hinteren oberen Darmbeinstachel (spina iliaca posterior superior) berühren.

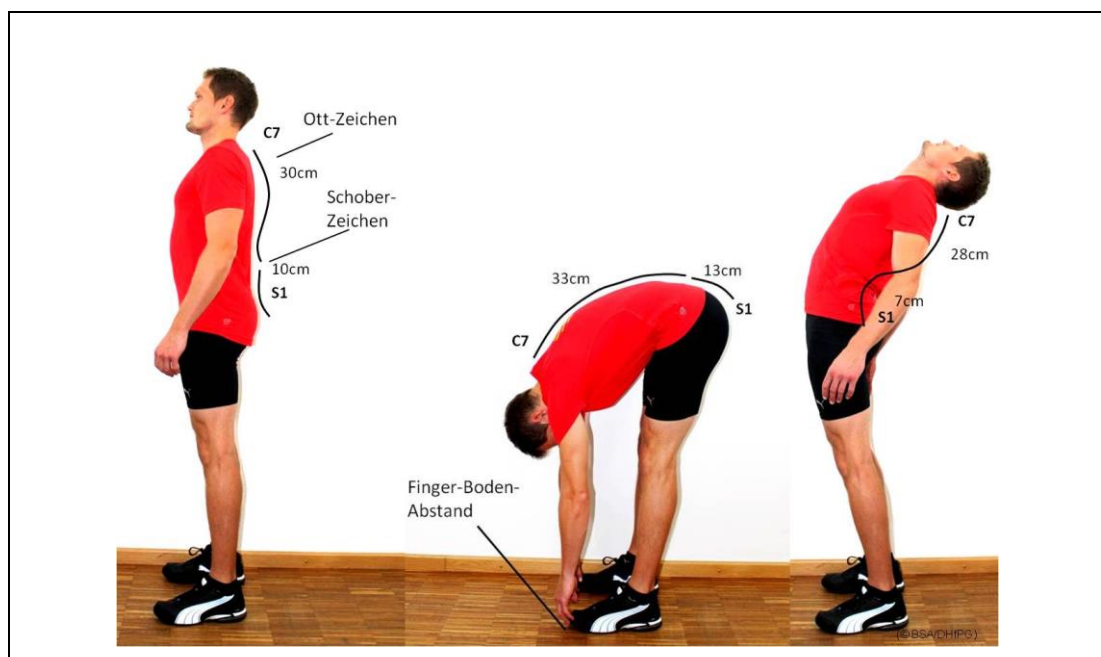


Abb. 19: FBA, Ott- und Schober-Zeichen (modifiziert nach Reimann, 2002, S. 165) (© BSA/DHfPG)

5.2.2 Beweglichkeitsuntersuchung des Schultergürtels

Die Überprüfung der Schultergürtelbeweglichkeit wird im Neutral-Null-Stand durchgeführt. Die physiologischen Bewegungsmöglichkeiten des Schultergürtels sind in Tab. 11 dargestellt.

Tab. 11: Physiologisches Bewegungsausmaß des Schultergürtels (© BSA/DHfPG)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmaß in °
Retraktion/Protraktion	30°/0°/30°
Elevation/Depression	50°/0°/5°

Schultergürtel-Retraktionssprüfung:

- Bewegungsanweisung: Führe die Schulterblätter zusammen.
- Normale Beweglichkeit: Beide Handflächen der passiv mitgeführten Hände berühren den mittleren Gesäßmuskel (M. gluteus medius).

Schultergürtel-Protraktionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Führe die Schultern nach vorne.
- Normale Beweglichkeit: Beide Handflächen berühren die Oberschenkelvorderseite (M. quadriceps femoris).

Schultergürtel-Elevationsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Hebe beide Schultern nach oben.
- Normale Beweglichkeit: Beide Schultern sind auf Höhe des Kinns.

Schultergürtel-Depressionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Senke beide Schultern nach unten.
- Normale Beweglichkeit: Beide Hände werden ca. 2-3 cm nach unten geführt

5.2.3 Beweglichkeitsuntersuchung des Schultergelenkes

Die Überprüfung der Schultergelenksbeweglichkeit wird im Neutral-Null-Stand oder im Sitzen durchgeführt. Die physiologischen Bewegungsmöglichkeiten des Schultergelenkes sind in Tab. 12 dargestellt.

Tab. 12: Physiologisches Bewegungsausmaß des Schultergelenkes (© BSA/DHfPG)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmaß in °
Retroversion/Anteversion (Extension/Flexion)	40°/0°/150°-170°
Abduktion/Adduktion	180°/0°/20°-40°
Außenrotation/Innenrotation (Tiefenrotation)	40°-60°/0°/95°
Außenrotation/Innenrotation (Hochrotation)	70°/0°/70°

Schultergelenk-Retroversionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Führe die Arme nach hinten.
- Normale Beweglichkeit: Die Arme können ca. 50 cm nach hinten bewegt werden (vgl. Abb. 20).

Schultergelenk-Anteversionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Hebe die Arme nach vorne oben.
- Normale Beweglichkeit: Die Oberarme berühren die Ohren (vgl. Abb. 20).

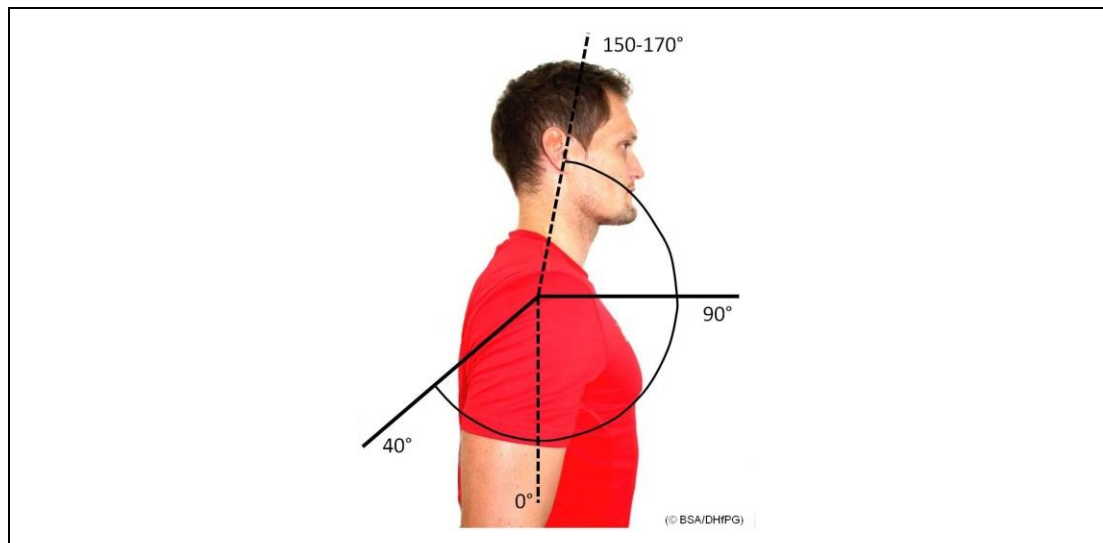


Abb. 20: Retroversions- und Anteversionsprüfung im Schultergelenk (© BSA/DHfPG)

Schultergelenk-Abduktionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Hebe die Arme seitlich nach oben.
- Normale Beweglichkeit: Die Oberarme berühren die Ohren (vgl. Abb. 21).

Schultergelenk-Adduktionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Führe den rechten/linken Arm vorne dicht am Körper vorbei.
- Normale Beweglichkeit: Das Ellenbogengelenk erreicht die Mittellinie des Körpers (vgl. Abb. 21).

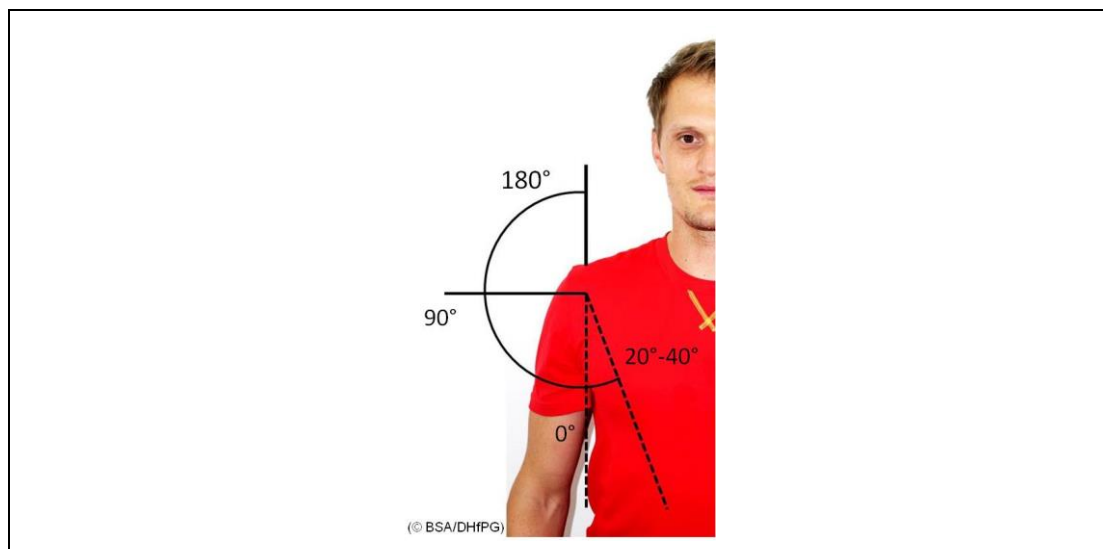


Abb. 21: Abduktions- und Adduktionsprüfung im Schultergelenk (© BSA/DHfPG)

Schultergelenk-Außenrotationsprüfung (Tiefenrotation):

- Bewegungsanweisung: Beuge den rechten/linken Ellenbogen bis auf 90° und drehe den Arm langsam nach außen.
- Normale Beweglichkeit: Das Handgelenk ist auf Höhe des Rippenbogens (vgl. Abb. 22).

Schultergelenk-Innenrotationsprüfung (Tiefenrotation):

- Bewegungsanweisung: Beuge den rechten und linken Ellenbogen bis auf 90° und versuche beide Arme hinter dem Rücken zu verschränken (Schürzenbinder-Griff).
- Normale Beweglichkeit: Die Unterarme können hinter dem Rücken verschränkt werden und berühren ihn (vgl. Abb. 22).

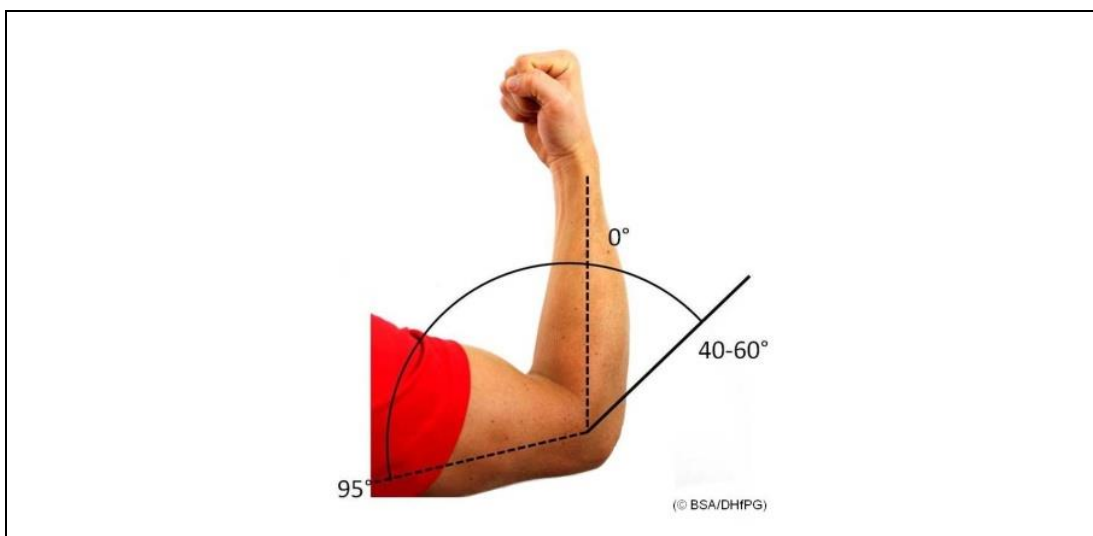


Abb. 22: Außen- und Innenrotationsprüfung im Schultergelenk (Tiefenrotation) (© BSA/DHfPG)

Schultergelenk-Außenrotationsprüfung (Hochrotation):

- Bewegungsanweisung: Beuge den Ellenbogen bis auf 90° und hebe den angewinkelten Arm seitlich 90° nach oben. Drehe jetzt den Unterarm langsam nach oben hinten.
- Normale Beweglichkeit: Die Finger zeigen nahezu gerade nach oben (vgl. Abb. 23).

Schultergelenk-Innenrotationsprüfung (Hochrotation):

- Bewegungsanweisung: Beuge den Ellenbogen bis auf 90° und hebe den angewinkelten Arm seitlich 90° nach oben. Drehe den Unterarm langsam nach unten.
- Normale Beweglichkeit: Die Fingerspitzen befinden sich auf Höhe des Rippenbogens (vgl. Abb. 23).

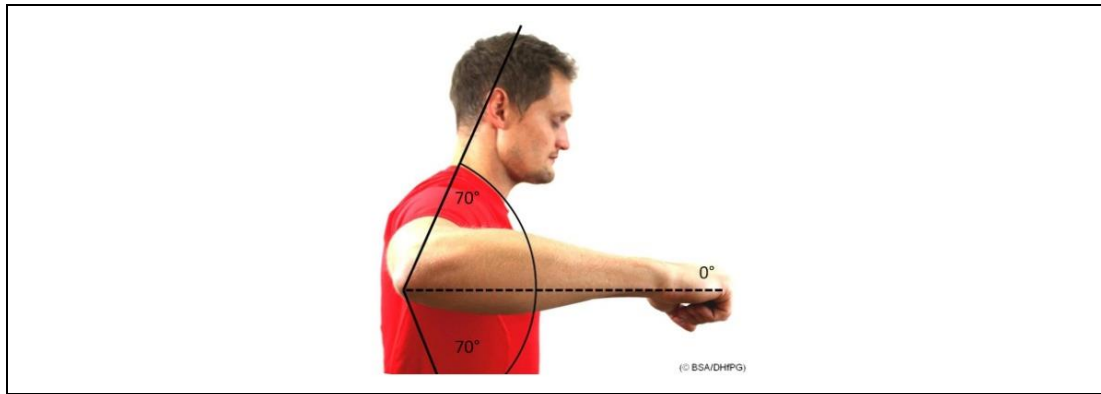


Abb. 23: Außen- und Innenrotationsprüfung im Schultergelenk (Hochrotation) (© BSA/DHfPG)

5.2.4 Beweglichkeitsuntersuchung des Ellenbogengelenkes

Die Streckung und Beugung des Ellenbogengelenkes wird am um 90° nach vorne angehobenen und gestreckten Arm gemessen. Die Handfläche zeigt nach oben (Supinationsstellung). Die physiologischen Bewegungsmöglichkeiten des Ellenbogengelenkes sind in Tab. 13 dargestellt.

Tab. 13: Physiologisches Bewegungsausmaß des Ellenbogengelenkes (© BSA/DHfPG)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmaß in °
Extension/Flexion	10°/0°/150°
Supination/Pronation	80°-90°/0°/80°-90°

Ellenbogen-Extensionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Strecke den Arm durch.
- Normale Beweglichkeit: Der Arm wird leicht überstreckt vor dem Körper gehalten (vgl. Abb. 24).

Ellenbogen-Flexionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Beuge den Arm und führe die gestreckte Hand zur Schulter.
- Normale Beweglichkeit: Die Hand berührt das Ohrläppchen (vgl. Abb. 24).

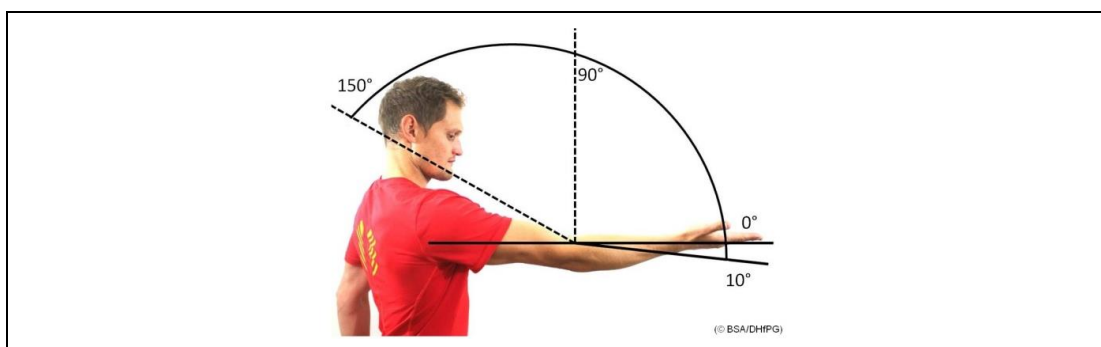


Abb. 24: Extensions- und Flexionsprüfung im Ellenbogengelenk (© BSA/DHfPG)

Die Supinations- und Pronationsprüfung wird im 90° gebeugten Ellenbogengelenk durchgeführt.

Ellenbogen-Supinationsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Drehe die Hand so weit wie möglich nach außen, so dass die Handfläche nach oben zeigt.
- Normale Beweglichkeit: Die Handfläche befindet sich parallel zum Boden (vgl. Abb. 25).

Ellenbogen-Pronationsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Drehe die Hand so weit wie möglich nach innen, dass die Handfläche nach unten zeigt.
- Normale Beweglichkeit: Die Handfläche befindet sich parallel zum Boden (vgl. Abb. 25).

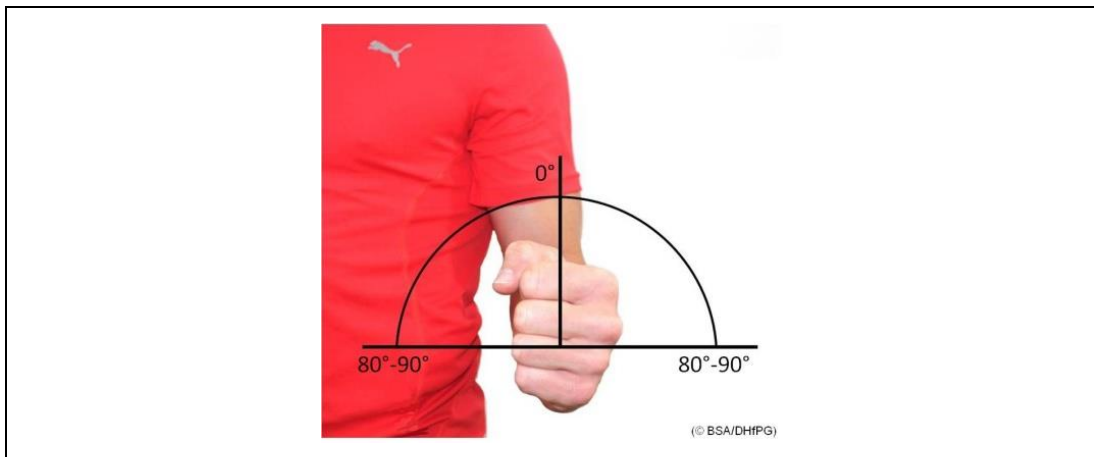


Abb. 25: Supinations- und Pronationsprüfung des Ellenbogengelenkes (© BSA/DHfPG)

5.2.5 Beweglichkeitsuntersuchung des Hüftgelenkes

Die physiologischen Bewegungsmöglichkeiten des Hüftgelenkes sind in Tab. 14 dargestellt.

Tab. 14: Physiologisches Bewegungsausmaß des Hüftgelenkes (© BSA/DHfPG)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmaß in °
Extension/Flexion	10-15°/0°/130°-140°
Abduktion/Adduktion	30°-45°/0°/20°-30°
Außenrotation/Innenrotation	40°-50°/0°/30°-45°

Hüftgelenk-Extensionsprüfung:

Die Untersuchung findet in der Rückenlage bzw. Seitlage auf einer Liege oder alternativ im Stand statt. Ein Bein wird mit beiden Händen maximal an den Oberkörper herangezogen. Das andere Bein wird locker hängen gelassen bzw. ist das Standbein.

Normale Beweglichkeit: Der Oberschenkel befindet sich mindestens parallel zum Boden (vgl. Abb. 26).

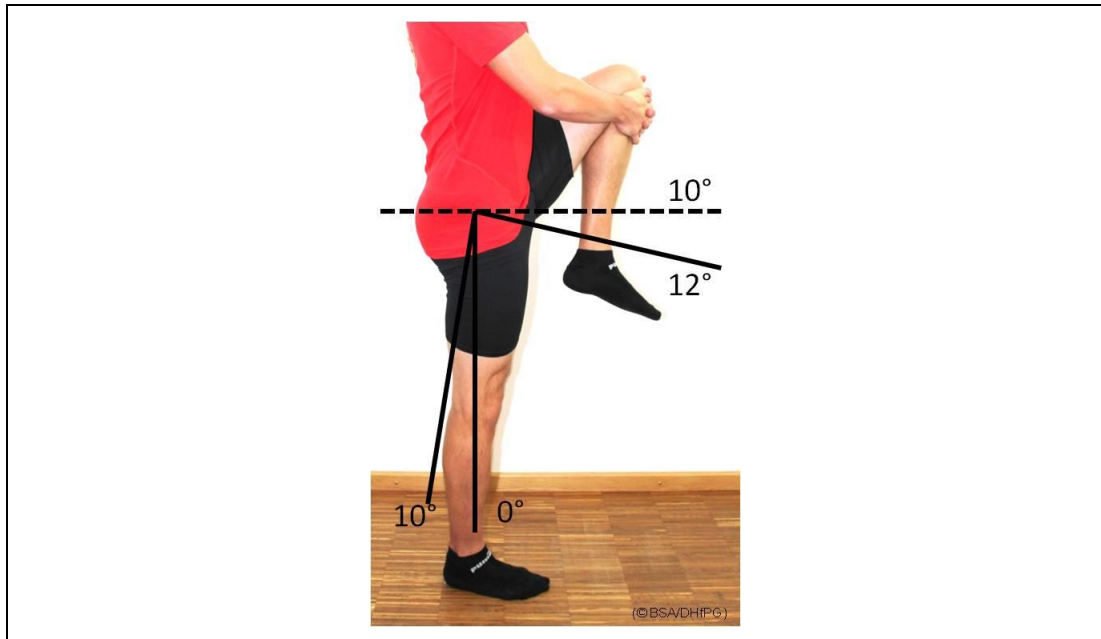


Abb. 26: Hüftextensionsprüfung (© BSA/DHfPG)

Hüftgelenk-Flexionsprüfung:

Die Untersuchung findet in der Rückenlage auf einer Liege oder alternativ im Stand statt.

- Bewegungsanweisung: Bewege den Oberschenkel mit gebeugtem Kniegelenk zum Bauch.
- Normale Beweglichkeit: Der Oberschenkel berührt den Bauch (vgl. Abb. 27).

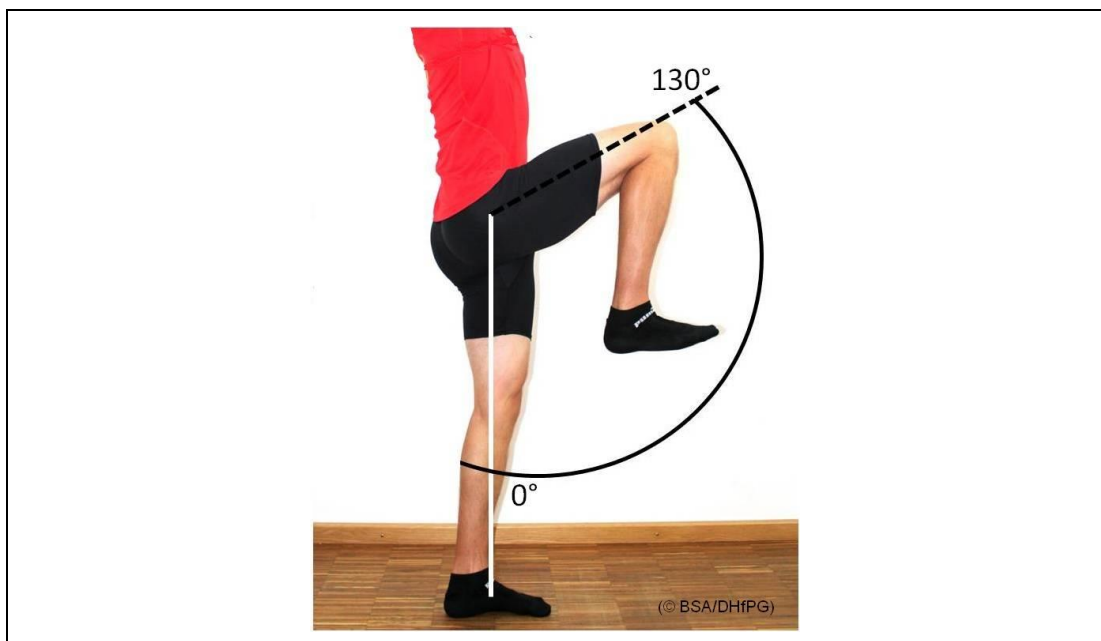


Abb. 27: Hüftflexionsprüfung (© BSA/DHfPG)

Hüftgelenk-Abduktionsprüfung:

Die Untersuchung findet in der Rückenlage auf einer Liege oder alternativ im Stand statt.

- Bewegungsanweisung: Führe das gestreckte Bein nach außen.
- Normale Beweglichkeit: Die Längsachse des abgespreizten Beines bildet mit der gegenüberliegenden Schulter eine gedachte Linie (vgl. Abb. 28).

Hüftgelenk-Adduktionsprüfung:

Die Untersuchung findet in der Rückenlage auf einer Liege oder alternativ im Stand statt.

- Bewegungsanweisung: Führe das gestreckte Bein nach innen am anderen Bein vorbei (Überkreuzen der Beine).
- Normale Beweglichkeit: Die Längsachse des adduzierten Beines bildet mit der gleichseitigen Schulter eine gedachte Linie (vgl. Abb. 28).

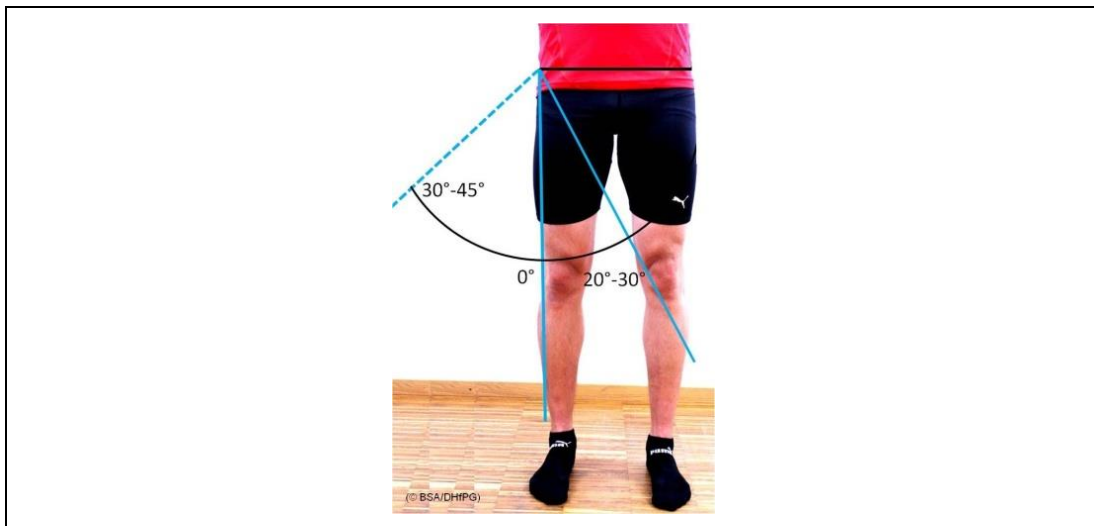


Abb. 28: Hüftabduktions- und -adduktionsprüfung (© BSA/DHfPG)

Hüftgelenk-Außenrotationsprüfung:

Die Untersuchung findet in der Rückenlage auf einer Liege oder alternativ im Stand statt.

- Bewegungsanweisung: Beuge im Knie- und Hüftgelenk das Bein jeweils auf 90°. Drehe jetzt den Unterschenkel nach innen über das andere Bein.
- Normale Beweglichkeit: Die Ferse des zu testenden Beines befindet sich über dem unteren Drittel des anderen Oberschenkels (vgl. Abb. 29).

Hüftgelenk-Innenrotationsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Beuge im Knie- und Hüftgelenk das Bein jeweils auf 90°. Drehe jetzt den Unterschenkel nach außen.
- Normale Beweglichkeit: Die Längsachse des Unterschenkels bildet mit der gegenüberliegenden Schulter eine gedachte Linie (vgl. Abb. 29).

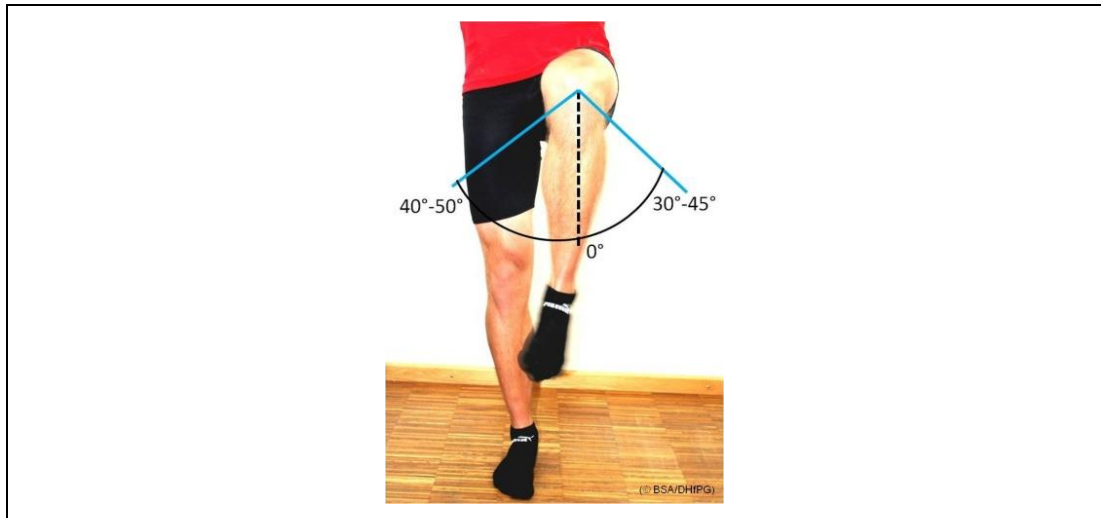


Abb. 29: Außen- und Innenrotation im Hüftgelenk (© BSA/DHfPG)

5.2.6 Beweglichkeitsuntersuchung des Kniegelenkes

Die physiologischen Bewegungsmöglichkeiten des Kniegelenkes sind in Tab. 15 dargestellt.

Tab. 15: Physiologisches Bewegungsausmaß des Kniegelenkes (© BSA/DHfPG)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmaß in °
Extension/Flexion	5°-10°/0°/120°-150°
Außenrotation/Innenrotation (bei 90° Kniebeugung)	40°/0°/10°

Kniegelenk-Extensionsprüfung:

- Bewegungsanweisung (Rückenlage): Versuche bei gestreckt aufliegendem Knie die Ferse vom Boden abzuheben.
- Normale Beweglichkeit: Die Ferse wird um ca. 1-2 cm angehoben (vgl. Abb. 30).

Kniegelenk-Flexionsprüfung:

- Bewegungsanweisung (Bauchlage): Beuge das Kniegelenk und versuche mit der Ferse das Gesäß zu berühren.
- Normale Beweglichkeit: Es besteht ein Abstand zwischen Ferse und Gesäß von ca. 10-15 cm (vgl. Abb. 30).

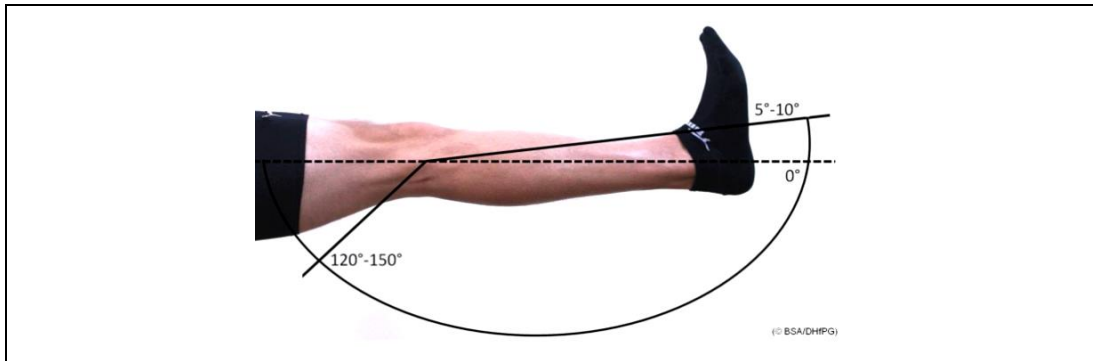


Abb. 30: Extension und Flexionsprüfung des Kniegelenkes (© BSA/DHfPG)

Kniegelenk-Außenrotationsprüfung:

- Bewegungsanweisung (im Sitzen, 90° Knieflexion): Drehe den Fuß nach außen.
- Normale Beweglichkeit: Der Fuß wird um ca. 40° nach außen gedreht.

Kniegelenk-Innenrotationsprüfung:

- Bewegungsanweisung (im Sitzen, 90° Knieflexion): Drehe den Fuß nach innen.
- Normale Beweglichkeit: Der Fuß wird um ca. 10° nach innen gedreht.

5.2.7 Beweglichkeitsuntersuchung des Sprunggelenkes

Die Beweglichkeit des oberen und unteren Sprunggelenks wird im Sitzen mit 90° Knieflexion durchgeführt. Die physiologischen Bewegungsmöglichkeiten des oberen Sprunggelenkes sind in Tab. 16 dargestellt.

Tab. 16: Physiologisches Bewegungsausmaß des oberen Sprunggelenkes (© BSA/DHfPG)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmaß in °
Plantarflexion/Dorsalextension	40°-50°/0°/20°-30°

Dorsalextensionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Hebe den Vorfuß weit nach oben, ohne dass die Ferse den Boden verlässt.
- Normale Beweglichkeit: Der Großzehenballen wird um ca. 5 cm hochgehoben (vgl. Abb. 31).

Plantarflexionsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Drücke den Vorfuß so weit wie möglich nach unten.
- Normale Beweglichkeit: Das obere Sprunggelenk bildet mit den Zehen eine Linie (vgl. Abb. 31).

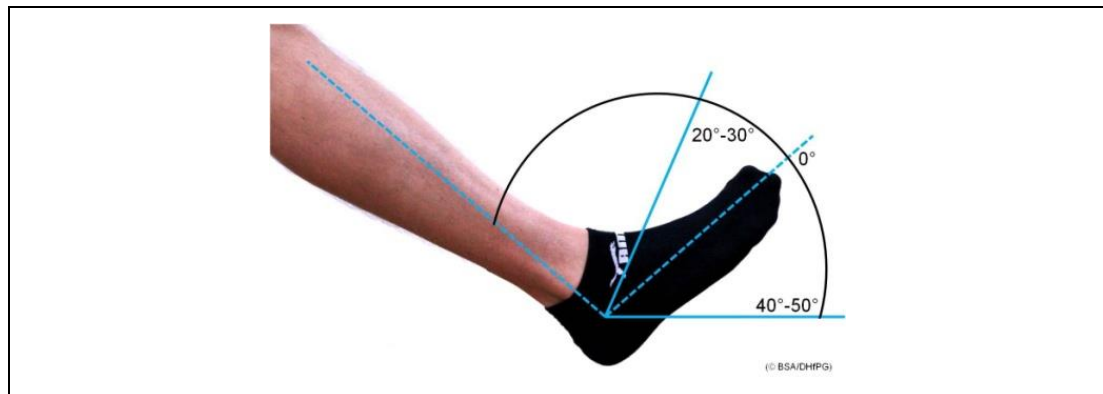


Abb. 31: Dorsalextensions- und Plantarflexionsprüfung des oberen Sprunggelenkes (© BSA/DHfPG)

Die physiologischen Bewegungsmöglichkeiten des unteren Sprunggelenkes sind in Tab. 17 dargestellt.

Tab. 17: Physiologisches Bewegungsausmaß des unteren Sprunggelenkes (© BSA/DHfPG)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmaß in °
Pronation/Supination	15°-20°/0°/35°-40°

Pronationsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Hebe den Fußaußenrand an.
- Normale Beweglichkeit: Der Kleinzeheballen wird ca. 1-2 cm angehoben (vgl. Abb. 32)

Supinationsprüfung:

- Bewegungsanweisung: Hebe den Fußinnenrand an.
- Normale Beweglichkeit: Der Großzeheballen wird ca. 3-4 cm angehoben (vgl. Abb. 32)

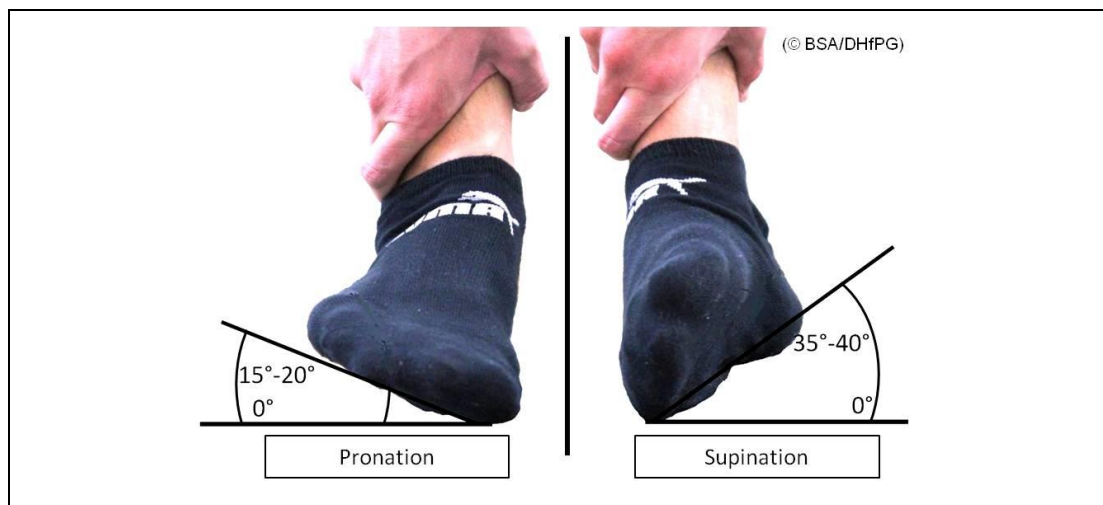


Abb. 32: Pronations- und Supinationsprüfung im unteren Sprunggelenk (© BSA/DHfPG)



Übung 5.2

Führen Sie alle in Kapitel 5 dargestellten Beweglichkeitsuntersuchungen zusammen mit einem Kollegen oder einer Kollegin durch. Beachten Sie bei der Durchführung bitte folgende Aspekte:

1. Welche Probleme sind bei der praktischen Testdurchführung aufgetreten?
2. Welche Unterschiede haben Sie hinsichtlich der Gelenkbeweglichkeit im Seitenvergleich (linke und rechte Körperhälfte) festgestellt?
3. Worin könnten mögliche Ursachen im Hinblick auf Beweglichkeitsunterschiede auch bei gesunden Personen begründet sein?



Zusammenfassung

- Die Haltungsinspektion ist eine Sichtprüfung zur Beurteilung der Körperhaltung/Statik im Stand aus verschiedenen Perspektiven bzw. in verschiedenen anatomischen Raumebenen. Deutliche Auffälligkeiten bzw. Abweichungen von einer normalen Körperhaltung können dadurch festgestellt und praktische Konsequenzen für das Training daraus abgeleitet werden.
 - Die Neutral-Null-Methode ist eine sinnvolle und praktikable Möglichkeit zur einheitlichen Beurteilung von Gelenkbewegungen.
 - Durch die Testung der verschiedenen Gelenke können sowohl Hypo- als auch Hypermobilitäten erkannt werden.
 - Bei der Protokollierung der Beweglichkeit eines Gelenkes werden drei Gradzahlen angegeben. Die erste Zahl gibt die Bewegung, die vom Körper weggeführt, die zweite Zahl die Null-Stellung und die dritte Zahl die Bewegung, die zum Körper hinführt, an.
 - Das im Test ermittelte Bewegungsausmaß eines jeden Gelenkes wird mit der Hilfe eines Anamnesebogens protokolliert und mit den jeweiligen Normwerten verglichen. Dadurch können Bewegungsauffälligkeiten auf eine relativ einfache Art und Weise erkannt werden.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Nennen Sie die wesentlichen Beobachtungskriterien bei einer Haltungsinspektion in der Frontal und Sagittalebene.
2. Beschreiben Sie mit eigenen Worten die genaue Durchführung der Neutral-Null-Methode.
3. Erklären Sie die Bedeutung der drei Gradzahlen bei der Ergebnisprotokollierung.
4. Was versteht man unter dem Schober- und dem Ott-Zeichen?
5. Erläutern Sie die Bedeutung des Ergebnisses $0^{\circ}/10^{\circ}/140^{\circ}$ bei einer Funktionssprüfung des Kniegelenkes.

6 Zielsetzung – Ziele des rehabilitativen Trainings



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie wichtige, mit dem rehabilitativen Training verbundene allgemeine und spezielle Trainingsziele erklären,
 - können Sie in Abhängigkeit von dem Beschwerdebild individuelle Trainingsziele zusammen mit Ihren Kunden formulieren,
 - sind Sie in der Lage verschiedene Einflussfaktoren auf die zeitliche Formulierung von Trainingszielen zu beschreiben.
-

Während gesunde Fitness-Sportler die Trainingsziele wie Verbesserung der allgemeinen Fitness, Fettabbau oder Muskelaufbau verfolgen, steht für akut verletzte oder chronisch kranke Personen die Wiedererlangung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit bzw. der Gesundheit im Vordergrund. Neben den ganz allgemeinen Zielsetzungen wie die Verbesserung der Kraft, der Beweglichkeit, der Koordination und der Ausdauer existieren im Umgang mit Schadensbildern auch spezifische Zielsetzungen. Die allgemeinen und speziellen Zielsetzungen des rehabilitativen Trainings werden nachfolgend aufgeführt.

Allgemeine und spezielle Ziele des rehabilitativen Trainings:

- Erhalt bzw. Wiedererlangung der körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit für die Aufgaben des täglichen Lebens, der Freizeit und des Sports
- Beschleunigung der Rehabilitation nach Verletzungen oder operativen Eingriffen am Bewegungssystem
- Verringerung bzw. Vermeidung von Beschwerden und funktionellen Einbußen bei chronisch oder latent auftretenden Beschwerden am Bewegungssystem
- Kompensation irreversibler Schäden wie z. B. Arthrose
- Verbesserung der motorischen Fähigkeiten Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Koordination
- Entwicklung und Verbesserung der Körper- und Sinneswahrnehmung
- Verlangsamung der Reduktion körperlicher Leistungsfähigkeit
- Motivation zum lebensbegleitenden präventiven Fitnesstraining
- Wiederherstellung der physiologischen Gelenkfunktion und aller am Gelenkaufbau beteiligten Strukturen
- Beseitigung muskulärer Dysbalancen und Muskelatrophien
- Verbesserung der neuromuskulären Steuerung und Regelung (Koordination/Propriozeption)
- Verbesserung der allgemeinen und lokalen Ausdauer
- Förderung der Entspannungsfähigkeit

- Informationen über Zusammenhänge zwischen der Ernährung und dem Wundheilungsprozess

Die Formulierung von realistischen kurz-, mittel- und langfristigen Trainingszielen für ein muskuläres Aufbautraining nach einer Sportverletzung wird an dem nachfolgenden Beispiel von Herrn Fit verdeutlicht.



Beispiel

Herr Fit ist 32 Jahre alt, 178 cm groß und wiegt 80 kg. Sein BMI beträgt 25,2 und sein Körperfettgehalt liegt bei 15 %. Der Blutdruck ist mit 125/73 mmHg im normalen Bereich. Der Ruhepuls von 50 S/min lässt auf einen guten Ausdauerleistungszustand schließen. Von Beruf ist Herr Fit Bankangestellter. In seiner Freizeit spielt er bei einem Oberligisten leistungsorientiert Handball. Als Ergänzung zum Handballsport trainiert Herr Fit seit 5 Jahren ca. 2-3-Mal pro Woche 60-90 Minuten in einem Gesundheitsstudio. Bei einem Spiel hat er sich das vordere Kreuzband im linken Knie abgerissen. Die Verletzung wurde operativ versorgt. Dabei wurde das Kreuzband durch ein Patellarsehnenimplantat ersetzt. Nach 3-monatiger Rehabilitation möchte Herr Fit sein Training im Gesundheitsstudio wieder aufnehmen. Von ärztlicher Seite steht dem Anschlussstraining nichts im Wege, da seine volle Alltagsbelastbarkeit gegeben ist. Die muskuläre Qualität und Quantität sind jedoch noch nicht zu 100 Prozent wiederhergestellt. Das muskuläre Kraftdefizit ist anhand eines isokinetischen Krafttests, den Herr Fit zum Abschluss der Therapie ausgeführt hat, schriftlich dokumentiert worden. Danach besteht bei ihm nach wie vor ein 15-prozentiges Kraftdefizit zwischen den Extensoren der verletzten und der gesunden Seite. Die Flexoren der verletzten Seite übersteigen um ca. 10-15 % das Kraftniveau der Flexoren auf der gesunden Seite. Auch im Bereich der Kraftausdauerleistungsfähigkeit der Oberschenkelstrecker und -beuger auf der verletzten Seite sind noch einige leichte Defizite vorhanden. Eine Oberschenkelumfangsmessung ergab im Links-Rechts-Vergleich ein Defizit von 3 cm (rechter Oberschenkel = 62 cm und linker Oberschenkel = 59 cm).

Das oberste Ziel von Herrn Fit besteht darin, in naher Zukunft wieder Handball spielen zu können. Deshalb möchte er durch das weiterführende rehabilitative Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung so schnell wie möglich dieses Ziel erreichen. Die folgenden übergeordneten allgemeinen Trainingsziele wurden von dem Trainer gemeinsam mit Herrn Fit formuliert:

Hauptziele:

- vollständige Belastbarkeit des linken Kniegelenkes
- Wiedererlangung und Stabilisierung des ursprünglichen Fitnesslevels
- Sporttauglichkeit für den Leistungssport

Zeitraum/Dauer: ca. 8 Monate

Teilziele:

- Aufbau der ursprünglichen Muskelmasse und Verbesserung der Kraftfähigkeit des linken Oberschenkels
- Beseitigung des bestehenden Kraftdefizits der Extensoren im Seitenvergleich
- Verbesserung der neuromuskulären Qualität (Propriozeption, inter- und intramuskuläre Koordination) der kniegelenkumgebenden Muskulatur
- Training der Beinbeugemuskulatur
- Verbesserung der Kraftausdauerleistungsfähigkeit
- Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit
- Verbesserung der Grundlagenausdauer

Die daraus abgeleiteten konkreten Teilziele unter Angabe von Inhalt, Ausmaß und Zeit sind in Tab. 18 aufgeführt. Da zahlreiche der hier formulierten Teilziele nur schwer mithilfe von Tests zu objektivieren sind, können die Angaben zum Ausmaß teilweise nur auf der Basis einer subjektiven Bewertung erfolgen. Diesen Umstand gilt es besonders im Rahmen der Analyse zu berücksichtigen.

Tab. 18: Formulierung der Teilziele für Herrn Fit (© BSA/DHfPG)

Ziel (Inhalt)	Ausmaß	Zeitraum
Ausgleich des Muskelumfangsdefizites (Aufbau von Muskelmasse)	+ 3 cm (verletzte Seite)	ca. 3-6 Monate
Ausgleich des Kraftdefizites der Beinextensoren	+ 10-15 % (verletzte Seite)	ca. 3-6 Monate
Verbesserung der Propriozeption	subjektiv	ca. 2-3 Monate
Verbesserung der Kraftausdauer	Angleichung an die gesunde Seite	ca. 6-8 Wochen
Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit	Angleichung der Ergebnisse des Beweglichkeitstestes	ca. 2-3 Monate
Verbesserung der Grundlagenausdauer	3-4-Mal pro Woche ca. 30-45 min	ca. 8-12 Wochen

Grundsätzlich sollte der Trainer im Hinblick auf eine realistische zeitliche Planung des rehabilitativen Trainings bei der Formulierung der Trainingszielsetzung die folgenden Einflussfaktoren berücksichtigen:

- Art und Schwere der Verletzung
- Operationsbefund und Ausmaß der notwendigen Operation bzw. der postoperativen Behandlung
- zeitlicher Abstand zur Operation bzw. zur Verletzung und zur postoperativen Behandlung
- Dauer der Immobilisationsphase

- allgemeiner Gesundheits- und Leistungs- bzw. Trainingszustand
- biologisches Alter der betroffenen Person
- Rehabilitationsziel (Wiederherstellung der Alltagsbelastbarkeit, Wiederaufnahme der zuvor ausgeübten sportlichen Aktivitäten etc.)



Übung 6.1

Formulieren Sie kurz-, mittel- und langfristige Trainingsziele (Haupt- und Teilziele) für das rehabilitative Training für die folgende Person:

Frau B ist 41 Jahre alt, 168 cm groß und wiegt 62 kg. Ihr BMI beträgt 22 und der Körperfettgehalt liegt bei 20 %. Der Blutdruck ist mit 123/69 mmHg im normalen Bereich. Der Ruhepuls liegt mit 68 S/min im normalen Bereich. Von Beruf ist Frau B Sekretärin. In ihrer Jugend war sie Kunstturnerin. Seit Beendigung der Schule hat sie allerdings keinen Sport mehr getrieben.

Frau B kommt auf ärztliche Empfehlung in eine kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung, um ein weiterführendes Training nach einem Bandscheibenvorfall aufzunehmen. Sie ist bereit, 2-3-Mal pro Woche zu trainieren. Als realistischen Zeitrahmen gibt sie eine Dauer von ca. 60-90 Minuten für eine Trainingseinheit an.

Anamnese:

Vor ca. 6 Monaten wurde bei ihr ein Bandscheibenvorfall im Zwischenwirbelsegment L5 (5. Lendenwirbel) und S1 (1. Kreuzwirbel) diagnostiziert. Dabei kam es zum Austritt des Bandscheibengewebes nach dorso-lateral. Als mögliche Ursache sind degenerative Veränderungen im Zwischenwirbelbereich in Betracht zu ziehen, die sowohl durch das jahrelange Turnen als auch durch die sitzende Tätigkeit gefördert wurden. Des Weiteren liegt eine Insuffizienz der rumpfstabilisierenden Muskulatur bei ihr vor. Der Auslöser des Bandscheibenvorfalles war das Anheben einer schweren Tragetasche. Es erfolgte eine konservative Behandlung des Bandscheibenvorfalles (Analgetika, Schonlagerung, physikalische Therapie etc.). Die medizinische Heilbehandlung ist seit einem Monat abgeschlossen. Sie nimmt derzeit keine Medikamente mehr ein.

Der Gesundheitszustand von Frau B ist seit dem Abschluss der Heilbehandlung gut. Sie ist im Alltag weitestgehend schmerzfrei. Lediglich nach längerem Sitzen verspürt sie ein leichtes Ziehen im rechten Fuß bzw. Unterschenkel sowie Verspannungen im Bereich des lumbalen Rückenstreckers. Der behandelnde Physiotherapeut hat Frau B empfohlen, in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung ihre rumpfstabilisierende Muskulatur, besonders im lumbalen Bereich, aufzutrainieren, da diese nach wie vor insuffizient ist. Aus der Physiotherapie (KG-Gerät) sind ihr bereits einige Trainingsgeräte (Latissimuszug, Seilzug, Winkelbank etc.) bekannt.



Zusammenfassung

- Die Formulierung von realistischen allgemeinen und speziellen Trainingszielen unter Angabe von Inhalt, Ausmaß und Zeit ist für die Planung des rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung sehr wichtig.
 - Für den Rehabilitanden stehen in der Regel die Wiedererlangung der ursprünglichen körperlichen Leistungsfähigkeit bzw. der Gesundheit im Vordergrund.
 - Neben der Formulierung von übergeordneten Hauptzielen spielt die genaue Beschreibung von mittel- und kurzfristig erreichbaren Teilzielen eine wichtige Rolle. Dazu gehören in der Regel der Wiederaufbau der gelenkstabilisierenden Muskulatur und die Verbesserung der neuromuskulären Qualität sowie die Wiedererlangung der vollen physiologischen Gelenkfunktion.
 - Der zeitliche Rahmen zur Erreichung der einzelnen Trainingsziele hängt im Wesentlichen von der Art und Schwere der vorausgegangenen Verletzung und dem derzeitigen Leistungszustand des Rehabilitanden ab.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Nennen Sie die primären Ziele für das rehabilitative Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung.
2. Welches sind die speziellen Ziele des rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung?
3. Von welchen Faktoren hängt die zeitliche Formulierung von rehabilitativen Trainingszielen ab?

7 Trainingsplanung – Das Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings in der Rehabilitation



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie das Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings in der Rehabilitation beschreiben und den methodischen Aufbau erläutern,
 - können Sie die Bedeutung des Phasenmodells für die methodische Gestaltung des rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung erläutern,
 - sind Sie in der Lage das Phasenmodell in der Trainingsplanung anzuwenden.
-

Das muskuläre Training in bzw. nach der Rehabilitation stellt immer eine besondere Trainingssituation dar. Daher ist die Methodik des fitnessorientierten Krafttrainings nur in modifizierter Form übertragbar. Im Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings sind die allgemeinen Trainingsgrundsätze zusammengefasst und an die besonderen Anforderungen der Rehabilitation angeglichen. Da der Heilungsprozess nach Verletzungen zum Teil sequenziell abläuft (vgl. Kapitel 3.3 „Grundlagen der Wundheilung“), ist das muskuläre Aufbautraining in einzelne Trainingsperioden unterschiedlicher Zielsetzung, Intensität und Dauer untergliedert. Aus den jahrzehntelangen Praxiserfahrungen im Bereich der medizinischen Trainingstherapie hat sich das so genannte Fünfphasenmodell des muskulären Aufbautrainings entwickelt (Froböse et al., 2003, S. 66–69).

Die Gliederung des Modells (vgl. Tab. 19) stellt sowohl eine hierarchische als auch eine zeitliche Ordnung für die Gestaltung des Trainingsprozesses in der Rehabilitation dar. Dabei muss nicht zwangsläufig jede Stufe von dem Rehabilitanden durchlaufen werden, bevor mit der nächsten Stufe begonnen werden darf. Der Beginn einer Trainingsstufe ist in hohem Maße von den individuellen Leistungsvoraussetzungen (Trainingszustand, Beschwerdebild, Heilungsverlauf etc.) der Person abhängig. Es ist durchaus möglich, dass mit einer Person auf verschiedenen Stufen parallel trainiert (z. B. Propriozeption und Kraftausdauer) wird.

In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Ziele und Inhalte der verschiedenen Stufen näher beschrieben. Die Übertragung des Modells auf das muskuläre Aufbautraining in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung mit den genauen Angaben zur Belastungsgestaltung findet sich im ILB-Grobraster in Kapitel 9.

7.1 Sensorikverbesserung/Propriozeption

Ziele:

Die Basis des Phasenmodells (Vorstufe) bildet zunächst die Verbesserung der Sensorik (Sinnes- bzw. Eigenwahrnehmung) und ist Voraussetzung für alle weiteren Trainingsmaßnahmen. Ohne eine adäquate sensorische Informationsaufnahme aus den peripheren Gelenk- und Weichteilstrukturen (Muskeln, Sehnen, Bänder) und eine gezielte Informationsweiterleitung und -verarbeitung kann im Anschluss kein sinnvolles Muskeltraining stattfinden. Eine Verbesserung der Sensorik bzw. Propriozeption sollte auch im Rahmen des muskulären Aufbautrainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung nach dem Abschluss der medizinischen Heilbehandlung weiterhin trainingsbegleitend stattfinden.

In Kapitel 8 wird die Bedeutung des sensomotorischen bzw. propriozeptiven Trainings als Grundlage des muskulären Aufbautrainings näher erläutert bzw. vertieft.

Inhalte:

Übungen zur Verbesserung der Propriozeption (vgl. Kapitel 8). Hierbei ist zu beachten, dass besonders die Qualität der Bewegungsausführung im Mittelpunkt des Trainings steht.

Zeitliche Dauer:

Die zeitliche Dauer der Trainingsphase liegt in Abhängigkeit vom Beschwerdebild bei ca. 2-3 Wochen. Eine längere Dauer dieser Trainingsphase ist nicht empfehlenswert, da die Höhe der Belastungsreize für die Muskulatur unterhalb der regulären Anpassungsschwelle für biologische Reize liegt.

7.2 Allgemeines und lokales Muskelausdauertraining/Bradytropes Training

Ziele:

Auf der zweiten Stufe erfolgt ein Training zur Verbesserung des allgemeinen und lokalen Muskel- und Gelenkstoffwechsels. Die angestrebten Trainingsziele sind eine Verbesserung des intrazellulären Sauerstoffangebotes der Skelettmuskulatur durch eine Erhöhung der mitochondrialen Kapazität sowie eine Erhöhung der lokalen Energiedepots (Glykogenspeicher). Dadurch ist im weiteren Trainingsverlauf eine höhere Belastungsverträglichkeit der Muskulatur gewährleistet. Des Weiteren wird bereits die intermuskuläre Koordination geschult, wodurch ein Ökonomisierungseffekt eintritt und die Ermüdungswiderstandsfähigkeit vergrößert wird.

Ein weiteres wichtiges Ziel in dieser Phase ist die Optimierung des Gelenk- und Knorpelstoffwechsels durch das so genannte bradytrophe Training. In Kapitel 3.2 wurde bereits die Bedeutung des Heterochronismus von Anpassungsprozessen der verschiedenen Gewebestrukturen für die Gestaltung des Trainingsprozesses erläutert. Dieser Forderung wird in der zweiten Phase damit Rechnung getragen, da besonders das

Knorpelgewebe im Vergleich zum Muskelgewebe deutlich längere Anpassungs- bzw. Regenerationszeiträume benötigt. Neben ausgewählten Krafttrainingsübungen kommen in dieser Trainingsphase auch verschiedene Ausdauergeräte zum Einsatz.

Auch die zweite Stufe ist eigentlich noch als eine Art Vorstufe für alle weiteren Belastungsstufen zu sehen. Sie dient dazu, die Belastungsverträglichkeit des Rehabilitanden so weit zu entwickeln, dass er überhaupt trainierbar ist.

Im Rahmen des muskulären Aufbautrainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung kann die zweite Stufe des Phasenmodells ein sinnvoller Einstieg für das muskuläre Aufbautraining sein. Besonders für untrainierte Personen mit einem schlechten körperlichen Leistungsniveau kann diese Stufe als Orientierungsphase genutzt werden, um sie mit den neuen Geräten vertraut zu machen und sie an die damit verbundenen Belastungen zu gewöhnen.

Inhalte:

Dynamische Übungen mit geringer Intensität in einem Wiederholungsbereich zwischen 30 und 50 bzw. einer Belastungsdauer > 2 min.

Zeitliche Dauer:

Die zeitliche Dauer dieser Trainingsphase beträgt ca. 2-4 Wochen.

7.3 Kraftausdauertraining

Ziele:

Auf der dritten Stufe ist das primäre Ziel einer Verbesserung der Ermüdungswiderstandsfähigkeit der Arbeitsmuskulatur zu erreichen. Beim Training der Kraftausdauer werden primär die ST-Fasern aktiviert, genau diejenigen Fasern, die nach einer Immobilisation auch am stärksten von einer Atrophie betroffen sind. Zudem ist der Muskelstoffwechsel empfindlich gestört. Umso wichtiger ist es, durch ein Kraftausdauertraining diese Funktionseinbußen wieder rückgängig zu machen und den Muskelstoffwechsel neu zu entwickeln.

Im Unterschied zu Stufe 2 sind die Belastungsintensität und die Belastungsdauer dabei wesentlich höher bzw. kürzer. Es kommt zu einer deutlichen Inanspruchnahme des anaeroben Stoffwechsels, was auf der ersten Stufe weitestgehend vermieden werden sollte. Zu den angestrebten Anpassungserscheinungen gehören eine Erhöhung der mitochondrialen Stoffwechselkapazität und eine Vergrößerung der lokalen Phosphat- und Glykogenspeicher sowie eine Verbesserung der Kapillarisation und der Laktatoleranz.

Inhalte:

Dynamische Übungen im Wiederholungsbereich zwischen 15 und 25 /30 bzw. einer Belastungsdauer zwischen 50 und 90 s; Intensität je nach Leistungsstufe (vgl. ILB-Grobraster).

Zeitliche Dauer:

Die zeitliche Dauer dieser Trainingsphase beträgt ca. 4-6 Wochen.

7.4 Hypertrophietraining

Ziele:

Auf der vierten Stufe des Phasenmodells besteht die primäre Trainingszielsetzung in dem Erreichen einer ausgeprägten Muskelhypertrophie und dadurch in der Beseitigung der durch die vorherige Inaktivität entstandenen Muskelatrophien.

Neben dem Zuwachs an Muskelmasse resultiert durch die Optimierung der inter- und intramuskulären Koordinationsprozesse auch ein gesteigertes Kraftniveau. Voraussetzung für das Hypertrophietraining ist, dass die betroffenen Strukturen der verletzten Extremität in vollem Umfang belastbar sind.

Für normal leistungsfähige Personen, die vor der Aufnahme des rehabilitativen Trainings keinen Sport getrieben haben, wird diese Stufe häufig die letzte Stufe innerhalb des rehabilitativen Trainingsprozesses sein. Mit der Zunahme bzw. dem Erreichen der ursprünglichen Muskelmasse und des Kraftniveaus ist das eigentliche Ziel der Rehabilitation, die Wiederherstellung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit und Alltagsbelastbarkeit, erreicht. Die beiden letzten Stufen (Stufe 5 und 6) sind für die täglichen Belastungsanforderungen und Breitensportlichen Aktivitäten zum einen nicht zwingend notwendig, zum anderen kann diese Intensitätssteigerung für Untrainierte bei nicht adäquater langfristiger Trainingsanpassung die Gefahr der Überlastung bedeuten.

Der gleiche Sachverhalt gilt aber auch für gut trainierte Personen, wenn auf Grund übertriebener Motivationsansprüche zu früh mit zu hohen Belastungsintensitäten trainiert wird.

Inhalte:

Dynamische Übungen im Wiederholungsbereich zwischen 8 und 15 bzw. einer Belastungsdauer zwischen 20 und 50 s; Intensität je nach Leistungsstufe (vgl. ILB-Grobraster).

Zeitliche Dauer:

Die zeitliche Dauer dieser Trainingsphase beträgt ca. 4-6 Wochen (und länger).

7.5 Neuromuskuläres Training

Ziele:

Auf der fünften Stufe ist das Ziel die in Stufe 4 erworbene erhöhte Muskelmasse in den aktiven Prozess der neuromuskulären Kraftentwicklung zu integrieren. Das besondere Augenmerk liegt hier auf der Rekrutierung des FT-Faserspektrums, um die intramus-

kuläre Koordination zu verbessern. Eine gezielte Aktivierung der FT-Fasern ist besonders für leistungssportliche und sportartspezifische Bewegungsmuster relevant. Eine weitere wichtige Forderung, die auf dieser Trainingsstufe erfüllt werden sollte, ist der Ausgleich eines immer noch bestehenden Kraftdefizites zwischen der gesunden und verletzten Seite. Ein dauerhaft bestehendes Kraftdefizit kann gerade bei jüngeren, sportlich aktiven Personen dazu führen, dass das neuromuskuläre Ungleichgewicht langfristig zu erneuten Verletzungen oder degenerativen Veränderungen des arthronalen Systems führt.

Voraussetzungen für die Durchführung des neuromuskulären Krafttrainings sind die einwandfreie Beherrschung der Bewegungstechnik und die volle Belastbarkeit der aktiven und passiven Strukturen.

Inhalte:

Dynamische Übungen im Wiederholungsbereich zwischen 5 und 8 (oder weniger) bzw. einer Belastungsdauer < 20 s; Intensität je nach Leistungsstufe (vgl. ILB-Grobraster).

Zeitliche Dauer:

Die zeitliche Dauer dieser Trainingsphase beträgt ca. 4-6 Wochen.

7.6 Arbeits- und sportartspezifisches Training

Ziele:

Die letzte Stufe des Phasenmodells hat zum Ziel, die zuvor erworbenen allgemeinen und eher unspezifischen Kraftqualitäten der Muskulatur gezielt in verschiedene alltags-, berufs- und sportartspezifische Bewegungsmuster zu integrieren. Erst dann ist die gelenkumgebende Muskulatur in der Lage, das Gelenk durch aktive Stabilisationsarbeit in jeder Situation zu schützen.

Im Vordergrund des Trainings steht die Verbesserung der jeweiligen inter- und intramuskulären Koordination, so dass komplexe Übungsformen, die das Zusammenspiel vielfältiger Muskelgruppen und das Zusammenwirken von Haltung und Bewegung schulen, zum Einsatz kommen. Um diesen Anforderungen zu genügen, sollte das Training an den Maschinen reduziert und zunehmend auf freie Übungen (z. B. Freihanteln) sowie unbekannte Bewegungsaufgaben mit und ohne Zusatzlasten zurückgegriffen werden.

Inhalte:

Arbeits-, alltags- und sportartspezifische Kraftübungen mit Transfer zur realen Bewegungssituation.

Zeitliche Dauer:

Die zeitliche Dauer dieser Trainingsphase dauert so lange an, bis die anforderungsspezifischen Bewegungen qualitativ korrekt ausgeführt werden können.

In Tab. 19 sind abschließend die Ziele und Inhalte der einzelnen Stufen des Phasenmodells für das muskuläre Aufbautrainings in der Rehabilitation noch einmal übersichtlich dargestellt.

Tab. 19: Das Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings in der Rehabilitation – Ziele und Inhalte (modifiziert nach Froböse et al., 2003, S. 66–68)

Stufe	Ziele	Inhalte	Zeitliche Dauer
1. Sensorikverbesserung/Propriozeption	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Sensorik (Informationsaufnahme, -weiterleitung und -verarbeitung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Koordinationstraining • Propriozeptionsübungen 	ca. 2-3 Wochen
2. Allgemeines und lokales Muskelausdauertraining/Bradytrophes Training	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung des allgemeinen und lokalen Muskel- und Gelenkstoffwechsels • Verbesserung des intrazellulären Sauerstoffangebotes • Erhöhung der mitochondrialen Kapazität • Verbesserung der Kapillarisation • Erhöhung der lokalen Energiedepots • Schulung der intermuskulären Koordination • Förderung der Ernährungssituation der bradytrophischen Strukturen 	Bradytrophes Training: <ul style="list-style-type: none"> • dynamische Übungen • 30-50 Wdh. (> 2 min) • geringe Intensität • (Muskel)ausdauertraining 	ca. 2-4 Wochen
3. Kraftausdauertraining	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Ermüdungswiderstandsfähigkeit der Arbeitsmuskulatur • Vergrößerung der lokalen Energiedepots im Muskel (Phosphate, Glykogen) • Verbesserung der Kapillarisation • Verbesserung der Laktattoleranz 	<ul style="list-style-type: none"> • dynamische Übungen • 15-30 Wdh. (50-90 s) • moderate Intensität (vgl. Leistungsstufe nach ILB) 	ca. 4-6 Wochen
4. Hypertrophie-training	<ul style="list-style-type: none"> • Erreichen einer Muskelhypertrophie • Beseitigung von bestehenden Muskelatrophien • Verbesserung der inter- und intramuskulären Koordination 	<ul style="list-style-type: none"> • dynamische Übungen • 8-15 Wdh. (20-50 s) • mittlere Intensität (vgl. Leistungsstufe nach ILB) 	ca. 4-6 Wochen
5. Neuromuskuläres Training	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der neuromuskulären Kraftentwicklung • Verbesserung der intramuskulären Koordination • Beseitigung des bestehenden Kraftdefizites • Erhöhung der Belastbarkeit der aktiven und passiven Strukturen 	<ul style="list-style-type: none"> • dynamische Übungen • 5-8 Wdh. (oder weniger; < 20 s) • hohe Intensität (vgl. Leistungsstufe nach ILB) 	ca. 4-6 Wochen
6. Arbeits- und sportartspezifisches Training	<ul style="list-style-type: none"> • Integration unspezifischer Kraftqualitäten in alltags-, -berufs- und sportartspezifische Bewegungsmuster 	<ul style="list-style-type: none"> • alltags-, berufs- und sportartspezifische Kraftübungen mit Transfer zu realen Bewegungssituationen 	offen



Übung 7.1

Prüfen Sie in diesem Zusammenhang anhand verschiedener Trainingspläne, inwieweit in Ihrem Ausbildungsbetrieb der methodische Trainingsaufbau für das rehabilitative Training nach dem hier dargestellten Phasenmodell erfolgt.



Zusammenfassung

- Das muskuläre Aufbautraining in der Rehabilitation stellt eine besondere Trainingssituation dar. Aus diesem Grund ist die methodische Gestaltung des Krafttrainings auf die speziellen Anforderungen und an die Phasen des Wundheilungsprozesses angepasst worden.
 - Das *Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings* gliedert sich in einzelne Perioden unterschiedlicher Trainingszielsetzung, Dauer und Intensität. Es stellt sowohl eine zeitliche als auch eine hierarchische Ordnung für die Gestaltung des Trainingsprozesses in der Rehabilitation dar. Das Modell ist durchaus auf die Trainingssituation in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung übertragbar.
 - Auf der *ersten Stufe* steht die Verbesserung der Sensorik im Vordergrund als Voraussetzung für alle weiteren Trainingsmaßnahmen. Ein wichtiger Baustein ist in dieser Phase das propriozeptive Training, welches auch weiterhin auf allen anderen Stufen trainingsbegleitend eingesetzt werden kann bzw. sollte.
 - Auf der *zweiten Stufe* erfolgt ein Training zur Verbesserung des allgemeinen und lokalen Muskel- und Gelenkstoffwechsels. Hier ist besonders das bradytrophe Training hervorzuheben.
 - Auf der *dritten Stufe* ist das primäre Ziel die Verbesserung der Kraftausdauerleistungsfähigkeit der entsprechenden Muskulatur, um die Belastungsverträglichkeit weiter zu erhöhen.
 - Auf der *vierten Stufe* steht anschließend das Erreichen einer Muskelhypertrophie im Vordergrund, um das Gelenk muskulär ausreichend abzusichern. Die so erreichte quantitative Gelenksicherung muss auf der qualitativen Ebene weiter verbessert werden.
 - Aus diesem Grund liegt das besondere Augenmerk auf der *fünften Stufe* auf dem neuromuskulären Training.
 - Die *sechste Stufe* bildet das so genannte arbeits- und sportartspezifische Krafttraining. Hier werden die zuvor unspezifisch erworbenen Kraftqualitäten in verschiedene alltags-, berufs- und sportspezifische Bewegungsmuster integriert.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Beschreiben Sie den methodischen und inhaltlichen Aufbau des Phasenmodells für das muskuläre Aufbautraining in der Rehabilitation.
2. Erläutern Sie, warum es sinnvoll ist, die methodische Gestaltung des Phasenmodells auch für das rehabilitative Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung zu übernehmen.

8 Trainingsplanung – Propriozeptives Training



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie den Begriff „Propriozeption“ definieren,
- können Sie die neuromuskulären Grundlagen des propriozeptiven Trainings erklären,
- können Sie beschreiben, welche Konsequenzen eine Verletzung für die propriozeptive Fähigkeit nach sich zieht,
- können Sie die Bedeutung der Propriozeption als Grundlage für die optimale neuromuskuläre Kontrolle eines Gelenkes darstellen,
- können Sie erläutern, welche Voraussetzungen für die Aufnahme eines propriozeptiven Trainings nach Verletzung gegeben sein müssen,
- sind Sie in der Lage die methodischen Grundsätze zur Gestaltung eines propriozeptiven Trainings zu erklären und anzuwenden,
- können Sie ein methodisches Grundprogramm für das propriozeptive Training der unteren Extremität und des Rumpfes beschreiben und praktisch durchführen,
- können Sie eigene methodische Übungsreihen für das propriozeptive Training bei verschiedenen Verletzungen konzipieren und anwenden,
- können Sie verschiedene Trainingshilfen für das propriozeptive Training darstellen.

Verletzungen oder Erkrankungen des Bewegungssystems führen zu Störungen der reizaufnehmenden und reizverarbeitenden Systeme und damit zu einem mehr oder weniger starken Verlust der Fähigkeit, zielgerichtete, kontrollierte und effektive Bewegungen auszuführen. Diese Einschränkung erschwert oder verhindert die Ausführung alltäglicher oder sportlicher Tätigkeiten. Ziel des rehabilitativen Trainings ist es, diese Bewegungsqualitäten bestmöglich wiederherzustellen. Die Erreichung dieses Zieles kann nur über die Schulung der neuromuskulären Kontrolle und damit über die Verbesserung der motorischen und sensorischen Leistungen erreicht werden. Dazu reicht es nicht aus, allein die Kraft und die Beweglichkeit der betroffenen Gelenkstrukturen zu verbessern.

Vielmehr ist es zunächst von grundlegender Bedeutung, die koordinative Leistungsfähigkeit wieder vollständig herzustellen, um eine Optimierung der Bewegungssteuerung und -regelung zu erlangen. Eine wichtige Grundlage hierfür ist die Verbesserung der so genannten Propriozeption oder Eigenwahrnehmung.

8.1 Neuromuskuläre Grundlagen des propriozeptiven Trainings

Die Propriozeption ist ein Teilaspekt der motorischen Fähigkeit Koordination. Der Begriff der **Propriozeption** (lat. proprius = eigen, allein angehörig, recipere/receptus = aufnehmen, empfangen) beschreibt die differenzierte innere Wahrnehmung, Steuerung und Kontrolle der muskulären Aktivität und Gliederstellung über verschiedene Rezeptoren (Propriozeptoren). Synonym verwendet man dafür häufig auch den Begriff der **Tiefensensibilität** (Radlinger, Bachmann, Homburg, Leuenberger & Thaddey, 1998, S. 8). Die unterschiedlichen Rezeptortypen liegen in den Muskeln, Sehnen, Gelenken und in der Haut. Zu den wichtigsten Rezeptortypen gehören die so genannten Ruffini-Körperchen, die Pacini-Körperchen, die Golgi-Sehnenorgane und die Muskelspindeln (vgl. Tab. 20 und Abb. 34). Sie leiten Informationen über die Stellung der einzelnen Gliedmaßen im Raum (**Stellungssinn**), die Richtung und Geschwindigkeit einer Bewegung (**Bewegungssinn**) und das Ausmaß der aufzubringenden Muskelkraft (**Kraftsinn**) zum zentralen Nervensystem (ZNS) weiter. Das ZNS verarbeitet die gewonnenen Informationen und gibt die notwendigen Befehle an den Stütz- und Bewegungsapparat, z. B. um die aufrechte Körperhaltung bzw. die Erhaltung des Gleichgewichtes zu sichern (vgl. Abb. 33 und Abb. 35). Die Propriozeptoren bilden somit die sensorische Rückmeldung des Gelenkes.

Zusätzlich kommen die Informationen von den Augen (visuelles System) und aus dem vestibulären System (Gleichgewichtsorgan im Innenohr) hinzu. Der Zusammenschluss all dieser Informationen bildet die Grundlage für sinnvolle und koordinierte Bewegungen des Gelenk-Muskel-Systems. Dabei entzieht sich der beschriebene Mechanismus der Propriozeption weitestgehend unserer willentlichen Kontrolle.



Definition - Propriozeption

„Propriozeption, auch Tiefensensibilität oder Eigenwahrnehmung genannt, ist die bewusste, teilbewusste und unbewusste Verarbeitung afferenter Informationen über die Gelenkstellung, -bewegung und -kraft durch das zentrale Nervensystem“ (Quante & Hille, 1999, S. 306). Die Propriozeption bildet die allgemeine Grundlage der motorischen Kontrolle des menschlichen Bewegungssystems.

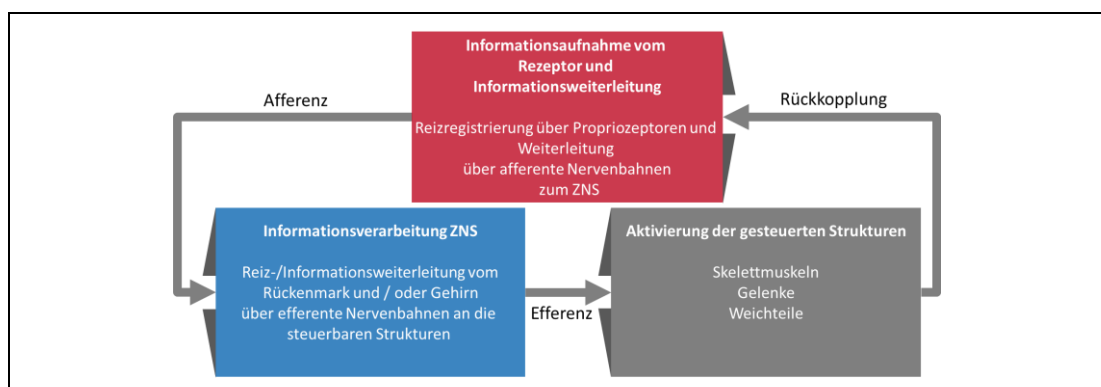


Abb. 33: Modell der Informationsverarbeitung als Grundlage der Propriozeption (© BSA/DHfPG)

Tab. 20: Darstellung der wichtigsten Rezeptoren der Tiefensensibilität (modifiziert nach Froböse et al., 2003, S. 148–149)

Rezeptor	Vorkommen	Reiz	Funktion
Pacini-Körperchen	<ul style="list-style-type: none"> • Gelenkkapsel • Gelenkbänder 	<ul style="list-style-type: none"> • Druckänderung • schneller Druckwechsel, Deformierung, Entlastung 	dynamische Kontrolle der Gelenkbewegung bzw. -geschwindigkeit (Beschleunigung und Verzögerung einer Gelenkbewegung)
Ruffini-Körperchen	<ul style="list-style-type: none"> • Gelenkkapsel • Gelenkbänder 	<ul style="list-style-type: none"> • Druck • Zug 	statische und dynamische Kontrolle der Gelenkwinkelstellung, Winkelgeschwindigkeit
Golgi-Sehnenorgane und Golgi-Organ	<ul style="list-style-type: none"> • Übergang Sehne/Muskel • Gelenkkapsel • Gelenkbänder 	mechanische Spannungsentwicklung	Kontrolle der Muskelspannung bzw. Kontraktionskraft (Spannungssensoren), Gelenkwinkelstellung und Bewegungsrichtung
Muskelspindeln	innerhalb des Skelettmuskels	Längenänderung (Dehnung und Kontraktion der Muskulatur)	Kontrolle bzw. Messung der Muskel­länge (Längen- bzw. Dehnungssensoren)
Freie Nervenendigungen	<ul style="list-style-type: none"> • Gelenkkapsel • Gelenkbänder • Sehnen • in fast allen Geweben des Körpers 	variable Reize (mechanisch, chemisch, thermisch)	Information über Bewegungsgeschwindigkeit, beschleunigende und abbremsende Kräfte, Bewegungsrichtung, Gelenkposition
Nozizeptoren (spezifische Schmerzrezeptoren)	<ul style="list-style-type: none"> • Gelenkkapsel • Gelenkbänder • Sehnen • in fast allen Geweben des Körpers 	überschwellig, gewebsbelastende oder gewebschädigende Reize	<ul style="list-style-type: none"> • Information über Gewebsschädigungen • Entwicklung physiologischer Adaptationen (Kompensationsstrategien) durch muskuläre Hemmmechanismen

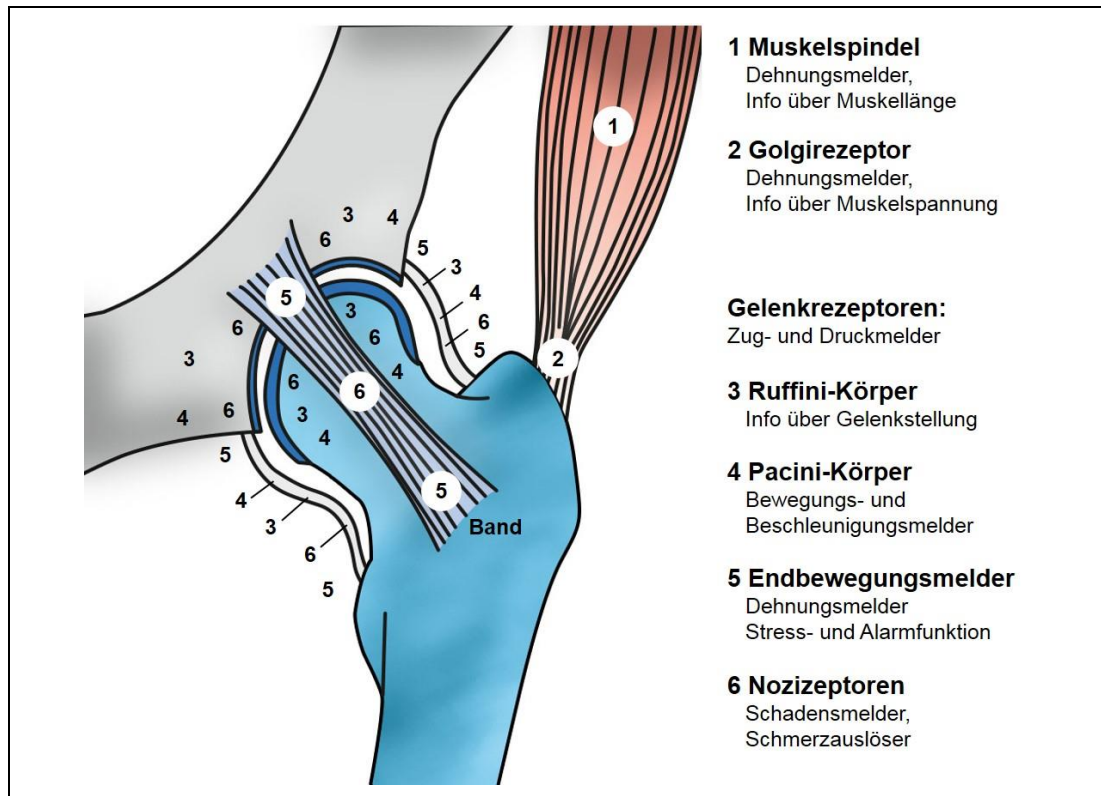


Abb. 34: Die Lage der verschiedenen Propriozeptoren des Körpers (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Gottlob, 2001, S. 63)

Ein klassisches Beispiel für die propriozeptive Fähigkeit des Kraftsinnes ist die Voreinstellung der Muskulatur bezüglich der aufzubringenden Kraft, wenn z. B. eine 10 kg schwere Wasserkiste angehoben werden soll. Ein anderes Beispiel für die gezielte Steuerung der Gelenkstellung (Stellungssinn) ist die Beugung des Kniegelenkes mit geschlossenen Augen in eine Winkelposition von 90°. Allein durch die inneren Informationsverarbeitungsprozesse über die Gelenkrezeptoren kann eine bestimmte Gelenkposition oder Körperhaltung auch ohne visuelle Kontrolle eingenommen werden.

In Abb. 35 ist das komplexe System zur sensomotorischen Steuerung am Beispiel der Einhaltung einer stabilen Körperposition noch einmal veranschaulicht.



Übung 8.1

Überlegen Sie sich jeweils zwei weitere Beispiele aus dem Alltag und aus dem Fitnesstraining, bei denen die propriozeptive Fähigkeit unbewusst gefordert wird.



Abb. 35: Die verschiedenen Propriozeptoren des Körpers und ihrer Funktion auf die Körperstabilität (© BSA/DHfPG)

Neben der Vermittlung von sensorischen Informationen über die Bewegungen des eigenen Körpers besitzt die Propriozeption zwei weitere wichtige Funktionen: das Auslösen und die Kontrolle motorischer Reflexe. Reflexe sind entscheidend für die gezielte Koordination von Bewegungsabläufen wie z. B. für eine fein abgestimmte Motorik der agonistischen und antagonistischen Muskulatur beim aufrechten Stand.

Störungen der propriozeptiven Fähigkeiten nach Verletzung:

Ein Verlust der Tiefensensibilität ist gleichzusetzen mit einer Störung des Kraftsinnes (Muskelkraft), des Stellungssinnes (Gelenkstellung), des Bewegungssinnes (Bewegungskontrolle), des Vibrationssinnes (Dämpfung) und des Lagesinnes (Stellung des Körpers im Raum). Diese Art der Bewegungs- und Haltungskontrolle hat jedoch eine wichtige Schutzfunktion für den gesamten Körper oder einzelne Gelenke.

Nach Gelenkverletzungen und -erkrankungen sind die sensorischen Strukturen (Afferenzen) häufig mitbetroffen, was wiederum Auswirkungen auf die motorischen Strukturen (Efferenzen) hat. Auch Bewegungsarmut oder Ruhigstellung eines Gelenkes z. B. nach Verletzungen, führen zu einer schlechteren sensorischen Verarbeitung. Ein reduziertes bzw. verändertes sensorisches Feedback von den Gelenkrezeptoren resultiert in Funktionsdefiziten, die sich in Timing, Reihenfolge und Dauer von Bewegungsparametern und Muskelinnervationen äußern (Froböse et al., 2003, S. 156) und letztendlich zu einer schlechteren motorischen Kontrolle des betroffenen Gelenkes führen. Anders als bei Gesunden haben die betroffenen Personen erhebliche Probleme, sich auf unerwartete Belastungen, wie z. B. der Verlust des Gleichgewichtes, einzustellen. Sie sind auch nicht so gut in der Lage, ohne visuelle Kontrolle eine zielgerichtete Bewegung (Zielmotorik) auszuführen.

Untersuchungen an Patienten nach einem vorderen Kreuzbandriss haben gezeigt, dass durch die Schädigung der Gelenkrezeptoren auch die neuromuskuläre Aktivierung verändert ist. So konnten bei den Patienten bei dynamischen Testbewegungen eine geringere Aktivität des M. vastus medialis und eine verstärkte Aktivität des M. vastus lateralis und des M. biceps femoris gemessen werden (Rebel, 2000, S. 12). Das Ergebnis einer fehlgeleiteten neuromuskulären Aktivität kann die Instabilität des Kniegelenkes sein. Ein Einbeinstand kann nur noch mit Mühe gehalten werden. Das Knie des Standbeines schwingt dabei unkontrolliert in alle Bewegungsrichtungen, ohne dass die betroffene Person willkürlich darauf Einfluss nehmen könnte. Die Kontrolle des Kniegelenkes ist in diesem Fall ausschließlich an den optischen Analysator gebunden, da die inneren Sensoren (z. B. Muskelspindeln, Sehnenorgane) in ihrer Reizaufnahme und Reizweiterleitung gehemmt sind.

Bedeutung der Propriozeption für das muskuläre Aufbautraining nach einer Verletzung:

Es ist allgemein bekannt, dass ein Gelenk sowohl durch die passiven Strukturen (Knochen, Bänder, Menisken, Gelenkknorpel) als auch durch die aktiven Strukturen (Muskeln, Sehnen) stabilisiert wird. Man kann davon ausgehen, dass jede der passiven Gelenkstrukturen zusätzlich muskulär aktiv stabilisiert wird. Somit kann die Gelenkstabilität durch ein gezieltes Training der Muskulatur erheblich unterstützt und verbessert werden. Um eine gelenkstabilisierende Zuggurtungsfunktion der Muskulatur zu erreichen, steht am Anfang des Trainings weniger die primäre Kraftentwicklung der Muskulatur im Vordergrund. Viel wichtiger ist hingegen, dass die Muskeln zunächst zeitgerecht angespannt werden. Nur wenn der Kontraktionszeitpunkt der gelenkumgebenden Muskulatur optimal koordiniert wird, kann das Gelenk über diese Gurtungsfunktion ausreichend stabilisiert werden (vgl. Abb. 36). Erfolgt der Einsatz der Muskulatur zu spät, dann wirken häufig Scherkräfte im Gelenk, die den Knorpel und den Kapsel-Band-Apparat übermäßig belasten können. Somit stellt die Verbesserung der propriozeptiven Fähigkeiten zur Sicherung der Bewegungsqualität die Vorstufe des muskulären Aufbautrainings dar. Die Vorteile des propriozeptiven Trainings für das rehabilitative Training können wie folgt zusammengefasst werden:

- Verfeinerung in der Erfassung und Verarbeitung von Reizen
- Verbesserung des Positionssinnes und des Geschwindigkeitsempfindens
- Verbesserung der dynamischen Stabilität
- Verbesserung der reaktiven neuromuskulären Kontrolle
- Verbesserung der Wiederherstellung und Stabilisierung der Gelenkstellungen

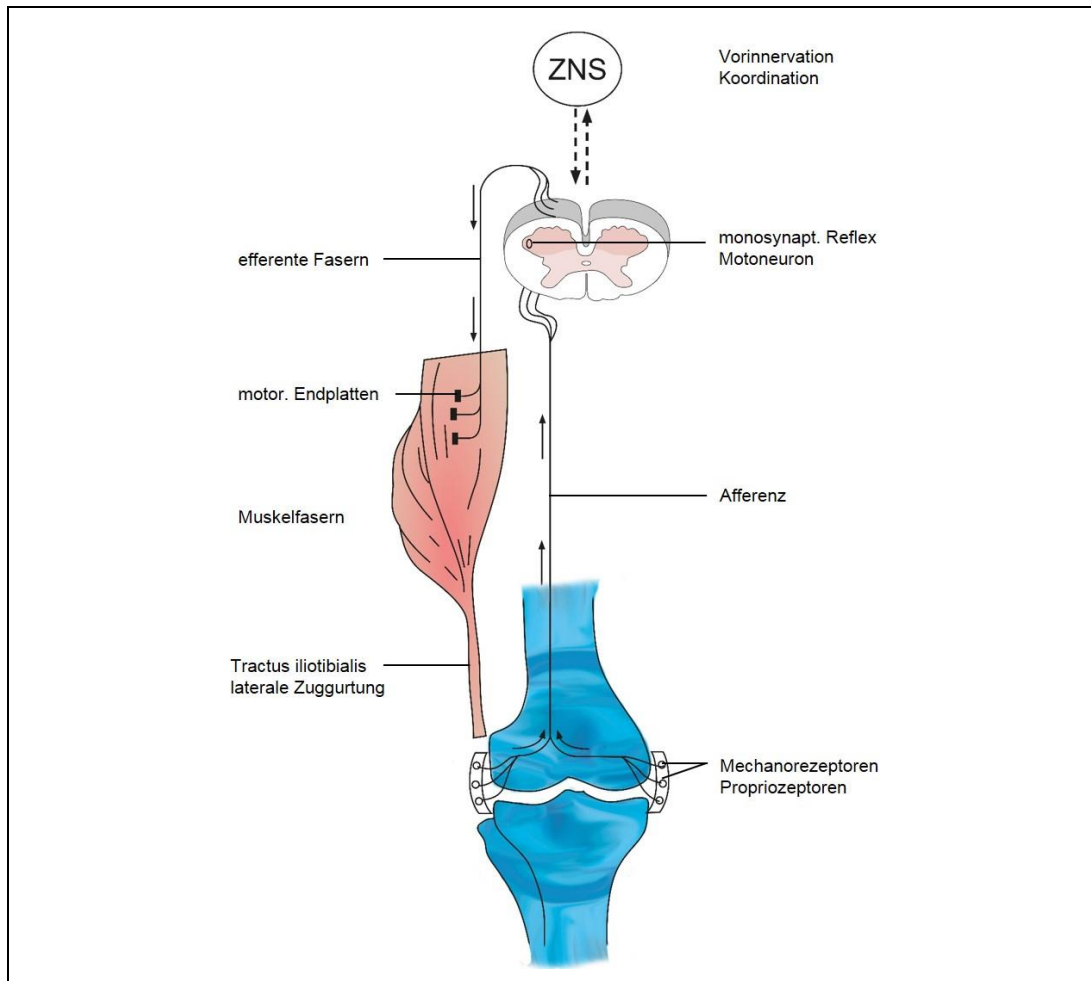


Abb. 36: Prinzip der Gelenkstabilisation am Beispiel des lateralen Seitenbandes nach Nepper, 1993 (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Froböse et al., 2003, S. 155)

Voraussetzungen für das propriozeptive Training:

Propriozeptives Training bedeutet u. a. die Schulung der Gleichgewichtsfähigkeit. Sie zielt auf die spezifische Verbesserung der Tiefensensibilität und der daraus resultierenden reflektorischen Muskelsteuerung ab. Grundvoraussetzung für die Durchführung eines propriozeptiven Trainings ist daher ein intakter Gleichgewichtssinn. Außerdem muss beim Rehabilitanden eine ausreichende muskuläre Stabilisationsfähigkeit (normales Grundkraftniveau bzw. Alltagsbelastbarkeit) vorhanden sein. Des Weiteren darf das Training nur bei absoluter Schmerzfreiheit durchgeführt werden, da es ansonsten zum Schutz des betroffenen Gelenkes zu reflektorischen Hemmimpulsen der Muskulatur kommen kann.

Wenn alle genannten Voraussetzungen erfüllt sind, dann kann das propriozeptive Training aufgenommen werden.

Indikation des propriozeptiven Trainings bei Verletzungen oder Störungen:

Die qualitative Verbesserung der motorischen Kontrolle des Gelenk-Muskel-Systems durch das propriozeptive Training ist im Grunde bei allen Verletzungen oder Störungen der großen Gelenke (Schulter-, Hüft-, Knie- und Sprunggelenk sowie der Wirbelsäule)

indiziert. Aber nicht nur Personen mit Erkrankungen des Bewegungssystems profitieren von einem propriozeptiven Training. Eine allgemeine Schulung zur Verbesserung der Tiefensensibilität ist auch für gesunde Personen ein wichtiger Trainingsinhalt, um dem Auftreten von künftigen Beschwerden präventiv wirkungsvoll zu begegnen.

Methodische Aspekte des propriozeptiven bzw. koordinativen Trainings:

Wichtigster Grundsatz des propriozeptiven Trainings ist in der Sicherung der Qualität der Bewegungsausführung bei einer Übung zu sehen. Aus diesem Grund sollten die Übungen nach dem Aufwärmteil zu Beginn des Trainings durchgeführt werden, damit der Kunde in einem ausgeruhten bzw. ermüdungsfreien Zustand übt. Während der Übungsausführung sollte der Trainer darauf achten, dass der Kunde voll konzentriert ist. Für die Steuerung der Belastungsdosierung ist es zunächst sinnvoll, dass keine starren Wiederholungszahlen oder Haltezeiten vorgegeben werden. Viel wichtiger sind in diesem Zusammenhang das subjektive Belastungsempfinden bzw. das Feedback des Kunden und die Einschätzung des Trainers. Hierbei sollte sich die Belastungssteuerung auf der Basis sichtbarer Anzeichen einer neuromuskulären Ermüdbarkeit wie z. B. Muskelzittern, Verlust der aktiv stabilisierten Stellung oder Abweichungen der koordinierten Bewegungsausführung etc. vollziehen. Eine Progression des Schwierigkeitsgrades bei der Bewegungsausführung erfolgt über eine Veränderung der Körperstellungen (z. B. Sitz, Zweibeinstand, Einbeinstand). Dabei wird mit statischen Körperstellungen begonnen und anschließend zu dynamischen übergegangen (vgl. Abb. 37). Des Weiteren können für das propriozeptive Training verschiedene Hilfsmittel z. B. Matten, Weichboden, Minitrampolin, Wackelbretter, Therapiekreisel, verwendet werden (vgl. Abb. 40). Gemeinsame Eigenschaft dieser Balancegeräte ist eine provozierte Instabilität, wodurch die entsprechenden Rezeptoren noch besser stimuliert werden können. Dadurch werden die Stabilisationssynergien der einzelnen Muskeln optimiert. Durch die Verwendung von Zusatzgeräten, wie z. B. Therabänder, Seilzüge etc. können die Übungen weiter erschwert werden.

Nachfolgend werden die wesentlichen methodischen Aspekte eines propriozeptiven Trainings zusammengefasst:

- Das propriozeptive Training sollte immer im ausgeruhten Zustand am Anfang einer Trainingseinheit durchgeführt werden (nach dem Aufwärmen und vor dem Krafttraining).
- Die Dauer des Trainingsabschnittes richtet sich nach dem individuellen Leistungszustand der Person, sollte in der Regel aber 10-15 (20) min nicht überschreiten.
- Die entsprechende Zielübung sollte zunächst vom Trainer in seiner Idealform demonstriert werden.
- Die Progression des Schwierigkeitsgrades erfolgt nach und nach durch den methodischen Aufbau der Körperausgangsstellung.
- Es sollte immer auf eine korrekte achsengerechte Körperhaltung geachtet werden (Fuß-, Knie-, Hüft- und Wirbelsäulenstellung).
- Es wird zunächst mit statischen Stabilisationsübungen begonnen und anschließend zu dynamischen Übungen übergegangen (vgl. Abb. 37).

- Die Belastungsvorgabe und die Belastungskontrolle sollten zu Beginn über das subjektive Empfinden des Kunden und des Trainers erfolgen.
- Später ist bei statischen Übungen eine Haltedauer von 5-15 s und bei dynamischen Übungen eine Wiederholungszahl zwischen 5 und 25 sinnvoll.
- Der Trainingsaufbau sollte unter Beachtung der allgemeinen Trainingsprinzipien der Trainingslehre (trainingswirksamer Reiz etc.) erfolgen.
- Die Qualität der Bewegungsausführung muss zu jeder Zeit gewährleistet werden.
- Sobald die Konzentration und/oder die Bewegungsqualität nachlassen oder Schmerzen auftreten, sollte die Übung abgebrochen werden.
- Das Training mit geschlossenen Augen darf nicht vernachlässigt werden.

Außerdem sind die allgemeinen methodischen Grundprinzipien vom Leichten zum Schweren, vom Einfachen zum Komplexen, vom Bekannten zum Unbekannten zu beachten.

In Abb. 37 ist der methodische Aufbau des koordinativen Trainings zur Verbesserung der neuromuskulären Kontrolle dargestellt.

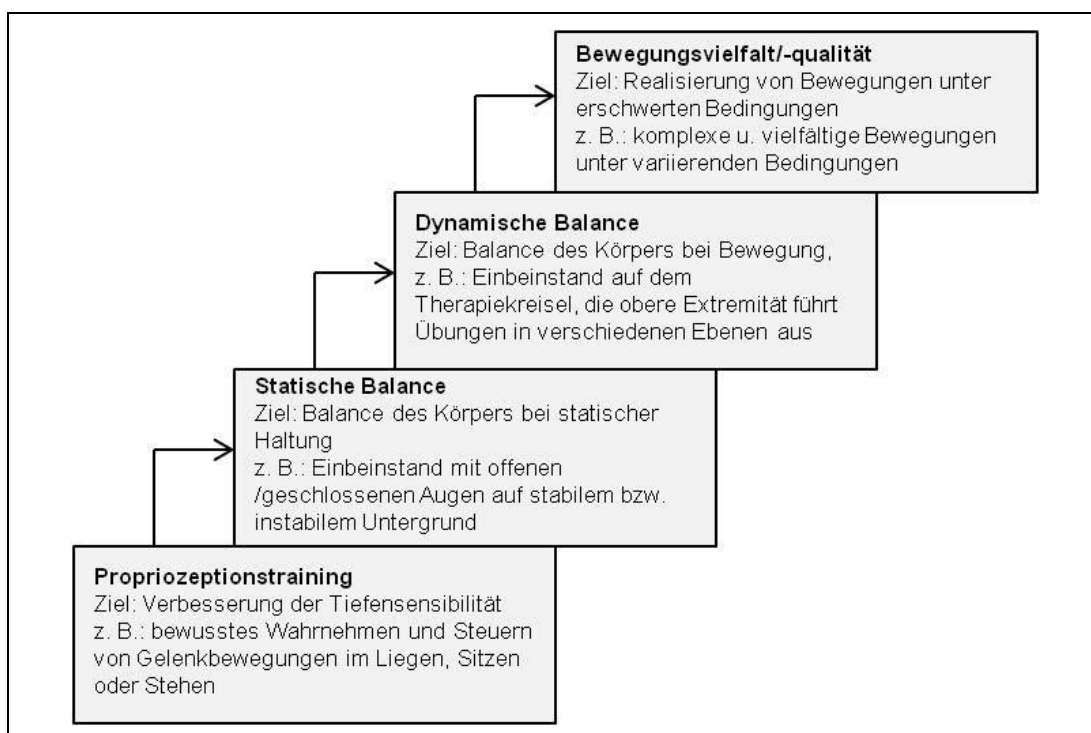


Abb. 37: Stufenschema zur Verbesserung der neuromuskulären Kontrolle (modifiziert nach Froböse, Nellessen, Malitz & Kornychewa, 1998, S. 70)

Im ersten Schritt erfolgt eine Verbesserung der inneren Wahrnehmung als Voraussetzung für die weitere Schulung der Gleichgewichtsfähigkeit. Nur wenn körpereigene Signale über die Rezeptoren der Gelenk- und Weichteilstrukturen auch wahrgenommen werden können, kann anschließend eine sinnvoll abgestimmte Bewegungskontrolle erfolgen.

In den nächsten Schritten erfolgt dann eine systematische Entwicklung der koordinativen Leistungsfähigkeit über die statische und dynamische Balance. Erst wenn der Rehabilitand in der Lage ist, seine Bewegungen unter diesen Bedingungen sicher auszuführen, wird eine Verbesserung der Bewegungsqualität und -vielfalt über methodische Variationen angestrebt.

8.2 Propriozeptives Training der oberen und unteren Extremität sowie des Rumpfes

Im folgenden Kapitel werden didaktisch-methodische Hinweise zur praktischen Durchführung eines propriozeptiven Trainings bei verschiedenen Indikationsstellungen gegeben. In der therapeutischen Praxis existieren mittlerweile unzählige Übungen zur Schulung und Verbesserung der propriozeptiven Fähigkeit. Im Rahmen dieses Kapitels kann daher nur exemplarisch der methodische Aufbau eines propriozeptiven Grundprogramms dargestellt werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Training der unteren Extremität und der Wirbelsäule, da diese Indikationsstellung in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung in der Regel häufiger gegeben ist als die der oberen Extremität.



Übung 8.2

Bringen Sie in Erfahrung, inwieweit in Ihrem Ausbildungsbetrieb im Rahmen eines rehabilitativen Trainings gezielt propriozeptive Übungen eingesetzt werden. Beschreiben Sie dabei bitte die angewendeten Übungen und geben Sie an, bei welchen Indikationen sie eingesetzt werden.

Sollten in Ihrem Trainingsbetrieb keine propriozeptiven Übungen eingesetzt werden, dann versuchen Sie, mögliche Gründe dafür herauszufinden.

Die Bedeutung des Fußes für die Propriozeption und die Körperstabilisierung:

Bei der Verbesserung der propriozeptiven Fähigkeiten spielt der Fuß eine Schlüsselrolle. Der Fuß verfügt über zahlreiche Mechanorezeptoren (vgl. Abb. 38). Über eine Stimulation dieser Rezeptoren kommt es zu einer reflektorischen Informationsweiterleitung an das ZNS und damit zur Haltungstabilisierung.

Fußschwächen oder Fußfehlformen können hingegen eine Kettenreaktion von funktionellen Veränderungen in den weiterlaufenden Gelenken auslösen. Sinkt beispielsweise das mittlere Fußlängsgewölbe ab, rotiert der Unterschenkel nach innen (vgl. Abb. 38). Die Kniegelenke weichen ebenfalls nach innen in die X-Beinstellung aus. Das Becken kippt nach vorne, dadurch verstärkt sich die Lordose in der Lendenwirbelsäule. Der gesamte Körperschwerpunkt verlagert sich nach vorne, so dass die Rückenmuskeln mehr Haltearbeit leisten müssen. Dadurch können unterschiedliche Probleme innerhalb der gesamten Körperstatik auftreten. Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass die Verbesserung der Körperhaltung am Fuß beginnt.

Deshalb sollte das propriozeptive Training für die unteren Extremitäten am besten immer barfuß durchgeführt werden. Des Weiteren ist die Modellierung einer physiologischen Fußhaltung (siehe kurzer Fuß nach Janda) für die Statik bzw. Stabilität besonders wichtig. Der größte Teil der Mechanorezeptoren befindet sich im Bereich des Rück- und des Vorfußes sowie in der äußeren Fußrandzone. Daher ist eine Aufrichtung des Fußlängsgewölbes Voraussetzung für eine Stimulierung der Fußrezeptoren und einer damit verbundenen Aktivierung der gesamten Streckmuskulatur.

Wird das Training auf einer weichen labilen Unterstützungsfläche wie z. B. einer Gymnastikmatte oder einem Airex-Kissen durchgeführt, sollte der Fuß stets auf einer festen Unterstützungsfläche stehen. Ein kleines Holzbrettchen kann dabei als stabile Standhilfe für den Fuß dienen. Nur so ist gewährleistet, dass die Mechanorezeptoren im Fuß optimal stimuliert werden können.

Bevor das Training beginnt, sollte für eine optimale Empfindlichkeit der Rezeptoren im Fuß die Plantaraponeurose detonisiert werden. Das kann durch eine kurze Igel- oder Tennisballmassage erreicht werden.

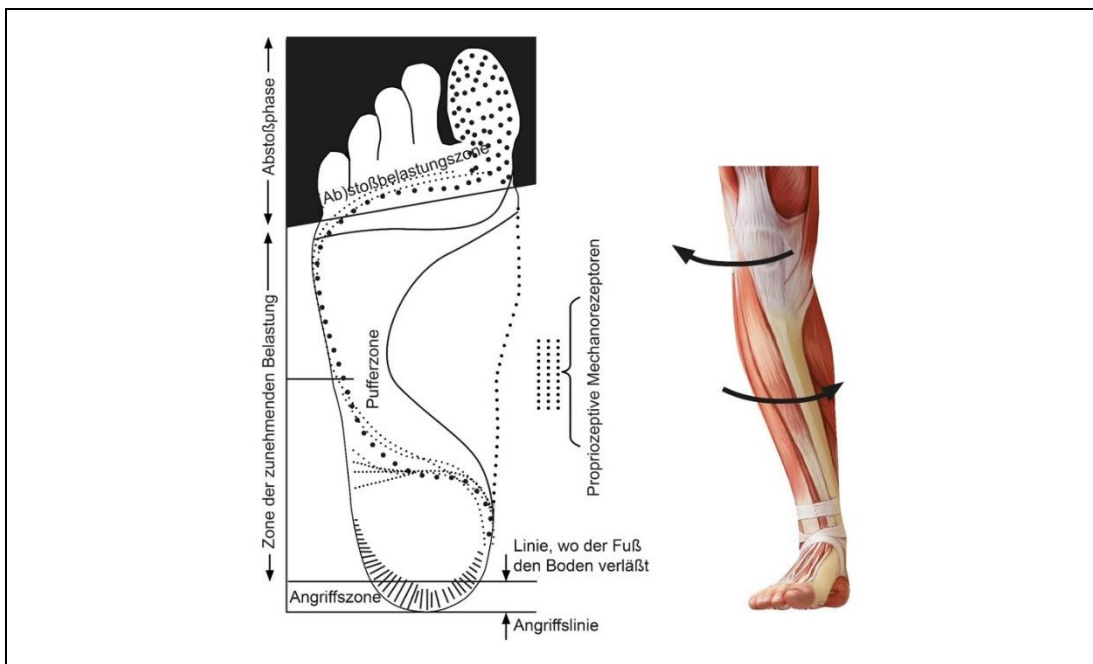


Abb. 38: Mechano- und Propriozeptoren der Fußsohle (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Bizzini, 2000, S. 34) und Innenrotation des Unterschenkels durch Absenkung des Fußlängsgewölbes (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Wirhed & Danguillier, 1988, S. 249)

Die Modellierung des kurzen Fußes nach JANDA als Grundvoraussetzung für das propriozeptive Training (vgl. Abb. 39):

- barfuß
- stabiler Stand (schulterbreiter Stand, WS aufgerichtet, Knie leicht gebeugt, KSP ruht in der Mitte zwischen den beiden Füßen)
- beide Füße sind gleichmäßig belastet (Ferse, äußerer Fußrand, Vorfuß)

- die Ferse, der Klein- und Großzehenballen sowie die Zehen haben Bodenkontakt
- die Zehen leicht spreizen und das Fußgewölbe hochziehen, ohne die Zehen dabei zu krallen
- der Abstand zwischen Vorfuß und Ferse verkürzt sich, dadurch kommt es zum so genannten kurzen Fuß und zur Aktivierung der gesamten Streckmuskulatur

Tipp für Kunden mit einem abgeflachten Fußlängsgewölbe:

Um das Fußgewölbe aktiv aufzurichten, sollte zu Beginn der Übungen ein etwa 1 cm hoher Gegenstand, wie z. B. ein Bleistift, von innen unter das Os Naviculare (Kahnbein) gelegt werden.



Abb. 39: Abflachung des Fußlängsgewölbes (links) und kurzer Fuß nach Janda nach aktiver Gewölbeaufrichtung (rechts) (© BSA/DHfPG)

Im nachfolgenden Abschnitt wird exemplarisch der methodische Aufbau eines propriozeptiven Grundprogramms dargestellt. Das Übungsprogramm kann sowohl für alle Indikationsbereiche der unteren Extremität (Hüfte, Knie und Sprunggelenk) als auch für die Wirbelsäule eingesetzt werden.

Methodischer Aufbau eines Grundprogramms für das propriozeptive Training – Indikation Hüfte, Knie, Sprunggelenk und Wirbelsäule:

1. Modellierung kurzer Fuß nach JANDA im Sitzen
2. Modellierung kurzer Fuß im Stand (zweibeinig)
3. Zweibeinstand: langsam leichte Impulsgebung durch einen Partner an unterschiedlichen Körperpunkten (z. B. Schulter, Becken, Knie) und in verschiedenen Raumebenen (von vorne und von hinten, von der Seite und in der Diagonalen)
4. Zweibeinstand: schnelle Impulsgebung durch einen Partner in der unter Punkt 3 beschriebenen Weise
5. Einbeinstand: wie unter Punkt 3
6. Einbeinstand: wie unter Punkt 4
7. Zweibeinstand mit geschlossenen Augen
8. Zweibeinstand mit geschlossenen Augen: langsame Impulsgebung wie unter Punkt 3
9. Zweibeinstand mit geschlossenen Augen: schnelle Impulsgebung wie unter Punkt 4

10. Die Schritte 2-9 können anschließend auf einer labilen Unterlage wie z. B. einer Gymnastikmatte, einem Airex-Kissen oder einem Aero-Step wiederholt werden (vgl. Abb. 41). Wichtig ist dabei, dass ein kleines Holzbrettchen als feste Unterlage für den Fuß dient, um die Mechanorezeptoren optimal zu stimulieren.
11. Wackelbrett:
 - Zweibeinstand in frontaler Richtung und leichte Impulsgebung wie unter Punkt 3
 - Zweibeinstand in Längsrichtung und leichte Impulsgebung wie unter Punkt 3
 - Zweibeinstand in der Diagonalen und leichte Impulsgebung wie unter Punkt 3
 - danach schnelle Impulsgebung bei gleichem methodischem Aufbau
12. Therapiekreisel:
 - Zweibeinstand und leichte Impulsgebung wie unter Punkt 3
13. Wackelbrett:
 - Einbeinstand in frontaler Richtung und leichte Impulsgebung wie unter Punkt 3
 - Einbeinstand in Längsrichtung und leichte Impulsgebung wie unter Punkt 3
 - Einbeinstand in der Diagonalen und leichte Impulsgebung wie unter Punkt 3
 - danach schnelle Impulsgebung bei gleichem methodischem Aufbau
14. Ausfallschritte bzw. Kniebeuge auf einer zusammengerollten Gymnastikmatte, einem Airex-Kissen oder einem Aero-Step
15. Ausfallschritte auf das Wackelbrett oder den Therapiekreisel
16. Sprung auf das Wackelbrett/den Therapiekreisel



Übung 8.3

Führen Sie das zuvor beschriebene propriozeptive Grundprogramm mit einem Partner durch und halten Sie Ihre Erfahrungen in schriftlicher Form stichpunktartig fest.

In Abb. 40 ist eine Auswahl von Trainingsgeräten dargestellt, die im Rahmen des propriozeptiven Trainings Gewinn bringend eingesetzt werden können. In der Regel gehören die abgebildeten Trainingsgeräte nicht zum Standardrepertoire einer herkömmlichen Fitness- und Gesundheitseinrichtung. Sie können jedoch problemlos bei verschiedenen Sport- und Rehageräteherstellern erworben werden. Die Anschaffungskosten sind im Vergleich zu den bestehenden Krafttrainings- und Ausdauergeräten verhältnismäßig gering.

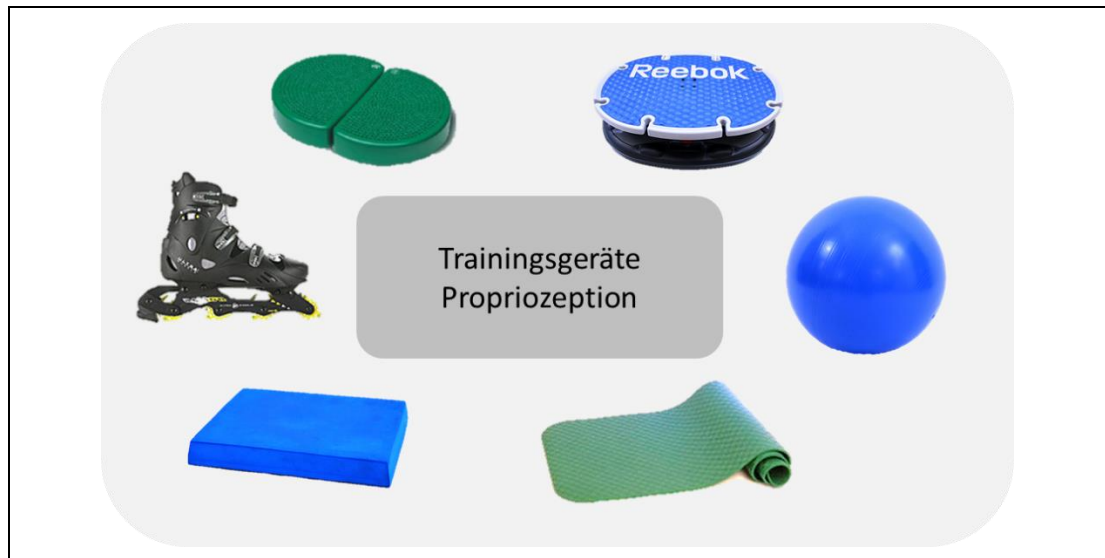


Abb. 40: Trainingshilfen für das propriozeptive Training (© BSA/DHfPG)



Merke

Die Durchführung des propriozeptiven Trainings sollte nach Möglichkeit in einem separaten Kursraum erfolgen. Dadurch kann gewährleistet werden, dass der Trainierende ungestört ist und sich voll auf sein Trainingsprogramm konzentrieren kann.



Übung 8.4

Bringen Sie in Erfahrung, welche Trainingsgeräte und räumlichen Möglichkeiten für ein propriozeptives Training in Ihrem Ausbildungsbetrieb zur Verfügung stehen.



Zusammenfassung

- Für eine optimale neuromuskuläre Kontrolle eines Gelenkes ist ein intaktes sensorisches System unmittelbare Voraussetzung. Eine wichtige Grundlage hierfür ist die Schulung der Propriozeption bzw. Tiefensensibilität.
 - Propriozeption bzw. Tiefensensibilität ist die bewusste und unbewusste Verarbeitung afferenter Informationen über die Gelenkstellung, -bewegung und -kraft durch das Zentrale Nervensystem. Die Information stammt dabei von spezifischen Rezeptoren in den Muskeln, Sehnen, Gelenken und der Haut und wird über den optischen Analysator und das vestibuläre System ergänzt.
 - Nach Verletzungen sind die Rezeptoren häufig geschädigt, so dass keine ausreichende Information über die Gelenkstellung und Muskelspannung etc. zur Verfügung steht.
 - Die physiologische Gelenkmechanik und -stabilität ist nur durch eine gut funktionierende propriozeptive Fähigkeit gewährleistet. Daher ist die qualitative Verbesserung der motorischen Kontrolle durch das propriozeptive Training bei allen Verletzungen oder Störungen der großen Gelenke indiziert.
 - Grundvoraussetzung für die Durchführung des propriozeptiven Trainings ist ein intakter Gleichgewichtssinn, ein normales Grundkraftniveau und eine absolute Schmerzfreiheit.
 - Der methodische Aufbau des Trainings erfolgt nach dem Stufenschema zur Verbesserung der neuromuskulären Kontrolle. Als wichtigster methodischer Grundsatz gilt dabei, dass zu jedem Zeitpunkt die Qualität der Bewegungsausführung gesichert werden muss.
 - Das propriozeptive Training sollte zu Beginn des Trainings bzw. direkt nach dem Aufwärmen stattfinden.
 - Der Fuß nimmt im Rahmen des propriozeptiven Trainings eine Schlüsselrolle ein. Deshalb sollte das Training am besten barfuß durchgeführt werden. Zusätzlich ist die Modellierung der physiologischen Fußhaltung (kurzer Fuß nach JANDA) unabdingbar.
 - Für eine optimale Rezeptorenstimulation eignen sich verschiedene Trainingshilfen wie z. B. Matten, Therapiekreisel, Wackelbretter.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Was versteht man unter Propriozeption?
2. Welche unterschiedlichen Rezeptortypen gibt es, wo sind sie lokalisiert und welche Aufgaben kommen ihnen zu?
3. Erklären Sie, welche Auswirkungen eine Verletzung auf die Propriozeption hat.
4. Nennen Sie die Vorteile eines propriozeptiven Trainings für das muskuläre Aufbautraining nach einer Verletzung.
5. Welche Voraussetzungen müssen für die Aufnahme eines propriozeptiven Trainings gegeben sein?
6. Erläutern Sie, warum auch gesunde Personen von einem propriozeptiven Training profitieren.
7. Beschreiben Sie die wesentlichen methodischen Grundsätze des propriozeptiven Trainings.
8. Erläutern Sie die Bedeutung des Fußes für die Propriozeption.
9. Welche Trainingshilfen sind zur Unterstützung des propriozeptiven Trainings der oberen und unteren Extremität und des Rumpfes besonders geeignet?

9 Trainingsplanung des rehabilitativen Krafttrainings



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- sind Sie in der Lage die Vorteile der ILB-Methode für das rehabilitative Krafttraining zu erklären,
 - können Sie erläutern, wie die Planung des rehabilitativen Krafttrainings mit Hilfe der ILB-Methode umgesetzt wird,
 - können Sie erklären, warum eine Differenzierung der Belastungsgestaltung und Übungsauswahl zwischen dem verletzten und dem gesunden Bereich erfolgen sollte,
 - sind Sie in der Lage die Bedeutung der unilateralen Übungsausführung für die muskuläre Entwicklung des verletzten Bereiches zu erklären,
 - können Sie selbstständig Trainingspläne für das rehabilitative Krafttraining bei verschiedenen Erkrankungsbildern entwickeln.
-

9.1 Das Phasenmodell des rehabilitativen Krafttrainings nach der ILB-Methode

Im Rahmen des rehabilitativen Trainings kann die Planung der Belastungsgestaltung nach verschiedenen Methoden erstellt werden. In dem Studienmodul „Trainingslehre I“ haben Sie verschiedene Methoden kennengelernt.

Im Folgenden soll eine individuelle Belastungsgestaltung des muskulären Aufbautrainings beispielhaft anhand der ILB-Methode geschehen.

Besonders im Bereich des rehabilitativen Krafttrainings gilt das Motto: optimal statt maximal. Diesem Anspruch wird die ILB-Methode gerecht, da alle wichtigen Trainingsprinzipien umgesetzt werden:

1. Das Training erfolgt auf der Basis eines individuellen Krafttestes als Voraussetzung für die Festlegung einer reizwirksamen Trainingsintensität (vgl. Prinzip des überschwelligen Trainingsreizes).
2. Die Höhe der Belastungsintensität wird auf Grund des Trainingsalters mithilfe des Grobrasters an das jeweilige Leistungsniveau des Rehabilitanden angepasst (vgl. Prinzip der Individualität und Altersgemäßheit).
3. Es erfolgt eine systematische Progression der Belastung von Woche zu Woche (vgl. Prinzip der progressiven Belastungssteigerung).
4. Es erfolgt ein systematischer Wechsel der verschiedenen Trainingsmethoden in den aufeinander folgenden Trainingszyklen (vgl. Prinzip der Periodisierung und Zyklisierung).

5. Durch die Zyklisierung ist ein optimaler Wechsel von intensitäts- und umfangsorientierten Trainingsphasen gewährleistet. Dadurch wird den unterschiedlichen Anpassungszeiträumen der aktiven und passiven Strukturen des Bewegungssystems Rechnung getragen (vgl. Prinzip des optimalen Verhältnisses von Belastung und Erholung).
6. Auf Grund der optimalen Belastungsgestaltung können mehrere Trainingseinheiten pro Woche absolviert werden. Dadurch kann eine optimale Reizsetzung im Sinne der Superkompensation erfolgen, ohne dass eine Überlastung eintritt (vgl. Prinzip der Dauerhaftigkeit und Kontinuität).

Grundvoraussetzungen für die Durchführung eines muskulären Aufbautrainings nach der ILB-Methode sind der Abschluss der medizinischen Heilbehandlung und die normale Alltagsbelastbarkeit des Rehabilitanden. Je nach Trainingsalter bzw. -zustand wird der Kunde nach dem ILB-Grobraster (vgl. Tab. 21) in die entsprechende Leistungsstufe eingeordnet. Die weitere zyklische Planung des Trainings erfolgt in der zeitlichen Reihenfolge des in Tab. 22 dargestellten Phasenmodells.

Den Trainingseinstieg für das rehabilitative Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung bildet Phase 2. Sie dient in erster Linie als Orientierungsstufe, damit sich die Rehabilitanden auf Grund der funktionellen Unterschiede zwischen den Trainingsgeräten in der Therapie und den Trainingsgeräten in der Fitness- und Gesundheitseinrichtung langsam an diese gewöhnen können.

Phase 1, die Verbesserung der Propriozeption, sollte weiterhin trainingsbegleitend durchgeführt werden (vgl. Abb. 41).

Der weitere Trainingsaufbau in Phase 3-5 erfolgt systematisch nach den bekannten Grundsätzen der zyklischen Planung des Krafttrainings. Die Basis für das Belastungsgefüge bildet für jeden neuen Mesozyklus ein ILB-Test. Phase 6 obliegt in der Regel speziellem Fachpersonal.

In diesem Zusammenhang bleibt zu berücksichtigen, dass die Rehabilitanden nach komplexen akut-traumatischen Verletzungen (vgl. z. B. Indikationsliste aus Übung 1.2) in der Regel die ersten vier bzw. fünf Stufen im Rahmen des Rehabilitationsprozesses schon einmal durchlaufen haben. Daher ist der Trainingsbeginn mit Phase 2 nicht bei allen Personen zwingend erforderlich. Besonders bei sehr leistungsfähigen Rehabilitanden sollte die weitere zyklische Planung des Krafttrainings an das vorangegangene Stadium des muskulären Aufbautrainings in der Therapie anknüpfen. Für Rehabilitanden, die nicht direkt im Anschluss an die Therapie das Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung aufnehmen, sondern erst zu einem späteren Zeitpunkt vorstellig werden, ist der Beginn des rehabilitativen Krafttrainings mit Phase 2 obligatorisch. Der gleiche Sachverhalt gilt für Personen, die chronisch-degenerative Erkrankungen wie z. B. eine Arthrose aufweisen.

Insgesamt hängt der methodische Aufbau des Krafttrainings von dem entsprechenden Krankheitsbild, der Dauer der Rehabilitation, dem Zeitpunkt der akuten Verletzung bis zur Aufnahme des rehabilitativen Trainings in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung, dem Heilungsverlauf bzw. dem Stadium innerhalb der Wundheilungsphase und dem Trainingszustand der Person ab.

Anders als beim herkömmlichen Fitnesstraining sollte bei der Planung des rehabilitativen Krafttrainings innerhalb der einzelnen Mesozyklen eine Differenzierung hinsichtlich der Belastungsgestaltung und der Übungsauswahl zwischen dem verletzten Bereich (VB) und dem gesunden Bereich (GB) erfolgen. Das gilt auch für die Durchführung des ILB-Testes. Diese Unterscheidung sollte sich auch in der grafischen Aufarbeitung des eigentlichen Trainingsplanes niederschlagen (vgl. Tab. 23). Es sollten alle Übungen und Belastungsparameter wie Intensität, Dauer, Dichte, Umfang, Muskelarbeitsweisen, Bewegungstempo etc. für den verletzten und gesunden Bereich separat dargestellt werden.

Die Bewegungsausführung erfolgt, sofern es bei den einzelnen Übungen möglich ist, immer unilateral, um mögliche Kompensationsmechanismen über den gesunden Bereich und einen weiteren Anstieg der Kraftdifferenz auszuschließen (Siewers, 1999, S. 22).

Tab. 21: Grobraster zur optimalen Planung des Krafttrainings nach der Individuellen-Leistungsbild-Methode (ILB) (© BSA/DHfPG)

Leistungsstufe	Zeitstufe in Monaten	Trainings-system	Häufigkeit pro Woche	Übungen pro Muskelgruppe	Sätze pro Übung	Intensität in % ILB
Orientierungsstufe	0-1,5	GK	2	1-2	1-2	gering
Beginner	1,5-6	GK	2	1-2	1-2	50-70
Geübter	6-12	GK	2-3	1-2	2	60-80
Fortgeschrittener	> 12	GK/Split	3-4	1-3	2-3	70-90
Leistungsstärkender	> 36	GK/Split	3-6	1-4	2-4	80-100

Die Wiederholungszahlen sind am Trainingsziel ausgerichtet:

Kraftausdauer: 15-30 Wiederholungen (alternativ TUT > 50 Sek.)

Hypertrophie: 8-15 Wiederholungen (alternativ TUT 20-50 Sek.)

Maximalkraft: 5-8 Wiederholungen (alternativ TUT < 20 Sek.)

Tab. 22: Phasenmodell des rehabilitativen Krafttrainings nach der Individuellen-Leistungsbild-Methode (ILB) (© BSA/DHfPG)

	Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV	Phase V	Phase VI
Zeitdauer in Wochen	trainingsbegleitend	2-4	4-6	4-6	4-6	
Trainingsziele	Sensorikverbesserung Propriozeption Koordination	Bradytrophes Training Verbesserung der Muskelausdauer (Orientierungsstufe)	Verbesserung der Kraftausdauer (KA)	Muskeldickenwachstum (Hypertrophie)	Neuromuskuläres Krafttraining (Verbesserung der intramuskulären Koordination)	Arbeits- und sportartspezifisches Krafttraining (Aufbau, Bahnung und Entwicklung arbeits-, alltags- und sportartspezifischer Kraftleistungen)
Trainings-system	GK	GK	GK	GK	GK	
Trainingsintensität	gering	gering	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	
Wiederholungen	10-20	30-50	15-30	8-15	5-8	
Pausendauer	1-2 min	1-2 min	30-60 s	1-3 min	3-5 min	
Muskelarbeitsweise	statisch/dynamisch	dynamisch	dynamisch	dynamisch	dynamisch	
Übungen pro Muskelgruppe	1-3	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	
Sätze pro Übung	1-4	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	
Trainingshäufigkeit	2-4	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	je nach Leistungsstufe	

Anmerkung: Je nach Leistungszustand der Person und Belastbarkeit der verletzten Struktur muss sowohl beim ILB-Test als auch bei der anschließenden Belastungsdosierung bzw. für die weitere Trainingsplanung eine separate Unterscheidung der Trainingsparameter für den verletzten Bereich (VB) und den gesunden Bereich (GB) erfolgen.

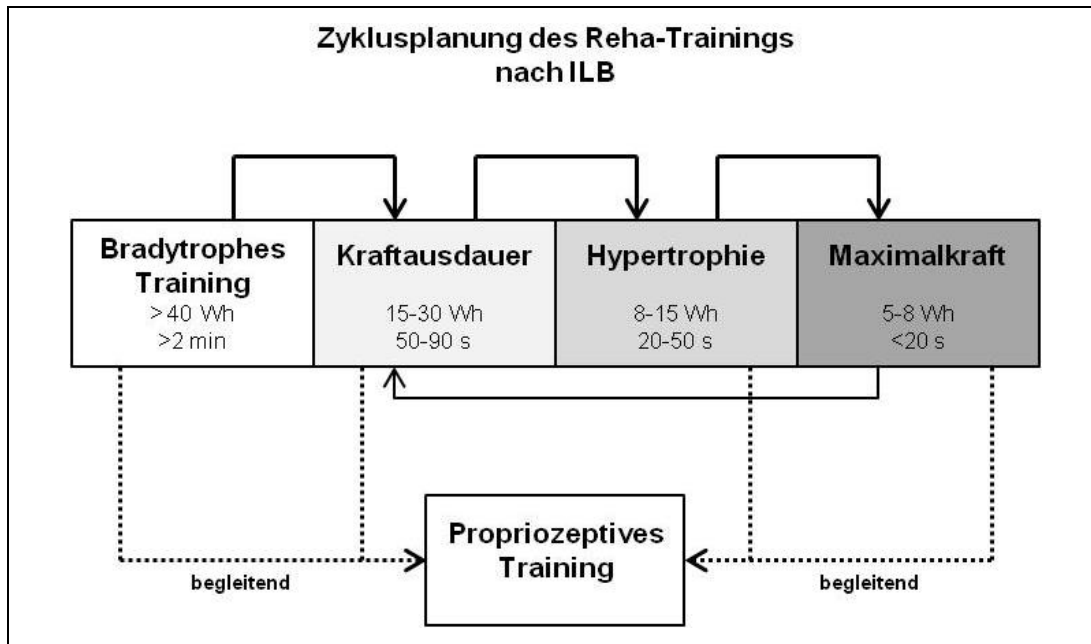


Abb. 41: Empfehlung zur Umsetzung der Trainingszyklen für das rehabilitative Training nach der ILB-Methodik in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung (© BSA/DHfPG)



Übung 9.1

Vergleichen Sie die methodischen Grundsätze des Krafttrainings, nach denen Sie in Ihrem Betrieb arbeiten, mit den hier dargestellten Ausführungen zur Methodik des rehabilitativen Krafttrainings.

Entspricht Ihre Methodik diesen Ausführungen oder können Sie Unterschiede feststellen?

9.2 Rehabilitatives Krafttraining nach der ILB-Methode am Beispiel der vorderen Kreuzbandruptur

Anhand des aus Kapitel 6 bereits bekannten Beispiels von Herrn Fit wird die Anwendung der ILB-Methode für das muskuläre Aufbautraining im nachfolgenden Kapitel verdeutlicht.



Beispiel

Herr Fit ist 32 Jahre alt, 178 cm groß und wiegt 80 kg. Sein BMI beträgt 25,2 und sein Körperfettgehalt liegt bei 15 %. Der Blutdruck ist mit 125/73 mmHg im normalen Bereich. Der Ruhepuls von 50 S/min lässt auf einen guten Ausdauerleistungszustand schließen. Von Beruf ist Herr Fit Bankangestellter. In seiner Freizeit spielt er bei einem Oberligisten leistungsorientiert Handball. Als Ergänzung zum Handballsport trainiert Herr Fit seit 5 Jahren ca. 2-3-Mal pro Woche 60-90 Minuten in einem Gesundheitsstudio. Bei einem Spiel hat er sich das vordere Kreuzband im linken Knie abgerissen. Die Verletzung wurde operativ versorgt. Dabei wurde das Kreuzband durch ein Patellarsehnenimplantat ersetzt. Nach 3-monatiger Rehabilitation möchte Herr Fit sein Training im Gesundheitsstudio wieder aufnehmen. Von ärztlicher Seite steht dem Anschlussstraining nichts im Wege, da seine volle Alltagsbelastbarkeit gegeben ist. Die muskuläre Qualität und die Quantität sind jedoch noch nicht zu 100 Prozent wiederhergestellt. Das muskuläre Kraftdefizit ist anhand eines isokinetischen Krafttestes, den Herr Fit zum Abschluss der Therapie ausgeführt hat, schriftlich dokumentiert worden. Danach besteht bei ihm nach wie vor ein 15-prozentiges Kraftdefizit zwischen den Extensoren der verletzten und der gesunden Seite. Die Flexoren der verletzten Seite übersteigen um ca. 10-15 % das Kraftniveau der Flexoren auf der gesunden Seite. Auch im Bereich der Kraftausdauerleistungsfähigkeit der Oberschenkelstrecker- und -beuger auf der verletzten Seite sind noch einige leichte Defizite vorhanden. Eine Oberschenkelumfangsmessung ergab im Links-Rechts-Vergleich ein Defizit von 3 cm (rechter Oberschenkel = 62 cm und linker Oberschenkel = 59 cm).

Herr Fit ist bereit, 3-4-Mal pro Woche das Anschlussstraining im Gesundheitsstudio durchzuführen, um möglichst innerhalb kürzester Zeit in seiner Sportart wieder voll einsatzfähig zu sein. Auf Grund seiner 5-jährigen Trainingserfahrung im Krafttrainingsbereich und seines allgemeinen guten körperlichen Leistungszustandes kann Herr Fit nach dem ILB-Grobraster als Leistungstrainierender eingestuft werden.

In den nachfolgenden Tab. 23 und Tab. 24 sind beispielhaft ein Makrozyklus und ein Mesozyklus für Herrn Fit aufgeführt.

Tab. 23: Beispiel für eine langfristige Trainingsplanung (Makrozyklus) nach einem vorderen Kreuzbandriss (linkes Knie) für Herrn Fit (Leistungstrainerender) (© BSA/DHfPG)

Trainingsparameter	Mesozyklus I	Mesozyklus II	Mesozyklus III	Mesozyklus IV
Dauer (in Wochen)	2	4	6	6
Trainingsziel	bradytrophes Training (nur für den VB)	Kraftausdauer	Hypertrophie	Hypertrophie
Trainingsystem	GK	GK	GK	GK
Häufigkeit/Woche	3	3	3	3-4
Intensität (in % 1LB)	GB: 80-100 % VB: gering	GB: 80-100 % VB: 70-90 %	GB: 80-100 % VB: 70-90 %	GB: 80-100 % VB: 70-90 %
Wiederholungen	GB: 25 VB: 40	GB: 20 VB: 20	GB: 12 VB: 12	GB: 10 VB: 10
Satzpausen	1-2 min	30-60 s	2-3 min	2-3 min
Muskelarbeitsweise/ Bewegungsgeschw.	dynamisch (2-1-2)	dynamisch (2-0-2)	dynamisch (2-0-2)	dynamisch (3-0-1)
Übungen/Muskel	GB: 1-2 VB: 1-2	GB: 1-2 VB: 1-2	GB: 1-2 VB: 1-2	GB: 1-2 VB: 1-2
Sätze/Übung	GB: 2-3 VB: 3-4	GB: 2-3 VB: 2-3	GB: 2-3 VB: 2-3	GB: 2-3 VB: 2-3
Ergänzende Trainingsinhalte	Ausdauertraining, Propriozeptives Training	Ausdauertraining, Propriozeptives Training	Ausdauertraining, Propriozeptives Training	Ausdauertraining, Propriozeptives Training

*Erläuterungen zur Angabe der Bewegungsgeschwindigkeit (z. B. 2-0-2) finden sich in Kapitel 10.5.

Tab. 24: Beispiel für eine mittelfristige Trainingsplanung (Mesozyklus) nach einem vorderen Kreuzbandriss (linkes Knie) für Herrn Fit. Dargestellt ist Mesozyklus III aus dem vorangegangenen Makrozyklus (© BSA/DHfPG)

Zeitdauer in Wochen	Trainingsziel	Trainingssystem	Häufigkeit	Intensität in % von ILB	Wdh.	Pausen	Muskelauslastungsweise	Übungen	Sätze
6	Hypertr.	GK	3	GB: 80-100 VB: 70-90	GB: 12 VB: 12	2-3 min	dynamisch (2-0-2)	GB: 1-2 VB: 1-2	GB: 2-3 VB: 2-3
Übung	Wiederholungen	ILB-Test (100%)	Sätze	Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4	Woche 5	Woche 6
Verletzter Bereich (VB)				70 %	75 %	80 %	85 %	85 %	90 %
½ Kniebeuge	12		3						
Beinpresse sitzend (einbeinig)	12		3						
Beinbeuger liegend (einbeinig)	12		3						
Step-up (li u. re)	12		3						
Gesunder Bereich (GB)				80 %	85 %	90 %	95 %	95 %	100 %
Abdkt. Hüftpendel (k. H.)	12		3						
Wadenheben stehend	12		3						
Bankdrücken	12		3						
Schulter ARO Seilzug	12		3						
Latzug zur Brust	12		2						
WS-Rotation Seilzug	12		3						
Back-Extension	12		2						
French Press SZ-Stange	12		2						

Erläuterungen zum Aufbau des Makro- bzw. Mesozyklus nach der ILB-Methode:

Herr Fit beginnt sein Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung mit einer zweiwöchigen Eingewöhnungsphase mit dem Schwerpunkt auf dem bradytrophen Training. Mesozyklus I ist mit zwei Wochen sehr kurz gewählt worden, da Herr Fit sich in einem ausgesprochen guten körperlichen Leistungszustand befindet. Im Rahmen des rehabilitativen Trainings hat er bereits ein Krafttraining auf der vierten Stufe des Phasenmodells absolviert (vgl. Kapitel 7). Eine längere Eingewöhnungsphase würde auf Grund der niedrigen Belastungsintensität für ihn einen Rückschritt in seiner Leistungsentwicklung bedeuten.

Der weitere methodische Aufbau des Makrozyklus liegt gemäß der in Kapitel 6 formulierten Zielsetzung auf dem Schwerpunkt der Muskelhypertrophie, um in möglichst kurzer Zeit das noch bestehende Oberschenkelumfangsdefizit auszugleichen. Im letzten Mesozyklus liegt im Hinblick auf den zuvor genannten Aspekt die Akzentuierung auf dem exzentrischen Training im submaximalen Bereich. Voraussetzung hierfür sind nach wie vor die Beschwerdefreiheit und die gute Belastbarkeit des linken Kniegelenkes. Nach dem Makrozyklus erfolgt eine vierwöchige plateauartige Stabilisierungsphase, damit die passiven Strukturen die Anpassungsreaktionen nachvollziehen können und eine Überlastung der verletzten Gewebestrukturen vermieden werden kann.

Die Organisationsform des Krafttrainings erfolgt als Ganzkörpertraining. So ist eine optimale zeitliche Abfolge der Trainingsreizsetzung innerhalb eines Wochenzyklus möglich. Innerhalb der Trainingseinheit ist das Krafttraining als Zirkeltraining organisiert.

Im Vergleich zur normalen Umsetzung des ILB-Grobrasters besteht bei der Planung des Krafttrainings von Herrn Fit eine Besonderheit hinsichtlich der Gestaltung der Belastungsintensität zwischen dem verletzten (linkes Bein) und dem gesunden Bereich (Rumpf und obere Extremität). Da die Rehabilitation erst vor ca. 12 Wochen abgeschlossen wurde, befindet sich Herr Fit momentan in einem kritischen Stadium innerhalb der Remodulierungsphase (vgl. Kapitel 3.3). Das Kreuzbandimplantat weist in dieser Phase auf Grund der Umbauprozesse eine geringere Belastbarkeit auf (vgl. Abb. 8 in Kapitel 3.3). Um eine Überlastung zu vermeiden, erfolgt in diesem Fall eine modifizierte Leistungsanpassung der Belastungsintensität für den verletzten Bereich. Obwohl Herr Fit einen sehr guten Trainingszustand besitzt, auf dessen Basis er nach dem ILB-Grobraster als Leistungstrainierender eingestuft wurde, erfolgt hier eine vorläufige Rückstufung vom Leistungstrainierenden (80-100 %) zum Fortgeschrittenen (70-90 %). Um eine Vergrößerung der Kraftdifferenz zwischen beiden Beinen zu vermeiden, wird auch das gesunde rechte Bein mit der gleichen Intensität belastet, wie das verletzte linke Bein. Eine sukzessive Erhöhung der Trainingsintensität für den verletzten Bereich auf das alte Leistungsniveau kann in Abhängigkeit von dem weiteren Heilungsverlauf nach Abschluss des ersten Makrozyklus erfolgen.

Die hier skizzierte methodische Verfahrensweise der Intensitätsangleichung an das jeweilige Verletzungsbild ist besonders für Personen mit einem sehr guten Trainingszustand und der damit verbundenen höheren Trainingsintensität sinnvoll, um eine mögliche Überlastung der verletzten Strukturen zu vermeiden. Es muss allerdings angemerkt werden, dass für diese Vorgehensweise keine allgemein gültige Regel existiert,

die vorgibt, unter welchen exakten Voraussetzungen eine didaktische Intensitätsreduktion erfolgen sollte. Wichtige Orientierungspunkte sind sicherlich die Art und die Schwere der Verletzung und der damit verbundene Heilungsprozess (vgl. Tab. 2 und Tab. 3 in Kapitel 3). Daneben sind vor allem der Erfahrungsschatz und das Fingerspitzengefühl des Trainers gefordert.

Auf die nähere Erläuterung der problemspezifischen Übungsauswahl wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen, da diese Thematik zu einem späteren Zeitpunkt innerhalb des Studienbriefes abgehandelt wird (vgl. Kapitel 11.6).

Für den gesunden Bereich (Rumpf und obere Extremität) wurden verstärkt Übungen ausgewählt, bei denen besonders die für das Handballspielen benötigte Muskulatur trainiert wird.



Übung 9.2

Welche Trainingsgeräte würden Sie Herrn Fit für das Ausdauertraining empfehlen? Begründen Sie Ihre Meinung und stellen Sie dabei einen Bezug zu dem vorliegenden Verletzungsbild und der ausgeübten Sportart her.



Zusammenfassung

- Die zeitlich-inhaltliche Planung des rehabilitativen Krafttrainings erfolgt anhand des Phasenmodells nach den bekannten Grundsätzen der ILB-Methodik.
 - Hinsichtlich der Belastungsgestaltung und der Übungsauswahl sollte bei der Trainingsplanung unbedingt zwischen dem verletzten und dem gesunden Bereich differenziert werden.
 - Die Bewegungsausführung, je nach Möglichkeit, sollte immer unilateral erfolgen.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Welche Vorteile bietet die ILB-Methode für das rehabilitative Krafttraining?
2. Warum sollte bei der Übungsauswahl eine Differenzierung zwischen dem gesunden und dem verletzten Bereich erfolgen?
3. Welche Gefahr sehen Sie, wenn bei bestimmten Verletzungen einer Extremität die Trainingsübungen nicht uni-, sondern bilateral ausgeführt werden?
4. Erläutern Sie, warum eine differenzierte Intensitätseinstufung für den verletzten und den gesunden Bereich bei Rehabilitanden durchaus sinnvoll sein kann.

10 Trainingsplanung – Funktionelle Aspekte des rehabilitativen Krafttrainings



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie den Begriff des Trainings im offenen und geschlossenen System definieren,
 - sind Sie in der Lage zwischen Übungen im offenen und geschlossenen System zu differenzieren,
 - können Sie die Vor- und Nachteile beider Übungssysteme darstellen und beide Übungssysteme in Abhängigkeit von dem vorliegenden Verletzungsbild sinnvoll aufeinander abgestimmt in den Trainingsprozess integrieren,
 - können Sie darstellen, welche Vor- und Nachteile das maschinengestützte Training und das Freihanteltraining haben und beide Trainingsmöglichkeiten sinnvoll aufeinander abgestimmt in den Trainingsprozess integrieren,
 - können Sie erläutern, welche Vor- und Nachteile das statische und das dynamische Training haben und beide muskulären Arbeitsformen sinnvoll aufeinander abgestimmt in den Trainingsprozess integrieren,
 - können Sie die Bedeutung des exzentrischen Trainings für das muskuläre Aufbautraining darstellen,
 - können Sie die Bedeutung der Bewegungsgeschwindigkeit für das muskuläre Aufbautraining darstellen,
 - können Sie erläutern, welche Bewegungsgeschwindigkeiten für welche Trainingsmethode geeignet sind.
-

Ein Muskeltraining nach Verletzungen oder bei degenerativen Erkrankungen des Bewegungssystems stellt sowohl für den Betroffenen als auch für den betreuenden Trainer immer eine besondere Trainingssituation dar. Neben allgemeinen Grundlagen und Prinzipien des Krafttrainings sowie den in Kapitel 7 und 9 vorgestellten speziellen Grundlagen des rehabilitativen Krafttrainings gibt es noch eine ganze Reihe von funktionellen und biomechanischen Besonderheiten, die es beim Training zu berücksichtigen gilt. Diese Aspekte werden im folgenden Kapitel dargestellt und näher erläutert.

10.1 Training im offenen und geschlossenen System

Ziel des rehabilitativen Krafttrainings ist es, die Muskulatur in ihrer vollen physiologischen Bewegungsfunktion wiederherzustellen. Dabei stellt ein einzelner Muskel immer nur ein Glied in einer funktionellen Kette dar. Der Muskel darf in seiner Funktion also nie isoliert betrachtet werden, sondern muss immer in einem funktionellen Ge-

samtzusammenhang gesehen werden. In diesem Kontext spricht man auch von Muskelketten oder Muskelschlingen. Um den Unterschied zwischen der Funktionsweise und dem Training einzelner Muskelgruppen und Muskelketten zu verdeutlichen, wurden im Bereich des rehabilitativen Krafttrainings die beiden Begriffe des offenen und geschlossenen Systems geprägt.

Das so genannte *offene System* bezeichnet das Training isolierter Muskeln bzw. Muskelgruppen, wie man es z. B. von vielen eingelenkigen Übungen kennt. Ein klassisches Beispiel ist das Beinstrecken an der Maschine. Dabei wird die vordere Oberschenkelstreckmuskulatur (M. quadriceps femoris) vollkommen isoliert trainiert ohne eine weitere Beteiligung anderer Muskelgruppen wie z. B. der Beinbeugemuskulatur.



Definition - Offenes System

Eine Bewegung im offenen System liegt dann vor, wenn das Endglied eines Körpersegmentes (distales Körpersegment) bei der Bewegungsausführung frei beweglich ist (Freiwald & Engelhardt, 1996, S. 787–792).

Ein Beispiel hierfür ist das Beinstrecken. Das Endglied der unteren Extremität, der Fuß, ist frei beweglich, d. h. der Kraftansatzpunkt liegt oberhalb des Sprunggelenkes.

Das so genannte *geschlossene System* bezeichnet das Training einer Vielzahl von Muskeln innerhalb einer kinematischen Kette, wie es z. B. bei mehrgelenkigen Übungen der Fall ist. Ein klassisches Beispiel stellt das Beinpressen oder die Kniebeuge dar. Bei diesen Übungen wird die gesamte Streckmuskulatur der unteren Extremität aktiviert (Waden, Oberschenkel- und Hüftstreckmuskulatur). Gleichzeitig muss die antagonistisch wirkende Beugemuskulatur aktiv stabilisieren und bei der Hüftstreckung mitwirken. Bei Übungen im geschlossenen System werden sowohl die Agonisten bzw. die Synergisten als auch die Antagonisten in unterschiedlicher Weise gefordert.



Definition - Geschlossenes System

Eine Bewegung im geschlossenen System liegt dann vor, wenn das Endglied eines Körpersegmentes (distales Körpersegment) bei der Bewegungsausführung fixiert ist (Freiwald & Engelhardt, 1996, S. 787–792).

Ein Beispiel hierfür ist das Beinpressen. Das Endglied der unteren Extremität, der Fuß, hat mit der Druckplatte Kontakt.

Die entscheidende Frage, die sich für den Trainer in diesem Zusammenhang stellt, ist, unter welchen Voraussetzungen und zu welchem Zeitpunkt das offene oder geschlossene System für das Training bei einem bestimmten Verletzungsbild besser geeignet ist. Eine allgemein gültige Antwort auf diese Frage gibt es leider nicht. Nahezu alle

Bewegungen des Menschen werden in unterschiedlicher Art und Weise in beiden Systemen ausgeführt. So wird das Standbein beim Gehen im geschlossenen, das Vorschwingen des Spielbeines hingegen im offenen System bewegt. Die meisten Bewegungen der oberen Extremität erfolgen im offenen Bewegungssystem. Beide Trainingsvarianten haben sowohl Vor- als auch Nachteile, die es gründlich gegeneinander abzuwägen gilt. Der Einsatz hängt letztendlich von der Art der Verletzung, dem Rehabilitations- bzw. Heilungsstadium und den individuellen Voraussetzungen der Person ab.

Am **Beispiel** der vorderen Kreuzbandruptur wird die dargestellte Problematik noch einmal erläutert:



Beispiel

Nach einem Riss des vorderen Kreuzbandes kommt es auf Grund einer längeren Immobilisationsdauer bzw. Inaktivität zu zahlreichen Funktionseinbußen der gelenkumgebenden Strukturen. Besonders die kniegelenkstabilisierende Muskulatur ist von den Folgen der Inaktivität betroffen und teilweise erheblich atrophiert. Das trifft in hohem Maße auf die Knieextensoren (M. quadriceps femoris), aber auch auf die Knieflexoren zu. Ein wichtiges Ziel des muskulären Aufbautrainings ist es, die atrophierte Muskulatur aufzutrainieren und ihre volle physiologische Funktionsfähigkeit wiederherzustellen. Unter Berücksichtigung des bestehenden Verletzungsbildes müssen sowohl für die Knieextensoren als auch für die Knieflexoren geeignete Trainingsübungen ausgewählt werden. Hauptaufgabe der geeigneten Übungsauswahl ist es, auf der einen Seite einen optimalen Kräftigungseffekt der Zielmuskulatur zu erreichen, auf der anderen Seite dabei die Bandrekonstruktion nicht zu überlasten bzw. zu schädigen. Geeignete Zielübungen, um den M. quadriceps femoris aufzutrainieren, wären z. B. das Bein Strecken, das Beinpressen oder die Kniebeuge. Dabei handelt es sich sowohl um Übungen im offenen als auch im geschlossenen System. Beide Übungsvarianten wirken sich jedoch sehr unterschiedlich auf die verletzten Strukturen aus, so dass hierbei genau zu differenzieren ist, welche Übung bzw. welches System besser für ein stressarmes Quadrizepstraining geeignet ist.

So ist der Hauptkritikpunkt an der Bewegungsausführung im offenen System (Bein Strecken), dass durch den freien distalen Kraftansatzpunkt am Unterschenkel eine Ko-Aktivierung weiterer Muskelgruppen, wie z. B. der Beinbeuger, fehlt. Dadurch treten ungünstige Scherkräfte im beteiligten Gelenk und seinen Weichteilstrukturen auf. Bei zunehmender Streckung kommt es auf Grund der fehlenden Muskelstabilisierung des Kniegelenkes durch die Beinbeugemuskulatur zu einem Vorschub des Unterschenkels nach vorne und damit zu einer übermäßigen Zugbeanspruchung des vorderen Kreuzbandes, welche im ungünstigsten Fall zu einer Reruptur des Bänderatzes führen kann.

Bei Übungen in der geschlossenen kinematischen Kette hingegen, wie z. B. bei einer Kniebeuge, wird durch die simultane Anspannung der Kniestrecker und -beuger (Ko-

Aktivierung) der Zug bzw. die Spannung auf das vordere Kreuzband erheblich reduziert (Freiwald & Engelhardt, 1996, S. 787–792).

Aber auch das auf den ersten Blick vermeintlich vorteilhafte Training im geschlossenen System ist bei bestimmten Verletzungsbildern nicht ohne Nachteil. EMG Untersuchungen zeigen eine unterschiedliche Muskelaktivierung zwischen Übungen im offenen und im geschlossenen System (Banzer & Neumann, 1995, S. 98–100). So konnte in einer Studie an verletzten Personen (VKB-Riss) mit einer eingeschränkten Leistungsfähigkeit der Kniestrecker und einem ausschließlichen Training im geschlossenen System an der Beinpresse gezeigt werden, dass sich nicht die Leistungsfähigkeit der insuffizienten Kniestreckmuskulatur verbesserte, sondern dass deren Funktion durch andere Muskeln (Hüftstreckmuskulatur) übernommen wurde und diese hypertrophierten. Aus diesem Grund ist es notwendig, unter Berücksichtigung der bestehenden Kontraindikationen sowohl Übungen im offenen System einzusetzen, um zunächst isoliert spezifische Muskeldefizite ausgleichen zu können, als auch Übungen im geschlossenen System zu integrieren, um die Muskulatur in ihrem funktionellen Bewegungsmuster zu trainieren.


Fazit:

Das Training im offenen System bietet einen größeren quantitativen Reiz für die Quadrizepsmuskulatur, belastet aber das vordere Kreuzband wesentlich mehr und stellt in diesem Moment einen unfunktionellen Reiz dar. Das Training im geschlossenen System stellt hingegen ein funktionelles Training dar, bei dem physiologische Bewegungsmuster durch intermuskuläre Koordinationsprozesse gebahnt werden und zugleich ein das Transplantat schonendes und effektives Quadrizepstraining durchgeführt werden kann.


Beide Übungssysteme haben ihre Berechtigung. Der Einsatz muss jedoch sinnvoll kombiniert werden.

Abschließend sind in den beiden Tab. 25 und Tab. 26 die wichtigsten Vor- und Nachteile beider Trainingsvarianten aufgeführt.

Tab. 25: Vor- und Nachteile des Trainings im offenen System (© BSA/DHfPG)

	Vorteile	Nachteile
	<ul style="list-style-type: none"> • isoliertes Training eines Muskels möglich • keine Kompensationsmöglichkeit durch andere Muskelgruppen • kaum axiale Druckbelastungen • motorisch einfach auszuführende Bewegung • keine Ausweichbewegungen möglich • wenig Fehlerbilder 	<ul style="list-style-type: none"> • „unphysiologische“ Gelenkmechanik • Auftreten von Scher- und Schubkräften • alltagsfremde Bewegungen • keine komplexen Bewegungsmuster • keine Sicherung des Gelenkes durch weitere Muskeln

Tab. 26: Vor- und Nachteile des Trainings im geschlossenen System (© BSA/DHfPG)

	Vorteile	Nachteile
	<ul style="list-style-type: none"> • alltagsnahe Bewegung • Training in Muskelketten (funktionelle Bewegungsmuster) • Entlastung der Bandstrukturen durch physiologische Gelenkmechanik und muskuläre Sicherung • Verbesserung der intermuskulären Koordination • kaum Auftreten von Scherkräften 	<ul style="list-style-type: none"> • höhere axiale Belastungen • keine Isolierung eines einzelnen Muskels möglich • Kompensationsmöglichkeit durch synergistisch wirkende Muskeln • schwieriger technischer Bewegungsablauf • mehr Fehlerbilder



Übung 10.1

Finden Sie jeweils fünf verschiedene Beispiele für Übungen im offenen und geschlossenen System. Berücksichtigen Sie dabei sowohl Übungen für die obere als auch für die untere Extremität.

10.2 Apparatives Training versus Training mit freien Gewichten

Die Entwicklung von Trainingsgeräten für kommerzielle Fitness- und Gesundheitseinrichtungen hat sich in den letzten Jahren dahingehend verändert, dass die koordinativen Anforderungen immer weiter minimiert wurden. Die Maschinen werden häufig so konstruiert, dass der Trainierende relativ wenig falsch machen kann. Aus diesem Grund finden sich in den meisten kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtungen mittlerweile überwiegend Maschinen für das Krafttraining. Der Hantelbereich ist demgegenüber verhältnismäßig klein, in einigen Einrichtungen ist er sogar überhaupt nicht mehr vorhanden. Ein Grund liegt mitunter darin, dass dem Hanteltraining nach wie vor das Negativimage des Bodybuildings anhaftet, von dem sich gerade viele Gesundheitseinrichtungen abgrenzen möchten.

In Kapitel 8 wurde die Bedeutung der Koordination bzw. Propriozeption als Grundlage für eine zielgerichtete und harmonische Muskelsteuerung bereits hervorgehoben. Gerade unter dem Aspekt der Rehabilitation einer zuvor verletzten Struktur ist die Reorganisation und damit die Wiederherstellung der vollen neuromuskulären Qualität eine wichtige Zielsetzung des Trainings. Trainingsgeräte, die lediglich ein- oder zweidimensionale Bewegungsausführungen zulassen, sind für die Entwicklung der koordinativen Fähigkeiten, wie z. B. der intermuskulären Koordination, nur bedingt geeignet. Andererseits ist das Training an Maschinen auf Grund der vorgegebenen Bewegungsbahnen mit wesentlich weniger Fehlerquellen behaftet und birgt dadurch für den Trainierenden ein geringeres Verletzungsrisiko. Sowohl das Training an den Maschinen als auch das Training mit freien Gewichten beinhalten eine ganze Reihe von Vor- und Nachteilen für das rehabilitative Krafttraining in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung. Für den Trainer ist es daher äußerst wichtig, nach Abwägung aller Vor- und Nachteile beider Übungsarten geeignete Übungen für den Rehabilitanden auszuwählen.

In den beiden Tab. 27 und Tab. 28 sind die wichtigsten Vor- und Nachteile des apparativ gestützten Gerätetrainings und des Hanteltrainings dargestellt.




Übung 10.2


Bevor Sie jetzt die Tab. 27 lesen, versuchen Sie, die einzelnen Vor- und Nachteile von Freihantelübungen gegenüber Maschinenübungen für die Anwendung im rehabilitativen Training zu sammeln.

Überlegen Sie sich in diesem Zusammenhang auch, welche Voraussetzungen der Kunde erfüllen muss, um verstärkt Freihantelübungen durchführen zu können.

Tab. 27: Vor- und Nachteile des apparativ gestützten Gerätetrainings für das rehabilitative Krafttraining (© BSA/DHfPG)

	Vorteile	Nachteile
	<ul style="list-style-type: none"> • reduzierte Verletzungsgefahr durch vorgegebene Bewegungsbahnen • einfache und schnell zu erlernende Bewegungsausführung • Möglichkeit der Bewegungslimitierung • weniger Fehlerbilder • geringerer Betreuungsaufwand • leichter Trainingseinstieg für Krafttrainingsungeübte 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung der koordinativen Komponenten durch vorgegebene Bewegungsbahnen • wenig Eigenstabilisation • eingeschränkter Alltagstransfer • oft „unphysiologische“ Gelenkmechanik • keine bzw. kaum mehrdimensionale Bewegungen • oft nur größere Gewichtsabstufungen möglich • hohe Anschaffungskosten • viel Platzbedarf

Tab. 28: Vor- und Nachteile des Trainings mit freien Gewichten für das rehabilitative Krafttraining (© BSA/DHfPG)

	Vorteile	Nachteile
	<ul style="list-style-type: none"> • Autostabilisation • mehrdimensionale Bewegungen • Schulung der intermuskulären Koordination • alltagsnahe Bewegungsmuster möglich • d. R. physiologische Gelenkmechanik • geringe Anschaffungskosten • wenig Platzbedarf • feine Gewichtsabstufungen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • koordinativ anspruchsvolle Bewegungen • schwerer erlernbar • mehr Fehlerbilder • größere Verletzungsgefahr • größerer Betreuungsaufwand • keine Begrenzung von Bewegungsradien möglich • viel Eigenstabilisation gefordert (möglicherweise anfängliche Überforderung)

10.3 Dynamisches versus statisches Training


Bewegungen im Alltag, in der Freizeit, im Beruf und im Sport sind durch unterschiedliche muskuläre Aktionen bzw. Arbeitsweisen gekennzeichnet. Im Grundsatz können dabei zwei muskuläre Arbeitsweisen unterschieden werden:

- dynamische Arbeitsweise (konzentrisch/exzentrisch)
- statische Arbeitsweise


Für die Qualität einer Bewegung ist das harmonische Zusammenspiel beider muskulärer Aktionsformen wichtig. Demnach sollten bei einem rehabilitativen Muskeltraining alle genannten Aktionsformen berücksichtigt werden, um die gelenksichernde Muskulatur ihren physiologischen Aufgaben entsprechend vielfältig zu trainieren.

In den Tab. 29 und Tab. 30 sind die Vor- und Nachteile beider Muskelaktionsformen für das rehabilitative Krafttraining zusammengefasst.

Tab. 29: Vor- und Nachteile dynamischer Muskelarbeit für das rehabilitative Krafttraining
(© BSA/DHfPG)

	Vorteile	Nachteile
	<ul style="list-style-type: none"> • Einüben funktioneller Bewegungsmuster • Verbesserung der intermuskulären Koordination • Gelenkmobilisation = Verbesserung der Ernährungssituation des Knorpels • günstige Trainingseffekte auf das HK-System • abwechslungsreiches Training • gute Hypertrophiewirkung bei einer entsprechenden Trainingsmethodik 	<ul style="list-style-type: none"> • eventuell höhere Gelenkbelastung • eventuell Überlastung der aktiven und passiven Strukturen • eventuell mehr Fehlerbilder bei der Bewegungsausführung (Dynamik, Koordination) • höhere Material- bzw. Geräteaufwand

Tab. 30: Vor- und Nachteile isometrischer Muskelarbeit für das rehabilitative Krafttraining
(© BSA/DHfPG)

	Vorteile	Nachteile
	<ul style="list-style-type: none"> • frühfunktionelles Training direkt nach der OP • Training in einer definierten Gelenkwinkelpositionen möglich • schneller Kraftzuwachs • geringe Gelenkbelastung • geringer apparativer Aufwand • durch Ko-Kontraktion gute Gelenksicherung 	<ul style="list-style-type: none"> • keine funktionelle Bewegungsmuster • keine Verbesserung der intermuskulären Koordination • nur winkelspezifische Kraftsteigerung • fehlende Gelenkmobilisation • ungünstiger Blutdruckanstieg • schnelle zentralnervöse Ermüdung • schnelle Stagnation des Kraftgewinnes • geringere Hypertrophiewirkung im Vergleich zum dynamischen Training • keine Effekte auf das HK-System • keine Aktivierung der Muskelspindeln

10.4 Stellenwert des exzentrischen Muskeltrainings im Rahmen des rehabilitativen Trainings

Die Exzentrik ist eine wichtige Arbeitsweise der Muskulatur, die sowohl im Alltag als auch bei allen sportlichen Belastungen eine große Bedeutung hat. So stellt z. B. das Einhalten der aufrechten Körperhaltung gegen die Schwerkraft hohe Anforderungen an die exzentrische Muskelarbeit der Rückenstreckmuskulatur. Tendenziell wird beim

fitness- und gesundheitsorientierten Krafttraining jedoch nur wenig Wert auf die Betonung der exzentrischen Muskelarbeit gelegt. Die volle Konzentration liegt in der Regel auf der konzentrischen Bewegungsphase. Dabei wird die konzentrische Bewegungsphase möglichst schnell überwunden und das Gewicht wird genauso schnell wieder in die Ausgangsposition zurückgeführt. Die situativen Anforderungen im Alltag, in der Freizeit und im Sport sind jedoch von sehr komplexer Natur, die gerade auch eine nachgebende und stabilisierende Muskelarbeit erfordern, um die passiven Strukturen vor einer Schädigung zu bewahren. Das exzentrische Muskeltraining beinhaltet gegenüber einer betont konzentrischen Bewegungsausführung eine ganze Bandbreite von Vorteilen für den rehabilitativen Trainingsprozess. Daher sollte auch das betont exzentrische Krafttraining eine feste Größe innerhalb der Trainingsplanung des muskulären Aufbautrainings nach Verletzungen darstellen. Die Vorteile des exzentrischen Muskeltrainings sind in der nachfolgenden Tab. 31 aufgeführt.

Tab. 31: Stellenwert des exzentrischen Muskeltrainings in der Rehabilitation (modifiziert nach Schönte & Güth, 2004, S. 111) (© BSA/DHfPG)



- exzentrische Muskelarbeitsweise kommt in der Alltagsmotorik vor
- bessere neuronale Aktivierung
- hoher Kraftzuwachs
- höhere mechanische Effizienz bei einem geringeren Energieverbrauch
- größere Hypertrophiewirkung durch höhere Muskelspannungen
- die Muskelkaterschwelle wird nach oben verschoben
- spezifische Reize für den Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus
- geringe kardiale Belastung



Merke

Voraussetzung für ein betont exzentrisches Training ist die nahezu komplette Ausheilung der verletzten Struktur, da es bei der Exzentrik zu einer höheren Belastung der passiven Strukturen kommt.

10.5 Die Belastungsdauer und die Gestaltung der Bewegungsgeschwindigkeit im Rahmen des rehabilitativen Krafttrainings

Für eine Muskelhypertrophie ist es erforderlich, dass der Muskel für eine bestimmte Zeit unter hoher Spannung steht, damit die gewünschten Anpassungen eintreten. Aus diesem Grund wird die Belastungsdauer eines Satzes in Sekunden angegeben. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von der *Time under Tension (TUT)* bzw. Zeit unter Spannung. Dabei geht man davon aus, dass bei einer Satzdauer (TUT) von < 20 Sekunden die Typ-IIx-Fasern am stärksten stimuliert werden, die Typ-IIa-Fasern im Bereich von 20-50 Sekunden, die Typ-I-Fasern bei einer Satzdauer von mehr als 50 Sekunden.

Allerdings wird bei der Durchführung des Krafttrainings oft ein weiterer wichtiger Faktor vernachlässigt: die *Bewegungsgeschwindigkeit*. So spielt es eine entscheidende Rolle hinsichtlich der angestrebten Anpassungseffekte, mit welcher Bewegungsgeschwindigkeit die einzelnen Bewegungsphasen (exzentrisch/Umkehrpunkt/konzentrisch) bei einem Satz (z. B. mit 12 Wiederholungen) ausgeführt werden. Viele Trainierende sind dabei versucht, alle Bewegungsphasen einer Wiederholung möglichst schnell zu absolvieren. Bei einer derartigen Bewegungsausführung erfährt der Muskel jedoch in keinsten Weise eine adäquate Spannung, die für den gewünschten Trainingseffekt erforderlich ist. Aus diesem Grund hat es sich in der Praxis bewährt, die einzelnen Phasen bei der Bewegungsausführung und damit das Bewegungstempo einer Wiederholung zeitlich genau zu definieren. Dabei werden drei Zahlen angegeben, die für die Anzahl der Sekunden einer jeden Bewegungsphase stehen. Die erste Zahl gibt die Dauer der exzentrischen Bewegungsphase an. Die zweite Zahl steht für die Pause zwischen dem exzentrischen und dem konzentrischen Teil der Bewegung, dem Umkehrpunkt. Die dritte und letzte Zahl definiert die Dauer der konzentrischen Bewegungsphase. Demnach bedeutet ein Bewegungstempo von 2/0/2, dass die exzentrische und die konzentrische Phase gleichlang sind und jeweils 2 Sekunden dauern. Im Umkehrpunkt findet keine Pause statt. Ein Bewegungstempo von 3/0/X bedeutet, dass die konzentrische Bewegungsphase möglichst explosiv ausgeführt wird.

Die Durchführung eines Satzes mit 12 Wiederholungen und einem Bewegungstempo von 2/0/2 würde demnach ca. 48 Sekunden dauern und vornehmlich einen Hypertrophieeffekt für die Typ-IIa-Fasern bedeuten.

Aus trainingsphysiologischer und trainingspraktischer Sicht ist ein ideales Grundtempo für eine Wiederholung bei einem fitnessorientierten Krafttraining 2/0/2. In Anlehnung an das Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings können die Bewegungsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Trainingszielsetzung variiert werden:

1. Bradytrophes Training = 2/0/2 bzw. 2/1/2

Beim bradytrophem Training ist eine dynamisch-langsam bis zügige Bewegungsausführung wichtig, um den Gelenkstoffwechsel anzuregen. Daher sollte die Bewegungsgeschwindigkeit eines Bewegungszyklus ca. 3-5 Sekunden dauern. Sowohl die konzentrische als auch die exzentrische Bewegungsphase sind gleich lang. Im Umkehrpunkt kann bei bestimmten Übungen, wie z. B. Hyperextension, eine kurze Bewegungspause (1 s) stattfinden, um jegliches Schwungmoment zum Schutz der passiven Strukturen zu eliminieren. Bei dieser Art der Bewegungsausführung wird gewährleistet, dass der Rehabilitand zu jedem Zeitpunkt der Bewegung das Gewicht muskulär kontrolliert. Im weiteren Verlauf des Trainings sollte die Pause jedoch wieder eliminiert werden, um unnütze Motoriken nicht zu verstärken.

Obwohl das Gesetz des Schweizer Physikers Bernoulli besagt, dass die Belastung der passiven Strukturen bei langsamen Bewegungsgeschwindigkeiten größer ist als bei schnellen Bewegungsgeschwindigkeiten (Froböse et al., 2003, S. 86–97), ist eine kurze Pause im Umkehrpunkt der Bewegung auf Grund der sehr hohen Wiederholungszahlen und der vornehmlich geringen Gewichtsbelastung beim bradytrophem Training aus den zuvor genannten Gründen vertretbar.

2. Kraftausdauer = 2/0/2

Auch beim Kraftausdauertraining ist ein gleichmäßiges Bewegungstempo anzustreben, um den Muskel möglichst zu jedem Zeitpunkt der Bewegung unter Spannung zu halten. Dabei werden vornehmlich die Typ-I-Fasern stimuliert. Im Umkehrpunkt sollte allerdings keine Bewegungsunterbrechung erfolgen.

3. Hypertrophie = 3/0/1

Für das Hypertrophietraining ist eine stärkere Betonung der exzentrischen Bewegungsphase sinnvoll, da die dadurch verursachten Mikrotraumen der Muskulatur als ein wesentlicher Faktor für das Muskelwachstum gelten.

4. Maximalkraft = 3/0/X

Für das Maximalkrafttraining ist besonders die explosive Bewegungsausführung in der konzentrischen bzw. überwindenden Phase wichtig. Durch die explosive Kontraktion der Muskulatur wird eine Rekrutierung einer maximal möglichen Anzahl von Muskelfasern im Sinne der intramuskulären Koordination angestrebt. Dabei kommt es jedoch nicht darauf an, dem Gewicht eine möglichst hohe Endgeschwindigkeit zu verleihen, vielmehr geht es um eine hohe Kontraktionsgeschwindigkeit. Auch bei einer explosiven Bewegungsausführung sollte immer ein kontrolliertes Auslaufen der Bewegung im Umkehrpunkt gewährleistet werden.



Übung 10.3

Überprüfen Sie, inwieweit die Trainer in Ihrem Ausbildungsbetrieb konkrete Vorgaben zur Ausführung der Bewegungsgeschwindigkeit bei der Trainingsplanerstellung machen.

Beobachten Sie in diesem Zusammenhang auch die Ausführung der Bewegungsgeschwindigkeit bei den Trainierenden.



Zusammenfassung

- Bei der Übungsauswahl für das muskuläre Aufbautraining ist zwischen Übungen im offenen und Übungen im geschlossenen System zu differenzieren.
 - Bei Übungen im offenen System werden verstärkt einzelne Muskeln isoliert trainiert. Bei Übungen im geschlossenen System werden hingegen mehrere Muskeln innerhalb einer funktionellen Kette trainiert.
 - Beide Übungsvarianten haben sowohl Vor- als auch Nachteile hinsichtlich des Trainingseffektes und der Belastung der verletzten Gelenkstruktur. Diese gilt es, bei jedem Verletzungsbild eingehend zu prüfen und gründlich gegeneinander abzuwägen.
 - Sowohl das Freihanteltraining als auch maschinengestütztes Training sind im Rahmen des rehabilitativen Krafttrainings von großer Bedeutung.
 - Der wesentliche Vorteil des Freihanteltrainings liegt in der Mehrdimensionalität der Bewegungsausführung und damit in der guten Koordinations-schulung. Dadurch lassen sich gezielt alltagsnahe Bewegungsmuster trainieren.
 - Die meisten Bewegungen im Alltag, in der Freizeit und im Sport sind eine Koppelung von unterschiedlichen muskulären Aktionsformen bzw. Arbeitsweisen. Deshalb kommen im rehabilitativen Training in Abhängigkeit von den physiologischen Aufgaben der Zielmuskulatur sowohl statische als auch dynamische Übungen zum Einsatz.
 - Einen besonderen Stellenwert nimmt das exzentrisch betonte Training im Rahmen des rehabilitativen Krafttrainings ein, da viele Bewegungen der menschlichen Motorik eine mehr oder minder stark ausgeprägte exzentrische Muskelarbeitsweise beinhalten.
 - Die Bewegungsgeschwindigkeit spielt beim Krafttraining hinsichtlich der angestrebten Trainingseffekte eine wichtige Rolle. Aus diesem Grund wird in der Praxis die Dauer der einzelnen Bewegungsphasen einer Wiederholung angegeben.
 - Die erste Zahl steht für die Dauer (in s) des exzentrischen Teiles, die zweite Zahl für den Umkehrpunkt und die dritte Zahl für die Dauer des konzentrischen Teiles der Bewegungsphase (z. B. 2/0/2). Das Grundtempo sollte bei einer Wiederholung 2/0/2 sein.
 - Innerhalb des Trainingsprozesses ist in Abhängigkeit von der Trainingszielsetzung und der Trainingsmethode eine Variation der Bewegungsgeschwindigkeit sinnvoll.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Was versteht man unter einem Training im offenen und geschlossenen System?
2. Welche Vorteile bietet das Training im offenen gegenüber dem Training im geschlossenen System?
3. Erklären Sie die Bedeutung des Freihanteltrainings für das rehabilitative Krafttraining.
4. Welche Vorteile bringt das dynamische gegenüber dem statischen Training?
5. Erläutern Sie den Stellenwert des exzentrischen Trainings im Rahmen des rehabilitativen Trainings und nehmen Sie zu möglichen Gefahren Stellung.
6. Welche Bedeutung hat die Bewegungsgeschwindigkeit im Rahmen des Krafttrainings.
7. Nennen Sie die Bewegungsgeschwindigkeiten für die einzelnen Trainingsmethoden innerhalb des Phasenmodells.

11 Trainingsplanung – Rehabilitatives Training bei Erkrankungen des Bewegungssystems



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie die verschiedenen Krankheitsbilder der großen Gelenke definieren und Krankheitsursachen, Symptome, Diagnosemöglichkeiten sowie therapeutische Behandlungsansätze erklären,
 - können Sie die primären Ziele des rehabilitativen Trainings bei den jeweiligen Krankheitsbildern erläutern und gemeinsam mit dem Kunden individuelle Trainingsziele formulieren,
 - können Sie eine Beziehung zwischen dem anatomischen Aufbau und der Funktion der einzelnen Gelenke, dem Erkrankungsbild und den daraus abgeleiteten rehabilitativen Trainingszielen und Trainingsübungen herstellen,
 - können Sie die einzelnen Kontraindikationen bei den bestehenden Krankheitsbildern darstellen und bei der Trainingsplanung berücksichtigen,
 - sind Sie in der Lage zwischen problemspezifischen und kontraindizierten Übungen zu differenzieren,
 - können Sie die problemspezifischen Übungen für das jeweilige Krankheitsbild erläutern und eine methodisch sinnvoll abgestimmte Zusammenstellung von individuellen Übungen, die dem Leistungsstand des Kunden entsprechen, konzipieren,
 - können Sie eine Übungsunterweisung der problemspezifischen Übungen vornehmen.
-



Übung 11.1

Bevor Sie jetzt Kapitel 11 durcharbeiten, versuchen Sie, eine Übersicht über die häufigsten Beschwerdebilder des Bewegungssystems Ihrer Kunden zu erstellen und vergleichen Sie die Angaben mit den Erkrankungsbildern in diesem Kapitel.

11.1 Krankheitsbilder des Schultergelenkes

11.1.1 Schulterluxation

Das eigentliche Schultergelenk (Glenohumeralgelenk) ist durch seine große Bewegungsfreiheit gekennzeichnet. Dies wird dadurch ermöglicht, dass die Gelenkpfanne lediglich 1/3-1/4 des Gelenkkopfes umfasst und damit die knöcherne Führung dieses Kugelgelenkes relativ gering ist. Stabilisiert wird das Gelenk überwiegend durch die

umgebende Muskulatur. Die großen Bewegungsspielräume und die geringe knöcherne Führung sind Gründe, weshalb insbesondere hier Luxationen gehäuft auftreten. Ca. 50 % aller Luxationen betreffen das Schultergelenk (Ehmer, 1998, S. 205).



Definition - Luxation

Luxation bedeutet Verrenkung. Bei der Schulterluxation springt der Humeruskopf aus der Gelenkpfanne heraus (vgl. Abb. 42). Die häufigste Luxation findet nach vorne unten (Luxatio subcoracoidea) statt (Ehmer, 1998, S. 205; Peterson & Renström, 2002, S. 123). In der Regel kommt es dabei auch immer zu einem Riss der Gelenkkapsel. Zusätzlich können auch weitere Begleitverletzungen auftreten, wie z. B. Bandrupturen, Frakturen, Ruptur der Rotatorenmanschette.

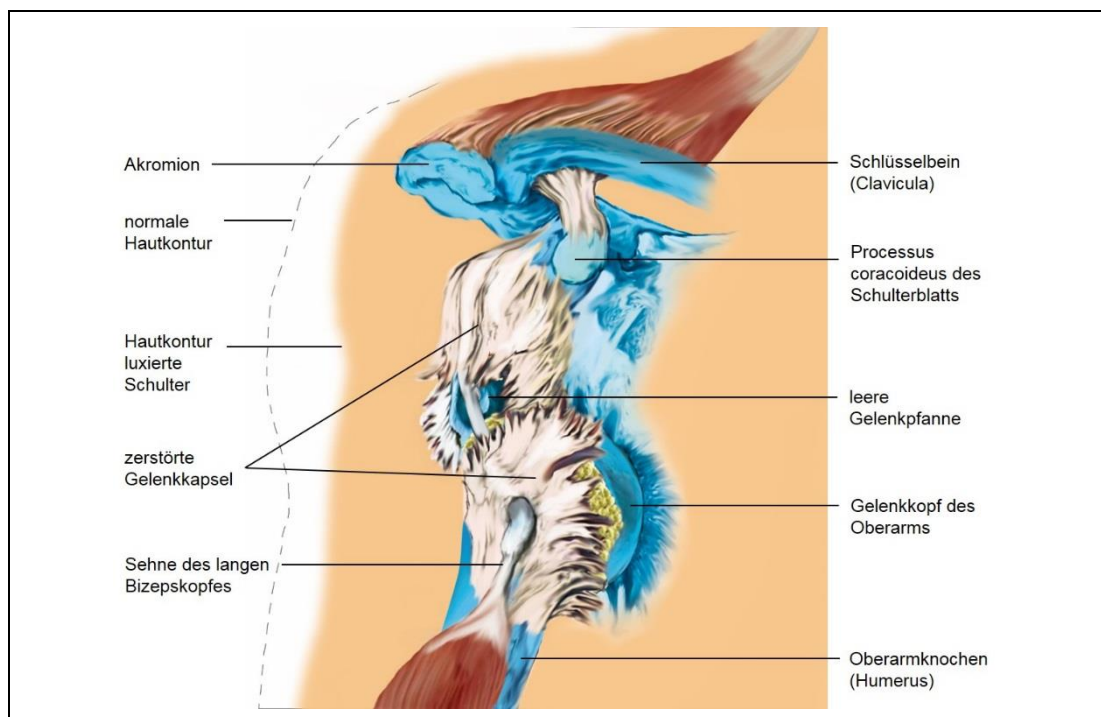


Abb. 42: Vordere Schulterluxation (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Die häufigste Ursache der Schulterluxation ist ein traumatisches Ereignis. Ein plötzliches Festhalten des Armes beim Wurf (z. B. beim Handball), ein Sturz auf den angelehnten Arm, ein Zusammenstoß zweier Sportler (Eishockey, American Football etc.) direkt gegen die Schulter – all dies kann eine Schulterluxation herbeiführen.

Neben diesen traumatischen Ursachen können auch alltägliche normale Belastungen zu Luxationen führen (z. B. auf dem angelehnten Arm liegen oder ein Verrenken im Schlaf). In solchen Fällen spricht man von einer *habituellen Schulterluxation*. Hierbei liegt die Ursache in einer Gelenkdysplasie. Dabei kann z. B. die Gelenkpfanne zu klein oder zu flach ausgeprägt sein, wodurch der Humeruskopf einen noch geringeren bis gar keinen knöchernen Halt mehr finden kann.

Eine weitere Form ist die *rezidivierende Schulterluxation*. Bei dieser Form ist immer erst eine traumatische Schulterluxation vorangegangen. Durch diese Erstverletzung kann eine Impression der Oberarmkopfgelenkfläche an der Stelle auftreten, an der sich der Kopf am Pfannenrand einhängt (*Hill-Sachs-Deformität*, Ehmer, 1998, S. 224). Auch kann durch eine Erstverletzung die knorpelige Gelenkpfannenerweiterung (Labrum glenoidale) vom Pfannenrand abreißen (*Bankart-Läsion*) (Peterson & Renström, 2002, S. 123). Sowohl das Fehlen des Labrums (geringere Gelenkführung) als auch ein Einhaken bei Bewegung in der Hill-Sachs-Delle (und dadurch ein Heraushebeln des Humeruskopfes) führen dann zu weiteren (rezidivierenden) Schulterluxationen bzw. zu einem instabilen Schultergelenk.

Symptome und Diagnose:

Der Oberarm der betroffenen Seite hängt herab (Schonhaltung). Sowohl der in der Achselhöhle leicht hervorstehende Humeruskopf als auch die leere Gelenkpfanne können ertastet werden. Begleitet wird dies von sehr starken Schmerzen. Zur genauen Diagnose wird eine Röntgenaufnahme erstellt.

Therapeutische Behandlungsansätze:

Das Schultergelenk wird so schnell wie möglich reponiert. Dies erfolgt üblicherweise unter Narkose. Zur Vermeidung von rezidivierenden Schulterluxationen wird heutzutage bei einem Labrumabriss dieses wieder operativ befestigt. Auch beim Vorliegen der Hill-Sachs-Delle kann diese wieder aufgerichtet oder durch eine Umstellungsosteotomie so verlagert werden, dass sie bei Bewegungen nicht zum Einhaken führt.

Im Anschluss daran wird der betroffene Arm für ca. 10-14 Tage ruhig gestellt, wobei die Dauer der Immobilisation umstritten ist. Um Einsteifungen des Gelenkes durch bindegewebige Verklebungen (Arthrofibrosen) zu verhindern, wird frühzeitig mit vorsichtigen Mobilisationen begonnen. Dem Heilungsverlauf entsprechend wird weiterführend neben der Mobilisation für eine umfassende und rasche Kräftigung der schultergelenkstabilisierenden Muskulatur gesorgt. Die Rückkehr zur sportlichen Aktivität ist bei jüngeren Sportlern mit unkompliziertem Heilungsverlauf normalerweise ca. 2-3 Monate nach der Verletzung möglich (Peterson & Renström, 2002, S. 125). Bei älteren Personen kann der Zeitraum jedoch durchaus 4-6 Monate betragen.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Neben der Aktivierung des Stoffwechsels der bradytrophen Gewebestrukturen wie z. B. der Kapsel, der Bänder, um den Heilungsprozess zu fördern, ist die Stabilisierung des Schultergelenkes und die Zentrierung des Humeruskopfes in der Schultergelenkpfanne von Bedeutung. Dabei steht besonders die Kräftigung der Rotatorenmanschette, des zweiköpfigen Armbeugers (M. biceps brachii) und der ventralen (vorderen) Schultermuskulatur (M. subscapularis, M. deltoideus pars clavicularis und pars acromialis) im Mittelpunkt des Trainings. Des Weiteren ist eine Verbesserung der Sensorik bzw. der Propriozeption für die Schultergelenkstabilität unabdingbar.

Kontraindikationen:

Eine maximale Außenrotation in Verbindung mit Abduktion im Schultergelenk sollte vermieden werden (z. B. Butterfly). Auch hoch belastende Übungen über Kopf in Außenrotation und Abduktion (z. B. Langhantel-Schulterdrücken bzw. Nackendrücken) und schnelle Bewegungsausführungen (z. B. Wurfübungen) sind nicht empfehlenswert.

Problemspezifische Übungen:

- Schulterinnenrotation am Seilzug (sitzend/stehend), der Oberarm ist am Körper fixiert
- Kurzhantel-Frontheben bis 90° Anteversion
- Kurzhantel-Seitheben bis 90° Abduktion
- Kurzhantel-Bizepscurls im Sitzen/im Stehen, der Oberarm ist am Körper fixiert und leicht außenrotiert
- Schulteraußenrotation am Seilzug (sitzend/stehend) unter Beachtung der ROM (Range of Movement), der Oberarm ist am Körper fixiert
- Schulteraußenrotation am Seilzug (liegend) und Beachtung der ROM, der Oberarm ist leicht abduziert (vgl. Abb. 43)
- Schulterinnenrotation am Seilzug (liegend), der Oberarm ist leicht abduziert (vgl. Abb. 44, Abb. 45)

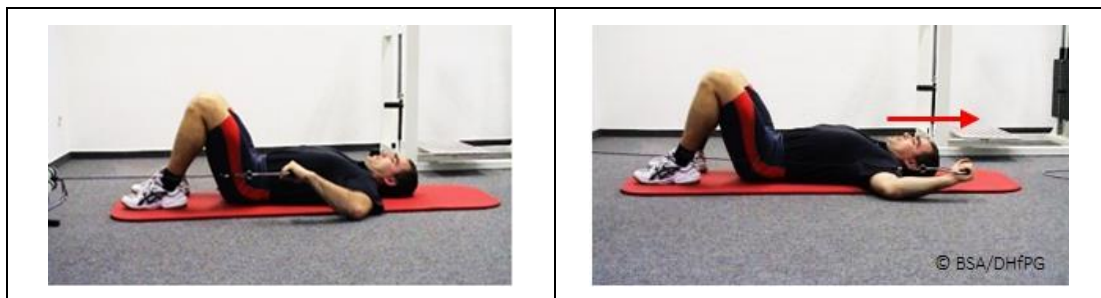


Abb. 43: Schulteraußenrotation mit abduziertem Arm im Liegen (Zug von der Innenrotation in die Außenrotation) (© BSA/DHfPG)

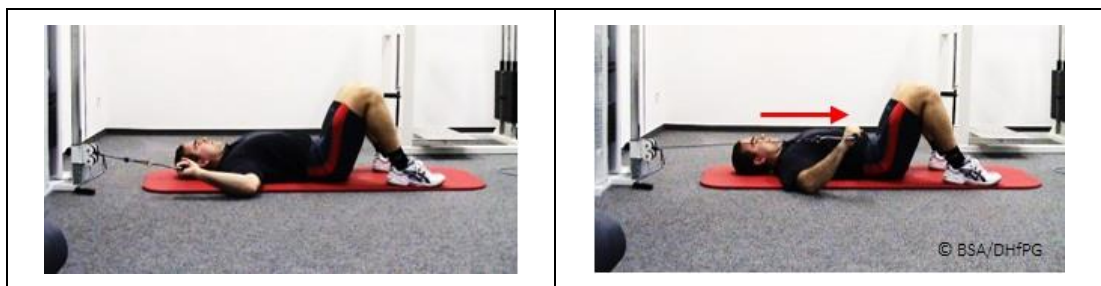


Abb. 44: Schulterinnenrotation mit abduziertem Arm im Liegen (Zug von der Außenrotation in die Innenrotation) (© BSA/DHfPG)



Abb. 45: Schulterinnenrotation (sitzend aus der Schulteraußenrotation) (© BSA/DHfPG)

In Tab. 32 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Schulterluxation bzw. Schulterinstabilität noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 32: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Schulterluxation bzw. Schulterinstabilität (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Schulterluxation	<p>Stoffwechselaktivierung der bradytrophen Gewebsstrukturen wie z. B. Kapsel, Bänder etc.,</p> <p>Verbesserung der Sensorik /Propriozeption der betroffenen Strukturen,</p> <p>aktive Schultergelenkstabilisation,</p> <p>Humeruskopfzentrierung,</p> <p>Kräftigung der ventralen Schultermuskulatur (M. subscapularis, M. deltoideus pars clavicularis und acromialis, M. biceps brachii),</p> <p>Kräftigung der Rotatorenmanschette,</p> <p>Wiedererlangung der vollen aktiven und passiven Gelenkbeweglichkeit</p>	<p>Schulterinnenrotation am Seilzug (Oberarm am Körper fixiert),</p> <p>Kurzhantel-Frontheben bis 90° Anteversion,</p> <p>Kurzhantel-Seitheben bis 90° Abduktion,</p> <p>Kurzhantel-Bizepscurls (Oberarm am Körper fixiert und leicht außenrotiert),</p> <p>Schulteraußenrotation am Seilzug unter Beachtung der ROM (Oberarm am Körper fixiert),</p> <p>Schulterinnenrotation am Seilzug unter Beachtung der ROM (leicht abduzierter Oberarm),</p> <p>Schulteraußenrotation am Seilzug unter Beachtung der ROM (leicht abduzierter Oberarm),</p> <p>Mehrdimensionale Bewegungsmuster im Schultergelenk am Seilzug unter Beachtung der ROM</p>	<p>Luxationsgefährdende Übungen wie z.B. maximale Außenrotation in Kombination mit Abduktion (z. B. Übungen wie Nackendrücken, Butterfly),</p> <p>Schnellkraft- und Wurfübungen</p>

11.1.2 Impingement-Syndrom

Definition:

Beim Impingement-Syndrom kommt es in der anatomischen Enge unter dem Schulterdach (vgl. Abb. 46) zu einer schmerzhaften Funktionsstörung der Schulter durch Anstoßen der Sehne des M. supraspinatus am Vorderrand des Schulterdaches. Bei mittlerer Abduktion (ca. 60-120°) im Glenohumeralgelenk wird im subacromialen Raum die Sehne des M. supraspinatus, der subacromiale Schleimbeutel und die Sehne des langen Bizepskopfes erheblich komprimiert (vgl. Abb. 47).

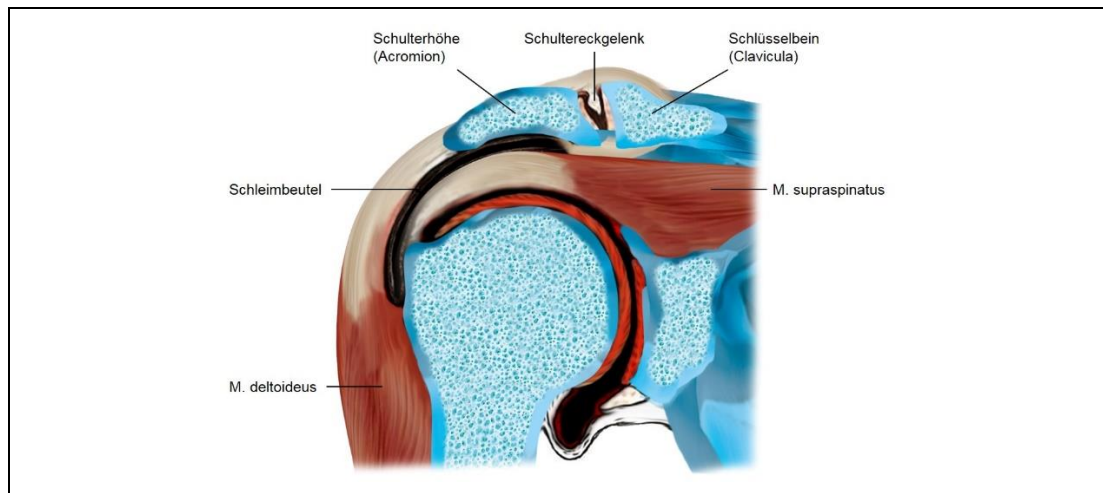


Abb. 46: Schultergelenk (© BSA/DHfPG)

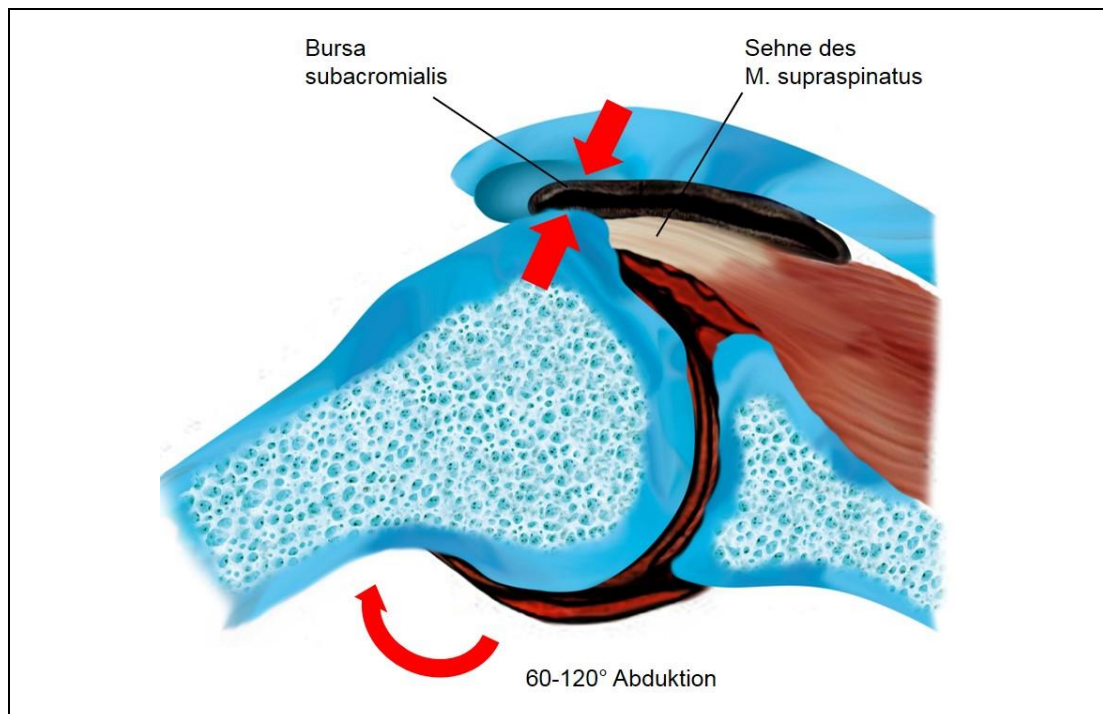


Abb. 47: Schulterengpass-Syndrom (Impingement) (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Grundsätzlich liegt bei jedem Menschen im Glenohumeralgelenk bei Abduktionsbewegungen eine Engpassproblematik vor. Häufiges Über-Kopf-Arbeiten (z. B. bei Wurf-sportarten, Rückschlagspielen oder beim Kraftsport), eine muskuläre Schwäche der Rotatorenmanschette oder aber eine sterno-symphysiale Belastungshaltung (Rundrückenhaltung) bei sitzender Tätigkeit mit leicht abduziertem Oberarm (PC-Arbeitsplatz) begünstigen jedoch die Kompressionsbelastungen der besagten Strukturen. Je häufiger sie gegen das Schulterdach (gebildet vom Akromion, Proc. coracoideus und dem Lig. coracoacromiale) gedrückt werden, desto schlechter wird die Durchblutungssituation. Dies führt im Laufe der Zeit zur Unterversorgung und damit zu degenerativen Veränderungen der Sehne des M. supraspinatus und der langen Bizepssehne.

Symptome und Diagnose:

Neben den tastbaren lokalen Druckschmerzen (Trigger-Punkte) im Bereich der Rotatorenmanschette und der langen Bizepssehne findet sich ein so genannter schmerzhafter Bogen (painful arc): Während der Abduktion des Armes treten Einklemmschmerzen zwischen 60° und 120° auf (vgl. Abb. 48).

Neben der manuellen Diagnostik werden Röntgenaufnahmen (zur Feststellung von z. B. degenerativen Kalksalzablagerungen), Ultraschalluntersuchungen oder aber auch CT-Aufnahmen zur genaueren Abklärung durchgeführt.

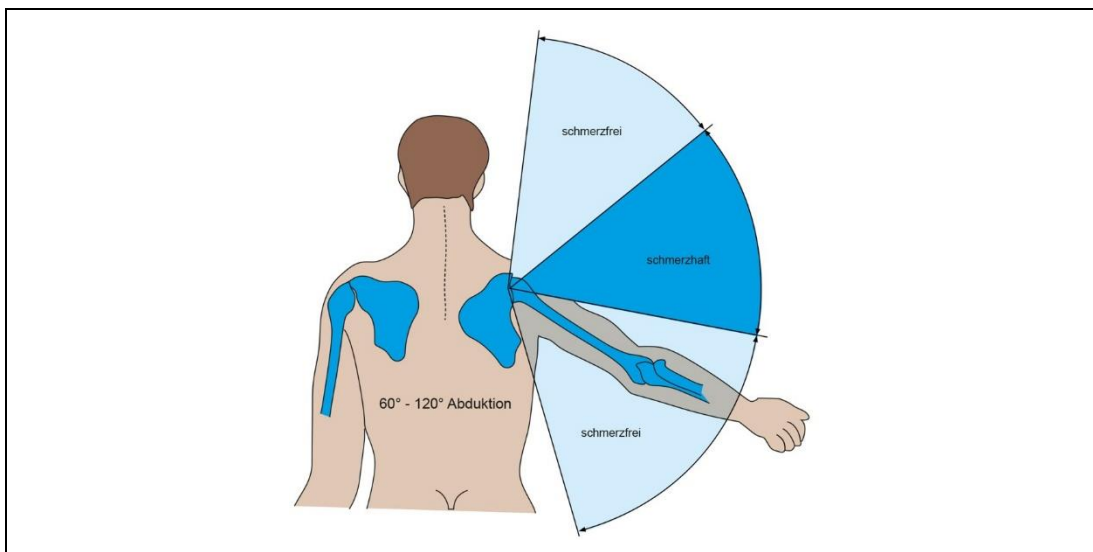


Abb. 48: Schmerzhafter Bogen (Painful arc) (© BSA/DHfPG)

Therapeutische Behandlungsansätze:

Bei der konservativen Behandlung des Impingement-Syndroms stehen neben der medikamentösen Therapie Maßnahmen der physikalischen Therapie (durchblutungs- und stoffwechselfördernde Anwendungen wie z. B. Wärme, Elektrotherapie, Ultraschall) besonders die Physiotherapie, im Vordergrund. Durch manualtherapeutische Techniken wird das Gelenk mobilisiert. Querfriktionen der betroffenen Strukturen führen zur Durchblutungsverbesserung. Hinzu kommt ein Humeruskopfdepressionstraining zur Schulterdachentlastung durch Bizeps-Kräftigungsübungen und Traktionsbehandlungen gekoppelt mit einer Kräftigung der Rotatorenmanschettenmuskulatur.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Die Schulterdachentlastung in Form eines Humeruskopfdepressionstrainings steht neben dem Schultergürtelretraktionstraining zur Vermeidung der sterno-symphysialen Belastungshaltung (BWS-Aufrichtung) im Vordergrund. Zur vorsichtigen Stoffwechsellaktivierung kann durch geringgradige Abduktion der M. supraspinatus trainiert werden. Bei leicht abduziertem Arm sind die versorgenden Gefäße des M. supraspinatus gut gefüllt (Hochschild, 2002, S. 89–132).

Kontraindikationen:

Sämtliche Übungen, die eine Kompressionsbelastung provozieren, wie z. B. Abduktionsbewegungen über 60° hinaus (Seitheben bis 90°), aber auch Bankdrücken, Schrägbankdrücken und Schulterdrücken sollten vermieden werden.

Problemspezifische Übungen:

- Ruderzug horizontal eng mit bewusster Skapularetraktion (vgl. Abb. 49)
- Schulteradduktion stehend am Seilzug (aus 60° Abduktion den gestreckten Arm adduzieren) (vgl. Abb. 50 und Abb. 51)
- Bizepscurls (Oberarm ist am Körper fixiert und leicht außenrotiert; das Caput longum des M. biceps brachii unterstützt die Depression des Humeruskopfes (Hochschild, 2002, S. 89–132; Halder, 2010, S. 15)
- Schulteraußenrotation am Seilzug (sitzend/stehend/liegend), der Oberarm ist am Körper fixiert (die Rotatoren bewirken eine Zentrierung des Humeruskopfes im Schultergelenk, vgl. Abb. 52)
- Butterfly reverse (Arme < 60° Abduktion)
- Pendelübungen mit der Kurzhantel (stehend, liegend auf einer Bank)
- Traktion des Schultergelenks (manuell oder über eine Handschlaufe am Seilzug)
- Schulterabduktion bis max. 60° (Seilzug/ Kurzhantel; vgl. Abb. 53)



Abb. 49: Ruderzug horizontal eng mit bewusster Skapularetraktion (© BSA/DHfPG)



Abb. 50: Schulteradduktion aus ca. 60° Abduktion in die Adduktion (© BSA/DHfPG)



Abb. 51: Schulteradduktion aus ca. 60° Abduktion in die Adduktion (kurzer Hebelarm) (© BSA/DHfPG)



Abb. 52: Schulteraußenrotation (sitzend aus Schulteradduktion) (© BSA/DHfPG)



Abb. 53: Schulterabduktion aus ca. 10° Abduktion bis in ca. 60° Abduktion (in leichter Abduktionsstellung reduziert sich die nach oben gegen das Schulterdach gerichtete Kraftkomponente des M. Deltoideus) (© BSA/DHfPG)

In Tab. 33 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Impingementproblematik noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 33: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Impingementproblematik (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Impingement-Syndrom (Schulterengpass-Syndrom)	Stoffwechselaktivierung der Supraspinatussehne, Wiedererlangung der aktiven und passiven Beweglichkeit im Schultergelenk, Vermeidung der sternosymphysiale-Belastungshaltung, Schulterdachentlastung Kräftigung der schulteradduzierenden Muskulatur, Depression des Humeruskopfes, Zentrierung des Humeruskopfes, Kräftigung der Rotatorenmanschette (SWP: Außenrotatoren) Förderung der BWS-Aufrichtung, Kräftigung der interscapulären Muskulatur, Depression des Schultergürtels	Ruderzug horizontal eng mit bewusster Skapularetraktion, Butterfly reverse (Arme < 60° abduziert), Schulteradduktion am Seilzug aus 60° Abduktion, Bizepscurl am Seilzug oder Kurzhantel (Oberarme am Körper fixiert), Schulteraußenrotation am Seilzug (Oberarm am Körper fixiert), Schulterabduktion am Seilzug bis ca. 60° Abduktion, Pendelübungen mit der Kurzhantel, Traktion des Schultergelenkes am Seilzug	Impingementauslösende Bewegungen bzw. Übungen: z. B. starke Abduktionsbewegungen > 60°, Übungen wie z. B. Seitheben, Bankdrücken; Über-Kopf-Arbeit, z. B. Nackendrücken; Kompressionsbelastungen des Schultergelenkes, z. B. Dips

11.1.3 Rotatorenmanschettenruptur

Die Rotationsbewegung (Außen- und Innenrotation) im Schultergelenk wird durch die so genannte Rotatorenmanschette ermöglicht. Sie besteht aus dem *kleinen Rundmuskel* (M. teres minor), einem Außenrotator, dem *Untergrätenmuskel* (M. infraspinatus), einem Außenrotator, dem *Obergrätenmuskel* (M. supraspinatus), einem Außenrotator und Abduktor sowie dem *Unterschulterblattmuskel* (M. subscapularis), dem einzigen Innenrotator der Rotatorenmanschette (vgl. Abb. 54, Abb. 55 und Abb. 56).

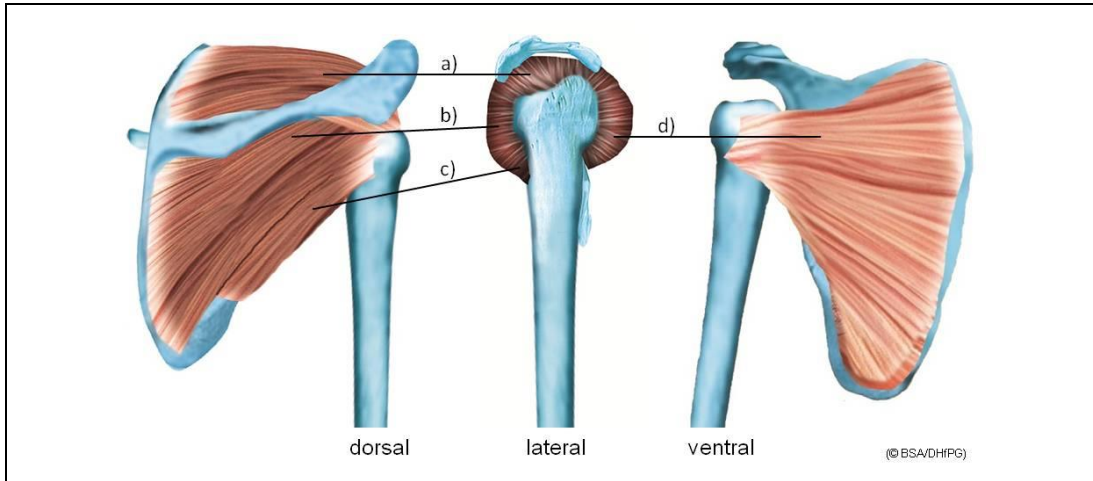


Abb. 54: Rotatorenmanschette des Schultergelenks a) M. supraspinatus, b) M. infraspinatus, c) M. teres minor, d) M. subscapularis (© BSA/DHfPG)

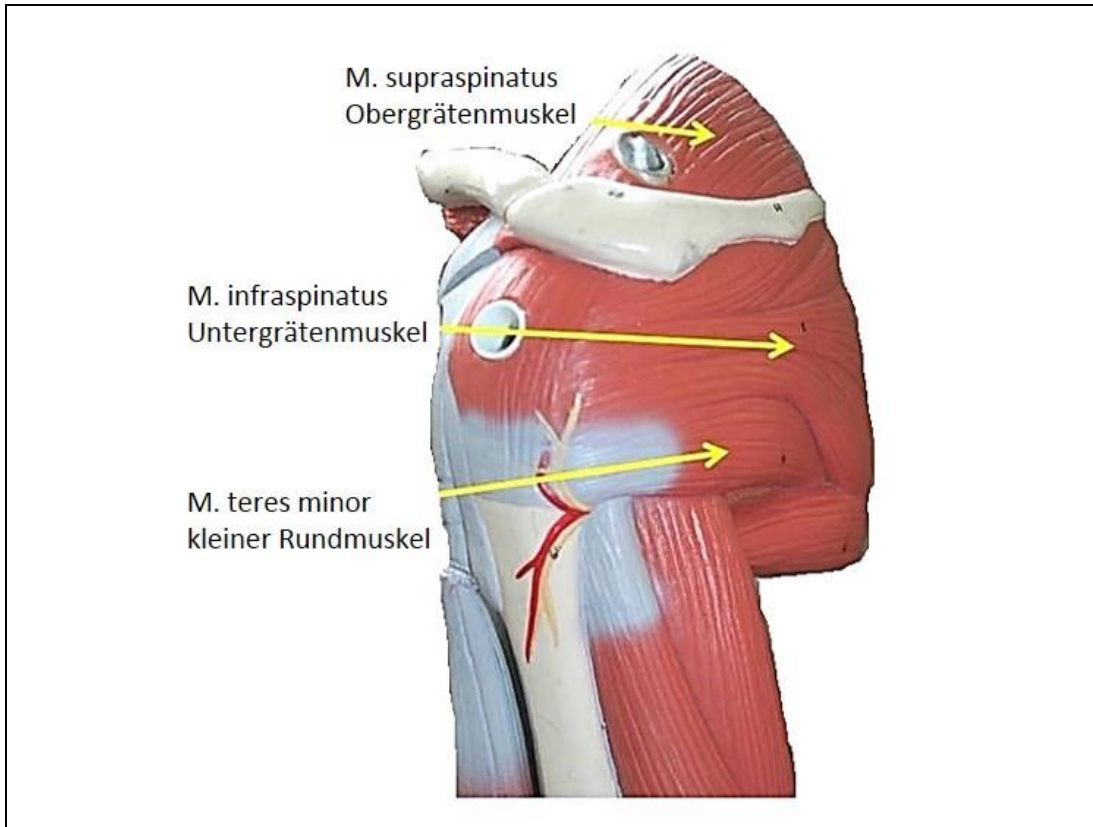


Abb. 55: Rotatorenmanschette des Schultergelenks – Ansicht von dorsal: M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor (© BSA/DHfPG)

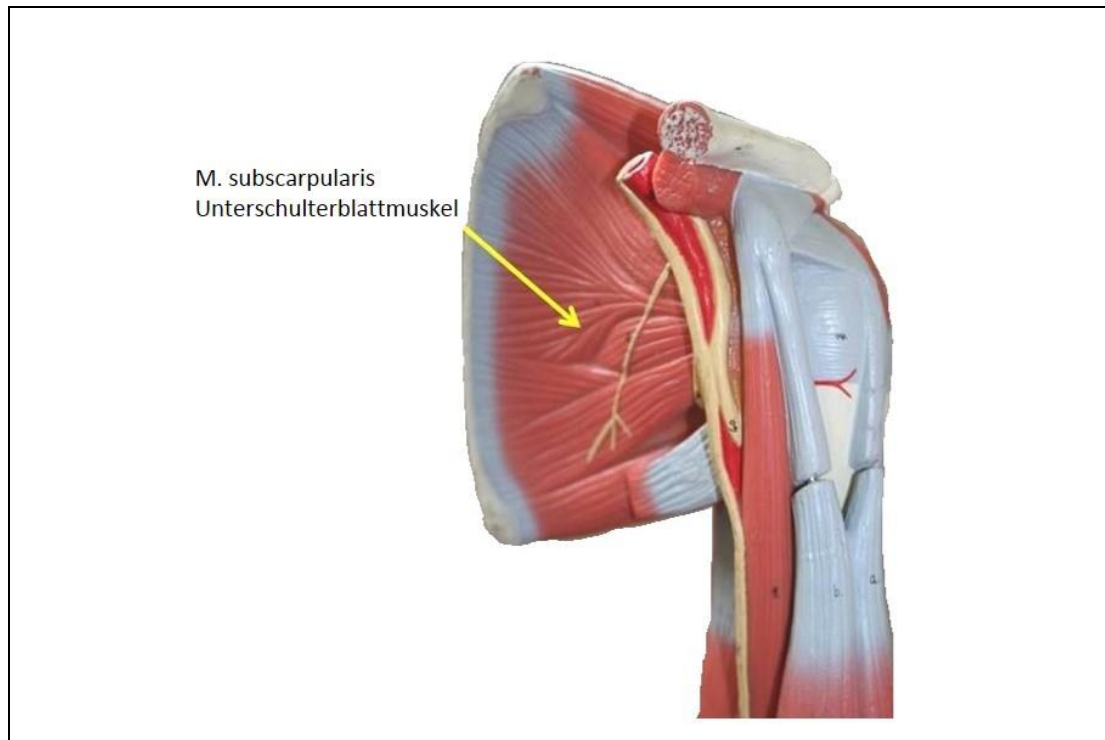


Abb. 56: Rotatorenmanschette des Schultergelenks – Ansicht von ventral: M. subscapularis (© BSA/DHfPG)

Definition:

Riss oder Teilriss eines oder mehrerer Schulterrotatoren meist auf Grund degenerativer Veränderungen infolge von mechanischer Überlastung (vgl. Abb. 57).

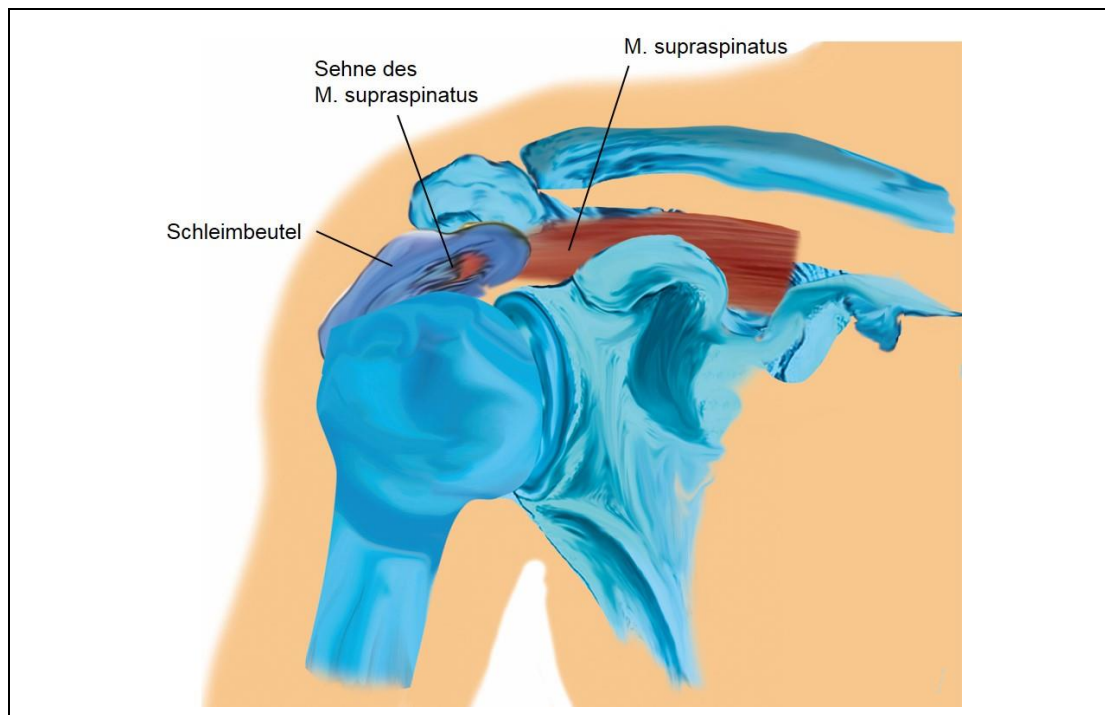


Abb. 57: Mittelgroßer Rotatorenmanschettenriss (Supraspinatussehne) (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Die eigentliche Ruptur einer oder mehrerer Rotatoren tritt in der Regel spontan ohne größere Gewalteinwirkung auf Grund stark degenerierter Muskel-Sehnen-Strukturen, in seltenen Fällen jedoch auch bei stärkeren Traumen, z. B. in Verbindung mit einer Oberarmkopffraktur oder einer Schulterluxation auf.

Auf Grund der subacromialen Enge bei mittlerer Abduktion im Glenohumeralgelenk werden die Sehnenstrukturen eingeengt, komprimiert und schlecht durchblutet. Aus dieser Impingementproblematik entwickelt sich über Jahre hinweg eine stark degenerierte, ausgedünnte und aufgesplissene Sehnenstruktur, welche schließlich teilweise oder komplett reißen kann (Yadav, Nho, Romeo & MacGillivray, 2009, S. 409).

Symptome und Diagnose:

Bei aktiven Rotationsbewegungen und/oder Abduktionsbewegungen in der betroffenen Schulter treten Schmerzen auf bzw. es ist kaum eine oder gar keine Bewegung möglich. Hingegen ist ein passives Durchbewegen der Schulter möglich.

Mithilfe einer Sonografie und/oder einer MRT-Aufnahme ist der genaue Ort der Ruptur feststellbar.

Therapeutische Behandlungsansätze:

Besonders bei Teilrupturen, aber auch bei Totalrupturen ist eine konservative Behandlung durchführbar. Nach einer Schmerzreduktion erfolgt die Erhaltung bzw. Verbesserung der vorhandenen Beweglichkeit durch mobilisierende Übungen im Zusammenhang mit Kräftigung der noch möglichen Restfunktionen der Rotatorenmanschette.

Bei der operativen Vorgehensweise wird die defekte Sehnenstruktur rekonstruiert und der subakromiale Raum erweitert (durch Entfernung des Lig. coracoacromiale und Teilentfernung des Akromions). Dadurch sollen keine weiteren Impingementprobleme bei der wiederhergestellten Sehne auftreten (Diemer & Sutor, 2010, S. 216–220).

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Zur Schulterdachentlastung sollten Humeruskopfdepressionsübungen und eine Verbesserung der vorhandenen Rotatorenmanschettenleistungsfähigkeit erfolgen.

Kontraindikationen:

Sämtliche Übungen, die eine Kompressionsbelastung provozieren, wie z. B. Abduktionsbewegungen über 60° hinaus (Seitheben bis 90°), aber auch Bankdrücken, Schrägbankdrücken und Schulterdrücken sowie schnellkräftige Bewegungen, wie z. B. Wurfbewegungen, sind kontraindiziert.

Problemspezifische Übungen:

- Schulteraußenrotation am Seilzug (sitzend/stehend/liegend), der Oberarm ist am Körper fixiert
- Schulteraußenrotation am Seilzug (liegend), der Oberarm ist leicht abduziert
- Schulterinnenrotation am Seilzug (sitzend/stehend/liegend), der Oberarm ist am Körper fixiert

- Schulterinnenrotation am Seilzug (liegend), der Oberarm ist leicht abduziert
- Bizepscurls (Oberarm am Körper fixiert)

In Tab. 34 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Rotatorenmanschettenruptur noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 34: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Rotatorenmanschettenruptur
(© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Rotatorenmanschettenruptur	Stoffwechselaktivierung des bradytrophen Gewebsstrukturen des Schultergelenkes, Kräftigung der Rotatorenmanschette, Depression des Humeruskopfes	Schulteraußenrotation am Kabelzug mit fixiertem oder leicht abduziertem Oberarm, Schulterinnenrotation am Kabelzug mit fixiertem oder leicht abduziertem Oberarm, Bizepscurls mit Kurzhantel, Seilzug (Oberarme am Körper fixiert)	Kompressionsbelastungen (besonders über Kopf), Abduktionsübungen (besonders über 90°, z. B. Seitheben, Bank- und Schrägbankdrücken), Schnellkraftübungen wie z. B. Wurfübungen



Übung 11.2

Stellen Sie sich vor, ein Kunde kommt auf der Trainingsfläche mit folgendem Problem auf Sie zu: Er hat gelegentlich leichte Schmerzen im rechten Schultergelenk. Die Problematik tritt insbesondere beim Flachbankdrücken, beim Nackendrücken und beim Kurzhantel-Seitheben auf.

1. Beschreiben Sie Ihre methodische Vorgehensweise in diesem Fall.
2. Um welche Problematik könnte es sich bei diesem Kunden möglicherweise handeln und worin könnten die Ursachen der Beschwerden liegen?
3. Welche problemspezifischen Übungen würden Sie diesem Kunden aus rehabilitativer sowie aus präventiver Sicht empfehlen.



Zusammenfassung

- Zu den häufigsten Verletzungs- bzw. Beschwerdebildern des Schultergelenkes gehören die Schulterluxation und eine daraus resultierende Schulterinstabilität, das Impingement-Syndrom und die Rotatorenmanschettenruptur.
 - Bei der *Schulterluxation* springt der Humeruskopf aus der Gelenkpfanne heraus. Die häufigste Luxation findet dabei nach vorne unten statt. Die Ursache ist meistens ein traumatisches Ereignis. Therapeutisch wird das luxierte Gelenk zunächst reponiert. Anschließend wird der betroffene Arm für ca. zwei Wochen ruhig gestellt. Das Ziel des anschließenden Rehabilitationstrainings besteht in erster Linie in einer Stabilisierung des Schultergelenkes durch eine Kräftigung der Rotatorenmanschette und des M. biceps brachii.
 - Bei einem *Impingement-Syndrom* (Schulterengpass-Syndrom) kommt es zu einer Einklemmungsproblematik im subacromialen Raum. Davon sind vor allem die Supraspinatussehne und der subacromiale Schleimbeutel betroffen. Die Beschwerden treten besonders in einer Abduktionsstellung zwischen 60-120° auf. Die Ursachen liegen in einer muskulären Schwäche der Rotatoren, in häufigem Über-Kopf-Arbeiten und in einer sterno-symphysialen Belastungshaltung. Als Behandlungsmaßnahmen stehen die physikalische Therapie und die Physiotherapie im Vordergrund. Die Ziele des rehabilitativen Trainings sind eine Kräftigung der Schulterrotatoren, eine Schulterdachentlastung durch ein Humeruskopfdepressionstraining sowie eine Vermeidung der sterno-symphysialen Belastungshaltung.
 - Unter einer *Rotatorenmanschettenruptur* versteht man einen Riss oder Teilriss eines oder mehrerer Schulterrotatoren. Die Ursache liegt oft in degenerativen Veränderungen der Muskel-Sehnen-Strukturen, welche z. B. auf eine Impingementproblematik zurückgeführt werden kann. Therapeutisch sind sowohl eine konservative als auch operative Behandlung möglich. Die vorrangigen Ziele des rehabilitativen Trainings sind eine Kräftigung der Schulterrotatoren und eine Schulterdachentlastung durch ein Humeruskopfdepressionstraining.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Was versteht man unter einer Schulterluxation und welche Luxationsart tritt am häufigsten auf?
2. Formulieren Sie die Ziele des rehabilitativen Trainings bei einer Schulterluxation.
3. Erläutern Sie, warum die Übung Butterfly bei einer Schulterluxation kontraindiziert ist.
4. Beschreiben Sie mit eigenen Worten die Ursachen einer Impingementproblematik.
5. In welcher Bewegungsrichtung und in welchem Winkelgrad tritt der so genannte schmerzhafte Bogen auf?
6. Finden Sie für einen fortgeschrittenen Bodybuilder mit einer Impingementproblematik eine Erklärung, warum er bei seinem Training auf die Übung Nackendrücken zunächst verzichten sollte. Geben Sie ihm gleichzeitig Empfehlungen für problemspezifische Übungen.
7. Nennen Sie die einzelnen Muskeln der Rotatorenmanschette und ihre jeweilige Funktion.
8. Was versteht man unter einem Humeruskopfdepressionstraining?

11.2 Krankheitsbilder des Ellenbogengelenkes

11.2.1 Epicondylitis humeri radialis

Definition:

Eine schmerzhafte Sehnen-Ansatzreizung (Insertionstendopathie) der handgelenk- und fingerstreckenden Muskulatur am radialen Epicondylus des Oberarmes bezeichnet man als Epicondylitis humeri radialis. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom so genannten Tennisellenbogen (vgl. Abb. 58). Auch wenn die allgemein fälschlich gebrauchte Bezeichnung einer lateralen Epikondylitis einen entzündlichen Prozess nahe legt (die Endung „-itis“ bezeichnet einen entzündlichen Prozess), wird die Pathogenese des Tennisellenbogens primär durch degenerative Veränderungen des Sehnenansatzes bestimmt (Hach & Renström, 2001, S. 155).

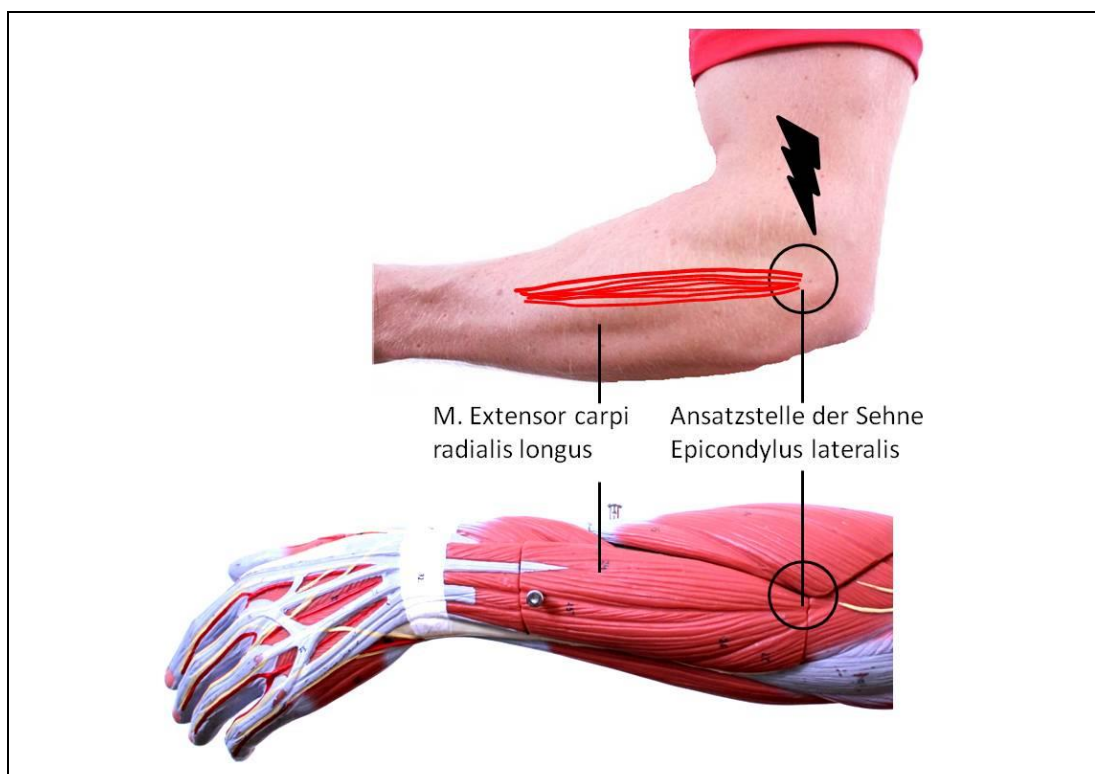


Abb. 58: Epicondylitis humeri radialis (Tennisellenbogen) (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Einseitige intensive und ungewohnte Belastungen führen zu einer Überbeanspruchung der Sehnen der Handgelenkextensoren. Geringe Pausen und häufiges Arbeiten im anaeroben Stoffwechsel (z. B. durch intensives Schraubendrehen, intensive Putz-/Scheuerbewegungen, Tennisspielen mit falscher Schlagtechnik, Tippen auf der Computertastatur) überfordern schließlich die arbeitende Muskulatur und deren Sehnenansätze. Besonders exzentrische Muskelarbeit und die dadurch verursachte Mikrotraumatisierung sind eine häufige Ursache der Überlastung. Meist sind der M. extensor carpi radialis brevis und der M. extensor digitorum communis davon betroffen (Hach & Renström, 2001, S. 155).

Symptome und Diagnose:

Neben Schmerzen im direkten Sehnenansatzbereich am lateralen Epikondylus, verbunden mit Muskelschwäche und zum Teil stechenden Schmerzen bei Bewegung (z. B. bei Dorsalextension des Handgelenkes in Pronationsstellung und gestrecktem Ellenbogen), sind auch Ausstrahlungen in den Unterarm bis in die Hand, aber auch in den Oberarm bis hin zur Halswirbelsäule keine Seltenheit.

Therapeutische Behandlungsansätze:

In der konservativen Therapie wird versucht, durch Ruhigstellung die Be- bzw. Überlastungen zu vermeiden. Auch Epicondylitis-Spangen sollen Entlastung bringen. Unterstützend können Kortisoninjektionen helfen.

Daneben wird auch versucht, die Stoffwechsellage günstig zu beeinflussen. Querfraktionen mit Eis, Wärmebehandlungen, Elektrotherapie und Ultraschall, aber auch Eigendehnungen und leichte muskuläre Aktivitäten kommen hier zum Einsatz. Ein weiterer konservativer Weg ist die Behandlung der Wirbelsäule mit eventueller Lösung von Blockaden. Eine letzte Möglichkeit stellt die Operation dar. Hierbei werden die schmerzhaften Muskelteilansätze abgelöst.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Die langsame Stoffwechselaktivierung der Muskel- und Sehnenstrukturen über ein bradytrophes Gewebetraing, leicht mobilisierende und dehnende Bewegungen führen zur langsamen Wiederherstellung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit. Beim Krafttraining werden zu Beginn konzentrische Belastungen empfohlen, später sollte jedoch auch – eine ausreichende Belastbarkeit der Sehnen vorausgesetzt – zu einem exzentrischen Training übergegangen werden (Hach & Renström, 2001, S. 157). Dabei ist Schmerz ein nützlicher Indikator für die Intensitätssteigerung im Krafttraining.

Kontraindikationen:

Während der akuten Entzündungsphase darf auf keinen Fall mit Kraftübungen begonnen werden. Auch ungewohnte intensive Bewegungen und eine ruckhafte, schnelle Bewegungsausführung mit hohem Gewicht sind kontraindiziert.

Problemspezifische Übungen:

- Handgelenkextensionsbewegung mit der Kurzhantel (Unterarm ist auf einer Bank fixiert) (vgl. Abb. 59)
- Seilwickeln unter Einsatz der Handgelenkextensoren (vgl. Abb. 60)
- Radialabduktion mit der Kurzhantel oder dem Theraband (vgl. Abb. 61)
- Bizepscurls im Obergriff/Pronationsgriff mit der Kurzhantel
- mehrmals täglich dosiertes Dehnen der Handgelenkextensoren und -flexoren bei völlig gestrecktem Ellenbogengelenk
- Fingerextensionsübungen mit dem Theraband

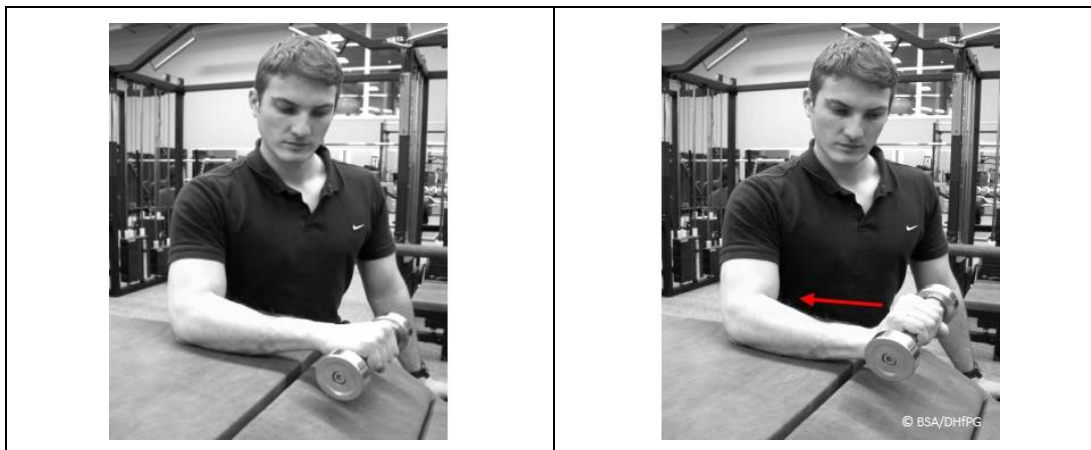


Abb. 59: Handgelenkextension mit der Kurzhantel (Unterarm ist fixiert) (© BSA/DHfPG)



Abb. 60: Seilwickeln mit Handgelenkextensoreneinsatz (© BSA/DHfPG)

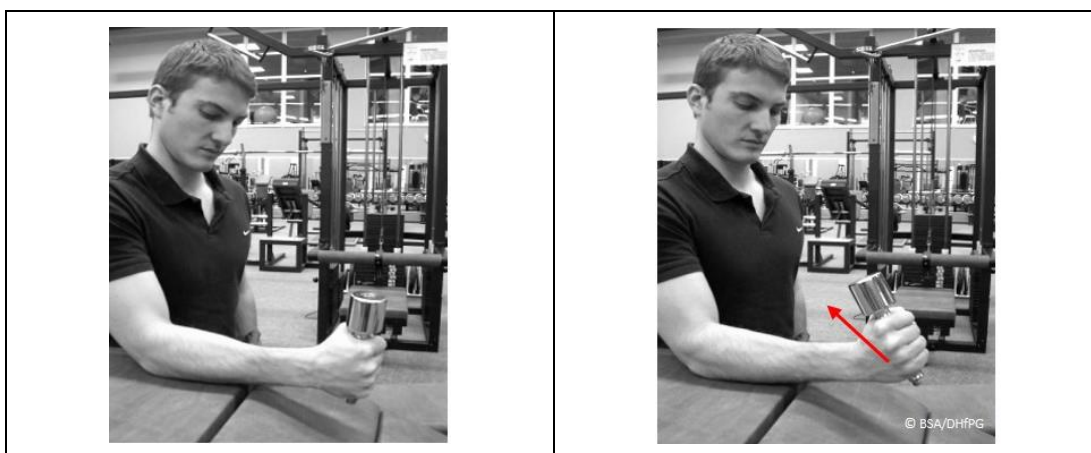


Abb. 61: Radialabduktion mit der Kurzhantel (© BSA/DHfPG)

In Tab. 35 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einem Tennisellenbogen noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 35: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einem Tennisellenbogen (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Epicondylitis humeri radialis (Tennisellenbogen)	Stoffwechselaktivierung der bradytrophen Gewebestrukturen (z. B. Sehnenansätze), Wiedererlangung der aktiven und passiven Bewegungsmöglichkeiten im Handgelenk, Kräftigung der Handgelenksexensoren	Handgelenkextensionsbewegungen mit der KH, Seilwickeln unter Einsatz der Handgelenkextensoren, Radialabduktion mit der Kurzhantel oder dem Theraband, Bizepscurls im Obergriff/Pro-nationsgriff, Dehnung der Handgelenkflexoren- und Extensoren, Fingerextensionsübungen mit dem Theraband, Handgelenkstabilisation mit dem GyroTwister™	Übungen bei akuter Entzündung, ungewohnte Bewegungen, intensive muskuläre Beanspruchung, z.B. ruckhafte, schnelle, ungewohnte Belastungen und intensive Belastungen

11.2.2 Epicondylitis humeri ulnaris

Definition:

Eine schmerzhafte Sehnen-Ansatzreizung (Insertionstendopathie) der handgelenk- und fingerbeugenden Muskeln am ulnaren Epicondylus des Oberarmes bezeichnet man als Epicondylitis humeri ulnaris. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom so genannten Golferellenbogen (vgl. Abb. 62).

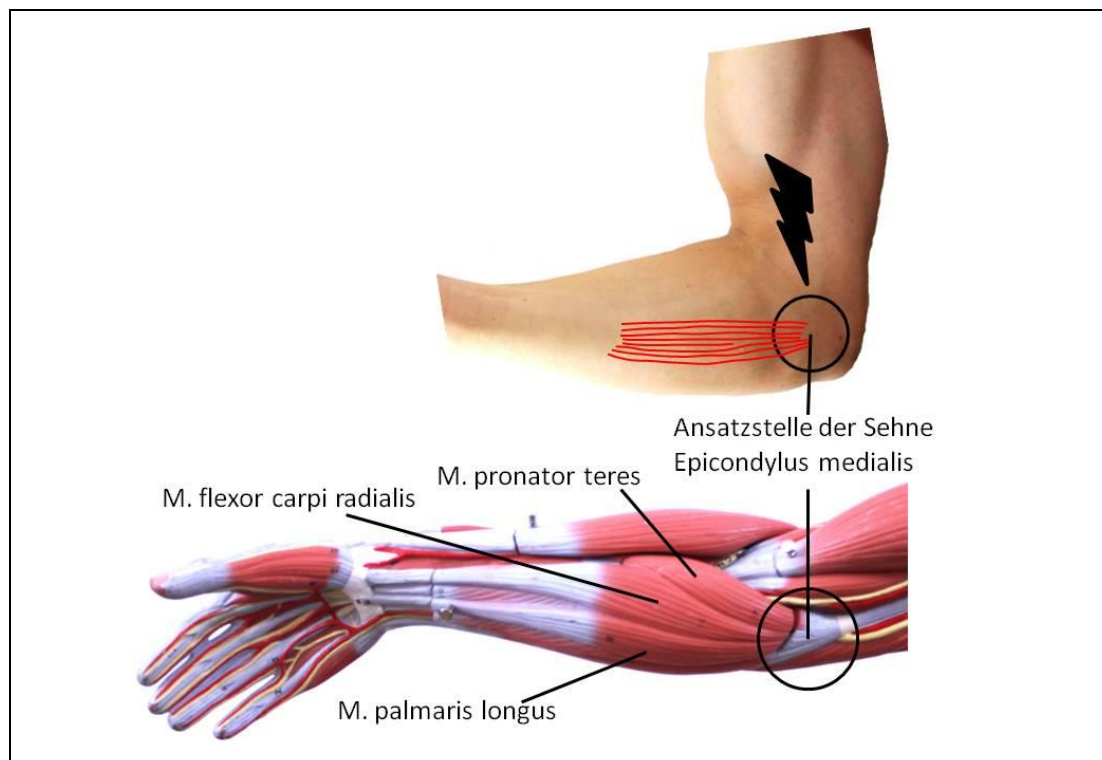


Abb. 62: Epicondylitis humeri ulnaris (Golferellenbogen) (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Einseitige intensive und ungewohnte Belastungen der handgelenk- und fingerbeugenden Muskeln führen zu einer Überbeanspruchung (Mc Hardy, Pollard & Luo, 2007, S. 1354). Geringe Pausen und häufiges Arbeiten im anaeroben Stoffwechsel überfordern schließlich die arbeitende Muskulatur (z. B. durch intensives Schraubendrehen, intensive Putz-/Scheuerbewegungen, intensives Golfspielen mit falscher Schlagtechnik). Die wesentlichen pathologischen Veränderungen finden sich am Ursprung des M. pronator teres, M. palmaris longus und M. flexor carpi radialis, nahe am Epicondylus medialis (Peterson & Renström, 2002, S. 169).

Symptome und Diagnose:

Neben Schmerzen im direkten Sehnenansatzbereich, verbunden mit einer Muskelschwäche und zum Teil stechenden Schmerzen bei Bewegung, sind auch Ausstrahlungen in den Unterarm bis in die Hand, aber auch in den Oberarm bis hin zur Halswirbelsäule keine Seltenheit.

Therapeutische Behandlungsansätze:

In der konservativen Therapie wird versucht, durch Ruhigstellung die Be- bzw. Überlastungen zu vermeiden. Auch Epicondylitis-Spangen sollen Entlastung bringen. Unterstützend können Kortisoninjektionen helfen.

Daneben wird auch versucht, die Stoffwechsellage günstig zu beeinflussen. Querfraktionen mit Eis, Wärmebehandlungen, Elektrotherapie und Ultraschall, aber auch Eigendehnungen und leichte muskuläre Aktivitäten kommen hier zum Einsatz. Ein weiterer konservativer Weg ist die Behandlung der Wirbelsäule mit eventueller Lösung von Blockaden. Eine letzte Möglichkeit stellt die Operation dar. Hierbei werden die schmerzhaften Muskelteilansätze abgelöst.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Die langsame Stoffwechselaktivierung der Muskel- und Sehnenstrukturen über ein bradytrophes Gewebetraing, leicht mobilisierende und dehnende Bewegungen führen zur langsamen Wiederherstellung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit.

Kontraindikationen:

Während der akuten Entzündungsphase darf auf keinen Fall mit Kraftübungen begonnen werden. Auch ungewohnte intensive Bewegungen und eine ruckhafte, schnelle Bewegungsausführung mit hohem Gewicht sind kontraindiziert.

Problemspezifische Übungen:

- Handgelenkflexionsbewegung mit der Kurzhantel (Unterarm ist auf einer Bank fixiert)
- Seilwickeln unter Einsatz der Handgelenkflexoren (vgl. Abb. 64)
- Ulnarabduktion mit der Kurzhantel oder dem Theraband (vgl. Abb. 65)
- Bizepscurls im Untergriff/Supinationsgriff mit der Kurzhantel
- Dehnen der Handgelenksflexoren und –Extensoren
- Faustschlussübungen mit dem Schaumstoffball

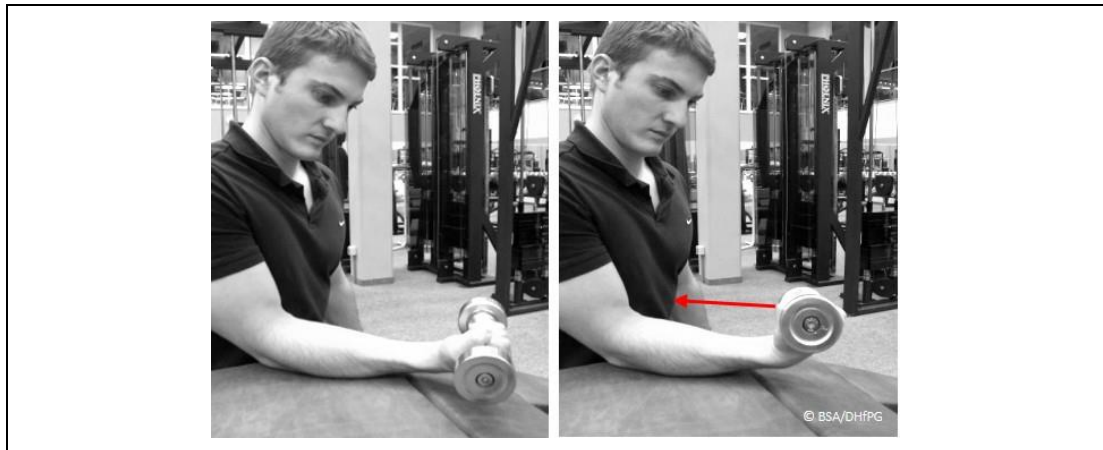


Abb. 63: Handgelenkflexion mit der Kurzhantel (Unterarm ist fixiert) (© BSA/DHfPG)



Abb. 64: Seilwickeln mit Handgelenkflexoreneinsatz (© BSA/DHfPG)

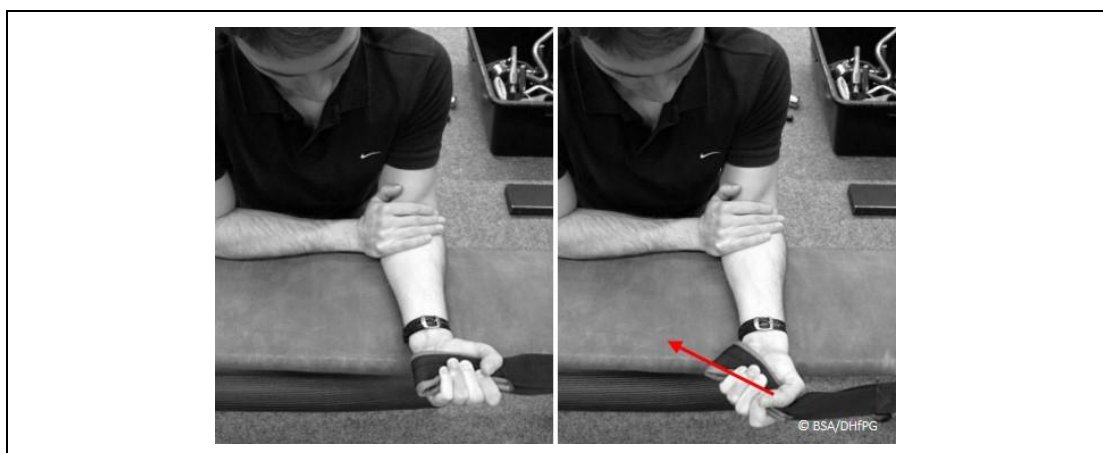


Abb. 65: Ulnarabduktion mit dem Theraband (© BSA/DHfPG)

In Tab. 36 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einem Golferellenbogen noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 36: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einem Golferellenbogen (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Epicondylitis humeri ulnaris (Golferellenbogen)	Stoffwechselaktivierung der bradytrophen Gewebestrukturen (Sehnenansätze), Kräftigung der Handgelenksflexoren, Wiedererlangung der aktiven und passiven Bewegungsmöglichkeiten im Handgelenk,	Handgelenksflexionsübungen mit der KH, Seilwickeln unter Einsatz der Handgelenksflexoren, Ulnarabduktion mit der KH oder dem Theraband, Bizepscurls im Untergriff /Supinationsgriff mit der KH, Dehnung der Handgelenksflexoren- und Extensoren Faustschlussübungen mit dem Schaumstoffball, Handgelenkstabilisation mit dem GyroTwister™	Übungen bei akuter Entzündung, ungewohnte Bewegungen, intensive muskuläre Beanspruchung, z.B. ruckhafte, schnelle, ungewohnte und intensive Belastungen



Zusammenfassung

- Zu den häufigsten Beschwerdebildern des Ellenbogengelenks gehören die so genannte Epicondylitis humeri ulnaris und Epicondylitis humeri radialis.
 - Bei einer *Epicondylitis humeri ulnaris* (Golferellenbogen) handelt es sich um eine Sehnen-Ansatzreizung der handgelenk- und fingerbeugenden Muskeln am ulnaren Epikondylus des Oberarms.
 - Bei einer *Epicondylitis humeri radialis* (Tennisellenbogen) handelt es sich um eine Sehnen-Ansatzreizung der handgelenk- und fingerstreckenden Muskeln am radialen Epikondylus des Oberarms.
 - Die Ursachen sind beim Golferellenbogen meist einseitige, intensive und ungewohnte Belastungen bzw. eine Überlastung der Handgelenkflexoren. Beim Tennisellenbogen gilt der gleiche Sachverhalt für die Handgelenkextensoren.
 - Auch Blockaden im Bereich der Hals- bzw. Brustwirbelsäule können als Ursache in Betracht kommen.
 - Therapeutisch soll zunächst durch eine temporäre Ruhigstellung eine Entlastung erreicht werden. Daneben wird versucht, durch physikalische Maßnahmen die Stoffwechsellage günstig zu beeinflussen.
 - Die Ziele des rehabilitativen Trainings sind die Verbesserung der Stoffwechselsituation der betroffenen Muskulatur durch ein bradytrophes Training und die Muskeldehnung und -kräftigung.
 - Bei einem Golferellenbogen sollten vornehmlich die Handgelenkflexoren und bei einem Tennisellenbogen die Handgelenkextensoren gekräftigt werden.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen einer Epicondylitis humeri ulnaris und einer Epicondylitis humeri radialis.
2. Welche Rolle spielt das bradytrophe Training bei einer Epicondylitis?
3. Erläutern Sie den Stellenwert des exzentrischen Trainings bei einem Tennisellenbogen.
4. Formulieren Sie die Trainingsgrundsätze (Ziele, Übungen, Kontraindikationen) bei einem Golfer- und einem Tennisellenbogen.

11.3 Krankheitsbilder der Wirbelsäule

11.3.1 Bandscheibenprotrusion

Die Bandscheiben oder Zwischenwirbelscheiben (Discus intervertebralis) sind integrierender Bestandteil der Bewegungssegmente der Wirbelsäule und haben einen großen Einfluss auf deren Beanspruchbarkeit und Beweglichkeit.

Die Bandscheibe ist aus einem zentral liegendem Kern (Nucleus pulposus) und einem Faserring (Anulus fibrosus, vgl. Abb. 66) aufgebaut. Der Bandscheibenkern besteht dabei aus Knorpelgewebe. Dessen Aufgabe ist es, auf die Bandscheibe wirkende Druckbelastungen aufzunehmen und weiterzuleiten. Der Bandscheibenkern wird von dem inneren und äußeren Faserring ummantelt. Der äußere Faserring besteht aus kollagenen Fasern und hat auf Grund des relativ hohen Elastingehaltes den Charakter von bandartigem Gewebe. Durch die Beschaffenheit des Anulus fibrosus ist es möglich, auf die Bandscheibe einwirkende Zugbelastungen aufzufangen. Nicht unerwähnt bleiben soll an dieser Stelle, dass der Anulus fibrosus in seinen äußeren Randbezirken sowohl innerviert als auch vaskularisiert ist (Van den Berg, 2001, S. 167; Stofft, 2011, S. 19). Das bedeutet zum einen, dass Beschädigungen des Anulus fibrosus als Schmerz wahrgenommen werden können. Zum anderen bestehen auf Grund der vorhandenen Gefäßversorgung gute Heilungschancen in diesem Bereich. Der innere und äußere Faserring schützt in seiner Gesamtheit den Gallertkern und verhindert einen Austritt des Gallertkerns in die umliegenden Wirbelsäulenregionen.

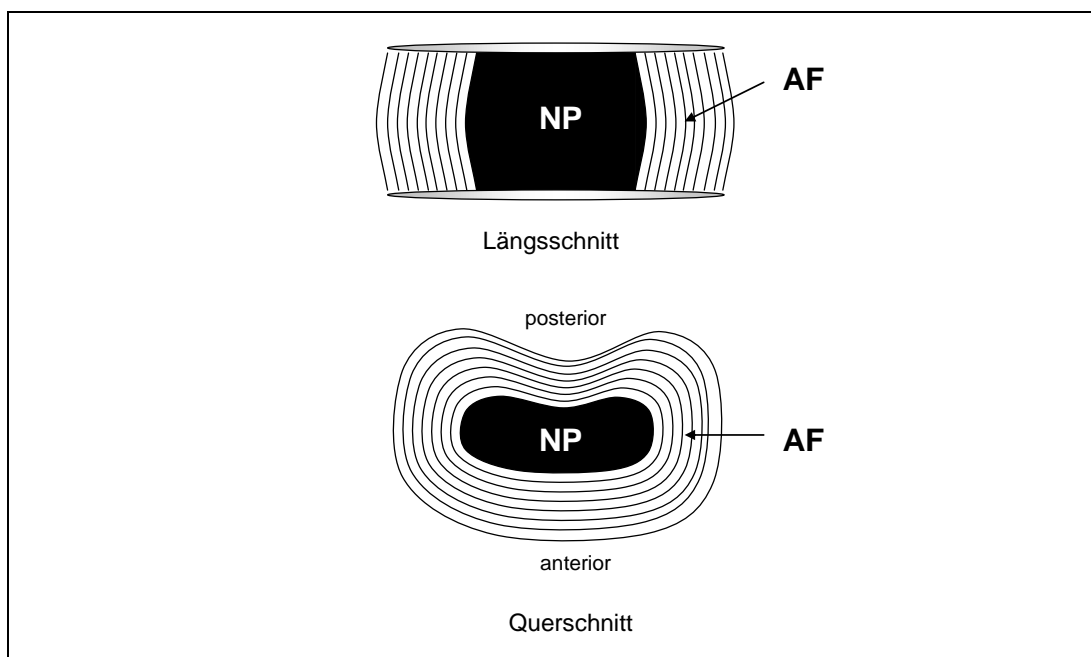


Abb. 66: Schematische Darstellung der Bandscheibe (modifiziert nach Bogduk, 2000, S. 19)

NP = Nucleus pulposus, AF = Anulus Fibrosus

Durch den hohen Wassergehalt der Bandscheibe (ca. > 70 %, Stokes & Latridis, 2004, S. 2724–2732) erfüllt sie mechanisch die Funktion eines Wasserkissens. Wird die Bandscheibe zentrisch belastet, so überträgt sich der Druck von Seiten des Nucleus pulposus gleichmäßig auf die angrenzenden Strukturen des Anulus fibrosus (vgl. Abb. 67, a).

Bei einseitiger Belastung kommt es zu einer druckabhängigen Flüssigkeitsverschiebung und Ausweichbewegung des Nucleus zur weniger stark belasteten Seite der Bandscheibe. Infolge dessen erhöht sich die Zugspannung der Anulusfasern in diesem Bereich (vgl. Abb. 67, b). Wird die Zugspannung zu groß, so können die Anulusfasern reißen.

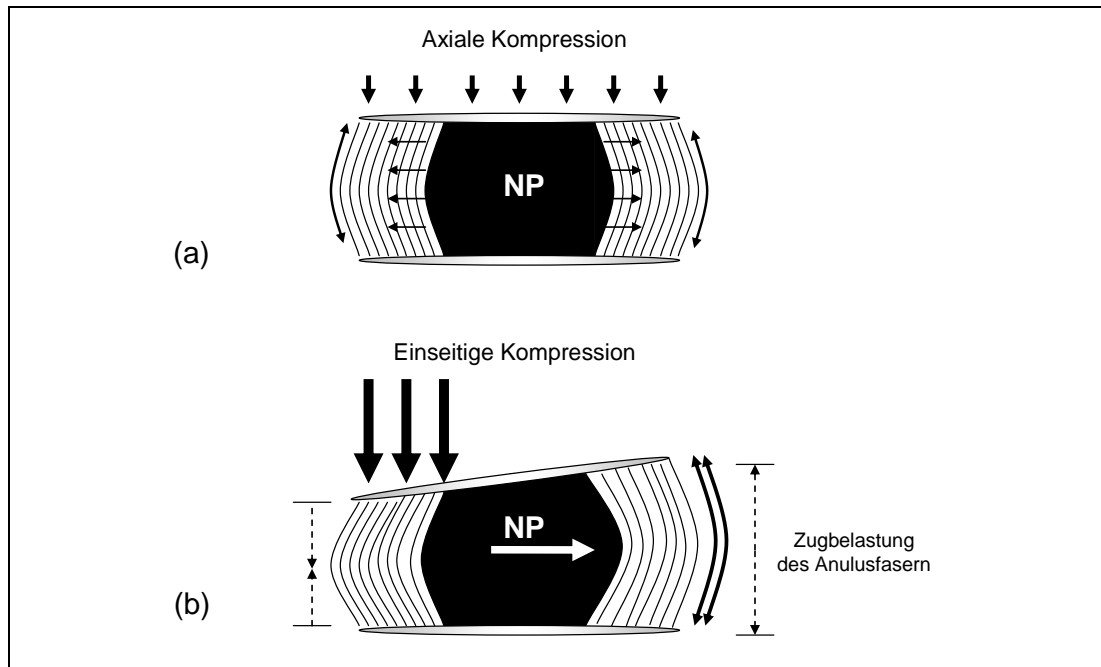


Abb. 67: Schematische Darstellung der mechanischen Belastung der Bandscheibe (modifiziert nach Bogduk, 2000, S. 19)

- a) Eine axiale Kompressionsbelastung lässt den Druck im Nucleus ansteigen. Der Druck wird strahlenförmig weitergeleitet und führt zu einer gleichmäßigen Zugspannung der Anulusfasern.
- b) Bei einer einseitigen Kompressionsbelastung kommt es zu einer Flüssigkeitsverschiebung und Ausweichbewegung des Nucleus zur unbelasteten Seite. Infolge dessen kommt es jedoch zu einer einseitig erhöhten Zugspannung der Anulusfasern auf der unbelasteten Seite.



Definition - Bandscheibenprotrusion

Bei einer Bandscheibenprotrusion durchdringt der Nucleus pulposus nach und nach die Faserknorpelringe (vgl. Abb. 68). Dabei bleiben die äußeren Schichten des Faserknorpels noch intakt. Es kommt zu einer Vorwölbung der Bandscheibe nach dorsal mit Druckreizung des hinteren Längsbandes (Ligamentum longitudinale posterius) (Vogl, Reith & Rummeny, 2011, S. 350).

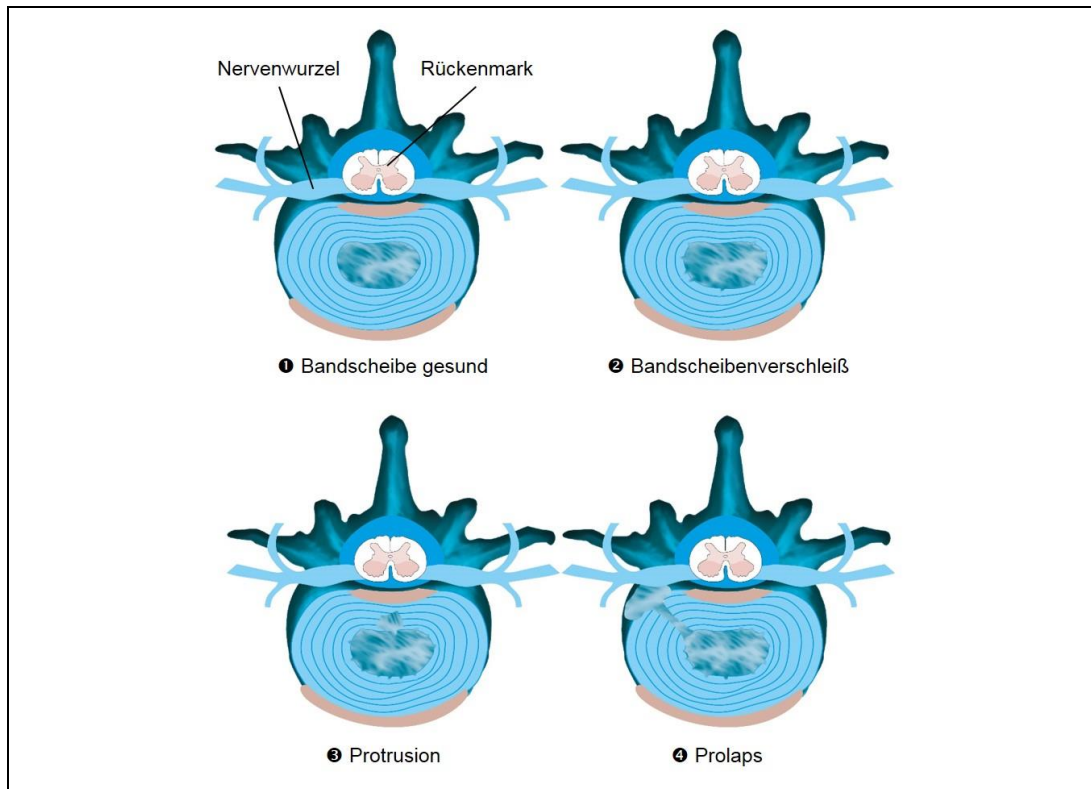


Abb. 68: Bandscheibenprotrusion (3) und Bandscheibenvorfall (4) (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Degenerative Prozesse und „unphysiologische“ Belastungen sind für die Bandscheibenprotrusion verantwortlich. Alterungsprozesse und der Mangel an physiologischen Belastungsreizen wie z. B. Wechseldruckbelastungen, ausgelöst durch regelmäßige Bewegung, führen zur Dehydrierung der Bandscheibe. Sie verliert die Fähigkeit des Wasserbindungsvermögens und damit an Höhe. Es kommt zu Rissbildungen in den Fasernkorpelringen, die Wirbelkörper nähern sich, die Bandstrukturen lockern sich und die kleinen Wirbelgelenke werden verstärkt komprimiert. Insgesamt führt dies zu einer Lockerung des gesamten Wirbelsäulensegmentes. Bei Belastungen, insbesondere bei Beuge- und Rotationsbewegungen, wandert der Gallertkern durch die degenerierten eingerissenen Faserringe in die hintere Region des Segmentes. Dadurch werden die noch intakten äußeren Faserringe gegen das hintere Längsband gedrückt. Da dieses Band sehr druckempfindlich ist, reagiert der Körper mit Schmerz.

Symptome und Diagnose:

Eine Bandscheibenprotrusion führt in der Regel zu einer Bewegungssperre in der Lendenwirbelsäule. Die Muskulatur verhärtet sich reflektorisch (Muskelhartspann) und lässt nur geringfügige bis keine Bewegungen im unteren Rücken zu. Ein stechender Kreuzschmerz ohne Ausstrahlungen in ein oder beide Beine ist ein typisches Zeichen. Eine genaue Diagnose ist durch bildgebende Verfahren wie die Computertomografie (CT) oder die Magnetresonanztomografie (MRT) möglich (vgl. Abb. 70).

Therapeutische Behandlungsansätze:

Bei der Behandlung einer Bandscheibenvorwölbung stehen zunächst die Schmerzreduktion durch Stufenlagerung und die Wärmeanwendung im Vordergrund. Auch eine Traktionsbehandlung (z. B. in einem Schlingentisch) beschleunigt zunächst die Schmerzreduktion. Dabei wird unter Entlastung der Wirbelsäule ein schonendes Auseinanderziehen des Wirbelsäulensegmentes erreicht. Die betroffene Bandscheibe kann sich dadurch leichter zurückziehen. Die Heilungschancen bei einer Protrusion sind günstig.

Nach Abklingen der Akutschmerzen sollten funktionelle und rückschonende Verhaltensweisen erlernt und in den Alltag integriert werden (Rückenschule, Krankengymnastik). Zusätzlich ist ein muskuläres Aufbautraining der rumpfstabilisierenden Muskulatur erforderlich, um ein Rezidiv zu verhindern.

11.3.2 Bandscheibenprolaps



Definition - Bandscheibenvorfall

Ein Bandscheibenvorfall (BSV) liegt vor, wenn der Gallertkern die äußeren Faserknorpelringe durchbricht und austritt (vgl. Abb. 68 und Abb. 69) (Vogl et al., 2011, S. 350). Dabei werden mehrere Formen des BSVs unterschieden. Ein *subligamentärer BSV* bedeutet, dass der Gallertkern gegen das hintere Längsband drückt. Ein *perforierter BSV* liegt vor, wenn der Gallertkern das hintere Längsband durchbricht. Von einem *sequestrierten BSV* spricht man, wenn der „ausgelaufene“ Gallertkern keinen Kontakt mehr zur restlichen Bandscheibe besitzt. Ein *medialer BSV* drückt zentral direkt auf das Rückenmark, ein *lateraler BSV* komprimiert die Nervenwurzel auf einer Seite (vgl. Abb. 69).

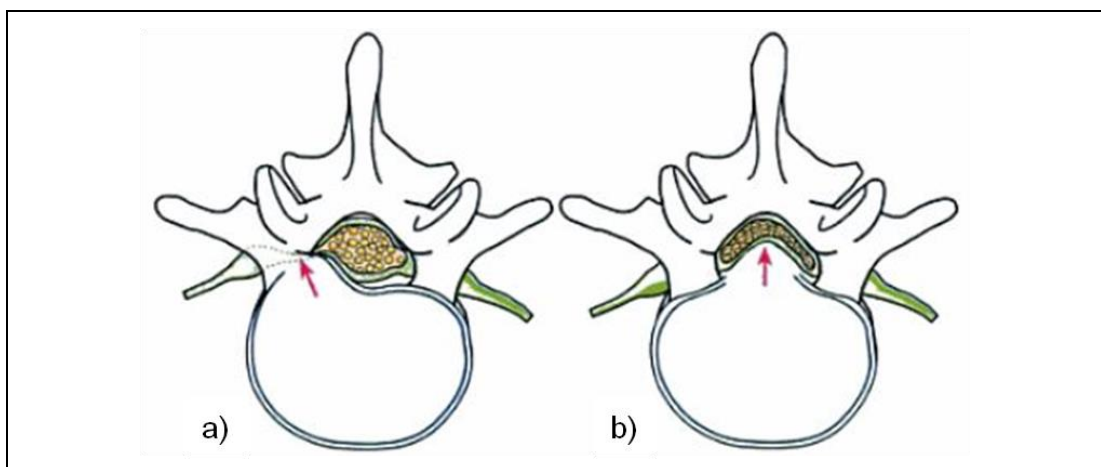


Abb. 69: a) posterolateraler Bandscheibenvorfall mit Druck auf die Nervenwurzel b) medialer Bandscheibenvorfall mit Druck auf das Rückenmark (modifiziert nach Oldenkott & Schneider, 2005, S. 39)

Ursachen:

Vorbote eines BSVs ist in der Regel eine akute, von den Zeiträumen zwischen den einzelnen Schmerzphasen immer häufiger auftretende Lumbago. Durch den degenerativen Alterungsprozess der Bandscheibe und durch unphysiologische Fehlbelastungen über viele Jahre hinweg entwickeln sich über eine Lumbago die Bandscheibenvorwölbung und schließlich der Bandscheibenvorfall. Auslöser eines BSVs sind starke Überlastungen des vorgeschädigten Bandscheibenmaterials, besonders durch eine kombinierte Bewegung aus Vorneigung (Flexion) und Drehung (Rotation). Wird diese Fehlbelastung noch dadurch erhöht, dass schwere Lasten angehoben werden (z. B. eine Getränkekiste aus dem Kofferraum des Autos mit gestreckten Beinen und gekrümmtem Rücken heben und mit einer Drehung auf dem Boden wieder abstellen), dann können extreme Scherkräfte die letzten intakten Faserringe zerstören und der Gallertkern tritt aus.

Symptome und Diagnose:

Rückenschmerzen, Bewegungssperre im betroffenen Segment mit Muskelhartspann, Ausstrahlungen in ein oder beide Beine (Lumboischialgie), nervale Störungen wie z. B. Sensibilitätsstörungen bestimmter Hautregionen, Muskelschwächen bzw. Lähmungen und fehlende/verminderte Reflexe sind die Symptome eines Bandscheibenvorfalles. Beim passiven Hochheben des gestreckten Beines aus der Rückenlage tritt an einer Stelle ein ins Bein ausstrahlender Schmerz auf (Lasègue-Test).

Als bildgebendes Verfahren zur genauen Feststellung eines BSVs kommt die CT oder die MRT zum Einsatz (vgl. Abb. 70).

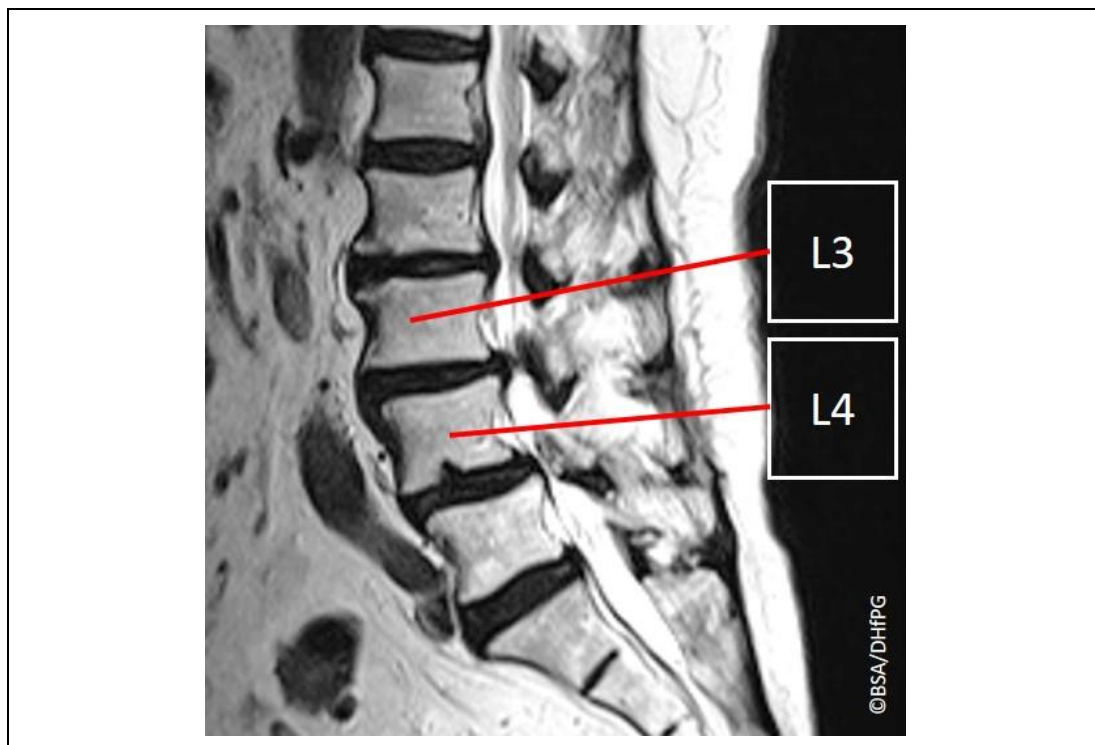


Abb. 70: MRT-Aufnahme eines Bandscheibenprolapses zwischen L3/L4 (© BSA/DHfPG)

Therapeutische Behandlungsansätze:

Grundsätzlich wird zunächst auf konservative Weise versucht, den Bandscheibenvorfall zu behandeln. Dabei wird, wie bei der Bandscheibenprotrusion, in der Akutphase schmerzreduzierend therapiert. Stufenlagerung, Extensionsbehandlung und lokale Wärmeanwendung führen zur Schmerzlinderung. Unterstützend zu den Schmerzmedikamenten (Analgetika) kann zusätzlich ein muskelentspannendes Medikament (Muskelrelaxans) oder ein Lokalanästhetikum verabreicht werden.

Zur Verringerung des Druckes durch den Gallertkern auf das Rückenmark oder die Nervenwurzel kommen auch Medikamente (Antiphlogistika) zum Einsatz, welche den Wassergehalt des Gallertkernes reduzieren und zur gleichen Zeit die gereizte und angeschwollene Nervenwurzel abschwellen lassen (Dehydrierung durch Diffusion mithilfe von Infusionen).

Nach Abklingen der akuten Schmerzen wird haltungsschonend rumpfstabilisierend in Form einer intensiven physiotherapeutischen Behandlung therapiert.

Führen die konservativen Maßnahmen nicht zum Erfolg oder sind Funktionseinschränkungen (neurologische Ausfälle) von Skelettmuskulatur oder von inneren Organen (z. B. der Blase) sehr stark ausgeprägt, so erfolgt eine Operation. Hierbei wird je nach Schweregrad des BSVs über die Chemonukleolyse (Injektion eines eiweißspaltenden Enzyms zentral in die Bandscheibe) oder die perkutane Nukleotomie (Punktion von Bandscheibengewebe im Zentrum der Bandscheibe oder Verdampfung über Laserlichtapplikation) Bandscheibenmaterial entfernt, um den Druck zu reduzieren. Bei der klassischen Nukleotomie (bei großen Bandscheibenvorfällen angewandt) wird direkt das vorgefallene Bandscheibengewebe (insbesondere der Gallertkern) entfernt.

Im Anschluss an die Operation erfolgen wie bei der konservativen Therapie physiotherapeutische Behandlungen und ein Rückenaufbautraining. Bis zur endgültigen Heilung nach einem Bandscheibenvorfall ist mit ca. einem Jahr zu rechnen.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Entscheidend für den Erfolg einer langfristigen Beschwerdefreiheit ist die Bereitschaft des Betroffenen, sich sowohl theoretisch als auch praktisch mit seiner Erkrankung auseinander zu setzen. Das Erlernen rückenfreundlicher Verhaltensweisen ist im Rahmen einer Rückenschule sehr sinnvoll. Zusätzlich sollte die rumpfstabilisierende Muskulatur umfassend auftrainiert werden. Von besonderer Bedeutung ist hierbei das Muskelaufbautraining und die Aktivierung der lokalen Stabilisatoren der Lendenwirbelsäule, wie z. B. die tiefe Bauchmuskulatur (M. transversus abdominis, M. obliquus internus abdominis), das mediale System des Erector spinae (z. B. Mm. multifidi) und all diejenigen Muskeln, welche in die Fascia thorakolumbalis einstrahlen (M. latissimus dorsi, M. trapezius, M. gluteus maximus etc.) und die Lendenwirbelsäule muskulär verspannen (vgl. Abb. 71). Als weitere Maßnahmen sollte die Glutealmuskulatur, der birnenförmige Muskel (M. piriformis) und die ischiocrurale Gruppe (M. semitendinosus, M. semimembranosus, M. biceps femoris) aufgedehnt und unterstützend eine Rückenentlastung über Traktionen durchgeführt werden.

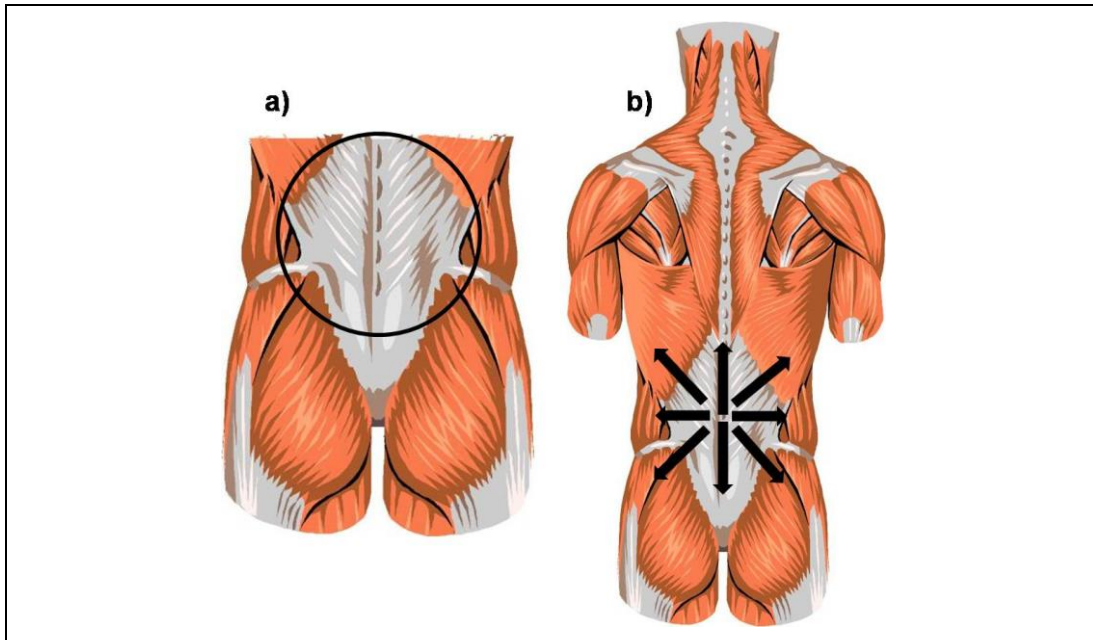


Abb. 71: Oberflächliches Blatt der Fascia thoracolumbalis (a), horizontale, diagonale und vertikale Verspannungsmechanismen der Fascia thoracolumbalis (b) (© BSA/DHfPG)

Tab. 37: Muskuläre Verspannung der Fascia thoracolumbalis (© BSA/DHfPG)

Zugrichtung	Muskulatur
horizontale Verspannung	über die querverlaufende Bauchmuskulatur (M. transversus abdominis) sowie die tiefliegende seitliche Bauchmuskulatur (M. obliquus internus abdominis)
diagonale Verspannung	über den M. latissimus dorsi sowie im Kreuzbein- und Hüftbeinbereich über Fasern des M. gluteus maximus (Latissimus-Gluteus-Schlinge)
vertikale Verspannung	Über die Mm. erector spinae (Muskeln in der Faszienhülle verspannen diese über Zug)

Kontraindikationen:

Besonders Scherkraft- und Rotationsbelastungen in den LWS-Segmenten stellen für die bereits geschädigte Bandscheibe ein hohes Stressfaktor dar. Von daher sollten im Alltag, im Berufsleben sowie bei sportlicher Bewegung in der Freizeit besonders die Kombinationsbewegung aus Flexion und Rotation im lumbalen Bereich vermieden werden. Ebenfalls sind wirbelsäulenaufrichtende Bewegungen aus starker lumbaler Flexionshaltung zunächst kontraindiziert. Auch die sterno-symphysiale Belastungshaltung sollte möglichst vermieden werden.

Problemspezifische Übungen:

- Latissimuszug in den Nacken/auf die Brust am Kabelzug
- Rudern am Rückenisolator
- Butterfly Reverse
- Seilzugübungen zur Autostabilisation der Wirbelsäule z. B. Zug aus der Anteversion/Adduktion/IRO in die Retroversion/Abduktion/ARO (vgl. Abb. 72, Abb. 73)

- Hüftextensoren-Training an der Hüftpendelmaschine oder Glutaeusmaschine in Bauchlage, im Stand bzw. am Seilzug in Seitlage
- zunächst isometrisches, später auch dynamisches Bauchmuskeltraining (mit Beckenboden- und Transversusaktivierung) unter Beachtung der ROM
- Back-Extension an der Maschine oder auf dem Pezziball unter Beachtung der ROM (vgl. Abb. 74)
- Rumpflateralflexion am Seilzug unter Beachtung der ROM
- Rumpfrotation am Seilzug unter Beachtung der ROM (vgl. Abb. 76)
- modifiziertes Kreuzheben (ADL) (vgl. Abb. 77)
- Stufenlagerung unter Zuhilfenahme eines Gymnastikball oder einer Hantelbank

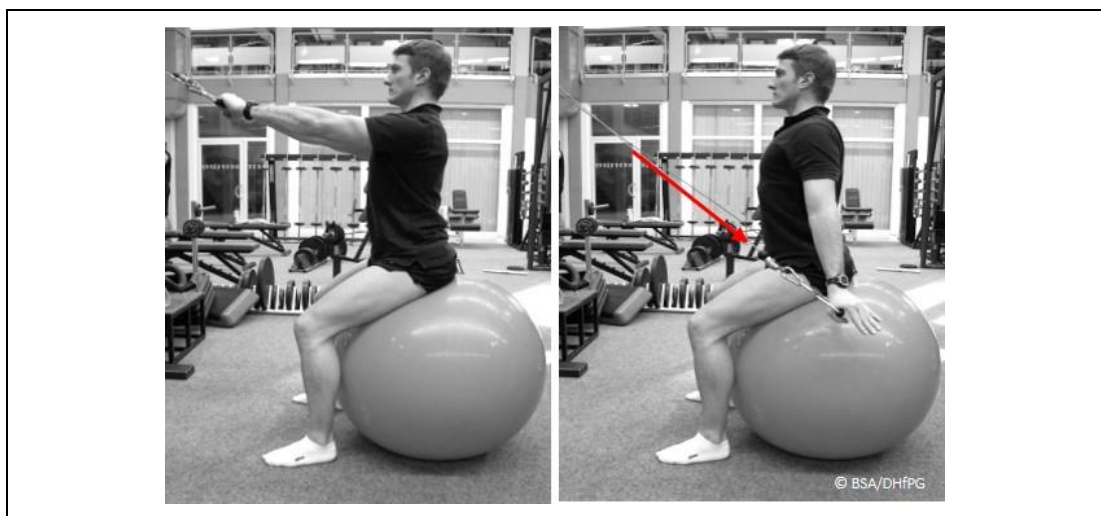


Abb. 72: Symmetrisches Zugmuster in die Retroversion/Abduktion/Außenrotation (© BSA/DHfPG)

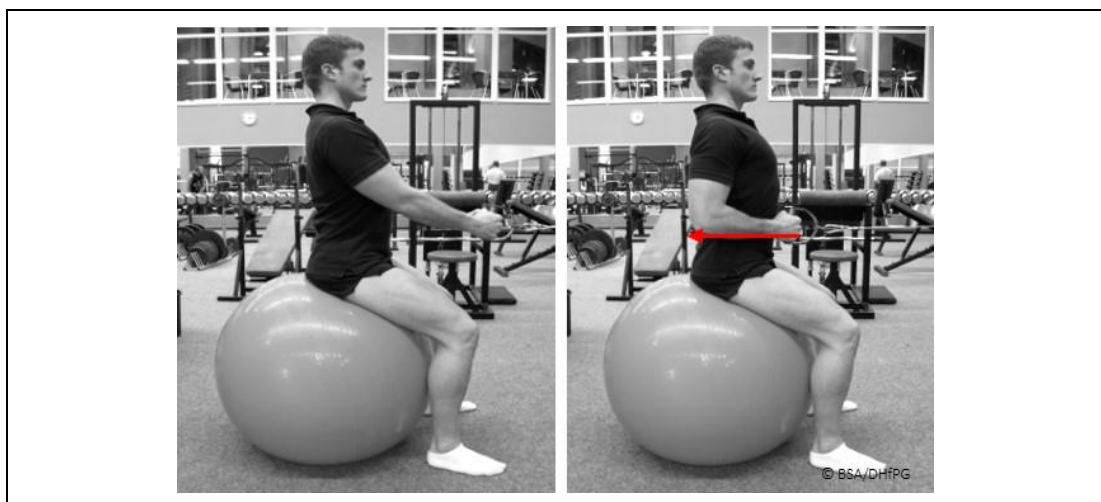


Abb. 73: Zug in maximale Schulterextension (© BSA/DHfPG)



Abb. 74: Back-Extension auf dem Pezziball (© BSA/DHfPG)



Abb. 75: Rumpflateralflexion am Seilzug (stehend) (© BSA/DHfPG)

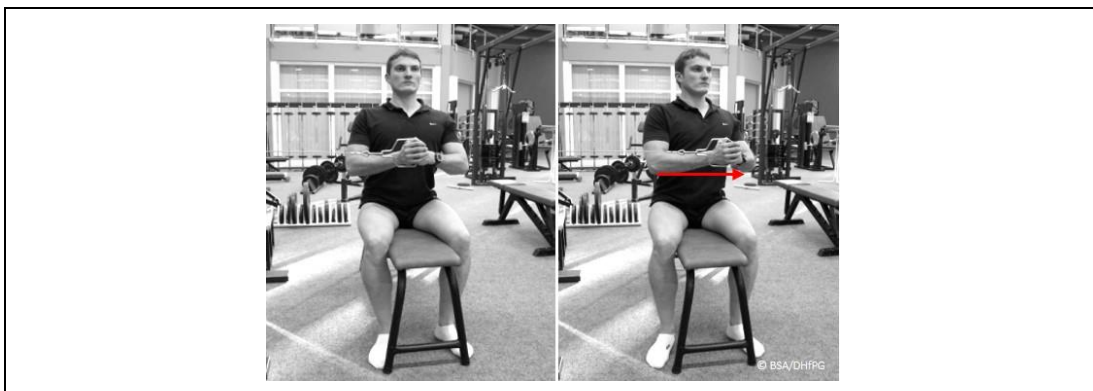


Abb. 76: Rumpfrotation am Seilzug (sitzend) (© BSA/DHfPG)



Abb. 77: Modifiziertes Kreuzheben (© BSA/DHfPG)

In der Tab. 38 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei Protrusion und Prolaps noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 38: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei Protrusion und Prolaps (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Protrusion, Prolaps	<p>Stoffwechselaktivität der Bandscheibe erhöhen,</p> <p>Verbesserung der statischen und dynamischen Stabilisation der Wirbelsäule in allen Bewegungsebenen,</p> <p>Aktivierung und Kräftigung der rumpfstabilisierenden Muskulatur (SWP: Muskeln der Thorakolumbalfaszie),</p> <p>Wiedererlangung der vollen aktiven und passiven Beweglichkeit der Wirbelsäule</p>	<p>Latzug zur Brust am Kabelzug, Rudern am Rückenisolator, Butterfly Reverse,</p> <p>Seilzugübungen zur Autostabilisation der WS (z. B. Zug aus der Flex/Add/ Iro in Ext/ Abd/Aro),</p> <p>Hüftextension an der Glutaeusmaschine in Bauchlage/im Stand,</p> <p>Back-Extension an der Maschine oder auf dem Pezziball unter Beachtung der ROM, isometrisches/leicht dynamisches Bauchmuskeltraining mit Transversusaktivierung unter Beachtung der ROM,</p> <p>Rumpflateralflexion am Seilzug unter Beachtung der ROM,</p> <p>Rumpfrotation am Seilzug unter Beachtung der ROM,</p> <p>modifiziertes Kreuzheben, Kniebeuge,</p> <p>Stufenlagerung mit Traktion der LWS</p>	<p>Flexions-Rotations-Belastungen der WS,</p> <p>WS-Aufrichtung aus starker Flexion, Scherkraftbelastungen im LWS-Bereich,</p> <p>sterno-symphysiale Belastungshaltung</p>



Übung 11.3

Sprechen Sie mit Ihrem Ausbilder bzw. mit Trainerkollegen und fragen Sie nach, ob in Ihrem Betrieb Personen nach einem Bandscheibenvorfall oder einer Bandscheibenprotrusion trainieren oder trainiert haben?

Wenn ja, welche Trainingsübungen kommen bzw. kamen bei Ihnen zum Einsatz? Vergleichen Sie die Trainingsübungen mit denen aus der Tab. 38.



Zusammenfassung

- Zu den häufigsten Krankheitsbildern der Wirbelsäule gehören die Bandscheibenprotrusion und der -prolaps.
 - Bei einer *Bandscheibenprotrusion* drückt das nach außen hin noch intakte Bandscheibengewebe gegen das hintere Längsband und verursacht Schmerzen.
 - Die Ursachen können in „unphysiologischen“ Belastungen und vor allem in chronischen Unterbelastungen der Wirbelsäule liegen, welche im Laufe der Zeit zur Degeneration des Bandscheibengewebes führen.
 - Der *Bandscheibenprolaps* kann die Folge einer Protrusion sein. Dabei kommt es zur kompletten Zerstörung des Faserknorpels mit Austritt des Gallertkerns.
 - Ein ausgetretener Gallertkern kann je nach Austrittsstelle auf verschiedene Areale des Wirbelkanals drücken und massive Schmerzen sowie neurologische Ausfallerscheinungen verursachen.
 - Die therapeutische Behandlung kann sowohl konservativ als auch operativ erfolgen.
 - Da beide Erkrankungen in unmittelbarem Zusammenhang stehen, sind die Ziele und die Inhalte des rehabilitativen Trainings nahezu identisch.
 - Im Vordergrund stehen das Training der rumpfstabilisierenden Muskulatur, der Erhalt bzw. die Verbesserung der Beweglichkeit und das Erlernen rückenfreundlicher Verhaltensweisen.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen einer Bandscheibenprotrusion und einem Bandscheibenprolaps.
2. Formulieren Sie die Ziele eines rehabilitativen Trainings nach einem Bandscheibenvorfall.
3. Nennen Sie fünf geeignete Trainingsübungen, die bei einem Bandscheibenvorfall eingesetzt werden können und begründen Sie ihre Auswahl.
4. Welche ergänzenden Trainingsmaßnahmen würden Sie bei einer Bandscheibenprotrusion empfehlen?
5. Welche Übungen sind bei einer Bandscheibenprotrusion bzw. einem Bandscheibenvorfall absolut kontraindiziert?

11.4 Exkurs: Arthrose

Der Begriff *Arthrose* leitet sich von dem griechischen Wort „Arthros“ (= Gelenk) ab und bedeutet sinngemäß so viel wie degenerative, vordergründig nicht entzündliche Gelenkerkrankung bzw. Gelenkverschleiß. Primär betroffen ist der hyaline Gelenkknorpel. Im weiteren Verlauf der Erkrankung werden auch der subchondrale Knochen, die gelenkstabilisierenden Bänder, die Gelenkkapsel, die Synovialmembran und die periartrikuläre Muskulatur in Mitleidenschaft gezogen. Durch die im späteren Verlauf einer Arthrose vermehrte Belastung der knöchernen Strukturen und auf Grund der belastungsbedingte Veränderung des subchondralen Knochens, wurde auch der Begriff der *Osteoarthrose* geprägt.

Eine Arthrose entwickelt sich in der Regel aus einem Missverhältnis zwischen Belastung und Belastbarkeit eines Gelenkes. Grundsätzlich muss bei einer Arthrose zwischen primären und sekundären Arthrosen unterschieden werden. Bei einer primären (idiopathischen) Arthrose liegt eine biologische Minderwertigkeit des Knorpelgewebes vor. Bei sekundären Arthrosen liegen die Ursachen (vgl. Abb. 79) neben dem natürlichen Alterungsprozess hingegen häufig in einer mechanischen Überlastung des Knorpels, hervorgerufen durch anatomische Achsenfehlstellungen, Gelenktraumen und Übergewicht. So ist z. B. das Risiko für eine Gonarthrose (Kniearthrose) bei Übergewichtigen um das 2-3 fache erhöht (Höher & Enneper, 2003, S. 184; Engelhardt, 2003, S. 171). In diesem Kontext darf aber nicht vergessen werden, dass auch die chronische Unterbelastung durch das Ausbleiben physiologischer Belastungsreize zum Untergang des Knorpelgewebes führt (Van den Berg, 1999, S. 89).

Die Arthrose ist die weltweit häufigste Gelenkerkrankung. Groß angelegte epidemiologische Studien zeigen, dass bereits 50 % aller 30-Jährigen Menschen degenerative Veränderungen der Gelenke aufweisen (Steinbach, 2001, S. 109). Die Arthroseprävalenz liegt bei den über 30-Jährigen bei ca. 25 % und bei den über 65-Jährigen bei über 80 % (Theiler, 2002, S. 555). Von einer Arthrose besonders häufig betroffen sind das Knie- und das Hüftgelenk sowie die verschiedenen Gelenke der Hand und die Facettengelenke der Lenden- und Halswirbelsäule (Robert- Koch- Institut [RKI], 2013, S. 14).

Anatomische Grundlagen des Knorpelgewebes:

Die gelenkig miteinander verbundenen Knochen sind an den sich berührenden Bereichen mit Knorpel – dem Gelenkknorpel oder hyalinen Knorpel – überzogen. Die Dicke des Knorpels beträgt in der Regel einige Millimeter bis zu einem halben Zentimeter. Man vermutet, dass die Dicke dieser Schicht durch die Häufigkeit und Intensität an Belastung während der Wachstumsphase im Jugendalter beeinflusst werden kann.

Die wesentlichen Funktionen des Gelenkknorpels sind die Absorption von Stoß- und Kompressionskräften, die ansonsten direkt auf den Knochen einwirken würden. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine möglichst reibungsarme Bewegung zwischen den beiden Gelenkpartnern zu ermöglichen. Aus diesem Grund produziert die Gelenkkapsel die Synovialflüssigkeit. Diese legt sich wie eine Art Schmierfilm über die Knorpeloberflächen und reduziert dadurch den Reibungswiderstand (Weineck, 2003, S. 32).

In seiner mikroarchitektonischen Struktur besteht der Gelenkknorpel aus Knorpelzellen, den Chondrozyten. Diese Zellen produzieren eine Matrix, die aus kollagenen Fasern und so genannten Proteoglykanen (eine Verbindung von Proteinen und Kohlenwasserstoffen) besteht. Die kollagenen Fasern besitzen eine bogenförmige Struktur und können dadurch besonders gut Kompressionsbelastungen standhalten (vgl. Abb. 78). Die Proteoglykane sind in den netzartigen Strukturen der kollagenen Fasern eingebunden und können Wasser aufnehmen. Durch diese wasserbindende Eigenschaft beträgt der Wassergehalt des Knorpels etwa 70 % (Schünke, 2000, S. 15).

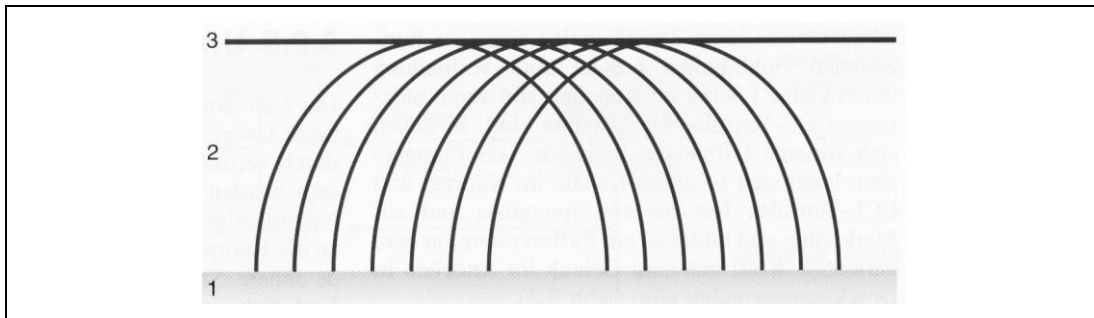


Abb. 78: Bogenförmige Architektur der Kollagenfasern im Gelenkknorpel: (1) subchondraler Knochen, (2) vertikaler Verlauf der Kollagenfasern im Knorpel, (3) horizontaler Verlauf der Kollagenfasern an der Knorpeloberfläche (Ehmer, 1998, S. 63)

Bei eintretender Belastung des Gelenkknorpels wird dieser komprimiert und gibt gegen den osmotischen Druck eine geringe Menge Wasser ab. Unter Entlastungsbedingungen erfolgt die Wiederaufnahme der verlorenen Flüssigkeit. Der Wechsel zwischen Be- und Entlastung ist für den Knorpel sehr wichtig, da über das Auspressen und Wiederaufsaugen der Gelenkschmiere der Knorpel regelrecht durchwinkt und damit die Ernährung deutlich verbessert wird. Die Qualität der Synovialflüssigkeit bestimmt in hohem Maße die Qualität der Nährstoffe für die Knorpelzellen.

Des Weiteren ist der Gelenkknorpel nicht mit Nerven versorgt und besitzt auch nach Abschluss des Wachstums keine Blutgefäße (Lüllmann-Rauch & Paulsen, 2012, S. 145). Somit existiert keine rechtzeitige Schmerzwahrnehmung als Warnsignal bei einer Überlastung des Knorpels. Da die Ernährung des Knorpels durch eine langsame Diffusion der nährstoffhaltigen Synovialflüssigkeit in den Knorpel oder durch Diffusion über die Gefäße des subchondralen Knochens erfolgt, ist durch die verlangsamte Stoffwechselaktivität die Regenerationszeit des Knorpelgewebes im Vergleich zu anderen Geweben deutlich verlängert. Eine Störung des Gleichgewichtes der Synovialproduktion und -resorption führt unweigerlich zu einer Stoffwechselverschlechterung bzw. Minderversorgung und langfristig zur Degeneration bzw. zu einer Zerstörung des Knorpelgewebes.

Ursachen der Arthrose:

Im *Alter* nimmt die metabolische Aktivität und die Reaktivität auf äußere Stimulantien wie Wachstumsfaktoren ab und die Chondrozytenzahl sinkt (Martinek, 2003, S. 167). Die Wasserbindungsfähigkeit des Knorpels lässt nach, die Ernährung verschlechtert sich, die Knorpel elastizität nimmt ab und damit verringert sich die mechanische Druck- und Stoßbelastbarkeit.

Knorpelüberlastungen können auch *mechanische Ursachen* haben wie z. B. Gelenkfehlstellungen, Gelenkinstabilitäten (infolge von Bandverletzungen oder Meniskusentfernungen). Aber auch alltägliche oder sportlich zu starke Reize sowie entzündlich rheumatische Erkrankungen (z. B. chronische Polyarthritits) und Stoffwechselerkrankungen (z. B. Diabetes mellitus, Fettstoffwechselstörungen) sind weitere Ursachen für einen Knorpelverschleiß. Zahlreiche Stoffwechselerkrankungen führen zu Gefäßfunktions- und dadurch zu Durchblutungsstörungen der Synovia. Daraufhin wird die Gelenkschmiere nicht mehr in ausreichendem Maße produziert bzw. sie ist biochemisch so verändert, dass eine optimale Ernährung des Knorpels nicht mehr gewährleistet ist.

Ob mechanische Überlastungen oder fehlende Belastungen durch eine zu lange Immobilisation, Entzündungsprozesse, Stoffwechselstörungen oder lediglich Alterungsprozesse vorliegen, jede Ursache allein oder in Kombination führt langfristig zur Minderbelastbarkeit und zu Abnutzungserscheinungen des Gelenkknorpels.

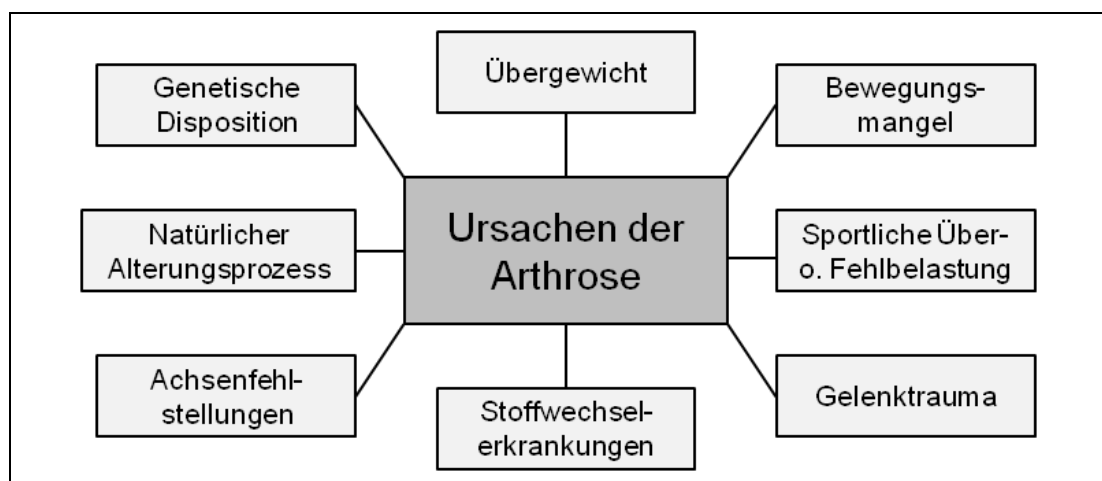


Abb. 79: Ursachen der Arthrose (© BSA/DHfPG)

Schweregrade der Arthrose:

Klinisch wird die Arthrose je nach Schwere der Knorpeldestruktion in vier Grade eingeteilt (vgl. Tab. 39, Abb. 80).

Tab. 39: Einteilung der Schweregrade bei Arthrose (© BSA/DHfPG)

Schweregrad	Kennzeichen
Grad 1	Es besteht eine Erweichung des Gelenkknorpels ohne weitere Schädigung wie Auf-faserung oder Einschnitte.
Grad 2	Die Knorpeloberfläche fasert zunehmend auf. Es entstehen multiple Fissuren, welche die Hälfte der Knorpelschichtdicke betrifft.
Grad 3	Die Fissuren und Risse nehmen weiter zu und reichen bis zum subchondralen Knochen, wobei der Knochen selbst noch nicht frei liegt.
Grad 4	Der Knorpel ist vollständig aufgebraucht und der subchondrale Knochen liegt frei (Knochenglatze).

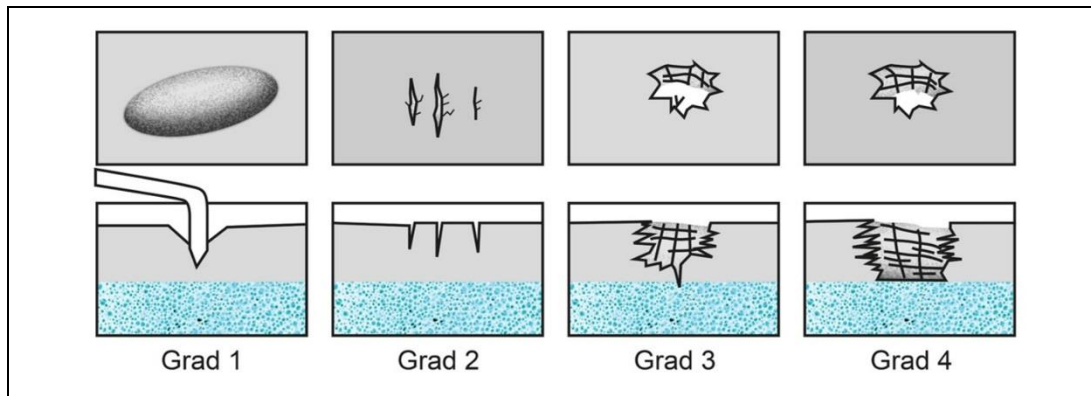


Abb. 80: Schweregrade der Arthrose (© BSA/DHfPG; modifiziert nach (Peterson & Renström, 2002, S. 19))

Symptome der Arthrose:

Die Symptome einer Arthrose beginnen mit zunehmenden Schmerzen, begleitenden reflektorischen Muskelverspannungen und -verkürzungen, Bewegungseinschränkungen und spezifischen Kapselmustern. Die Gelenkinnenhaut kann sich entzünden (Synovitis) und zu viel Gelenkflüssigkeit produzieren, wodurch das Gelenk anschwillt und sich ein Gelenkerguss bildet. Die Betroffenen klagen über morgendliche Anlaufschmerzen und Schmerzen bei Belastung. Bei Bewegung kann ein teilweise schmerzhaftes Reiben und/oder Knirschen im betroffenen Gelenk auftreten. Insgesamt kommt es zu einer Veränderung der Arthrokinematik (physiologisches Roll-Gleitverhalten des Gelenkes).

Röntgenologisch werden Veränderungen am Knochen wie z. B. subchondrale Knochenklosierungen und Osteophytenbildungen sichtbar. Auf Grund des Knorpelabbaus zeigt sich ein deutlich verschmälertes Gelenkspalt.

Eine Heilung der betroffenen Knorpelregionen ist äußerst begrenzt bzw. gar nicht möglich. Durch die Einkapselung der Chondrozyten in die kollagenen Strukturen ist es ihnen nicht möglich, in die zerstörten Bereiche zu gelangen, um dort neues Knorpelgewebe aufzubauen. Lediglich bei der Knochen-Knorpel-Verletzung (osteochondrale Verletzung) können so genannte Fibroblasten aus dem subchondralen Knochenmark in das zerstörte Areal einwandern und dort ein fibröses Ersatzgewebe bilden (Peterson & Renström, 2002, S. 20). Dieses Ersatzgewebe ist aber bei weitem nicht so belastbar wie das ursprüngliche Knorpelgewebe, weshalb bei weiterführenden zu starken mechanischen Belastungen das Gewebe erneut geschädigt wird und die Arthrose weiter fortschreiten kann.

Die therapeutischen Behandlungsansätze und weiterführende Übungen werden bei den nachfolgenden Krankheitsbildern der Gon- und Coxarthrose beschrieben.



Zusammenfassung

- Eine Arthrose ist eine irreversible, degenerative, nicht entzündliche Gelenkerkrankung.
 - Dabei handelt es sich um eine sukzessiv fortschreitende strukturelle Schädigung des hyalinen Gelenkknorpels.
 - Als Hauptursache kommt vor allem eine mechanische Überlastung, hervorgerufen durch Übergewicht, Achsenfehlstellungen, Gelenktraumen etc. in Betracht.
 - Klinisch wird die Arthrose je nach Schädigungsgrad in vier Stadien eingeteilt.
 - Typische Symptome einer Arthrose sind morgendliche Anlaufschmerzen und Schmerzen bei Belastung sowie reibende und knirschende Gelenkgeräusche. Eine Arthrose ist derzeit nicht heilbar, lediglich die Symptome können gemildert werden.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Was versteht man unter einer Arthrose?
2. Nennen Sie die möglichen Ursachen einer Arthrose.
3. Welche Gelenke sind am häufigsten von einer Arthrose betroffen?
4. Nennen und erläutern Sie die verschiedenen Schweregrade bei einer Arthrose.
5. Beschreiben Sie die physiologischen Eigenschaften des hyalinen Gelenkknorpels und leiten Sie daraus praktische Konsequenzen für das rehabilitative Training ab.

11.5 Krankheitsbilder des Hüftgelenkes

11.5.1 Coxarthrose



Definition - Coxarthrose

Eine Coxarthrose ist eine Degeneration des hyalinen Knorpels des Oberschenkelkopfes und der Hüftgelenkpfanne (vgl. Abb. 81) mit sekundärer Knochenläsion und entzündlich bedingter Schrumpfung der Gelenkkapsel (Froböse et al., 2003, S. 341).



Abb. 81: Röntgenaufnahme einer Coxarthrose mit Gelenkspaltverschmälerung (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Die Hüftgelenkdysplasie (meist angeborene Fehlentwicklung des Hüftgelenkes) ist eine häufige Ursache für die Entstehung der Coxarthrose (Wülker, 2010, S. 13). Daneben können traumatischen Verletzungen und Infektionen des Hüftgelenkes (Coxitis) ursächlich sein. Des Weiteren führen auch übermäßige alltägliche, berufliche und sportliche Überlastungen, Übergewicht, eine Beinlängendifferenz, aber auch einfach nur das Erreichen eines hohen Alters zu einer Coxarthrose.

Symptome und Diagnose:

Eine arthrotische Veränderung des Hüftgelenkes wird im klinischen Alltag durch eine Röntgenaufnahme bestätigt. Auf dem Röntgenbild ist bei einem positiven Befund nur noch ein schmaler Gelenkspalt erkennbar, oft verbunden mit Knochensklerosierungen an der Gelenkpfanne und knöchernen Strukturveränderungen des Oberschenkelkopfes (vgl. Abb. 81).

Zu den Symptomen einer Coxarthrose gehören morgendlich Gehschmerzen, tiefer, durch das Gelenk ziehender Leistenschmerz bis in das Knie ausstrahlend, Schmerzen am Trochanter major und Schmerzen in der gleichseitigen ISG- und LWS-Region (vgl.

Abb. 82). Dazu kommt es im weiteren Verlauf zu einer Kapselschrumpfung mit zunehmender Bewegungseinschränkung im Hüftgelenk. Die größte Bewegungseinschränkung besteht im Bereich der Innenrotation, gefolgt von der Abduktion, Extension und Flexion (Froböse et al., 2003, S. 341). Die Adduktion und Außenrotation sind von der Bewegungseinschränkung weniger betroffen. Insgesamt entwickelt sich eine Funktionseinschränkung der hüftumgreifenden Muskulatur mit entsprechender Kontraktur (besonders der Flexoren und der Adduktoren) und Muskelatrophie (besonders der Abduktoren und der Extensoren).

Bei den Betroffenen ist eine typische Entlastungs- bzw. Schonhaltung zu erkennen. Diese ist im aufrechten Stand durch eine deutliche Hüftflexion, Außenrotation und Adduktion des Oberschenkels gekennzeichnet. Dadurch entspannt sich die Gelenkkapsel und führt zu einer Beschwerdelinderung. Beim Gehen kommt es zu einer Art „Watschelgang“ (Trendelenburg), weil die abgeschwächten Abduktoren das Becken nicht mehr ausreichend stabilisieren können.



Abb. 82: Schmerzlokalisation bei einer Coxarthrose (Dölken & Hüter-Becker, 2005, S. 430)
(© BSA/DHfPG)

Therapeutische Behandlungsansätze:

Im Rahmen der konservativen Physiotherapie wird das Gelenk mobilisiert, die verkürzten, kontrakten Muskeln gedehnt bzw. detonisiert und die hüftabduzierenden und hüftstreckenden Muskeln gekräftigt. Traktionsbehandlungen (z. B. Extensionsbehandlung im Schlingentisch) zur Entlastung, schmerzlindernde und entzündungshemmende Medikamente, Wärmebehandlung, Gewichtsreduktion und eventuell Gehhilfen können unterstützend die Beschwerden lindern.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Das wesentliche Ziel des rehabilitativen Trainings ist eine Verbesserung der Beschwerdesymptomatik zu erreichen und ein weiteres Fortschreiten der Coxarthrose zu verhindern. Grundsätzlich soll das Gelenk ohne große Belastung viel bewegt werden (Prinzip: Bewegen ohne zu belasten!), damit die Ernährungssituation des geschädigten

Gelenkknorpels verbessert wird. Zur Verbesserung der Alltagstauglichkeit sollte die Hüftbeweglichkeit erhalten bzw. gesteigert, das geschädigte Gelenk insgesamt verstärkt entlastet (u. a. auch durch eine Gewichtsreduktion) und die Hüftextensoren und Abduktoren gekräftigt sowie allgemein die Bewegungskoordination gefördert werden.

Kontraindikationen:

Training bei einer aktivierten Arthrose, starke Kompressions- und Impulsbelastungen wie z. B. Sprünge, Jogging, längere statische Belastungen und intensive Rotationsbelastungen unter Vollbelastung des Körpergewichtes sind zu vermeiden.

Problemspezifische Übungen:

- Hüftabduktion an der Maschine
- Einbein-Hüftextensionsübungen z. B. am Seilzug/Hüftpendel
- Einbeinhüftabduktion im Liegen/Stehen am Hüftpendel/Seilzug (vgl. Abb. 83 und Abb. 84)
- Hüftinnenrotation am Seilzug in Bauchlage (vgl. Abb. 85)
- halbe Kniebeuge
- Beinpresse
- Beinstrecken an der Maschine (sitzend)
- Beinbeugen an der Maschine (liegend)
- Einbeinhüftabduktion aus der Hüftextension (liegend am Seilzug oder an der Hüftpendelmaschine; vgl. Abb. 86)
- Hüftextension am Seilzug (im Stand oder aus der Seitlage; vgl. Abb. 87)
- Dehnung der Hüftflexoren (M. iliopsoas, M. rectus femoris)
- Dehnung der Adduktorengruppe und der Außenrotatoren
- Traktion für das Hüftgelenk (manuell oder mit Beinschlaufe am Kabelzug)

Generell ist bei einer Coxarthrose zu berücksichtigen, dass die individuelle Ausgangssituation des Kunden hinsichtlich der biomechanischen Verhältnisse die problemspezifische Übungsauswahl bestimmt.

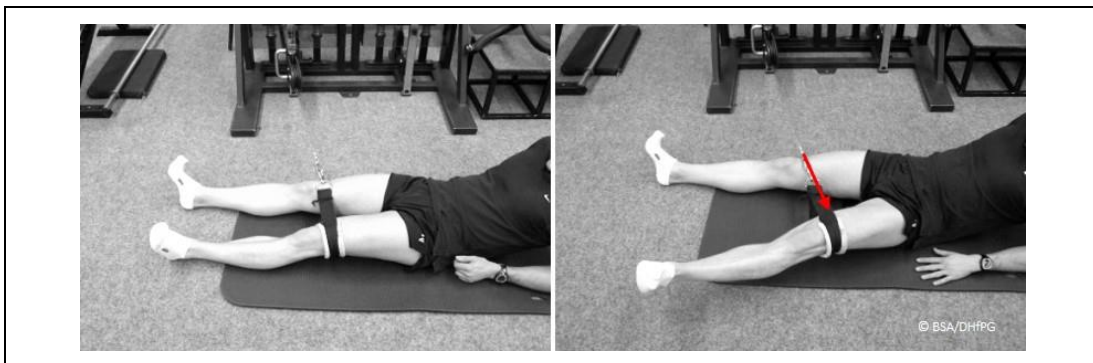


Abb. 83: Einbeinabduktion im Liegen am Seilzug (kurzer Hebel) (© BSA/DHfPG)



Abb. 84: Einbeinabduktion im Liegen am Seilzug (langer Hebel) (© BSA/DHfPG)

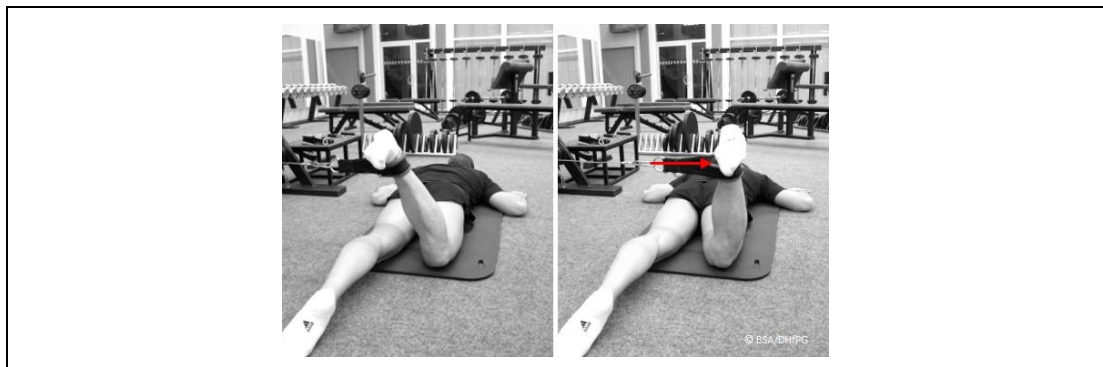


Abb. 85: Hüftinnenrotation am Seilzug in Bauchlage (© BSA/DHfPG)

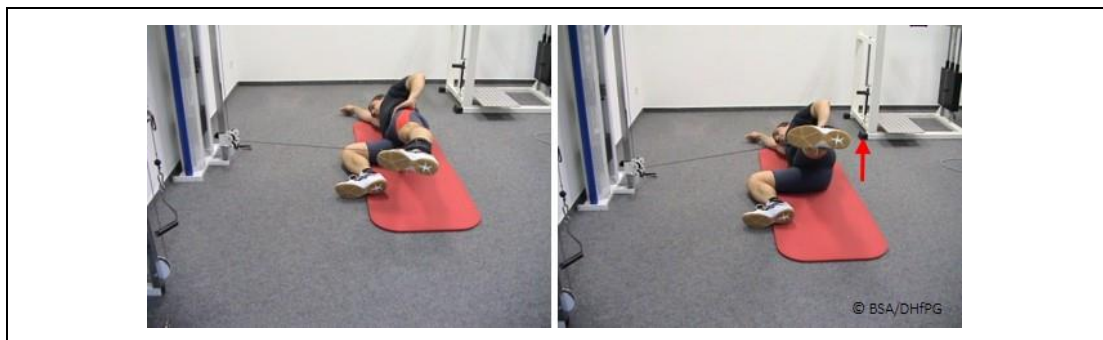


Abb. 86: Einbeinabduktion liegend am Seilzug (aus der Hüftextension in die Abduktion) (© BSA/DHfPG)

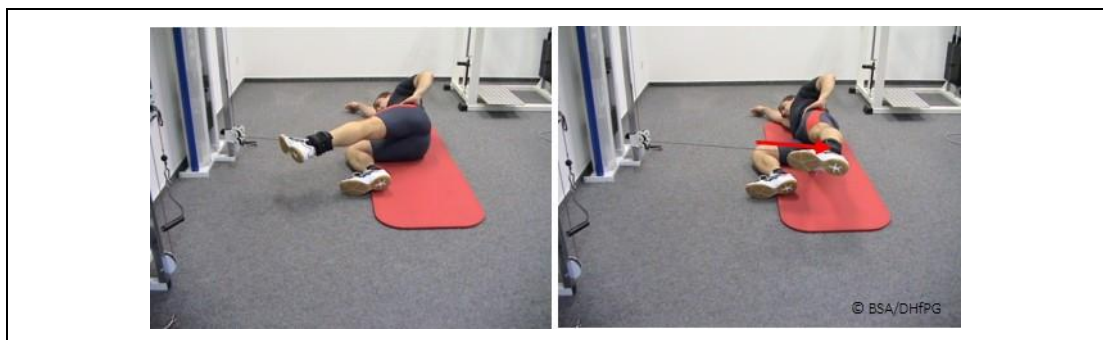


Abb. 87: Hüftextension liegend am Seilzug (aus der Hüftflexion in die Hüftextension) (© BSA/DHfPG)

In Tab. 40 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Coxarthrose noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 40: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Coxarthrose (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Coxarthrose	Stoffwechselaktivierung des bradytrophen Gewebes des Hüftgelenkes (z.B. Knorpel, Gelenkkapsel), Kräftigung der hüftgelenk- und knieumgebenden Muskulatur mit Swp Hüftabduktoren, -extensoren, Knieextensoren, Verbesserung und Erhalt der aktiven und passiven Beweglichkeit des Hüftgelenkes, Verhinderung des Fortschreitens der Arthrose	Hüftabduktion im Liegen/Stehen am Seilzug/Hüftpendel/Maschine, Hüftextension am Seilzug/Hüftpendel, Hüft-IRO am Seilzug in Bauchlage, Beinpressen unter Beachtung der ROM, halbe Kniebeuge, Step-up, Beinstrecken an der Maschine (sitzend), Beinbeugen an der Maschine (liegend), Propriozeptionsübungen, z.B. halbe Kniebeuge auf Balance Pad, Traktion des Hüftgelenks (manuell oder über ein Zuggerät), Dehnen der Hüftflexoren, -adduktoren und -außenrotatoren	Training bei aktiver Arthrose starke Kompressions- und Impulsbelastungen (z. B. Sprünge, Jogging, Tiefkniebeuge), intensivere Rotationsbelastungen unter Vollbelastung des Körpergewichtes, längere statische Belastungen für das betroffene Hüftgelenk

11.5.2 Hüft-Total-Endoprothese



Definition - Hüft-Total-Endoprothese

Bei fortgeschrittener Zerstörung des Gelenkes und unerträglichen Beschwerden der betroffenen Person kann eine endoprothetische Versorgung mit einer Hüft-Total-Endoprothese (HTEP/TEP) erfolgen. Dabei wird das geschädigte bzw. zerstörte Gelenk durch ein künstliches Gelenk ersetzt (vgl. Abb. 88).



Abb. 88: Hüft-Total-Endoprothese (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Die Ursachen, welche zur Total-Prothese des Hüftgelenkes führen, sind vergleichbar mit denen der Coxarthrose. Des Weiteren wird bei älteren Menschen oft nach einer Oberschenkelhalsfraktur der Bruch nicht konservativ bzw. operativ versorgt, sondern wegen der langen Ruhe- und Einheilungszeit und der damit verbundenen Thrombosegefahr ein künstliches Hüftgelenk eingesetzt.

Symptome und Diagnose:

Die Symptome und Diagnose entsprechen denen bei einer Coxarthrose. Hierbei liegen jedoch erheblich stärkere Gelenkstrukturzerstörungen auf Grund einer weit fortgeschrittenen, zum Teil schon aktivierten Arthrose vor. Starke Beschwerden mit deutlichen alltagsbeeinträchtigenden Bewegungseinschränkungen kommen erschwerend hinzu.

Therapeutische Behandlungsansätze:

Beim künstlichen Gelenkersatz des Hüftgelenkes werden bei der Pfanne entweder Polyäthylen oder Metall und beim künstlichen Gelenkkopf Metall oder Keramik als Ersatzmaterial verwendet. Da es sich dabei um nicht regenerationsfähige Materialien handelt, haben künstliche Gelenke nur eine begrenzte Haltbarkeit von ca. 20-30 Jahren. Zum einen kommt es durch die alltäglichen Belastungen zu einem kontinuierlichen Abrieb der Gelenkpaare, zum anderen kann sich das künstliche Gelenk insgesamt lockern.

Je nach Verankerungsart unterscheidet man in eine *zementierte* und eine *zementfreie Hüftendoprothese* (Greitemann, 2013, S. 215–222).

Zementierte TEPs werden mit einer Art Zwei-Komponenten-Kleber (auf Kunststoffbasis) sowohl in der vorbereiteten ursprünglichen Gelenkpfanne als auch im Femurschaft befestigt. Der Kleber hat den Vorteil, dass er innerhalb weniger Minuten aushärtet und die Prothese direkt nach der Operation belastbar ist. Somit ist gerade bei älteren Patienten eine frühzeitige Gangschulung möglich und auch die Thrombosegefahr deutlich reduziert.

Der Nachteil der zementierten TEP wird in einer kürzeren Haltbarkeit auf Grund einer früheren Lockerungsgefahr im Vergleich zur unzementierten TEP gesehen. Auch ist ein erneuter Wechsel des Gelenkes im Vergleich zur unzementierten TEP schwerer möglich.

Bei *zementfreien TEPs* werden sowohl die Gelenkpfanne als auch der Prothesenschaft mit einer oberflächlich rauen Legierung aus Titan im Knochen verankert. Diese künstliche Prothese wird nach und nach spongiös umwachsen und schließlich nach ca. 12 Wochen knöchern stabil eingebettet sein. Dies soll den Vorteil einer längeren Haltbarkeit und einer einfachen Auswechslung haben. Der Nachteil liegt in der deutlich längeren Entlastungs- und Einheilungsphase des Implantates.

In der physiotherapeutischen Nachbehandlung erfolgt, je nach Einheilungszeit der gewählten TEP, eine Wiederherstellung der Gelenksmobilität, eine Gangschule und eine Kräftigung und Dehnung der gelenkstabilisierenden Muskulatur.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Das übergeordnete Trainingsziel bei einer Hüft-TEP ist die Unterstützung einer langen Endoprothesenlebensdauer. Dazu sollten unter Vermeidung starker kompressions- und damit abriebfördernder Übungen die hüftgelenkstabilisierenden Muskeln umfassend gekräftigt werden. Insbesondere die Hüftabduktoren und -extensoren sind dabei zu trainieren. Einen weiteren wesentlichen Trainingsschwerpunkt sollten die Verbesserung der Kraftausdauerleistungsfähigkeit der hüftgelenkumgebenden Muskulatur und das propriozeptive Training bilden, da insbesondere hier erhebliche Defizite bei Hüft-TEP-Patienten nachgewiesen werden konnten (Horstmann et al., 2001, S. 274). Außerdem sind der Erhalt und die Verbesserung der Hüftgelenkbeweglichkeit von Bedeutung, welche durch die jahrelange Schonhaltung erheblich zurückgegangen ist (vgl. Coxarthrose).

Kontraindikationen:

Starke Kompressionsbelastungen, Sprünge, Überkreuzbewegungen der Beine (z. B. Beine im Sitzen übereinander schlagen), Adduktionsbewegungen mit Überkreuzen der Beine, starke Hüftflexionswinkel (z. B. tiefe Sitzposition) sowie extreme Hüftrotationsbewegungen (Außen- und Innenrotation) und intensives Dehnen der Hüftabduktoren sollten möglichst nicht durchgeführt werden, da hierbei grundsätzlich die Gefahr der Gelenküberlastung besteht und ggf. sogar eine Hüftluxation/-subluxation provoziert werden kann.

Problemspezifische Übungen:

- Hüftabduktion an der Maschine
- Hüftabduktion am Seilzug/Hüftpendel im Stehen (kurzer und langer Hebel)
- Hüftextension am Seilzug/Glutaemusmaschine
- halbe Kniebeuge
- halber Ausfallschritt
- Hüftinnenrotation am Seilzug in Bauchlage
- Beinpressen unter Beachtung des Hüftbeugewinkels
- Beinbeugen an der Maschine (liegend)
- Propriozeptive Übungen (z.B. halbe Kniebeuge auf Balance Pad)
- vorsichtiges Dehnen der Hüftflexoren, -adduktoren und Außenrotatoren

In Tab. 41 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Hüft-Total-Endoprothese noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 41: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Hüft-Total-Endoprothese (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Hüft-Total-Endoprothese (HTEP)	Verlängerung der Endoprothesenlebensdauer, Kräftigung der hüftgelenk- und knieumgebenden Muskulatur mit Swp Hüftabduktoren, -extensoren und Knieextensoren, Stabilisierung der Beinachse, Verbesserung des Gleichgewichts, Verbesserung der dynamischen und statischen Standstabilisation, Erhalt und Verbesserung der aktiven und passiven Beweglichkeit des Hüftgelenkes, Sekundär: Kräftigung der lendenwirbelsäulen- und beckenstabilisierenden Muskulatur	Hüftabduktion im Liegen/Ste- hen am Seilzug/Hüftpen- del/Maschine, Hüftextension am Seil- zug/Hüftpendel/ Gesäßma- schine, Beinpressen liegend unter Be- achtung des Hüftbeugewin- kels, halbe Kniebeuge, halber Ausfallschritt, Hüftinnenrotation am Seilzug, Step-up, Beinstrecken an der Ma- schine, Beinbeugen an der Maschine (liegend), Propriozeptionsübungen (z.B. halbe Kniebeuge auf Balance Pad), vorsichtiges Dehnen der Hüft- flexoren, -adduktoren und Au- ßenrotatoren	Luxationsgefähr- dende Übungen wie z. B. Adduktion über die Nullstel- lung (Überkreuzen der Beine, Tiefknie- beuge etc.), Hüftflexion < 100- 110° (beachte Sitz- positionierung), endgradige Hüftau- ßen- und -innenro- tation, Kombinationsbe- wegung aus Hüft- abduktion und -au- ßenrotation, Hyperextension im Hüftgelenk, starke Kompressi- onsbelastungen für das betroffene Hüftgelenk, reaktive Belastun- gen (z. B. Sprünge, schnelle Abstopp- bewegungen)



Zusammenfassung

- Eine der häufigsten Erkrankungen des Hüftgelenkes ist die *Coxarthrose*. Dabei handelt es sich um degenerative Veränderungen des hyalinen Gelenkknorpels.
 - Die häufigste Ursache der Coxarthrose ist eine Hüftgelenkdysplasie. Neben einer arthrosetypischen Schmerzsymptomatik ist das so genannte Kapselmuster ein wesentliches Kennzeichen dieser Erkrankung. Dabei handelt es sich um eine zunehmende Bewegungseinschränkung in die Hüftinnenrotation, -extension und -abduktion gekoppelt mit einer Abschwächung der glutealen Muskulatur sowie einer Verkürzung der Adduktorengruppe.
 - Therapeutisch stehen die Gelenkmobilisierung, die Dehnung der verkürzten Muskulatur und die Kräftigung der hüftabduzierenden und -streckenden Muskeln im Vordergrund.
 - Im fortgeschrittenen Arthrosestadium, das von erheblichen Strukturzerstörungen des Gelenkes gekennzeichnet ist, wird als medizinische Behandlungsmaßnahme ein künstliches Gelenk eingesetzt.
 - Bei einer so genannten Hüft-Total-Endoprothese (HTEP oder TEP) werden sowohl ein künstlicher Gelenkkopf als auch eine künstliche Gelenkpfanne implantiert.
 - Je nach Verankerungsart wird zwischen einer zementierten und zementfreien Endoprothese unterschieden.
 - Bei einer zementierten TEP ist diese unmittelbar nach der Operation voll belastbar.
 - Die Haltbarkeit ist kürzer als bei einer zementfreien TEP.
 - Der Nachteil der zementfreien TEP liegt in der längeren Einheilungszeit.
 - Primäres Ziel des rehabilitativen Trainings ist die Kräftigung der hüftgelenkumgebenden Muskulatur.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Was versteht man unter einer Coxarthrose?
2. Wodurch ist das typische Kapselmuster bei einer Coxarthrose gekennzeichnet?
3. Nennen Sie fünf problemspezifische Übungen bei einer Coxarthrose und begründen Sie ihre Auswahl.
4. Was versteht man unter einer Hüft-Total-Endoprothese?
5. Welche Übungen sind bei einer Hüft-Total-Endoprothese kontraindiziert?

11.6 Krankheitsbilder des Kniegelenkes

Die gelenkbildenden Knochen des Kniegelenkes sind der Oberschenkel (Femur), das Schienbein (Tibia) und die Kniescheibe (Patella). Im Gelenk sind eine Streckung und eine Beugung, in der Beugung auch eine Außen- und Innenrotation möglich. Während der letzten 10° der Streckung kommt es zu einer Schlussrotation des Unterschenkels von ca. 5° nach außen.

Zum Ausgleich der ungleichen Gelenkpartner liegen auf dem Schienbeinplateau ein Innenmeniskus und ein Außenmeniskus. Ligamentär wird das Kniegelenk durch ein vorderes und hinteres Kreuzband sowie durch ein äußeres und inneres Seitenband stabilisiert (vgl. Abb. 101 und Abb. 107).

11.6.1 Gonarthrose



Definition - Gonarthrose

Bei einer Gonarthrose handelt es sich um eine Degeneration des Knorpelgewebes, einhergehend mit einer Veränderung des Knochengewebes im Kniegelenk (vgl. Abb. 89). Des Weiteren kommt es zu einer Schrumpfung der Gelenkkapsel mit Einschränkungen in der Arthrokinematik. Arthrotische Veränderungen im Kniegelenk können das gesamte Gelenk oder einzelne Kompartimente betreffen (Froböse et al., 2003, S. 366). Im Wesentlichen wird unterschieden zwischen:

- Pangonarthrose = Arthrose im gesamten Kniegelenk
- Varusgonarthrose = Arthrose des medialen Gelenkkompartimentes zwischen Oberschenkelkondyle und Schienbeinplateau
- Valgusgonarthrose = Arthrose des lateralen Gelenkkompartimentes zwischen Oberschenkelkondyle und Schienbeinplateau
- Retropatellararthrose = Arthrose des Femoropatellargelenkes (vgl. Kapitel 11.6.2)

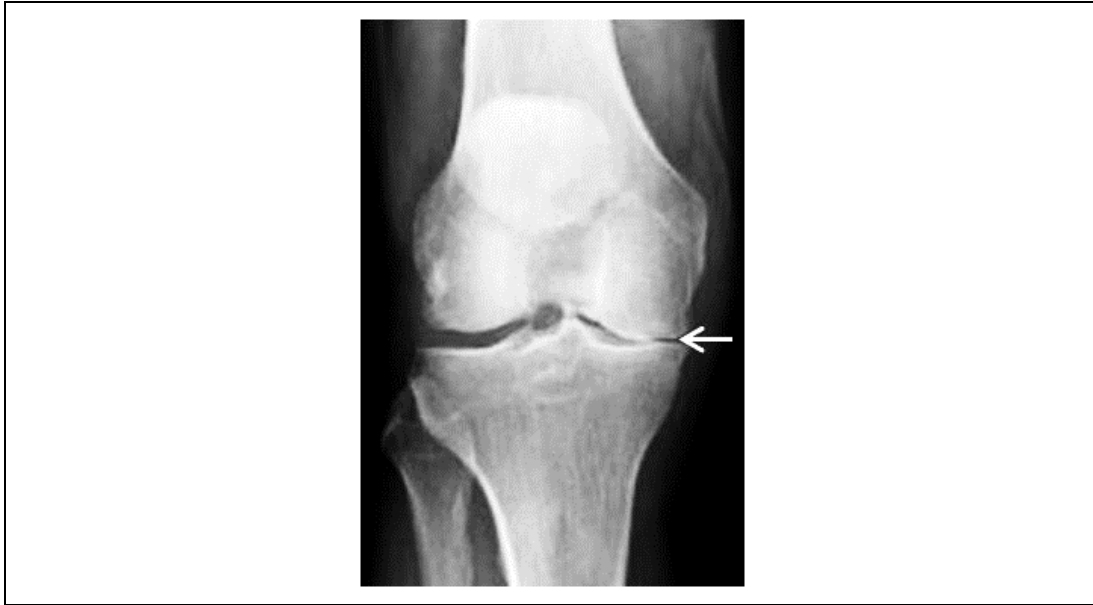


Abb. 89: Röntgendarstellung eines rechten Kniegelenkes mit medialer Gonarthrose (modifiziert nach Jerosch, Heisel & Imhoff, 2007, S. 64)

Ursachen:

Achsfehlstellungen (Varus-/Valgus-Gonarthrose), Patelladysplasien und Patellafehlstellungen, post-traumatische Bandinstabilitäten, Meniskus(teil)resektionen, sportliche Fehl- oder Überbelastungen, Bewegungsmangel, Übergewicht, aber auch Stoffwechselerkrankungen sind neben den altersbedingten Degenerationserscheinungen die Ursachen für eine Gonarthrose.

Symptome und Diagnose:

Zu den Symptomen der Gonarthrose gehören morgendliche Anlaufschmerzen und Steifigkeitsgefühl, Bewegungseinschränkungen in der Flexion und Extension, dumpfes Reiben und Knirschen bei Bewegung, Ergussbildung und Erwärmung bei Belastung, Ruhe- und Belastungsschmerzen sowie eine deutlich atrophiierte knieumgebende Muskulatur.

Die Diagnosestellung einer Gonarthrose erfolgt primär durch die klinische Untersuchung. Diese wird durch röntgenologische und arthroskopische Untersuchungen ergänzt.

Therapeutische Behandlungsansätze:

Bei einer stark aktivierten Arthrose kommen schmerzlindernde und entzündungshemmende Medikamente zum Einsatz. Ein vorhandenes Übergewicht sollte abgebaut werden. Neben der Kältetherapie (Eis, Quarkumschläge etc.) werden physiotherapeutisch die Verbesserung der muskulären Führung, die Beweglichkeitserhaltung, das Erarbeiten von Kompensationstechniken zum Vermeiden von Fehlbelastungen und die Gelenkentlastung geübt.

Im fortgeschrittenen Stadium der Gonarthrose entstehen neben der Knorpelzerstörung auch Defekte im Knochen, was bis zur vollständigen Gehunfähigkeit führen kann. Bevor es zu dieser extremen Situation kommt, sollte über einen operativen Eingriff nachgedacht werden. Die Bandbreite der operativen Therapiemaßnahmen reicht von einer Synovektomie (Entfernung der synoviaproduzierenden Gelenkinnenhaut), einer Meniskus- und Knorpelglättung, einer Knorpelplastik oder einer Umstellungsosteotomie (Korrektur der Valgus- oder Varusfehlstellung) bis zu einer Implantation einer Teilprothese oder Totalendoprothese.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Das wesentliche Ziel des rehabilitativen Trainings ist eine Verbesserung der Beschwerdesymptomatik zu erreichen und ein weiteres Fortschreiten der Gonarthrose zu verhindern. Grundsätzlich soll das Kniegelenk dazu ohne große Belastung viel bewegt werden (Prinzip: Bewegen ohne zu belasten!), damit die Ernährungssituation des geschädigten Gelenkknorpels verbessert wird. Daneben sollte die kniegelenkumgebende Muskulatur gekräftigt werden. Zur Verbesserung der Alltagstauglichkeit sollte auch die Beweglichkeit erhalten bzw. gesteigert, die allgemeine Bewegungskoordination verbessert und das geschädigte Gelenk insgesamt verstärkt entlastet (u. a. auch durch eine Gewichtsreduktion) werden.

Kontraindikationen:

Training bei einer aktivierten Arthrose, starke Kompressions- und Impulsbelastungen wie z. B. Sprünge, Jogging, längere statische Belastungen auf dem betroffenen Bein und intensive Rotationsbelastungen unter Vollbelastung des Körpergewichtes sind zu vermeiden.

Problemspezifische Übungen:

- Beinpressen in der beschwerdefreien ROM
- Beinstrecken an der Maschine in der beschwerdefreien ROM
- Beinbeugen an der Maschine in der beschwerdefreien ROM (liegend, sitzend)
- Hüftabduktion am Seilzug/Hüftpendel
- Hüftadduktion am Seilzug/Hüftpendel
- Beinachsentraining (z. B. Kniebeuge oder Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral) (vgl. Abb. 90 und Abb. 91)
- Dehnung M. rectus femoris und der ischiocruralen Gruppe
- Propriozeptionsübungen (z.B. Ausfallschritt auf Balance Pad)

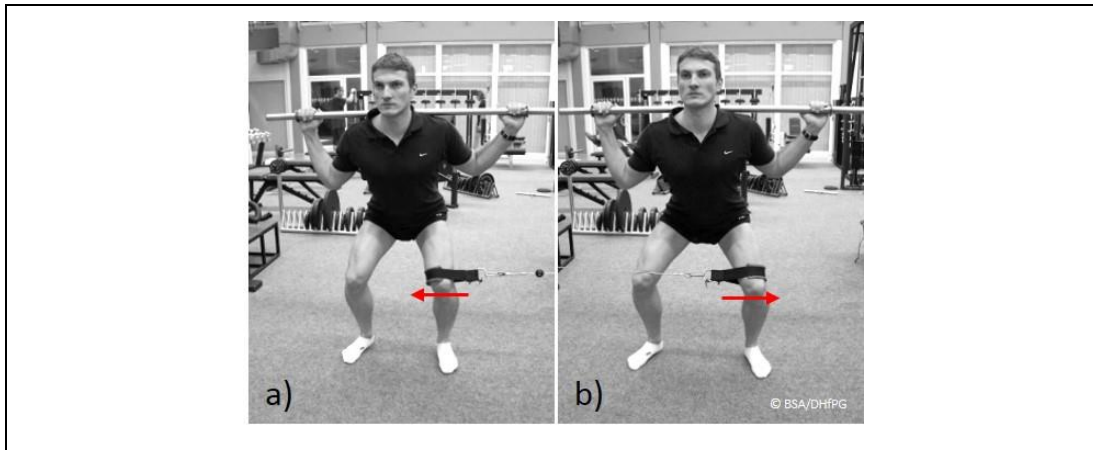


Abb. 90: Kniebeuge mit Zug am Kniegelenk von (a) medial / (b) lateral (© BSA/DHfPG)

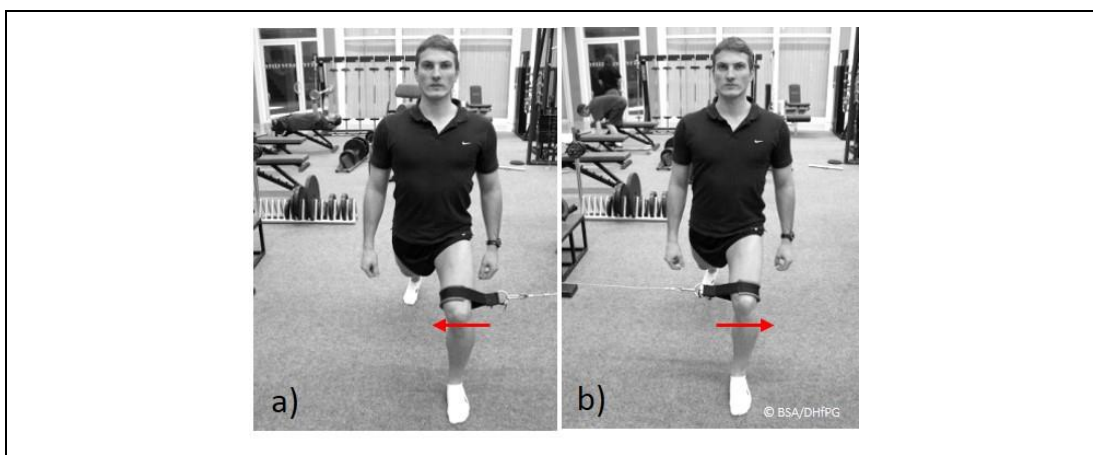


Abb. 91: Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von (a) medial / (b) lateral (© BSA/DHfPG)

Generell ist bei einer Gonarthrose zu berücksichtigen, dass die individuelle Ausgangssituation des Kunden hinsichtlich der biomechanischen Verhältnisse die problemspezifische Übungsauswahl bestimmt.

In Tab. 42 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Gonarthrose noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 42: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Gonarthrose (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Gonarthrose	<p>Stoffwechselaktivierung des bradytrophen Gewebes des Kniegelenkes (z.B. Knorpel, Gelenkkapsel),</p> <p>Kräftigung der kniegeleckenkumgebenden Muskulatur (Schwerpunkt Knieextensoren),</p> <p>Reduktion der Kompressionskräfte auf das Kniegelenk,</p> <p>Reduktion der Knorpelbelastung des Kniegelenkes,</p> <p>Verbesserung der aktiven und passiven Beweglichkeit des Kniegelenkes,</p> <p>Unterstützung der Beinachsenstabilität</p>	<p>Beinpressen unter Beachtung des Kniebeugewinkels,</p> <p>Kniestrecken an der Maschine unter Beachtung des Kniebeugewinkels,</p> <p>Beinbeugen an der Maschine unter Beachtung des Kniebeugewinkels,</p> <p>Hüftabduktion am Seilzug/ Hüftpendel,</p> <p>Hüftadduktion am Seilzug/ Hüftpendel,</p> <p>Kniebeugen unter Beachtung des Kniebeugewinkels,</p> <p>Beinachsentraining (z.B. Kniebeuge oder Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral),</p> <p>Propriozeptionsübungen (z.B. Ausfallschritt auf Balance Pad unter Beachtung des Kniebeugewinkels)</p>	<p>Training bei aktiver Arthrose,</p> <p>starke Kompressionsbelastungen auf das betroffene Kniegelenk,</p> <p>Scherkraftbelastungen auf das betroffene Kniegelenk,</p> <p>Sprung- und Stauchbelastungen,</p> <p>längere statische Belastungen auf dem betroffenen Bein</p>



Übung 11.4

Sprechen Sie mit Ihrem Ausbilder bzw. mit Trainerkollegen und fragen Sie nach, ob in Ihrem Betrieb Personen mit einer Gonarthrose trainieren oder trainiert haben? Wenn ja, welche Trainingsübungen kommen bzw. kamen zum Einsatz? Vergleichen Sie die Trainingsübungen mit denen aus Tab. 42.

11.6.2 Chondropathia patellae



Definition - Chondropathia patellae

Bei der Chondropathia patellae handelt es sich um eine Degeneration des retropatellaren hyalinen Knorpels (vgl. Abb. 92).

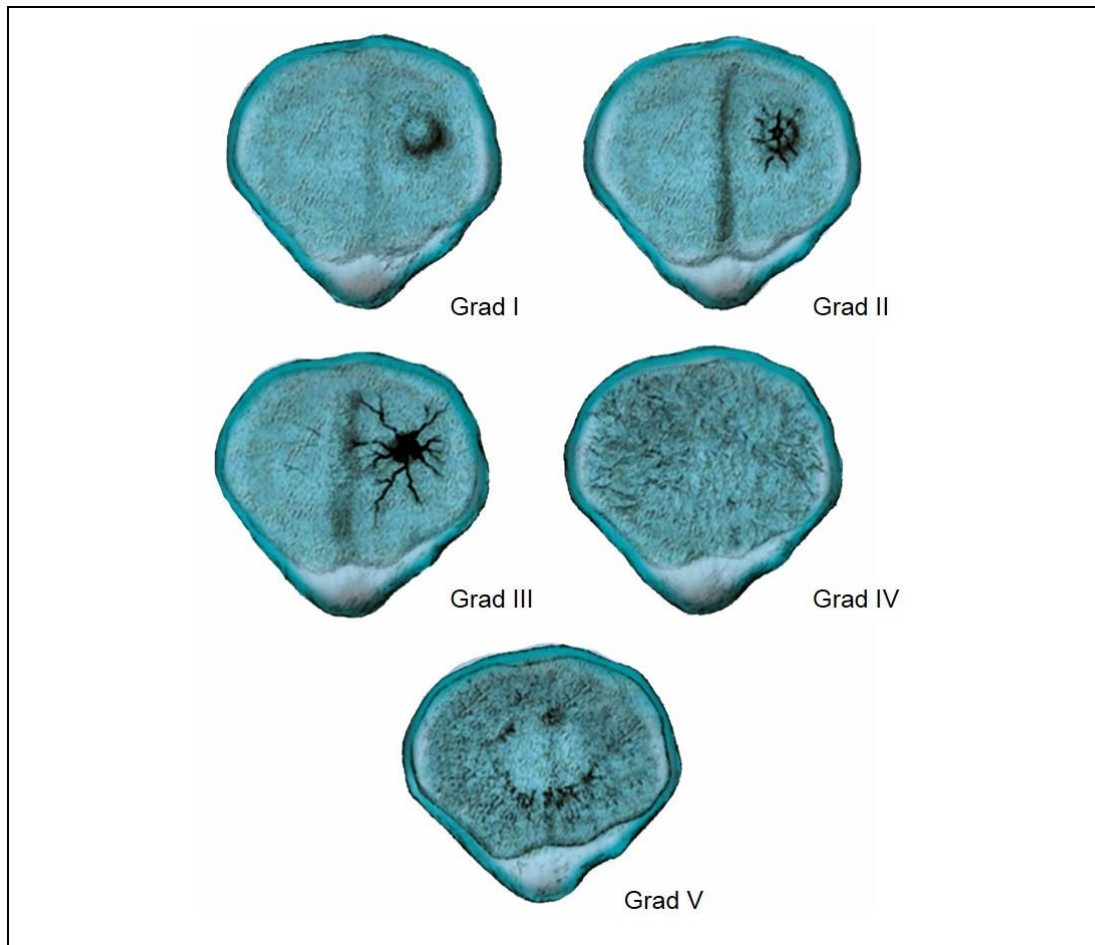


Abb. 92: Schweregrade der Chondropathia patellae (© BSA/DHfPG)

Grad I = Erweichung des Knorpels und Aufbrüche, Grad II = zunehmende Erweichung und Spaltbildungen, Grad III = Spaltbildung bis auf den darunter liegenden Knochen, Grad IV = vollständige Knorpeldestruktion und Freilegung des Knochens, die in verschiedenen Schweregraden auftreten kann (zwei unterschiedliche Destruktionsgrade sind hier abgebildet).

Ursachen:

Mechanische Schädigungen und/oder Gelenkdysplasien führen zur Schädigung des retropatellaren Knorpels. Ebenso können ein Genu valgum (X-Bein), aber auch angeborene Fehlförmigkeiten der Kniescheibe Ursachen einer Chondropathia sein.

Ein insuffizienter Oberschenkelstreckmuskel (M. quadriceps femoris), insbesondere ein abgeschwächter M. vastus medialis, beeinflusst die Kniescheibenführung dahingehend, dass die Patella durch die Dominanz des M. vastus lateralis verstärkt nach außen wandert (Lateralisierung der Patella; vgl. Abb. 93). Dadurch entsteht ein „unphysiologisches“ Gleitverhalten der Patella mit einhergehender Knorpelüberlastung an der Kniescheibenaußenseite.

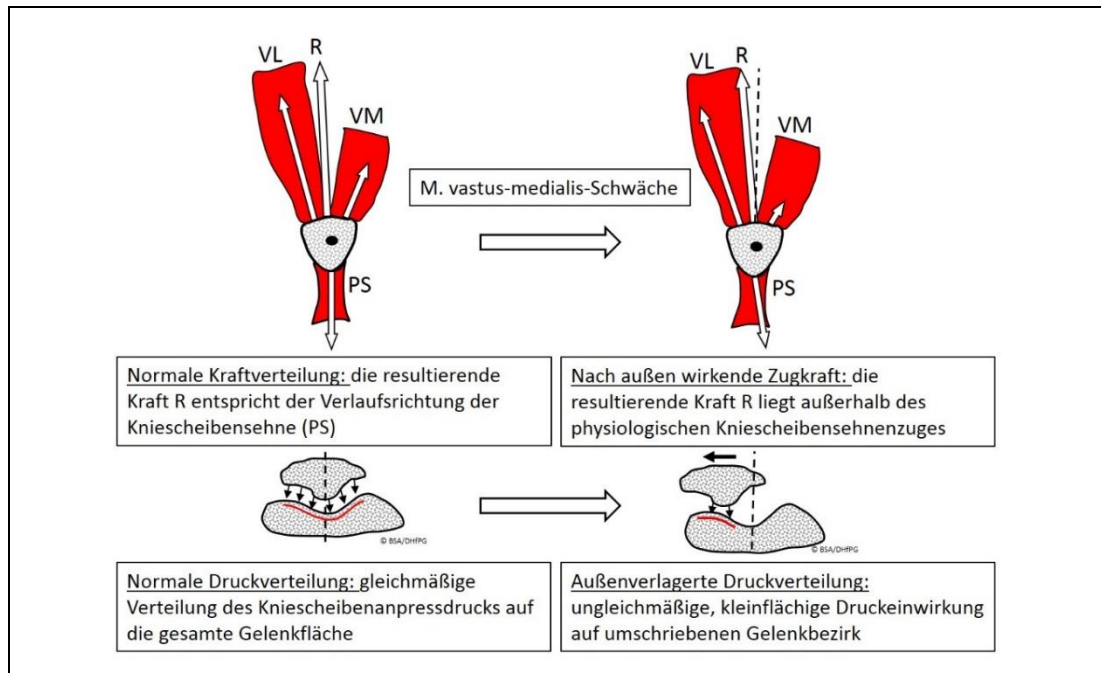


Abb. 93: Lateralisierung der Patella durch eine M. vastus medialis-Insuffizienz (Geiger, 1997, S. 123)

Symptome und Diagnose:

Typische Symptome einer Chondropathia sind der Patelladruck- und -verschiebeschmerz oft begleitet von einem Knirschen, vor allem bei aktiver Quadrizepsanspannung (positives Zohlen Zeichen) (Pfförringer & Gorschewsky, 2005, S. 30). Des Weiteren klagen die Betroffenen häufig über ventrale Knieschmerzen, insbesondere nach längerem Sitzen mit gebeugtem Knie (z. B. Autofahren, Bürotätigkeit). Auch das Bücken, das Treppengehen (besonders abwärts) und das Knien ist schmerzhaft. Durch die schmerzbedingte Schonung des Kniegelenkes kann die Oberschenkelmuskulatur atrophieren.

Therapeutische Behandlungsansätze:

Im konservativen Sinne ist durch Achsenkorrektur (z. B. durch Einlagen, Kniebandagen oder eine Haltungskorrektur) und gezieltes Muskelaufbautraining des M. vastus medialis mit gleichzeitiger Dehnung des M. rectus femoris eine Entlastung der Kniescheibe durch die Veränderung der Patellagleitregion möglich.

Führen diese Maßnahmen nicht zum Erfolg, kommen operative Eingriffe zum Einsatz, welche jedoch nicht ganz unumstritten sind, da eine konkrete Verbesserung der Kniescheibenführung oft nicht in dem Maße eintritt, wie es wünschenswert ist.

Neben Knorpelglättungen wird bei stark ausgeprägter Lateralisation der Kniescheibe ein Lateral Release durchgeführt. Dabei wird das laterale Halteband der Kniescheibe durchtrennt und das mediale Halteband durch Nähen gerafft. Dadurch wird die Kniescheibe medialisiert und der Anpressdruck wird gleichmäßiger auf die Gelenkflächen der Patella verteilt. Eine Versetzung der Ansatzzone des M. quadriceps femoris nach medial, um ein Gleiten der Patella zur Mitte hin zu erreichen, ist ebenfalls eine sehr wirkungsvolle Methode.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Das primäre Ziel des rehabilitativen Trainings besteht darin, eine Verbesserung der Beschwerdesymptomatik zu erreichen und ein weiteres Fortschreiten der Knorpeldegeneration zu verhindern. Grundsätzlich sollte der Gelenkstoffwechsel aktiviert werden, um die Ernährungssituation des Knorpelgewebes zu verbessern. Um eine Zentrierung der Patella zu erreichen und einer Lateralisierungstendenz entgegenzuwirken, sollte besonders der M. vastus medialis gekräftigt und der M. rectus femoris sowie der M. tensor fasciae latae gedehnt werden. Ergänzend dazu sollte ein Beinachsentraining und ein propriozeptives Training durchgeführt werden.

Kontraindikationen:

Insbesondere Übungen, die einen hohen retropatellaren Anpressdruck provozieren sollten vermieden werden. Pauschale Aussagen sind hierbei jedoch nur schwer möglich, da der retropatellare Anpressdruck von zahlreichen verschiedenen Faktoren abhängig ist (vgl. Tab. 43).

Tab. 43: Einflussfaktoren auf den retropatellaren Anpressdruck (© BSA/DHfPG)

Einflussfaktoren auf den retropatellaren Anpressdruck
<ul style="list-style-type: none">• Kniewinkel• Hüftwinkel (Vorspannung des M. rectus femoris)• Knieachsenstellung (z. B. X-Beinstellung)• Trainingslast (Höhe der Quadrizepsspannung)• Trainingsübung (z. B. Übungen im offenen oder geschlossenen System)• Übungsausführung (z. B. Bewegungskoordination, Bewegungstempo)• Größe der kraftaufnehmenden Gelenkfläche• Zustand des retropatellaren Knorpels

So hängt die Kompressionsbelastung des femoropatellaren Gelenkes z. B. von der muskulären Anspannung und der Zugrichtung des M. quadriceps femoris während der Kniebeugung ab. Im Stehen bei 0° Kniebeugung ist die Anspannung des M. quadriceps und damit der retropatellare Anpressdruck gleich Null. Mit zunehmender Beugung des Kniegelenkes bis ca. 90° nimmt der retropatellare Anpressdruck bedingt durch die Kraftresultierende des M. quadriceps femoris (R5) hingegen deutlich zu (vgl. Abb. 94). Ab einem Beugewinkel von ca. 120° reduziert sich der Anpressdruck der Patella durch die Veränderung der Kräfteverhältnisse anschließend wieder (Schönle & Güth, 2004, S. 270).

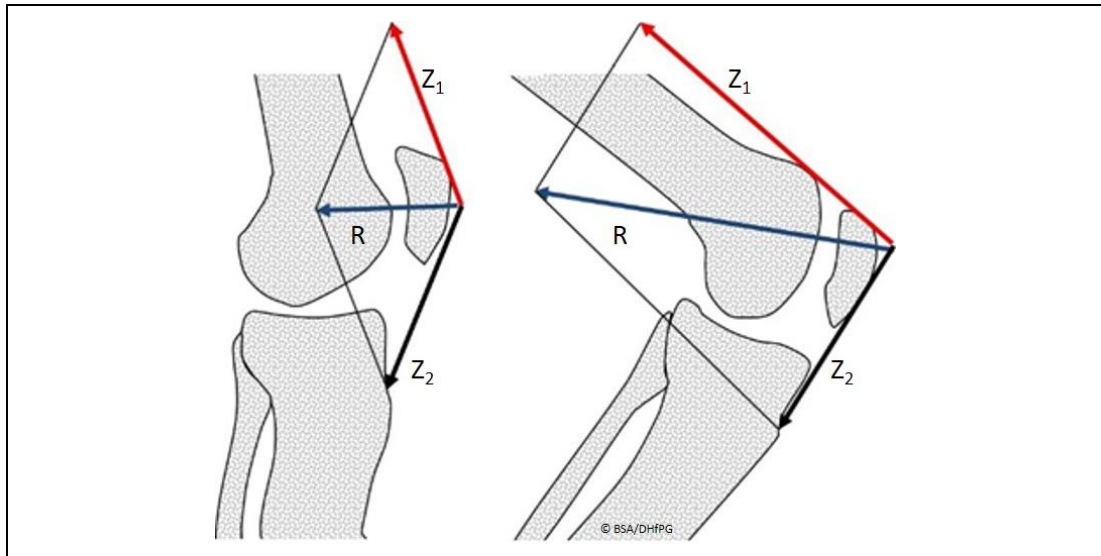


Abb. 94: Belastung des Femoropatellargelenks in zunehmender Beugstellung (modifiziert nach Rauber & Kopsch, 2003, S. 114)

Z_1 = Zugkraft des M. quadriceps femoris
 Z_2 = Zugkraft des Ligamentum patellae
 R = retropatellarer Anpressdruck

Unter Berücksichtigung dieses Sachverhaltes könnte man annehmen, dass bei Trainingsübungen für den M. quadriceps femoris ein Bewegungsbereich von 0° bis maximal 85° im Kniegelenk ideal, ein Bewegungsbereich $> 90^\circ$ hingegen kontraindiziert ist. In einer Untersuchung von Steinkamp, Dillingham, Markel, Hill und Kaufmann (1993, S. 438) zur biomechanischen Belastungssituation des Femoropatellargelenks beim Beinpressen und beim Beinstrecken konnte jedoch eine höchst unterschiedliche Beanspruchung des retropatellaren Anpressdruckes in verschiedenen Kniewinkeln in Abhängigkeit von der Trainingsübung nachgewiesen werden (vgl. Abb. 95).

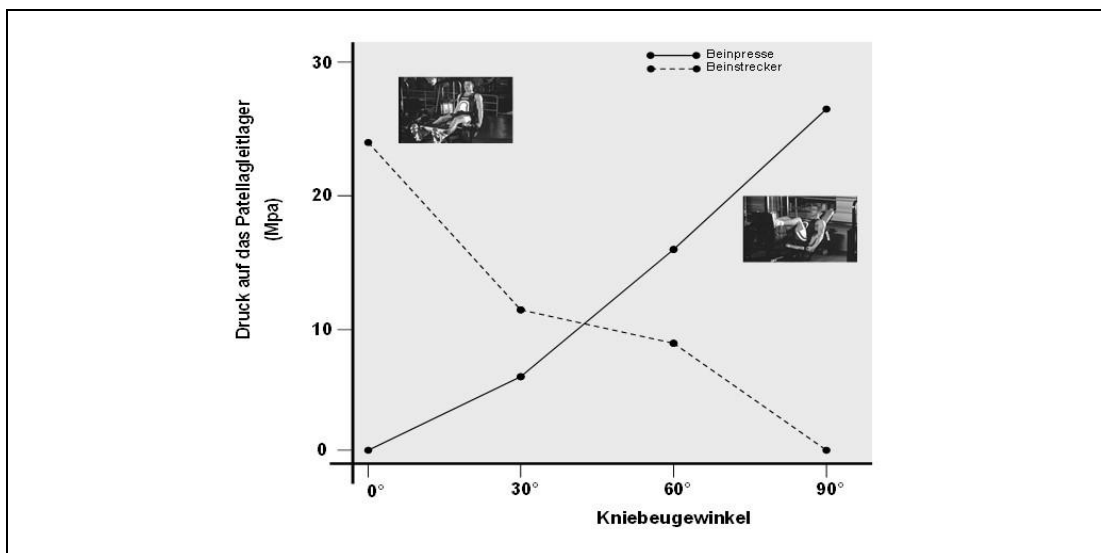


Abb. 95: Belastung des Femoropatellargelenks beim Beinpressen und beim Beinstrecken bei vier unterschiedlichen Kniebeugewinkeln (Steinkamp et al., 1993, modifiziert nach Schönle & Güth, 2004, S. 274)

Die Abb. 96 zeigt, dass beim Bein Strecken entgegen den vorherigen Ausführungen die höchsten Druckwerte für das Patellagleitlager auf Grund der übungsspezifischen biomechanischen Verhältnisse nicht bei 90° Beugung, sondern im Bereich der Endstreckung des Kniegelenkes (0°-30°) aufgetreten sind. Bei der Übung Beinpressen hingegen wurden die höchsten Druckwerte erwartungsgemäß bei einem Kniebeugewinkel von ca. 90° erreicht.

Auch andere Autoren sind in ihren Untersuchungen unabhängig von den hier vorgestellten Trainingsübungen zu recht unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der maximalen Druckwerte auf das Patellagleitlager in verschiedenen Kniebeugewinkeln gekommen. So lag der maximale Druckwert bei einem Knie bei ca. 120° Beugung, bei einem anderen schon zwischen 0° und 30° (Schönle & Güth, 2004, S. 270).

Zusammenfassend kann daher gesagt werden, dass keine festen Richtlinien im Hinblick auf die Bewegungsamplitude bei Trainingsübungen gegeben werden können. Das Bewegungsausmaß sollte sich deshalb nach dem individuellen defektfreien Sektor des Kniegelenkes richten.

Problemspezifische Übungen:

- Beinpressen in der beschwerdefreien ROM (ca. 0-60°)
- halbe Kniebeuge
- Bein Strecken an der Maschine in der beschwerdefreien ROM (aus ca. 60-90° Knieflexion)
- Hüftadduktion mit 0° Kniestreckung in Rückenlage am Seilzug (vgl. Abb. 96)
- Hüftadduktion im Stand am Seilzug/Hüftpendel (leichte Außenrotation im Hüftgelenk)
- Beinbeugen an der Maschine in der beschwerdefreien ROM
- Wadenheben in der Beinpresse/im Stand mit 0° Streckung im Kniegelenk
- Step-up auf einem Aerobic-Step
- Propriozeptionsübungen, z.B. halber Ausfallschritt auf dem Balance Pad
- Beinachsentraining, z.B. halbe Kniebeuge mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral

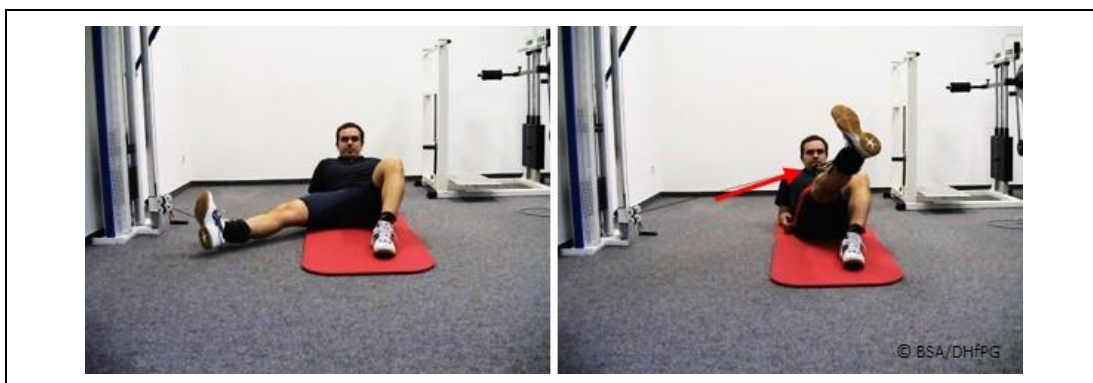


Abb. 96: Hüftadduktion im Liegen am Seilzug (aus der Hüftabduktion in die Hüftadduktion, Außenrotation und Flexion) (© BSA/DHfPG)

In Tab. 44 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Chondropathia patellae noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 44: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Chondropathia patellae (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Chondropathia patellae	Stoffwechselaktivierung des bradytrophen Gewebes des Kniegelenkes, Verbesserung der Patellaführung (Zentrierung), Unterstützung der Beinachsenstabilität, Ausgleich muskulärer Dysbalancen durch z.B. Kräftigung des M. quadrizeps femoris, Reduktion der retropatellaren Kompressionskräfte, Verbesserung der aktiven und passiven Beweglichkeit des Kniegelenkes	Beinpressen in der beschwerdefreien ROM (ca. 0-60°), halbe Kniebeuge, Beinstrecken an der Maschine in der beschwerdefreien ROM (aus ca. 60-90° Knieflexion), Beinbeugen an der Maschine in der beschwerdefreien ROM, Beinachsentraining (z. B. halbe Kniebeuge oder Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral), Step-up, Wadenheben im Stand/in der Beinpresse, Propriozeptionsübungen (z. B. Ausfallschritt auf Balance Pad unter Beachtung des Kniebeugewinkels), Dehnung des M. rectus femoris und des M. tensor fasciae latae	Übungen die einen hohen retropatellaren Anpressdruck provozieren (z. B. Übungen in der tiefen Hocke oder im Knien), schnelle Abstoppbewegungen, Bergabläufe, Überstrecken des Kniegelenks (Genu recurvatum), Varus- und Valgusstress

11.6.3 Meniskusläsion

Die Menisken befinden sich zwischen Ober- und Unterschenkel und sind am Tibiaplateau befestigt. Sie gleichen die Inkongruenz zwischen diesen beiden Knochen aus und bestehen aus Faserknorpel. Der Außenmeniskus (lateral Meniskus) ist etwas kleiner als der Innenmeniskus (medialer Meniskus). Beide sind an ihrer Außenseite höher, verjüngen sich keilförmig nach innen und sind von c-förmiger Struktur. Der Innenmeniskus ist mit seinem Außenrand mit der Gelenkkapsel und dem Innenband verwachsen (vgl. Abb. 97), weshalb er auch nicht ganz so verschiebbar ist wie der kleinere, beweglichere Außenmeniskus.

Die Menisken sind ähnlich wie der hyaline Knorpel gefäßlose Strukturen und werden primär durch Diffusion ernährt. Das kapselnahe Drittel des Meniskus ist jedoch gefäßversorgt, so dass in diesem Bereich nach einem Meniskusriss ein hohes Heilungspotenzial besteht. Bei Einrissen in den eher zentral gelegenen Meniskuszonen ist die Heilungschance hingegen schlecht (Rupp, Seil, Jäger & Kohn, 2002, S. 812–831).

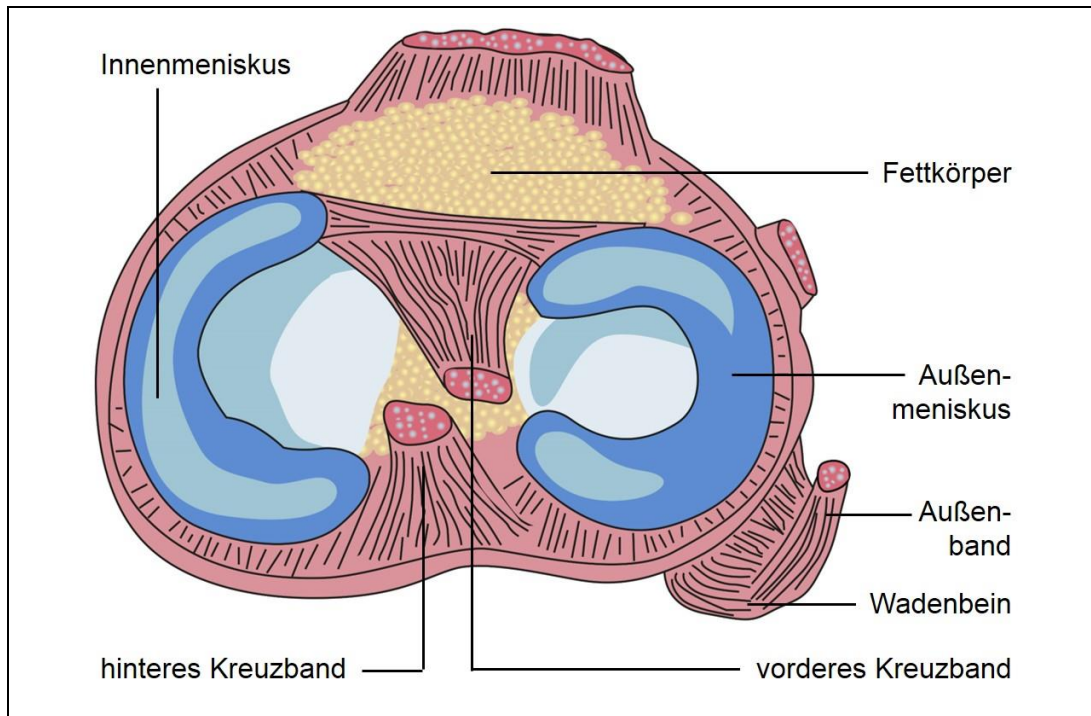


Abb. 97: Die Menisken des Kniegelenks (© BSA/DHfPG)

Die Hauptaufgabe der Menisken besteht in der Absorption von Kompressions- und Rotationsbelastungen. Sie unterstützen somit den Knorpel des Kniegelenkes. Die Menisken übernehmen in Abhängigkeit des Beugewinkels der im Kniegelenk übertragenen Last und tragen wesentlich zur Verteilung des Gelenkdruckes und damit zur gleichmäßigen Beanspruchung des Femorotibialgelenks bei (Peterson & Renström, 2002, S. 81).

Ein großflächiger Kontakt und damit einhergehend eine relativ gleichmäßige Druckverteilung zwischen den Menisken und den Femurcondylen besteht nur in Streckstellung des Kniegelenkes (vgl. Abb. 98). Hier wird ca. 50 % der auftretenden Kompressionsbelastung im Kniegelenk durch die Menisken übertragen. Mit zunehmender Kniebeugung verkleinert sich jedoch die Kontaktfläche zwischen Femur und Meniskus, da sich die Menisken nach hinten verlagern (vgl. Abb. 98). Dadurch kommt es zu einer partiellen Druckbelastung der Meniskushinterhörner. Bei ca. 90° Beugung werden so ca. 85 % der Kompressionsbelastung im Kniegelenk auf den Meniskus übertragen.

Des Weiteren haben die Menisken eine wichtige stabilisierende Funktion im Kniegelenk, da sie z. B. die korrekte Position des Femurs im Verhältnis zur Tibia aufrechterhalten und über ihre Propriozeptoren Einfluss auf die Muskelspannung nehmen. Außerdem verbessern sie die Ernährung des hyalinen Gelenkknorpels, indem sie die Synovialflüssigkeit gleichmäßig im Gelenk verteilen (Hochschild, 2002, S. 191).

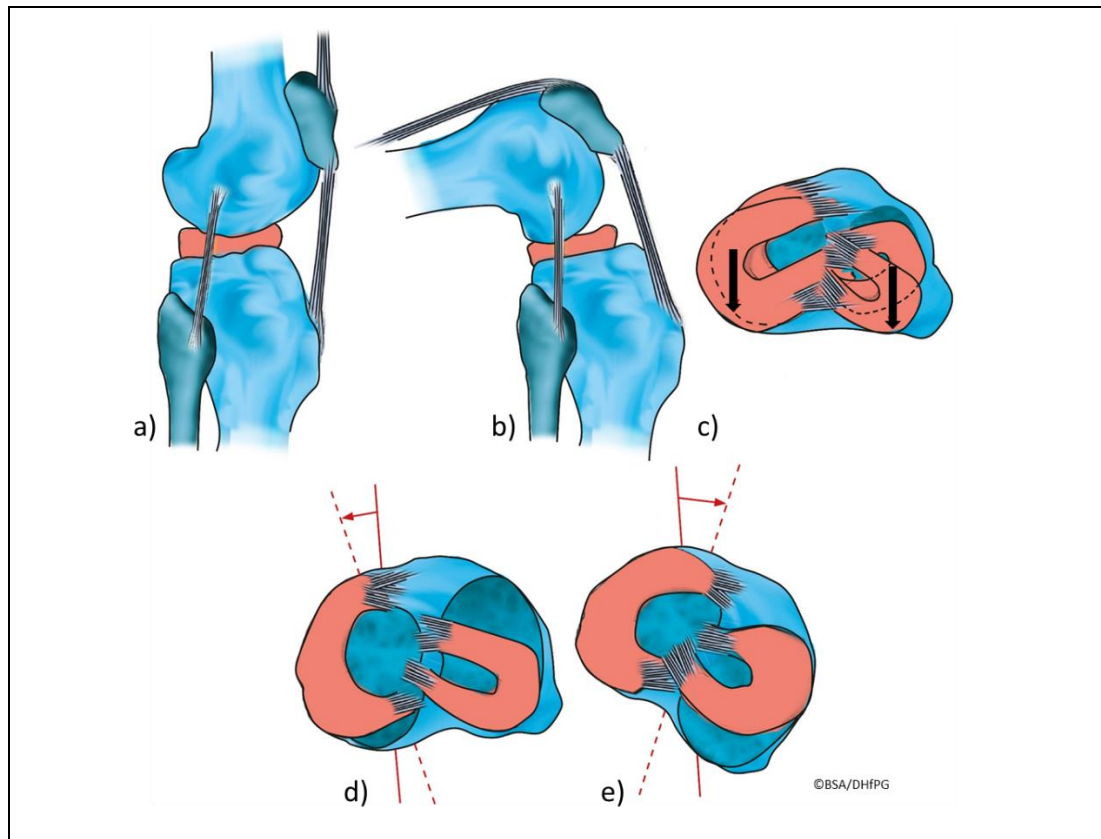


Abb. 98: Lageveränderung der Menisken bei Bewegungen im Kniegelenk, a) Extension, b) Flexion, c) Tibiaplateau in Flexion, d) Innenrotation, e) Außenrotation (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Rauber & Kopsch, 2003, S. 551)



Definition - Meniskuläsion

Bei einer Meniskuläsion handelt es sich um eine Schädigung des Faserknorpels. Risse des Innen- oder Außenmeniskus gehören zu den häufigsten Verletzungen des Kniegelenkes und stellen häufig eine Indikation zur Operation dar. Je nach Entstehungsmechanismus der Meniskuläsion wird im Wesentlichen zwischen degenerativen und traumatischen Prozessen unterschieden. Bei ca. 50 % der Meniskusläsionen handelt es sich um degenerativ bedingte Schäden, ca. 40 % sind sekundär traumatische Meniskusrisse und ca. 8 % sind primär traumatische Meniskusrisse (Froböse et al., 2003, S. 361).

Auf Grund der geringeren Mobilität ist der Innenmeniskus im Vergleich zum Außenmeniskus rund 20-mal häufiger von einer Läsion betroffen. In ca. 50 % der Fälle wird das Meniskushinterhorn geschädigt (Froböse et al., 2003, S. 361). Je nach Ort und Art des Einrisses unterscheidet man zwischen einem Abriss der Meniskusbasis, einem Längsriß (Korbhenkel), einem Querriss/Schrägriss und einem Lappenriß (vgl. Abb. 99 und Abb. 100).

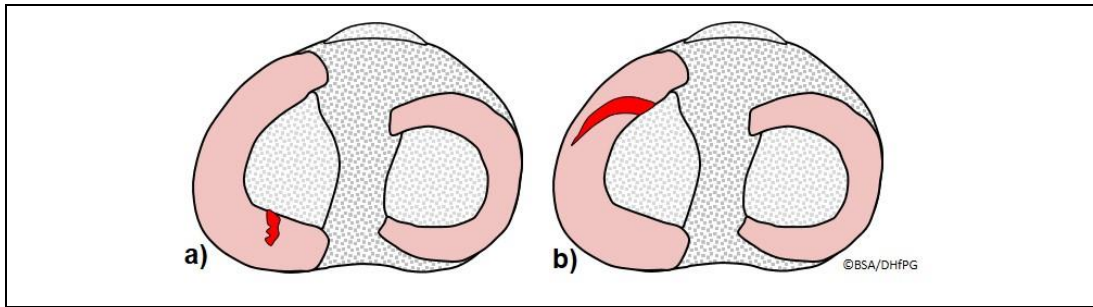


Abb. 99: a) Querriss im Hinterhorn (Radiärriss), b) Einriss des Vorderhorns (Längs- oder Lappenriss) (© BSA/DHfPG)

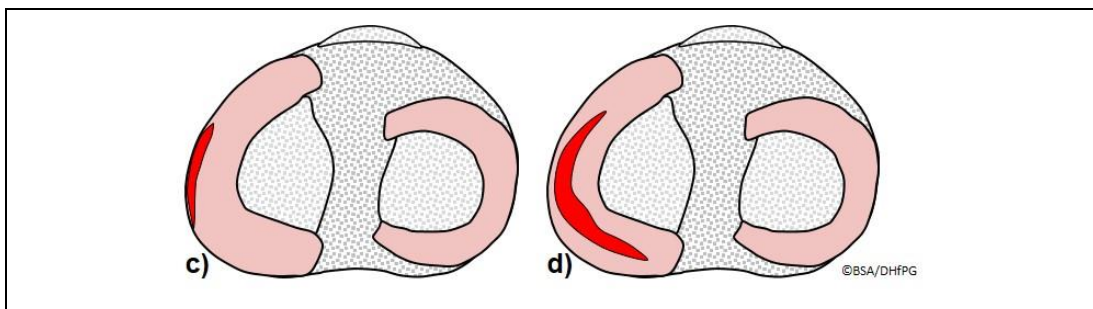


Abb. 100: c) Abriss der Meniskusbasis, d) Korbhenkelriss (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Traumatische Meniskusverletzungen treten häufig in Kombination mit Kniebandverletzungen, besonders in Verbindung mit Innenband- und/oder VKB-Verletzungen (unhappy triad), aber auch bei Tibiakopffrakturen auf. Hierbei entstehen besonders Querrisse.

Beim degenerativen Meniskussschaden findet man eher Längsrisse (Korbhenkelrisse), die auf Grund von Überlastungen auftreten. Insbesondere Achsfehlstellungen (X- oder O-Beine), aber auch Rotationsbewegungen bei stark gebeugtem Knie fördern den frühzeitigen Meniskusverschleiß.

Symptome und Diagnose:

Typisch für Meniskusverletzungen sind so genannte Einklemmungsprobleme. Dabei schiebt sich der abgerissene oder angerissene Anteil bei Bewegung zwischen die artikulierenden Gelenkflächen und führt so zu einer Blockierung. Es kommt zu einer Streck- und/oder Beugeeinschränkung mit Schmerzen. Dies kann spontan auftreten. Zur Diagnostik werden verschiedene Meniskustests durchgeführt. Durch passives Durchbewegen des Kniegelenkes in extreme Gelenkstellungen werden Schmerzempfindungen ausgelöst. Wenn z. B. beim passiven Überstrecken und/oder Überbeugen und bei Außen- und Innenrotation mit gebeugtem Knie Schmerzen zu provozieren sind (medialer Gelenkspalt = Innenmeniskuszeichen, lateraler Gelenkspalt = Außenmeniskuszeichen), sind dies Anzeichen einer Meniskusverletzung.

Zu den weiteren Diagnoseinstrumenten gehören die Kernspintomografie (MRT) und die Arthroskopie.

Therapeutische Behandlungsansätze:

Bei gelegentlichem Einklemmen helfen Traktionen am Unterschenkel in Kombination mit Schüttelungen, streckenden, beugenden und rotatorischen Bewegungen. Damit verlagert sich der lockere Meniskusteil wieder zurück und die Blockierung ist beseitigt.

Tritt dieses Problem immer häufiger auf, ist eine Operation anzuraten. Je nach Ort und Art des Meniskusschadens werden die teilgelösten Anteile resektiert oder genäht. Grundsätzlich wird versucht, so wenig Meniskussubstanz wie möglich zu entfernen, damit die wichtige kniestabilisierende Pufferfunktion erhalten bleibt.

In den ersten vier Wochen nach der Operation wird durch physiotherapeutische Behandlung am Gangbild, der Beweglichkeit und am Muskelaufbau gearbeitet.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Neben der Verbesserung der Ernährungssituation des betroffenen Meniskus sind die Verbesserung und der Erhalt der Gelenkbeweglichkeit sowie die Kräftigung der Knieextensoren und -flexoren die vorrangigen Ziele des rehabilitativen Trainings. Des Weiteren ist eine Verbesserung der Propriozeption bzw. Bewegungskoordination anzustreben.

Kontraindikationen:

Weder Kompressions- noch Scherkraftbelastungen, Kniebeugebewegungen über ca. 80-90°, noch Sprünge und Standbeinrotationsbelastungen sollten auf das Knie einwirken.

Problemspezifische Übungen:

- Beinstrecken an der Maschine aus ca. 70-80° Knieflexion
- Beinbeugen an der Maschine bis ca. 70-80° Knieflexion
- Beinpressen bis ca. 70-80° Knieflexion
- Hüftextensionsübungen am Seilzug/Hüftpendel mit kurzem Hebel
- Adduktion am Seilzug/Hüftpendel mit kurzem Hebel
- Abduktion am Seilzug/Hüftpendel mit kurzem Hebel
- Step-up (maximal 70-80° Knieflexion)
- halbe Kniebeuge
- halber Ausfallschritt
- Beinachsentraining, z.B. halbe Kniebeuge oder Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral
- Propriozeptionsübungen, z.B. halber Ausfallschritt auf dem Balance Pad

In Tab. 45 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Meniskusläsion noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 45: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Meniskusläsion (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Meniskusläsion	Stoffwechselaktivierung des bradytrophen Gewebes des Kniegelenkes (z. B. Kapsel, Menisken) Kräftigung der kniegeleumkangebenden Muskulatur, Verbesserung der aktiven und passiven Gelenkbeweglichkeit, Reduktion der Kompressionskräfte auf die Gelenkflächen, Unterstützung der Beinachsenstabilität, Verhinderung einer vorzeitigen Arthroseentstehung im Kniegelenk	Bein Strecken an der Maschine aus ca. 70-80° Knieflexion, Beinbeugen an der Maschine bis ca. 70-80° Knieflexion, Beinpressen bis ca. 70-80° Knieflexion, halbe Kniebeuge, Step-up (max. 70-80° Knieflexion), Adduktion und Abduktion am Seilzug/Hüftpendel mit kurzem Hebel, Hüftextensionsübungen am Seilzug mit kurzem Hebel, Beinachsentraining (z.B. Kniebeuge o. Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral), Propriozeptionsübungen, z.B. halber Ausfallschritt auf Balance Pad	starke Kompressionsbelastungen für das betroffene Kniegelenk, Impulsbelastungen wie z. B. Sprünge, starke Knieflexion (> 90°), Tiefkniebeuge, Scherkraftbelastungen, Rotationsstress im Kniegelenk

11.6.4 Vordere Kreuzbandruptur

Das vordere Kreuzband (VKB) ist mit ca. 3,5 cm Länge und ca. 20 g das zweitkräftigste Band im Kniegelenk mit einer maximalen Zugbelastung von ca. 2.200 Newton (Peterson & Renström, 2002, S. 273). Es läuft von der inneren Seite der äußeren Oberschenkelkondyle zur Vorderseite der Schienbeinmitte (vgl. Abb. 101).

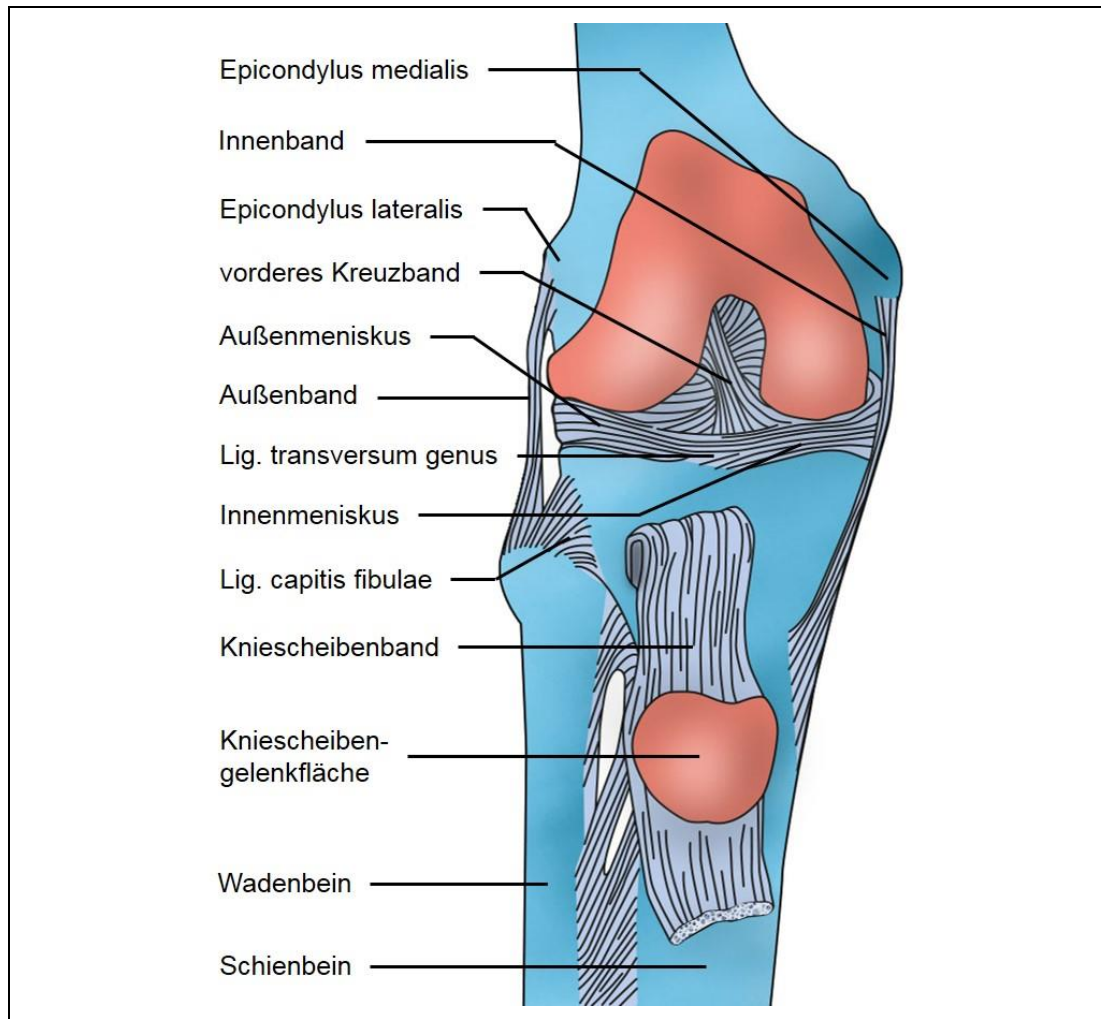


Abb. 101: Die Bandstrukturen des Kniegelenkes – Ansicht von ventral (© BSA/DHfPG)

Die Hauptfunktion des VKB ist eine Verschiebung der Tibia im Verhältnis zum Femur nach vorne zu verhindern (Verhinderung der vorderen Schublade; vgl. Abb. 102). Außerdem begrenzt es bei Beugung die Innenrotation des Kniegelenkes, da es sich um das hintere Kreuzband wickelt. Bei der Außenrotation ist das VKB hingegen entspannt. Zusammen mit dem hinteren Kreuzband verhindert das VKB eine Überstreckung des Knies. Auf Grund seiner propriozeptiven Eigenschaften hat das VKB eine große mechanische Bedeutung für die Kinematik und Stabilität des Kniegelenkes (Peterson & Renström, 2002, S. 711).



Definition - vordere Kreuzbandruptur

Eine vordere Kreuzbandruptur besteht in einer teilweisen oder kompletten Ruptur des Bandes (vgl. Abb. 102). Dabei kann es auch zu knöchernen Abrissen, insbesondere des tibialen Anteils kommen. Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes ist eine der häufigsten Bandverletzungen des Kniegelenkes (Hertel, 2002, S. 53). Eine Schädigung des vorderen Kreuzbandes führt meistens zu einer gestörten Arthrokinematik und langfristig zu schweren degenerativen Veränderungen des Kniegelenkes.

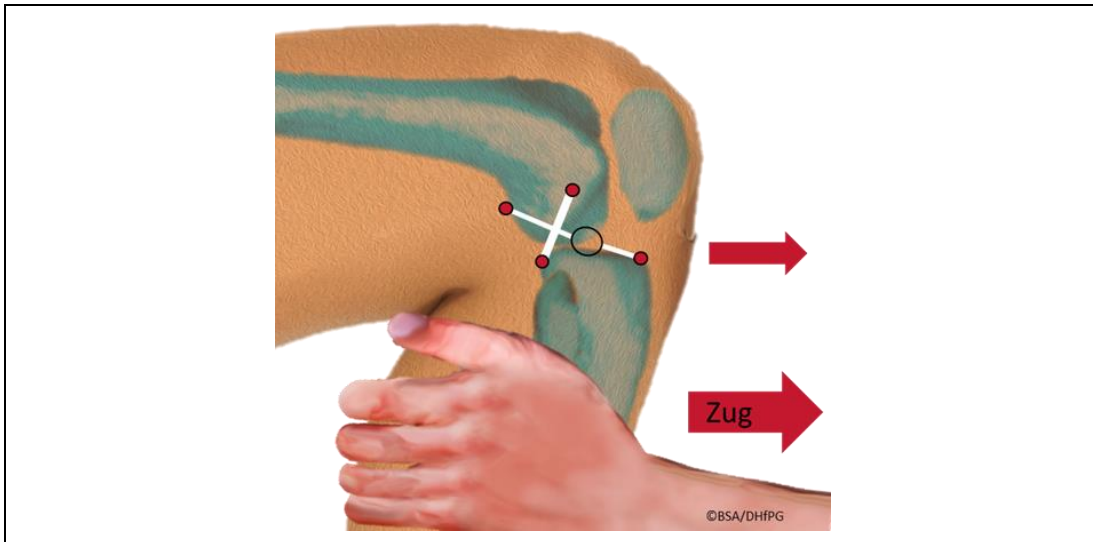


Abb. 102: Riss des vorderen Kreuzbandes (vordere Schublade) (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Drehbewegungen in Kombination mit Scherkräften durch direkte oder indirekte Gewalteinwirkungen führen zur vorderen Kreuzbandruptur. Wird z. B. bei fixiertem Fuß, gebeugtem und außenrotiertem Kniegelenk mit Gewalt von außen gegen das Gelenk getreten (z. B. ein Fußtritt eines Gegenspielers beim Fußball) und damit das Knie sehr stark in eine X-Beinstellung (Valgus-Stellung) gedrückt, so kann das Band geschädigt werden.

Symptome und Diagnose:

Nach einer vorderen Kreuzbandruptur kann das Kniegelenk anschwellen und schmerzen. Der Verletzte hat oft ein instabiles Gefühl im Knie und kann auch plötzlich wegnicken.

Durch ein Verschieben des Unterschenkels gegenüber dem Oberschenkel bei ca. 90° gebeugtem Knie kann eine vordere Schublade ausgelöst werden (Lachmann-Test), d. h. der Unterschenkel lässt sich über das normale Maß hinaus nach vorne ziehen (Petersen & Zantop, 2009, S. 53). Dabei sollte immer das gesunde Bein zum Vergleich mitgetestet werden.

Therapeutische Behandlungsansätze:

Grundsätzlich muss die vorhandene Knieinstabilität genau bewertet und die zukünftigen alltäglichen und sportlichen Betätigungen berücksichtigt werden. Ist die Knieinstabilität nicht stark ausgeprägt und eine intensive sportliche Aktivität – besonders Sportarten mit schnellen, plötzlichen Richtungswechseln und direkten Gegenspielern – für die Zukunft ausgeschlossen, so ist durchaus eine konservative Nachbehandlung möglich.

Treten jedoch im Anschluss an die Nachbehandlung häufig Verdrehungen oder plötzliches Wegknicken im Gelenk auf, so besteht die Gefahr weiterer Schädigungen, z. B. Schädigung der Menisken und Seitenbänder. In diesem Fall ist eine Operation die sinnvolle Alternative.

Gerade bei sportlich sehr aktiven Personen ist eine Knieoperation der bessere Weg zu einem langfristig stabilen Kniegelenk. Am häufigsten wird ein Ersatzband entweder aus der Kniescheibensehne (Patellasehne) oder aus der ischiocruralen Gruppe (Semitendinosussehne) rekonstruiert und als neues vorderes Kreuzband implantiert (vgl. Abb. 103) (Diemer & Sutor, 2011, S. 280).

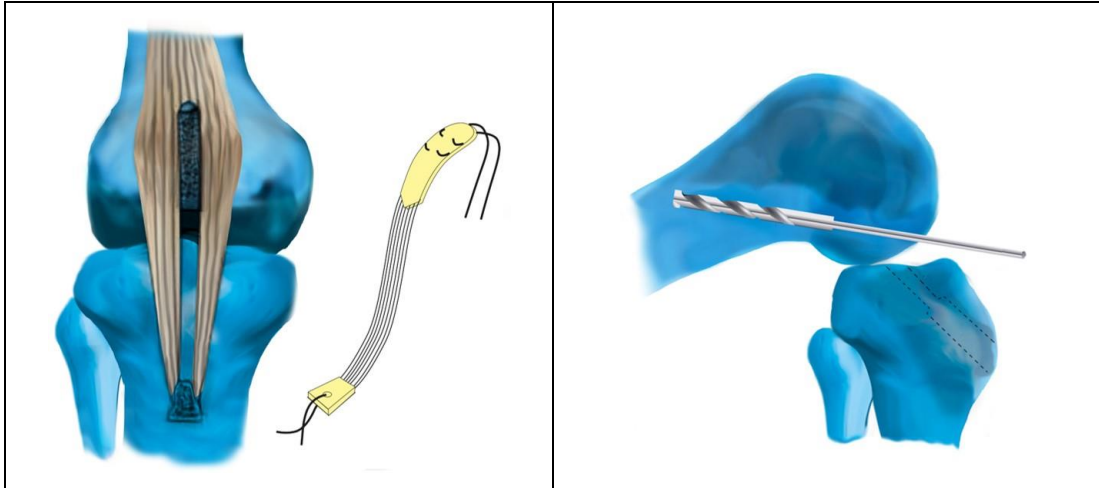


Abb. 103: Vordere Kreuzbandplastik, a) freies Transplantat, b) Bohrung durch den lateralen Femurkondylus (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Liehn, Middelanis, Steinmüller & Döhler, 2007, S. 218)

In den ersten Tagen bis wenigen Wochen nach der Operation wird oft eine Orthese getragen, welche die Streckmöglichkeit im Gelenk um ca. 30° einschränkt. Somit kann die Ersatzplastik keiner starken Zugbelastung ausgesetzt werden. Grundsätzlich sind isolierte Streckungen des Unterschenkels gegen distalen Widerstand (Übungen im offenen System) in den ersten Monaten nach der Operation zu vermeiden.

Neben der Wiederherstellung der Kniegelenkbeweglichkeit wird im Rahmen der Physiotherapie ein umfassendes Kniestabilisierungstraining im Sinne eines propriozeptiven und muskulären Trainings durchgeführt. Ein Auftrainieren der ischiocruralen Gruppen ist ein wesentlicher Schwerpunkt, weil die Beinbeugemuskulatur das VKB in seiner Funktion bei der Verhinderung der vorderen Schublade unterstützt. Des Weiteren wird die zum Teil erheblich atrophierte Quadrizepsmuskulatur auftrainiert.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Nach einer VKB-Plastik mit einem Patella- oder Semitendinosussehnenimplantat tritt häufig eine erhebliche Schwächung der Quadrizepsmuskulatur auf. Das daraus resultierende Kraftdefizit kann bis ca. sechs Monate post OP anhalten (Rupp et al., 2002, S. 751–757). Von daher ist ein wesentliches Ziel des rehabilitativen Trainings die Kräftigung der kniegelenkumgebenden Muskulatur, besonders der Quadrizepsmuskulatur und der ischiocruralen Gruppe. Des Weiteren haben die Verbesserung der Ernährungssituation des Transplantatgewebes zur Förderung des Einheilungsprozesses und die Verbesserung der Propriozeption bzw. Bewegungskoordination Priorität. Außerdem sollte eine Beweglichkeitserhaltung bzw. -verbesserung des Kniegelenkes angestrebt werden.

Kontraindikationen:

Isolierte Kniestreckübungen (offenes System), welche die vordere Schublade auslösen und Rotationsbelastungen für das Kniegelenk, sind zunächst zu vermeiden.

Problemspezifische Übungen:

- Beinpressen (bevorzugt einbeinig)
- halbe Kniebeuge (mit bewusster BWS-Aufrichtung)
- Frontkniebeuge (mit bewusster BWS-Aufrichtung)
- kontrollierter halber Ausfallschritt (mit bewusster BWS-Aufrichtung)
- Beinbeugen an der Maschine (sitzend, liegend) unter Beachtung der Tibia-Rotationsstellung
- Step-up aus 70-80° Knieflexion auf einem Aerobic-Step (vgl. Abb. 104 und Abb. 105)
- Hüftextensionsübungen am Hüftpendel/Seilzug
- Hüftadduktion -und abduktion an der Maschine mit kurzem Hebel
- Wadenheben an der Maschine stehend/sitzend mit ca. 15° Knieflexion
- Beinachsentraining, z.B. Kniebeuge oder Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral
- Propriozeptionsübungen, z.B. halber Ausfallschritt auf dem Therapiekreis (vgl. Abb. 106)

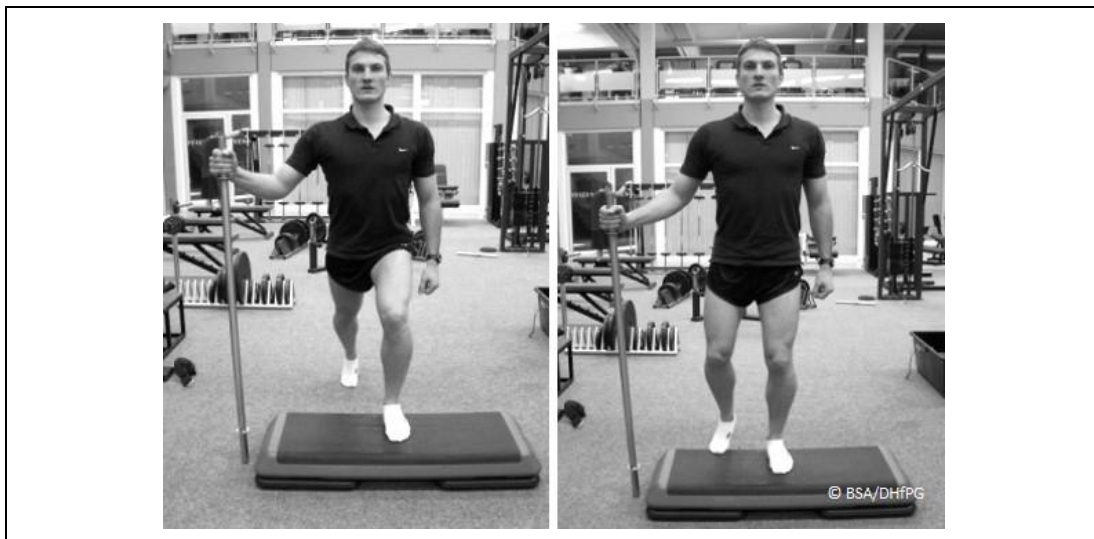


Abb. 104: Step-Up aus 70-80° Knieflexion (© BSA/DHfPG)

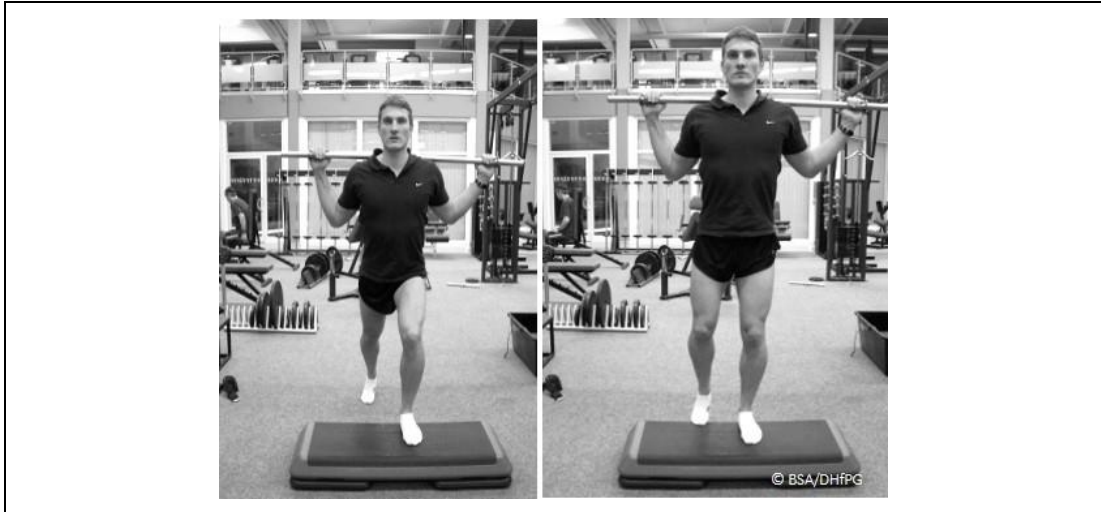


Abb. 105: Step-Up aus 70-80° mit Langhantel (© BSA/DHfPG)



Abb. 106: Propriozeptionsübung auf dem Kreisel (© BSA/DHfPG)

In Tab. 46 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer vorderen Kreuzbandruptur noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 46: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer vorderen Kreuzbandruptur
(© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
vordere Kreuzbandruptur	Verhinderung einer Auslockerung des VKB-Implantates, Stoffwechselaktivierung des bradytrophen Gewebes des Kniegelenkes (z. B. Kapsel, Bänder), Verbesserung der Kniegelenkstabilität, Kräftigung der kniegelekkumgebenden Muskulatur mit Swp M. quadriceps femoris und Mm. ischiocrurales, Unterstützung der Beinachsenstabilität, Verbesserung der aktiven und passiven Beweglichkeit des Kniegelenkes, Verhinderung einer sekundären Arthroseentwicklung	Beinbeugen an der Maschine sitzend/liegend unter Beachtung der Tibia-Rotationsstellung, Beinpressen (bevorzugt einbeinig), halbe Kniebeuge (mit bewusster BWS-Aufrichtung), halber Ausfallschritt, Step-up aus 70-80° Knieflexion auf einem Aerobic-Step, Beinachsentraining, (z. B. Kniebeuge o. Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral), Propriozeptionsübungen (z. B. halber Ausfallschritt auf dem Therapiekreisel), Wadenheben an der Maschine sitzend/stehend mit ca. 15° Knieflexion	Isoliertes Kniestrecken im offenen System für den M. quadriceps femoris (z. B. Kniestrecken an der Maschine insbesondere im Bereich von 0-30°), Rotationsstress (besonders IRO), ventrale Scherkräfte



Übung 11.5

Sprechen Sie mit Ihrem Ausbilder bzw. mit Trainerkollegen und fragen Sie nach, ob in Ihrem Betrieb Personen nach einem VKB-Riss trainieren oder trainiert haben?

Wenn ja, welche Trainingsübungen kommen bzw. kamen zum Einsatz? Vergleichen Sie die Trainingsübungen mit denen aus Tab. 46.

11.6.5 Hintere Kreuzbandruptur

Das hintere Kreuzband (HKB) ist das stabilste Band im Kniegelenk und gilt als Hauptstabilisator des Kniegelenkes (Burgener, Meyers, Tan & Zaunbauer, 2002, S. 395). Von daher wird es relativ selten verletzt. Es ist am hinteren Schienbeinplateau befestigt und verläuft nach vorne oben zur inneren (medialen) Oberschenkelkondyle (vgl. Abb. 107).

Das HKB ist bei Überstreckung im Kniegelenk gespannt, entspannt sich zunehmend bis ca. 30° Beugung (in dieser Position ist es am lockersten), um dann wieder bis zur maximalen Beugung an Spannung zuzunehmen (in dieser Position ist es am stärksten gespannt) (Peterson & Renström, 2002, S. 286). Das hintere Kreuzband trägt damit maßgeblich zur Stabilisierung des Kniegelenkes in Beugstellung bei.

Die wesentliche Funktion des HKBs besteht in der Verhinderung der hinteren Schublade (ein bei Beugung Nach-hinten-Gleiten des Schienbeines). Außerdem begrenzt es die Überstreckung des Kniegelenkes und hemmt zusammen mit dem VKB die Innenrotation im Kniegelenk.

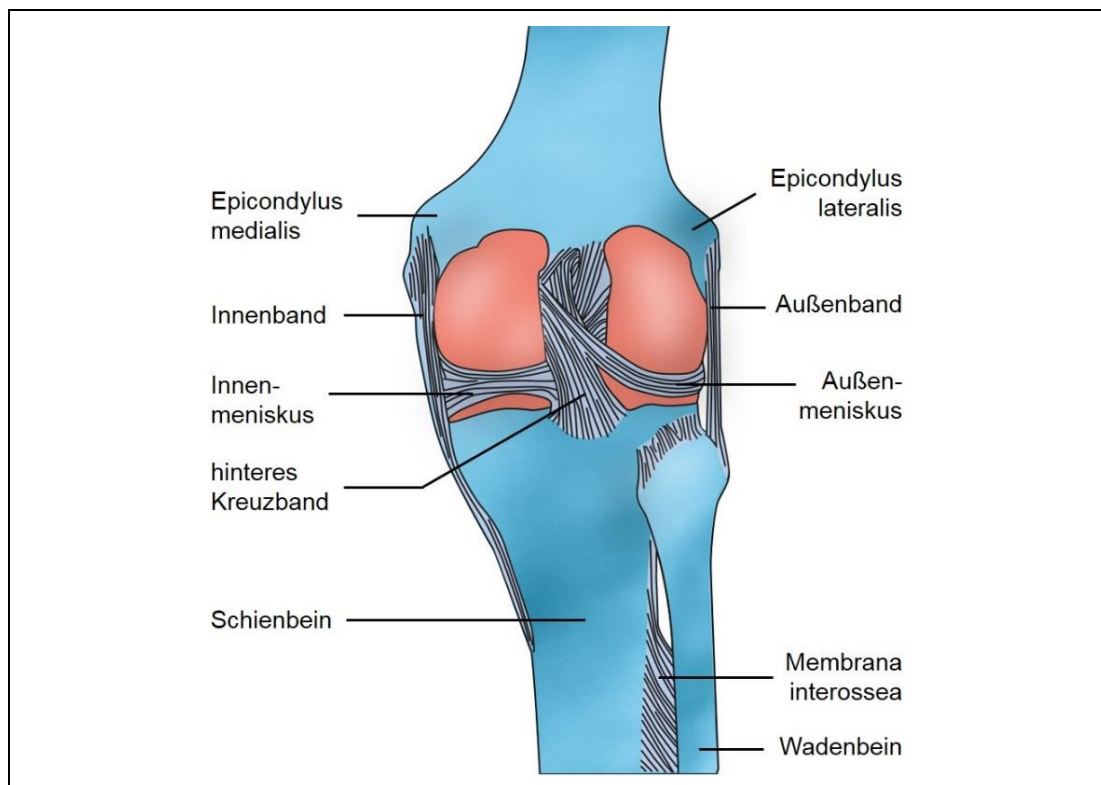


Abb. 107: Die Bandstrukturen des Kniegelenkes – Ansicht von dorsal (© BSA/DHfPG)



Definition - hintere Kreuzbandverletzung

Eine besteht in einer teilweisen oder kompletten Ruptur des Bandes. Zum Teil reißt das Band selber oder aber es kommt zum knöchernen Abriss.

Ursachen:

Auf Grund der Stabilität dieses Bandes bedarf es einer hohen Gewalteinwirkung, damit es zu einer Ruptur kommt. Besonders bei starken Kräften, welche von vorne auf das gebeugte Knie einwirken, ist das hintere Kreuzband rupturgefährdet (z. B. Sturz auf das stark gebeugte Knie aus größerer Höhe oder durch Krafteinwirkung eines anderen Gegners im Sport) (Petersen & Zantop, 2009, S. 50) (vgl. Abb. 108).

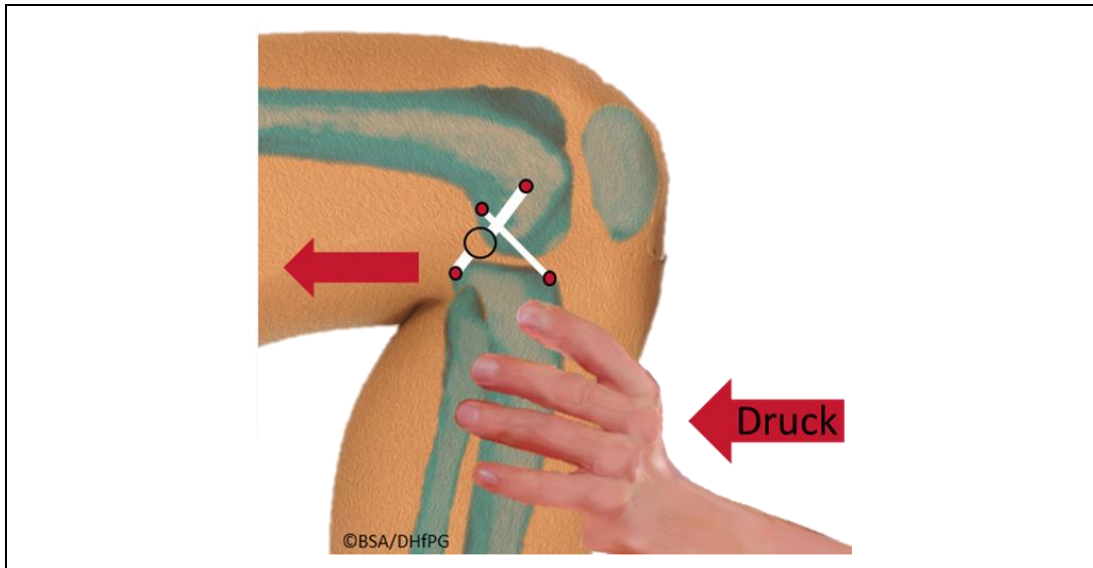


Abb. 108: Riss des hinteren Kreuzbandes (hintere Schublade) (© BSA/DHfPG)

Symptome und Diagnose:

Der hintere Schubladentest gibt Auskunft über eine Ruptur des hinteren Kreuzbandes. Aus der Rückenlage heraus wird das Kniegelenk 90° gebeugt. Lässt sich das Schienbein deutlich (über 1 cm) nach hinten schieben, so deutet dies auf ein gerissenes hinteres Kreuzband hin.

Therapeutische Behandlungsansätze:

Eine hintere Kreuzbandruptur wird wesentlich seltener operiert als eine vordere Kreuzbandruptur. Bei der konservativen Nachbehandlung liegt der Schwerpunkt im Auftrainieren des Oberschenkelstreckmuskels (M. quadriceps femoris) zur aktiven Verhinderung der hinteren Schublade. Dementsprechend ist eine Rückkehr zum aktiven Sport oft nach kurzer Zeit (ca. 4-8 Wochen nach der Verletzung) möglich.

Grundsätzlich besteht bei fehlender Bandstabilität die Gefahr der unphysiologischen Gelenkbelastung (besonders bei sportlicher Aktivität). Die mögliche Folge ist ein frühzeitiger Gelenkverschleiß. Aus diesem Grund erfolgt bei sehr instabiler Gelenksituation eine Operation, bei der eine Bandplastik die fehlende Stabilität wiederherstellt.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Die Kräftigung der kniegelenkumgebenen Muskulatur (besonders des M. quadriceps femoris) sowie die Beweglichkeitserhaltung bzw. die Beweglichkeitsverbesserung haben Priorität.

Kontraindikationen:

Isolierte Kniebeugeübungen (offenes System), welche die hintere Schublade provozieren, sind zu vermeiden.

Problemspezifische Übungen:

- Beinpressen (bevorzugt einbeinig) unter Beachtung der ROM
- halbe Kniebeuge mit bewusster BWS-Aufrichtung

- halber Ausfallschritt
- Kniestrecken an der Maschine (Startposition aus > 90° Flexion)
- Step-up aus 70-80° Knieflexion
- Beinachsentraining z.B. halbe Kniebeuge oder Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral
- Hüftextension am Seilzug/Hüftpendel mit kurzem Hebel
- Wadenheben an der Maschine stehend/sitzend
- Propriozeptionsübungen, z.B. halber Ausfallschritt auf dem Therapiekreisel

In Tab. 47 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer hinteren Kreuzbandruptur noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 47: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer hinteren Kreuzbandruptur (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
hintere Kreuzbandruptur	Stoffwechselaktivierung des bradytrophen Gewebes des Kniegelenkes (z.B. Kapsel, Bänder), Entlastung des HKB, Verbesserung der Kniegelenkstabilität, Kräftigung der kniegelenkumgebenden Muskulatur mit SWP: M. quadriceps femoris, Unterstützung der Beinachsenstabilität, Verbesserung der aktiven und passiven Beweglichkeit des Kniegelenkes, Verhinderung einer sekundären Arthroseentwicklung	Beinpresse unter Beachtung der ROM, halbe Kniebeuge, halber Ausfallschritt, Step-up aus 70-80° Knieflexion, Beinstrecken an der Maschine (aus max. 90° Flexion), Beinachsentraining, z.B. Kniebeuge o. Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral, Hüftextension am Seilzug/Hüftpendel mit kurzem Hebel, Wadenheben an der Maschine sitzend/stehend, Propriozeptionsübungen, z.B. halber Ausfallschritt auf dem Therapiekreisel	Isoliertes Kniebeugen im offenen System für die ischio-crurale Gruppe (z.B. Beinbeugen an der Maschine), Rotationsstress (besonders starke IRO), starke Knieflexion, Überstreckung des Kniegelenks (Genu recurvatum)

11.6.6 Innenbandruptur

Das Innenband verläuft an der Innenseite des Kniegelenkes vom inneren Oberschenkelkondylus nach unten zum Schienbein und ist unterhalb des Gänsefußes (Pes anserinus) angewachsen. Es ist mit seinen mittleren Strukturen mit dem Innenmeniskus und der Gelenkkapsel verbunden (vgl. Abb. 101 und Abb. 107).

Das Innenband ist ein wichtiger Stabilisator und wirkt gegen Valgus- und Außenrotationsstress im Kniegelenk. Bei Kniestreckung und bei Beugung mit einer Außenrotation wird das Innenband gespannt.



Definition - Innenbandverletzung

Eine Innenbandverletzung liegt bei einer Ruptur oder Teilruptur des Bandes vor. Nicht selten sind der Innenmeniskus und/oder die Gelenkkapsel oder auch das vordere Kreuzband mit betroffen (*unhappy triad*) (Klarius, Kasten & Weinberg, 2006, S. 590).

Ursachen:

Übermäßige Außenrotations-Scherkraftbewegungen (z. B. beim Skifahren), stärkere Gewalteinwirkungen auf die Außenseite des Kniegelenkes mit Wegknicken in eine X-Bein-Stellung (Valgus-Stress) (z. B. Tackling beim Fußball oder Eishockey) sind die häufigsten Ursachen einer Innenbandverletzung.

Symptome und Diagnose:

Es bestehen Druckschmerzen an der Knieinnenseite mit einem Instabilitätsgefühl und einer schmerzhaften Bewegungseinschränkung in der Streckung. Getestet wird die seitliche Aufklappbarkeit des Kniegelenkes bei leicht gestrecktem Bein.

Therapeutische Behandlungsansätze:

Das Innenband wird in der Regel nur bei komplexen Verletzungen, d. h. wenn der Innenmeniskus und/oder das vordere Kreuzband mit betroffen sind, bei knöchernem Ausriss refixiert bzw. bei einer Bandruptur durch eine Bandnaht operiert.

Deutlich häufiger ist eine konservative Nachbehandlung. Anfänglich wird nicht selten durch eine Knieorthese die Streckung in den ersten zwei bis drei Wochen begrenzt. Neben der frühfunktionellen Mobilisation steht die aktive Stabilisierung des Kniegelenkes (Sensorikverbesserung und propriozeptives Training) im Vordergrund der Behandlung.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Die Förderung der Kniestabilisation und die Kräftigung der kniegelenkumgebenden Muskulatur sind die Hauptziele des Trainings bei einer Innenbandverletzung.

Kontraindikationen:

In den ersten Wochen der Nachbehandlung sind Adduktionsbewegungen mit Hebelansatz unterhalb des Kniegelenkes dringend zu vermeiden (alle Valgus-Stress auslösenden Übungen). Weitere kontraindizierte Übungen sind die Tiefkniebeuge, Überstreckung und Rotationsbelastungen (besonders in die Außenrotation) des Kniegelenkes.

Problemspezifische Übungen:

- Beinpresse (ohne Endstreckung in den ersten 6 Wochen nach Verletzung)
- Kniestrecken an der Maschine (ohne Endstreckung in den ersten 6 Wochen)
- Beinbeugen an der Maschine (aus 20° Knieflexion beginnend), nach 6 Wochen keine Einschränkung mehr
- halbe Kniebeuge (ohne Endstreckung in den ersten 6 Wochen)
- Hüftabduktion am Seilzug, Hüftpendel
- Hüftadduktion am Seilzug, Hüftpendel mit kurzem Hebel
- Wadenheben an der Maschine sitzend mit leicht gebeugtem Knie
- Wadenheben an der Maschine stehend (nach 6 Wochen)
- Propriozeptionsübungen, z.B. halber Ausfallschritt auf dem Balance Pad

In Tab. 48 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Innenbandverletzung im Kniegelenk noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 48: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Innenbandverletzung im Kniegelenk (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziel	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Innenbandverletzung	Verbesserung der Kniegelenkstabilität, Stoffwechselaktivierung des bradytrophen Gewebes des Kniegelenkes (z.B. Kapsel und Bänder), Kräftigung der knieumgebenden Muskulatur mit SWP: Pes Anserinusgruppe, Verbesserung der aktiven und passiven Bewegungsmöglichkeiten, Unterstützung der Beinachsenstabilität	Beinpresse unter Beachtung der ROM (Endstreckung nach ca. 6 Wochen freigegeben), Kniestrecken an der Maschine unter Beachtung der ROM (Endstreckung nach ca. 6 Wochen freigegeben), Beinbeugen an der Maschine (aus 20° Knieflexion beginnend, nach 6 Wochen keine Einschränkung), halbe Kniebeuge unter Beachtung der ROM (Endstreckung nach ca. 6 Wochen freigegeben), Hüftadduktion am Seilzug/Hüftpendel mit kurzem Hebel, Hüftabduktion am Seilzug/Hüftpendel, Wadenheben an der Maschine sitzend, Propriozeptionsübungen z.B. halber Ausfallschritt auf dem Balance Pad, Beinachsentraining z.B. halbe Kniebeuge o. Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von medial oder lateral	Hüftadduktionsbewegungen mit langem Hebel, Valgus-Stress, Tiefkniebeuge, Überstreckung des Kniegelenkes, Rotationsstress (besonders ARO)



Zusammenfassung

- Zu den häufigsten Erkrankungsbildern des Kniegelenkes gehören die Gonarthrose, Verletzungen des Meniskus, die Chondropathia patellae und die Ruptur sowohl des vorderen als auch des hinteren Kreuzbandes sowie des Innenbandes.
- Bei der *Gonarthrose* handelt es sich um degenerative Veränderungen des hyalinen Knorpels im Kniegelenk. Wie bei den meisten arthrotischen Veränderungen liegen die Ursachen in einem Missverhältnis zwischen Belastung und Belastbarkeit des Gelenkknorpels. Die rehabilitativen Ziele sind eine Verbesserung der muskulären Sicherung des Kniegelenkes und der Stoffwechselsituation des Knorpels. Im weit fortgeschrittenen Arthrosestadium sollte über einen operativen Eingriff nachgedacht werden.
- Bei der *Chondropathia patellae* handelt es sich um eine degenerative Veränderung des Knorpels an der Kniescheibenrückseite. Auch hier liegt die Ursache in einer mechanischen Überlastung des Knorpelgewebes. Besonders Mädchen in der Pubertät und junge Frauen sind davon betroffen. Ein Ruheschmerz hinter der Kniescheibe bei gebeugtem Kniegelenk und das Verschieben der Kniescheibe bei gestrecktem Kniegelenk sind ein eindeutiges Indiz für eine Chondropathia patellae. Therapeutisch stehen ein gezieltes Muskelaufbautraining der insuffizienten Muskulatur (M. vastus medialis) und die Dehnung der verkürzten Muskulatur (M. rectus femoris) im Vordergrund. Führen diese Maßnahmen nicht zum Erfolg, dann kommen operative Eingriffe zum Einsatz.
- Bei einer *Meniskusläsion* ist meistens der Innenmeniskus betroffen. Je nach Art und Lage können verschiedene Rissformen unterschieden werden. Am häufigsten tritt ein Querriss des Innenmeniskus einhergehend mit einer Innen- und vorderen Kreuzbandverletzung (unhappy triad) auf. Insbesondere Rotationsbewegungen im stark gebeugten Kniegelenk fördern den vorzeitigen Meniskusverschleiß. In Abhängigkeit vom Schweregrad des Meniskus Schadens werden durch eine Operation teilgelöste Meniskusanteile entfernt oder genäht. Grundsätzlich wird dabei versucht, so wenig Meniskussubstanz wie möglich zu entfernen. Die rehabilitativen Ziele liegen in einer Beweglichkeitserhaltung und -verbesserung des Kniegelenkes und in einer Kräftigung der gelenkstabilisierenden Muskulatur.
- Die *vordere Kreuzbandruptur (VKB)* ist eine der häufigsten Bandverletzungen des Kniegelenkes. Ursache hierfür sind kombinierte Drehbewegungen in einer Kniebeugstellung in Verbindung mit auftretenden Scherkräften, ausgelöst durch direkte oder indirekte Gewalteinwirkung. Typisches Zeichen einer VKB-Ruptur ist die vordere Schublade. Therapeutisch wird eine VKB-Ruptur sowohl konservativ als auch operativ versorgt. Im Falle einer Operation wird ein Ersatzbandimplantat entweder aus der Patella- oder Semitendinossehne rekonstruiert.

- Die rehabilitativen Ziele bestehen in einer Kräftigung der kniegelenkumgebenden Muskulatur, insbesondere der Knieflexoren, und in einer Verbesserung der Propriozeption. Die vollständige Belastbarkeit des Ersatzbandimplantates ist erst nach ca. 300-350 Tagen gegeben.
 - Der Riss des *hinteren Kreuzbandes (HKB)* tritt weitaus seltener auf. Besonders bei einer massiven Gewalteinwirkung von vorne auf das gebeugte Knie kommt es zum Riss des HKB. Der hintere Schubladentest gibt Aufschluss über einen Riss des hinteren Kreuzbandes. Im Gegensatz zum VKB-Riss wird ein HKB-Riss wesentlich seltener operiert. Die therapeutische Nachbehandlung erfolgt meistens auf konservative Art durch das Auftrainieren der kniegelenkstabilisierenden Muskulatur, insbesondere der Knieextensoren.
 - Bei einer *Innenbandruptur* handelt es sich um einen Riss oder Teilriss des medialen Seitenbandes im Kniegelenk. Besonders übermäßige Außenrotationsbewegungen oder stärkere Gewalteinwirkung auf die Außenseite des Kniegelenkes sind die Ursache eines Innenbandrisses. Nicht selten sind dabei auch der Innenmeniskus und das vordere Kreuzband in Mitleidenschaft gezogen. Therapeutisch wird das Innenband nur bei komplexen Verletzungen (z. B. unhappy triad) operativ durch eine Naht refixiert. Deutlich häufiger ist die konservative Nachbehandlung. Die Ziele sind vor allem das Auftrainieren der kniegelenkstabilisierenden Muskulatur und die Verbesserung der Propriozeption zur Stabilisierung des Kniegelenkes.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Formulieren Sie die Trainingsgrundsätze (Ziele, Übungen, Kontraindikationen) bei einer Gonarthrose.
2. Formulieren Sie die Trainingsgrundsätze (Ziele, Übungen, Kontraindikationen) bei einer Chondropathia patellae.
3. Was versteht man unter einem so genannten unhappy triad?
4. Nennen Sie fünf problemspezifische Übungen bei einer Meniskusverletzung und begründen Sie Ihre Auswahl.
5. Warum sind Kniebeugebewegungen unter 80-90° bei einer Meniskusverletzung zunächst kontraindiziert?
6. Welche Rolle spielt das Training der ischiocruralen Muskulatur bei einer vorderen Kreuzbandruptur?
7. Warum ist die Übung Bein Strecken bei einer vorderen Kreuzbandruptur zunächst problematisch?
8. Nennen Sie fünf problemspezifische Übungen bei einer hinteren Kreuzbandruptur und begründen Sie Ihre Auswahl.
9. Formulieren Sie die Trainingsgrundsätze (Ziele, Übungen, Kontraindikationen) bei einer Innenbandruptur.

11.7 Krankheitsbilder des Sprunggelenkes

Das Sprunggelenk wird in ein oberes und in ein unteres Sprunggelenk unterteilt. Das obere Sprunggelenk wird vom Schienbein (Tibia), Wadenbein (Fibula) und Sprungbein (Talus) gebildet. Bewegen lässt sich der Fuß durch Anheben des Fußrückens (Dorsalexension) und Herunterdrücken der Fußsohle (Plantarflexion). Das untere Sprunggelenk bilden die Fußwurzelknochen. Dazu gehören das Sprungbein (Talus), das Kahnbein (Os Naviculare) und das Fersenbein (Calcaneus). Im unteren Sprunggelenk sind ein Anheben der Fußaußenseite (Pronation) und ein Anheben der Fußinnenseite (Supination) möglich.

Ligamentär wird das Sprunggelenk an seiner Innenseite durch das innere Seitenband, dem Deltaband (Lig. deltoideum) stabilisiert (vgl. Abb. 109). Dieses Band ist ein sehr breites, aufgefächertes Band mit mehreren Teilzügen, welche vom Schienbein (Innenknöchel) ausgehend zu dem Kahnbein, dem Fersenbein und dem Sprungbein (nach vorne und hinten) ziehen. Das Deltaband begrenzt alle auswärts drehenden Pronationsbewegungen des Fußes. Auf Grund der stabilen Beschaffenheit sind isolierte Rupturen dieses Bandes sehr selten und treten in der Regel bei sehr starken Gewalteinwirkungen bei außenrotiertem und proniertem Fuß in Kombination mit einer Fraktur und/oder mit einer Syndesmosenruptur bzw. -teiltraktur auf.

An der Außenseite wird das Sprunggelenk von drei Außenbändern stabilisiert (vgl. Abb. 109). Diese sind deutlich schmaler und weniger belastungsstabil als das innere Seitenband. Die Bandverletzungen der Außenbänder des Sprunggelenkes gehören zu den häufigsten Sportverletzungen überhaupt (Appell & Stang-Voss, 2008, S. 91–93).

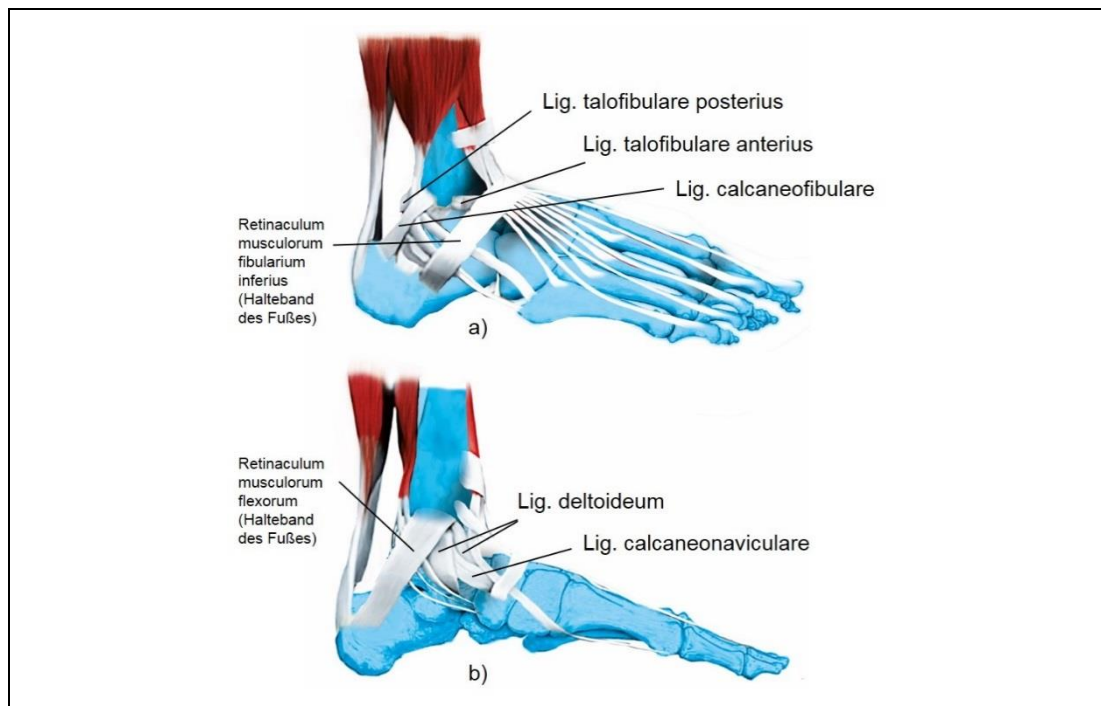


Abb. 109: Die Bandstrukturen des oberen Sprunggelenks (© BSA/DHfPG)

11.7.1 Außenbandruptur

Die Außenbänder des Sprunggelenkes ziehen vom Wadenbein aus nach vorne zum Sprungbein (Lig. fibulotalare anterior [LFTA]), nach hinten zum Sprungbein (Lig. fibulotalare posterior [LFTP]) und nach hinten unten zum Fersenbein (Lig. fibulocalcaneare [LFC]). Auf Grund dieser unterschiedlichen Verlaufsrichtungen ist, in welcher Stellung sich der Fuß auch befindet, ein Band immer gespannt und stabilisiert das Sprunggelenk.



Definition - Außenbandruptur

Bei einer Außenbandverletzung handelt es sich in 65-70 % aller Fälle um einen Einriss bzw. eine komplette Ruptur des LFTAs (vgl. Abb. 110). Ca. 20 % aller Außenbandverletzungen sind Kombinationsverletzungen (Einriss bzw. Ruptur) von LFTA und LFC (Peterson & Renström, 2002, S. 366).

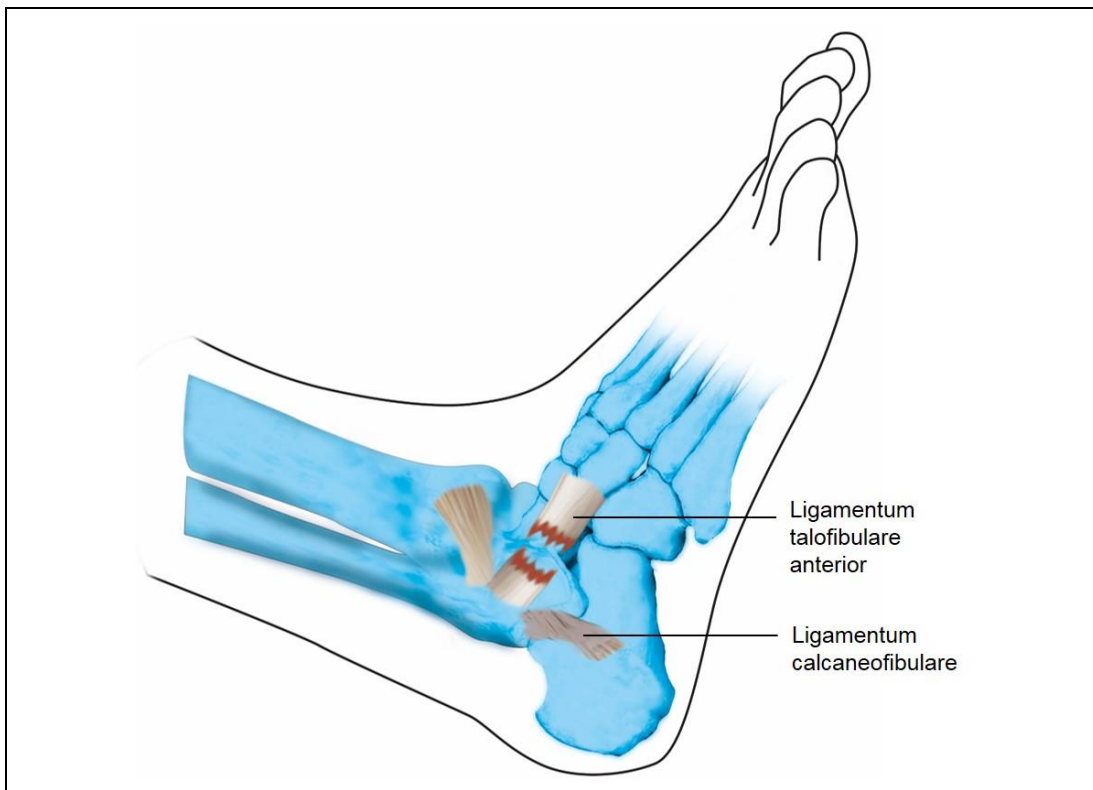


Abb. 110: Ruptur des Ligamentum talofibulare anterior (LFTA) (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Das LFTA ist von den drei Außenbändern das schwächste Band und wird bei Plantarflektion verbunden mit Supinationsbewegungen verletzt. Das LFC ist das zweitschwächste Band und wird oft bei Dorsalextensionsbewegungen verbunden mit einer Supination geschädigt. Das LFTP (das stabilste Außenband) ist nur sehr selten bei extrem schweren Unfällen betroffen. Hauptursachen sind direkte und indirekte Gewalteinwirkungen bei Ball-, Sprung- und Laufsportarten oder akute Traumen mit Rotationskomponente.

Symptome und Diagnose:

Schwellung, Schmerzen bei Belastung und/oder bei Bewegung, Einblutungen mit Hämatombildung und Bewegungseinschränkungen sind die Symptome. Nach Abklingen der akuten Schwellung wird nach ca. 5-7 Tagen die Verletzung genauer untersucht.

Durch eine im Seitenvergleich durchgeführte seitliche Aufklappbarkeit des Gelenkes (sehr schmerzhaft) und die Testung der vorderen Schublade durch ventrale Verschiebung der Talusrolle (z. T. durch eine gehaltene Röntgenaufnahme) lässt sich die Stabilität der Strukturen feststellen.

Therapeutische Behandlungsansätze:

Wenn das LFTA und das LFC gerissen sind, wird entweder konservativ behandelt oder es wird durch eine Operation eine Bandnaht mit anschließender zweiwöchiger Ruhigstellung durchgeführt. Zusätzlich folgt ein Gehgips (oder Orthese) mit Vollbelastung bis zur ca. sechsten Woche postoperativ. Die alleinige Ruptur des LFTAs wird in der Regel konservativ behandelt. Bei der konservativen Therapie erfolgt eine Stabilisierung über eine Sprunggelenkschiene, wodurch eine Supinationsbewegung nicht möglich ist.

Physiotherapeutische Maßnahmen beinhalten unter anderem Massagen und Lymphdrainage zum Abklingen der Schwellungen, manuelle Therapie, isometrische Übungen und frühfunktionelles Bewegen unter Einbeziehung propriozeptiver Bewegungsaufgaben.

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Die Ziele verfolgen die Stabilisierung und Kräftigung der sprunggelenkumfassenden Muskulatur mit dem Schwerpunkt der Koordinations- bzw. Propriozeptionsschulung.

Kontraindikationen:

Weit ausladende Supinations- und Inversionsbewegungen (kombinierte Bewegung mit Plantarflexion, Supination und Adduktion) sind kontraindiziert.

Problemspezifische Übungen:

- Propriozeptionsübungen auf labilen Unterstützungsflächen (z.B. Stand einbeinig auf Weichboden, Kreisel, Wackelbrettchen, Minitrampolin; vgl. Abb. 111 und Abb. 112)
- Barfuß: Pronation des Sprunggelenkes am Seilzug im Langsitz
- Barfuß: Dorsalexten des Sprunggelenkes am Seilzug im Langsitz (später in Kombination mit einer Pronation; vgl. Abb. 113 bis Abb. 114)
- kontrolliertes Wadenheben im Sitzen in der Beinpresse oder an der Wadenmaschine unter Beachtung der ROM
- kurzer Fuß nach JANDA
- Zehengreifübungen
- Dehnung der Wadenmuskulatur

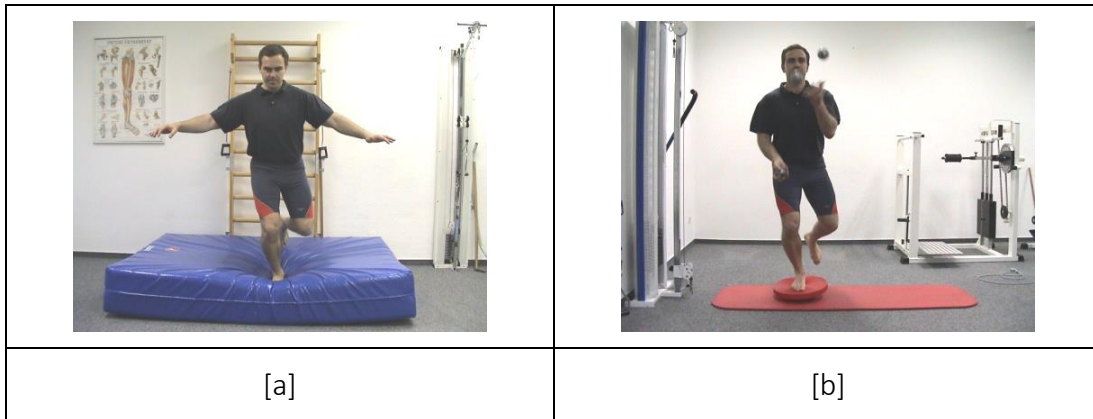


Abb. 111: Propriozeptives Training – Standstabilisation auf dem Weichboden (a) und auf dem Kreisel (b) (© BSA/DHfPG)

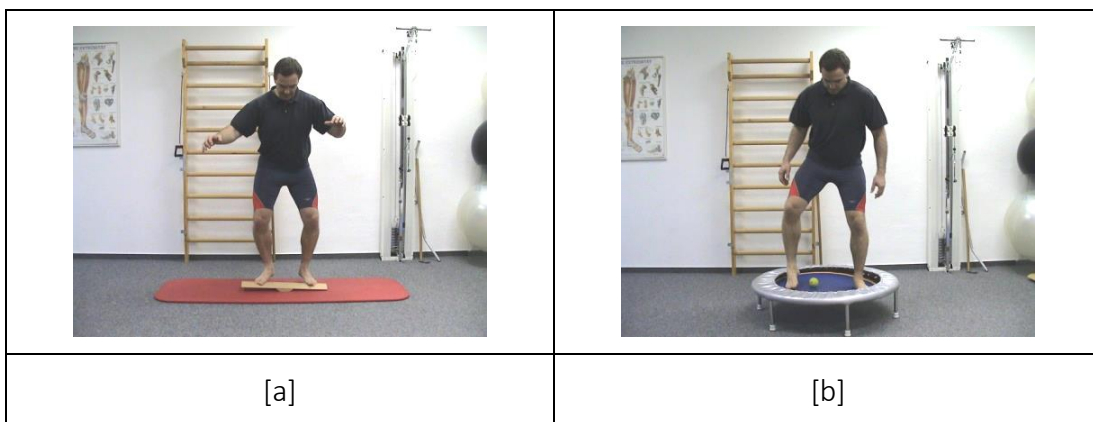


Abb. 112: Propriozeptives Training – Standstabilisation auf dem Wackelbrett (a) und Koordinationsübung auf dem Minitrampolin (b) (© BSA/DHfPG)

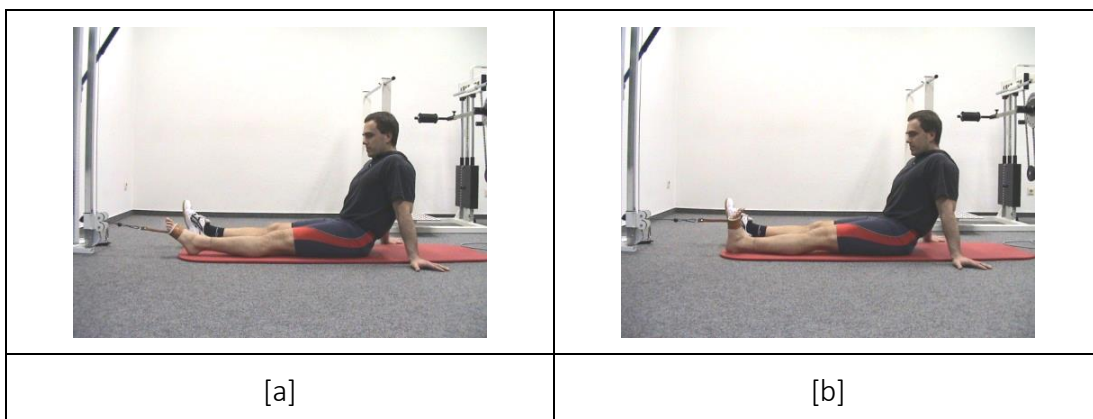


Abb. 113: Dorsalextension am Seilzug - Zug aus der Plantarflexion (a) in die Dorsalextension (b) (© BSA/DHfPG)

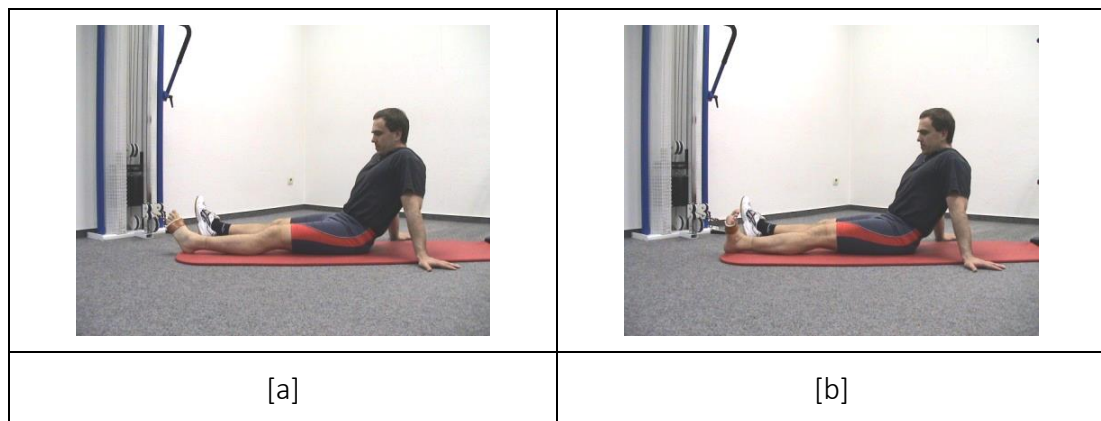


Abb. 114: Dorsalextensionsübung am Seilzug - Zug aus der Supination/ Plantarflexion (a) in die Pronation/Dorsalextension (b) (© BSA/DHfPG)

In Tab. 49 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Außenbandverletzung im Sprunggelenk (LFTA) noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 49: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Außenbandverletzung im Sprunggelenk (LFTA) (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Fibulotalare Bandruptur	Stoffwechselaktivierung des bradytrophen Gewebes der Sprunggelenke (z. B. Kapsel, Bänder), Kräftigung der sprunggelenkumfassenden Muskulatur mit SWP: Pronatoren und Extensoren, Verbesserung der Stabilisierung des Fußgewölbes, Verbesserung der Standstabilisation, Wiedererlangung der vollen aktiven und passiven Beweglichkeit der Sprunggelenke	Propriozeptionsübungen auf labilen Unterstützungsflächen (z.B. Einbeinstand auf Weichboden, Kreisel, Wackelbretter etc.), Pronation des Sprunggelenkes am Seilzug im Langsitz, Dorsalextension des Sprunggelenkes am Seilzug im Langsitz (auch kombiniert mit Pronation) unter Beachtung der ROM, Wadenheben sitzend in der Beinpresse oder an der Wadenmaschine unter Beachtung der ROM, kurzer Fuß nach JANDA, Zehengreifübungen, Dehnung der Wadenmuskulatur	starke Supinationsbewegungen, Inversionsbewegungen, Sprungbelastungen, schnelle Abstoppbewegungen



Übung 11.6

Versuchen Sie mithilfe der aus Kapitel 8 bereits bekannten Grundlagen, eine methodische Übungsreihe mit min. 5 und max. 10 Übungen für ein propriozeptives Trainingsprogramm bei einem Außenbandriss (Riss des Lig. fibulotalare anterius) zu erstellen.

11.7.2 Achillessehnenruptur

Der Zwillingswadenmuskel (M. gastrocnemius) und der Schollenmuskel (M. soleus) strahlen gemeinsam in Achillessehne ein, welche am Fersenbein (Calcaneus) befestigt ist. Sie dient der Kraftübertragung der Wadenmuskulatur auf das obere Sprunggelenk, indem sie das Fersenbein bei Muskelkontraktion nach oben zieht und der Fuß dabei eine Fußsohlenbeugung (Plantarflexion) ausübt.



Definition - Achillessehnenruptur

Bei einer Achillessehnenruptur reißt die Sehne vollständig oder teilweise (Teilruptur), wodurch ein normales Abdrücken des Fußes beim Gehen (Plantarflexion) nicht mehr möglich ist (vgl. Abb. 115).

Achillessehnenrupturen nehmen vor allem im Freizeit- und Breitensportbereich stetig zu. In Deutschland schätzt man jährlich ca. 16.-20.000 Fälle (Steinbrück, 2000, S. 154).

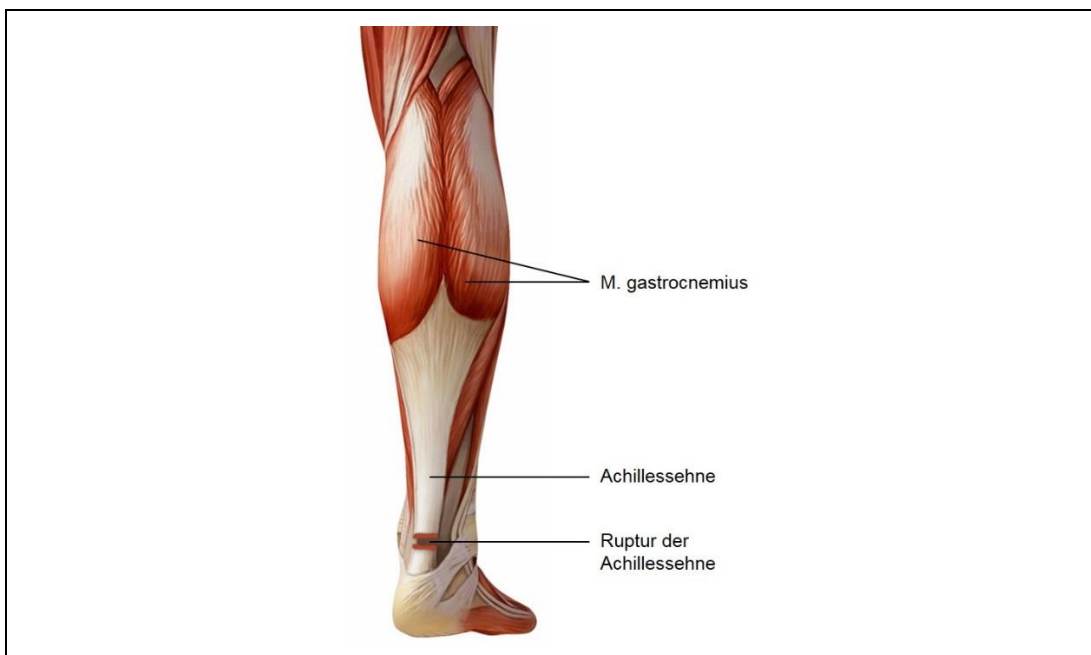


Abb. 115: Achillessehnenruptur (© BSA/DHfPG)

Ursachen:

Eine Überlastung der Sehne, hervorgerufen durch immer wiederkehrende Mikrotraumatisierungen, ist der Hauptgrund für die Ruptur. Achsenfehlstellungen des Knies oder Sprunggelenkes, häufiges Überpronieren (Hyperpronation) des Sprunggelenkes, eine verkürzte Wadenmuskulatur oder auch schlechte Sportschuhe zählen zu den weiteren möglichen Ursachen einer Achillessehnenruptur. Häufig führen auch ein anfänglich zu intensives und umfangreiches Training nach einer langjährigen Sportpause und die dadurch zu hohe Belastungseinwirkung auf die dafür noch nicht vorbereitete Sehne zu einer Ruptur der Achillessehne.

Symptome und Diagnose:

Bei Ruptur der Achillessehne ist nicht selten ein lauter peitschenartiger Knall zu hören, verbunden mit akuten Schmerzen, Schwellung und Einblutungen. Eine aktive Plantarflexion ist nicht mehr möglich. Zur Testung legt sich der Verletzte mit leicht gebeugtem Knie auf den Bauch. Durch ein Zusammendrücken der Wadenmuskulatur müsste sich der Fuß in die Plantarflexion bewegen. Ist dies nicht der Fall, ist die Sehne gerissen (*Thompson-Test*) (Müller, Schuster & Weigel, 2011, S. 1042).

Therapeutische Behandlungsansätze:

Überwiegend erfolgen eine funktionswiederherstellende Operation mit anschließender entlastender mehrwöchiger Fixierung in 20° Spitzfußstellung. Physiotherapeutisch erfolgt die Gelenkmobilisierung und die zunehmende Belastungssteigerung, gekoppelt mit propriozeptiven und kräftigenden Übungen (ab 6.-7. Woche postoperativ).

Ziele des rehabilitativen Trainings:

Das Sprunggelenk muss seine Beweglichkeit erhalten bzw. sie muss weiter verbessert werden. Die Wadenmuskulatur muss behutsam gekräftigt und ein sicheres belastungsstabiles Gefühl im Fuß wiederhergestellt werden.

Kontraindikationen:

Sprungbelastungen, besonders gekoppelt mit Scherkraft- und Rotationsbewegungen, sind in den ersten Monaten der Nachbehandlung auszuschließen.

Problemspezifische Übungen:

- Propriozeptionsübungen, z.B. Stand einbeinig auf Weichbodenmatte
- Wadenheben in der Beinpresse unter Beachtung der ROM
- Wadenheben im Sitzen/Stehen unter Beachtung der ROM
- Barfuß: Pronation des Sprunggelenks im Langsitz am Seilzug
- Barfuß: Dorsalexten des Sprunggelenks im Langsitz am Seilzug (kombiniert mit Pronation) unter Beachtung der ROM

In Tab. 50 sind die wichtigsten Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Achillessehnenverletzung noch einmal übersichtlich zusammengefasst.

Tab. 50: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Achillessehnenverletzung (© BSA/DHfPG)

Krankheitsbild	Trainingsziele	Problemspezifische Übungen	Kontraindikationen
Achillessehnenriss	Stoffwechselaktivierung des bradytrophen Gewebes der betroffenen Strukturen (z.B. Achillessehne), Kräftigung der sprunggelenkumgebenden Muskulatur mit SWP: Sprunggelenksflexoren, Verbesserung der Standstabilisations-sicherheit, Verbesserung der aktiven und passiven Beweglichkeit der Sprunggelenke, Unterstützung der Fußgewölbestabilität	Propriozeptionsübungen auf labilen Unterstü-tzungsflä-chen, z.B. Stand einbeinig auf Weichbodenmatte, Wadenheben im Sitzen/im Stehen/in der Beinpresse unter Beachtung der ROM, Pronation des Sprunggelenks im Langsitz am Seilzug, Dorsalexten des Sprungge-lenks im Langsitz am Seilzug unter Beachtung der ROM	intensive Sprungbe-lastungen, schnelle Richtungs-wechsel unter Lauf-belastung, Scherkraftbelastun-gen (Überprona-tion, Varus-/ Val-gusstress), intensive Waden-dehnung



Übung 11.7

Führen Sie die problemspezifischen Übungen für alle in Kapitel 11 genannten Krankheitsbilder praktisch durch. Achten Sie bei der Übungsdurchführung immer auf die Sicherung der Bewegungsqualität. Versuchen Sie mithilfe des Übungskataloges, bei jeder Übung auch die beteiligten Muskelgruppen zu analysieren und setzen Sie diese in Bezug zum jeweiligen Beschwerdebild.



Zusammenfassung

- Zu den häufigsten Krankheitsbildern des Sprunggelenkes gehört der Riss eines oder mehrerer Außenbänder und der Achillessehnenriss.
 - In 65-70 % der Außenbandverletzungen des Sprunggelenkes handelt es sich um einen Riss des *Ligamentum fibulotalare anterius (LFTA)* (Peterson & Renström, 2002, S. 366).
 - Besonders bei kombinierten Supinations-/Plantarflexionsbewegungen (z. B. Umknicken beim Laufen oder nach einer Landung beim Sprung) kommt es zu einem Riss dieses Bandes.
 - In der Regel wird ein isolierter Riss des LFTAs konservativ durch eine Stabilisierung des Sprunggelenkes mittels einer Orthese behandelt.
 - Bei einem kombinierten Riss des LFTA und des LFCs (*Ligamentum fibulocalcaneare*) erfolgt operativ eine Bandnaht.
 - Ziele des rehabilitativen Trainings sind die Stabilisierung und die Kräftigung der sprunggelenkumgebenden Muskulatur sowie die Verbesserung der Propriozeption.
 - Ein *Riss der Achillessehne* äußert sich häufig in einem lauten Knall. Außerdem ist eine Bewegungsunfähigkeit des Fußes in Richtung Plantarflexion gegeben.
 - Hauptgrund für eine Ruptur ist eine immer wiederkehrende Mikrotraumatisierung des Sehnengewebes.
 - Durch eine Operation wird die Sehne genäht und der Fuß über mehrere Wochen in Spitzfußstellung ruhig gestellt. Die Ziele des rehabilitativen Trainings liegen in der Beweglichkeitsverbesserung und der Kräftigung der Wadenmuskulatur.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Welches Band ist bzw. welche Bänder sind am häufigsten von einer Verletzung betroffen?
2. Erläutern Sie, warum starke Supinationsbewegungen bei einem Riss des LFTAs kontraindiziert sind.
3. Nennen Sie vier problemspezifische Übungen bei einem Riss des LFTAs und begründen Sie Ihre Auswahl?
4. Welche Bedeutung kommt dem propriozeptiven Training bei einer Außenbandverletzung zu?
5. Formulieren Sie Trainingsgrundsätze (Ziele, Übungen, Kontraindikationen) bei einem Achillessehnenriss.

12 Beispielhafte Trainingsplanung nach einem Bandscheibenprolaps



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie den methodischen Aufbau eines Makrozyklus und den exemplarisch daraus abgeleiteten Mesozyklus nach einem Bandscheibenvorfall erklären,
 - sind Sie in der Lage den speziellen methodischen Aufbau eines Rückenstabilisationstrainings zu erläutern,
 - können Sie mithilfe von allgemeinen und spezifischen Diagnosedaten selbstständig einen Makro- und einen Mesozyklus für das Training nach einem Bandscheibenvorfall konzipieren,
 - können Sie die methodischen Vorgehensweisen bei der in diesem Kapitel dargestellten Makrozyklusplanung auf die Trainingsplanung für andere Verletzungsbilder übertragen,
 - können Sie erläutern, wie der optimale Ablauf einer rehabilitativen Trainingseinheit erfolgt.
-

Im nachfolgenden Kapitel wird exemplarisch eine Makrozyklusplanung für ein muskuläres Aufbautraining nach einem Bandscheibenvorfall dargestellt. Die methodische Vorgehensweise bei der Trainingsplanung ist auf die anderen Erkrankungsbilder übertragbar.

1. Allgemeine persönliche Daten von Frau B:

Frau B ist 41 Jahre alt, 168 cm groß und wiegt 62 kg. Ihr BMI beträgt 22 und der Körperfettgehalt liegt bei 20 %. Der Blutdruck ist mit 123/69 mmHg im normalen Bereich. Der Ruhepuls liegt mit 68 S/min im normalen Bereich. Von Beruf ist Frau B Sekretärin. In ihrer Jugend war sie Kunstturnerin. Seit Beendigung der Schule hat sie allerdings keinen Sport mehr getrieben.

Frau B kommt auf ärztliche Empfehlung in eine kommerzielle Fitness- und Gesundheitseinrichtung, um ein weiterführendes Training nach einem Bandscheibenvorfall aufzunehmen. Sie ist bereit, 2-3-mal pro Woche zu trainieren. Als realistischen Zeitrahmen gibt sie eine Dauer von ca. 60-90 Minuten pro Trainingseinheit an.

2. Anamnese

Vor ca. sechs Monaten wurde bei ihr ein Bandscheibenvorfall im Zwischenwirbelsegment L5 (5. Lendenwirbel) und S1 (1. Kreuzwirbel) diagnostiziert. Dabei kam es zum Austritt des Bandscheibengewebes nach dorso-lateral. Als mögliche Ursache sind degenerative Veränderungen im Zwischenwirbelbereich in Betracht zu ziehen, die so-

wohl durch das jahrelange Turnen als auch durch die sitzende Tätigkeit gefördert wurden. Des Weiteren liegt eine Insuffizienz der rumpfstabilisierenden Muskulatur bei Frau B vor. Der Auslöser des Bandscheibenvorfalles war das Anheben einer schweren Tragetasche.

Es erfolgte eine konservative Behandlung des Bandscheibenvorfalles (Analgetika, Schonlagerung, physikalische Therapie, weitere Maßnahmen der Physiotherapie etc.). Die medizinische Heilbehandlung ist seit einem Monat abgeschlossen. Derzeit nimmt sie keine Medikamente mehr ein. Der Gesundheitszustand von Frau B ist seit dem Abschluss der medizinischen Heilbehandlung gut. Sie ist weitestgehend schmerzfrei. Lediglich nach längerem Sitzen verspürt sie ein leichtes Ziehen im rechten Fuß bzw. Unterschenkel sowie Verspannungen im Bereich des lumbalen Rückenstreckers.

Der behandelnde Physiotherapeut hat Frau B empfohlen, in einem Gesundheitsstudio ihre rumpfstabilisierende Muskulatur, besonders im lumbalen Bereich, aufzutrainieren, da diese nach wie vor insuffizient ist. Aus der Physiotherapie (KG-Gerät) sind ihr bereits einige Trainingsgeräte (Latissimuszug, Seilzug, Winkelbank etc.) bekannt.

3. Beweglichkeitsuntersuchung der Wirbelsäule:

Die Beweglichkeitsuntersuchung der Wirbelsäule und verschiedene Muskelfunktions-tests im Eingangs-Check ergaben folgendes Ergebnis:

a) Beweglichkeitsuntersuchung der Wirbelsäule:

Die Halswirbelsäule ist in alle Bewegungsrichtungen normal beweglich. Lediglich im Bereich der linksseitigen Lateralflexion zeigt sich im Vergleich zur rechten Seite ein leichter Unterschied.

Im Bereich der Brustwirbelsäule liegt ein leichtes Extensionsdefizit vor. Die Flexion ist normal.

Im Bereich der Lendenwirbelsäule liegt eine deutliche Hypomobilität in der Extension (Schober = ca. 1 cm) vor. Die Beweglichkeit in der Flexion (Schober = ca. 5 cm) ist im oberen Grenzbereich.

b) Muskelfunktionsdiagnostik:

Sowohl der M. rectus femoris als auch der M. iliopsoas weisen ein deutliches Beweglichkeitsdefizit auf. Alle anderen Muskeln sind normal dehnfähig.



Übung 12.1

Bevor Sie jetzt weiterlesen, versuchen Sie mithilfe der hier dargestellten Diagnose-daten und den in Übung 6.1 von Ihnen bereits formulierten Trainingszielen, einen Makro- und einen Mesozyklus für Frau B zu planen. Geben Sie bitte dabei auch alle problemspezifischen Übungen und die Kontraindikationen an.

Zielsetzung:

Das oberste Ziel von Frau B besteht darin, ihre rumpfstabilisierende Muskulatur aufzutrainieren, um einem erneuten Vorfall vorzubeugen und ihren derzeitigen Gesundheitszustand weiter zu verbessern. Außerdem möchte sie ihren körperlichen Leistungszustand insgesamt optimieren. Die folgenden übergeordneten allgemeinen und speziellen Trainingsziele wurden von dem Trainer gemeinsam mit Frau B formuliert:

- regelmäßiges 2-3-Mal wöchentliches Fitnesstraining
- Training der rumpfstabilisierenden Muskulatur in alle Bewegungsrichtungen (Extension, Flexion, Lateralflexion, Rotation) im schmerzfreen Bereich
- Verbesserung der Wirbelsäulenbeweglichkeit (Mobilität) im thorakalen Bereich
- Verbesserung der Dehnfähigkeit des M. rectus femoris und des M. iliopsoas
- Verbesserung der Koordination, Propriozeption (Körperwahrnehmung)
- Aufbau einer guten Grundlagenausdauer (Walking)
- Erlernen der korrekten Bewegungstechnik der einzelnen Trainingsübungen
- Muskelaufbau und Kräftigung der rumpfstabilisierenden Muskulatur, insbesondere der tiefen Rücken- und Bauchmuskeln (M. transversus abdominis, M. obliquus internus abdominis, Beckenboden, Mm. multifidi etc.)
- Verbesserung der segmentalen Autostabilisation im Bereich der LWS bei statischen und dynamischen Trainingsübungen sowie bei Bewegungen im Alltag
- Verbesserung der Ernährungssituation des Bandscheibengewebes durch Wechseldruckbelastungen (dynamisches Training mit leichter Kompressionsbelastung)
- Haltungsschulung
- Erlernen von Mobilisations- und Entlastungsübungen für den lumbalen Bereich sowohl für den Einsatz am Arbeitsplatz als auch in der Freizeit

Die daraus abgeleiteten konkreten Teilziele werden exemplarisch für den ersten Mesozyklus in Tab. 51 dargestellt. Da zahlreiche der hier formulierten allgemeinen und speziellen Ziele nur schwer mithilfe von Tests zu objektivieren sind, können die Angaben zum Ausmaß teilweise nur auf der Basis einer subjektiven Bewertung erfolgen. Diesen Umstand gilt es, besonders im Rahmen der Analyse zu berücksichtigen.

Tab. 51: Trainingsziele in Mesozyklus I (© BSA/DHfPG)

Ziel (Inhalt)	Ausmaß	Zeitraum
regelmäßiges Training	2-mal pro Woche	Mesozyklus I (4 Wochen)
Erlernen der korrekten Bewegungstechnik der einzelnen Trainingsübungen	subjektiv fehlerfreie Bewegungstechnik	Mesozyklus I (4 Wochen)
Haltungsschulung (z. B. korrekte Sitzposition bei den Trainingsübungen und im Alltag)	subjektiv fehlerfreie Sitzhaltung	Mesozyklus I (4 Wochen)
Verbesserung der Autostabilisation, besonders im LWS-Bereich	subjektive Verbesserung der lumbalen Stabilität	Mesozyklus I (4 Wochen)
bradytrophes Training	subjektive Verbesserung der Beschwerdesymptomatik	Mesozyklus I (4 Wochen)
Verbesserung der Beweglichkeit (M. rectus femoris und M. iliopsoas)	ca. 10 % (subjektiv)	Mesozyklus I (4 Wochen)
Verbesserung der Koordination, Propriozeption	subjektive Verbesserung	Mesozyklus I (4 Wochen)
Einführung in die Walkingtechnik	subjektiv fehlerfreie Bewegungstechnik	Mesozyklus I (4 Wochen)
Aufbau einer Grundlagenausdauer	2-mal 30 min Walking pro Woche	Mesozyklus I (4 Wochen)
Durchführung eines ILB-Tests	Testung des 25er-Wiederholungsmaximums	Mesozyklus I (4 Wochen)

5. Problemspezifische Übungsauswahl:

- Latissimuszug auf die Brust
- Rudern am Rückenisolator
- Butterfly reverse
- Seilzugübungen zur Schulung der Autostabilisation
- Hüftextension mit Beckenfixierung im Stand
- Crunches mit Transversusaktivierung (eventuell mit Teilentlastung durch Auflage der Unterschenkel)
- Back-Extension an der Maschine/auf dem Pezziball
- Lateralflexion am Seilzug
- Rotation am Seilzug mit dem Schulterhorn
- ergänzende funktionsgymnastische Übungen
- modifiziertes Kreuzheben (ADL)

6. Kontraindikationen:

- großamplitudige Flexionsbewegungen
- maximale Seitneigung (keine Zwangslage)
- maximale Rotation im lumbalen Bereich (keine Zwangslage)
- Hyperextension (Überstreckung)

- Übungen aus der Flexion in die Rotation/Extension
- sterno-symphysiale Belastungshaltung bei der Übungsausführung im Sitzen
- starke Stauchbelastungen der Wirbelsäule
- Training im Schmerzbereich

Für die weitere Planung des Krafttrainings nach der ILB-Methode ist zunächst eine Leistungseinstufung notwendig. Da Frau B seit ihrer Schulzeit keinen Sport mehr getrieben hat, wird sie als untrainiert eingestuft. Obwohl sie bereits ein mehrwöchiges Training in der Therapie absolviert hat, beginnt Frau B ihr Training in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung trotzdem mit einer 4-wöchigen Orientierungsphase. Innerhalb dieses Zeitraumes soll Frau B sich zunächst an den Umgang mit den neuen Trainingsgeräten in der Fitness- und Gesundheitseinrichtung gewöhnen, da in der Regel funktionelle Unterschiede zu den Trainingsgeräten in der Therapie bestehen. Nach dem Kennenlernen der Trainingsgeräte in der Orientierungsphase wird sie für das weitere Training als Beginner eingestuft.

In Tab. 52 und Tab. 53 sind beispielhaft ein Makrozyklus und ein Mesozyklus für Frau B dargestellt.

Tab. 52: Beispiel für eine langfristige Trainingsplanung (Makrozyklus) nach einem Bandscheibenvorfall (L5/S1) für Frau B (© BSA/DHfPG)

Trainingsparameter	Mesozyklus I	Mesozyklus II	Mesozyklus III	Mesozyklus IV
Dauer (in Wochen)	4	4	6	6
Trainingsziel	bradytrophes Training Orientierungsstufe	Kraftausdauer	Hypertrophie	Hypertrophie
Trainingsystem	GK	GK	GK	GK
Häufigkeit/Woche	2	2	2-3	2-3
Intensität (in % ILB)	GB: gering VB: gering	GB: 50-70 % VB: 50-70 %	GB: 50-70 % VB: 50-70 %	GB: 50-70 % VB: 50-70 %
Wiederholungen	GB: 30 VB: 40	GB: 25 VB: 25	GB: 15 VB: 15	GB: 12 VB: 12
Satzpausen	1-2 min	30-60 s	2-3 min	2-3 min
Muskelarbeitsweise/ Bewegungsgeschw.	dynamisch (2-1-2)	dynamisch (2-0-2)	dynamisch (2-0-2)	dynamisch (3-0-1)
Übungen/Muskel	GB: 1-2 VB: 1-2	GB: 1-2 VB: 1-2	GB: 1-2 VB: 1-2	GB: 1-2 VB: 1-2
Sätze/Übung	GB: 1 VB: 1-2	GB: 1-2 VB: 1-2	GB: 2 VB: 2	GB: 2 VB: 2
Ergänzende Trainingsinhalte	Ausdauertraining, Propriozeptives Training	Ausdauertraining, Propriozeptives Training	Ausdauertraining, Propriozeptives Training	Ausdauertraining, Propriozeptives Training

Tab. 53. Beispiel für eine mittelfristige Trainingsplanung (Mesozyklus) nach einem Bandscheibenvorfall (L5/S1) für Frau B (dargestellt ist Mesozyklus III aus dem vorangegangenen Makrozyklus) (© BSA/DHfPG)

Zeitdauer in Wochen	Trainingsziel	Trainingssystem	Häufigkeit	Intensität in % von ILB	Wdh.	Pausen	Muskelarbeitsweise	Übungen	Sätze
6	Hypertr.	GK	2-3	GB: 50-70 VB: 50-70	GB: 15 VB: 15	2-3 min	dynamisch (2-0-2)	GB: 1-2 VB: 1-2	GB: 2 VB: 2
Übung	Wiederholungen	ILB-Test (100%)	Sätze	Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4	Woche 5	Woche 6
Verletzter Bereich (VB)				50%	55%	60%	65%	65%	70%
Latzug zur Brust	15		2						
Back-Extension	15		2						
Lateralflexion Seilzug	15		2						
Rotation Seilzug	15		2						
Crunch mit Transversusaktv.	15		2						
Gesunder Bereich (GB)				50%	55%	60%	65%	65%	70%
Beinpresse liegend	15		2						
Abduktionsmaschine	15		2						
Dipsmaschine sitzend	15		2						
Bizepscurl mit KH	15		2						
Seitheben mit KH	15		2						
Schulter-ARO Seilzug	15		2						

Erläuterungen zum Aufbau des Makrozyklus:

- Der methodische Aufbau des Makrozyklus erfolgt gemäß dem Phasenmodell des rehabilitativen Krafttrainings nach der ILB-Methode.
- Die anfängliche Trainingshäufigkeit liegt bei zwei Trainingseinheiten pro Woche und wird im Laufe der Zeit auf drei Einheiten erhöht.
- Das Training erfolgt im Ganzkörpersystem.
- Bei der Belastungsgestaltung des Krafttrainings und bei der Übungsauswahl innerhalb des Makrozyklus bleibt zu bedenken, dass Frau B sich nach wie vor in der Remodulierungsphase (vgl. Kapitel 3.3) befindet, d. h., dass immer noch keine volle Belastbarkeit des Bandscheibengewebes gegeben ist. Daher ist absolute Vorsicht bei der Übungsausführung in den endgradigen Bewegungsbereich gegeben. Ein wichtiger Parameter der Belastungsdosierung ist das subjektive Schmerzempfinden der Rehabilitandin.
- Wichtig ist, dass mittel- und langfristige Übungen in das Trainingsprogramm integriert werden, bei denen alle Bewegungsrichtungen der Wirbelsäule trainiert werden. Denn nur der stetige Wechsel von Be- und Entlastung sowie die Einwirkung von wohl dosierten Zug-, Scher- und Rotationskräften eines natürlichen Bewegungsverhaltens der Wirbelsäule liefern die nötigen physiologischen Belastungsreize für die Regeneration der Bandscheibe (Van den Berg, 2001, S. 166). Entgegen landläufiger Meinungen ist es durchaus möglich, dass das Bandscheibengewebe im Bereich des äußeren Faserrings bei richtiger Rehabilitation nach einer Schädigung vollständig heilen kann (Van den Berg, 1999, S. 125).
- Der methodische Aufbau des Rückenstabilisationstrainings für Frau B erfolgt in drei Schritten:
 - **Schritt 1:** Aktivierung der Schlüsselmuskulatur zur Stabilisation der Lendenwirbelsäule. Der Grundstein hierfür wurde bereits im Rahmen der Krankengymnastik gelegt.
 - **Schritt 2:** Statische Stabilisation der Lendenwirbelsäule in Neutralstellung (Autostabilisation) bei Übungen in allen Bewegungsebenen. Auch diese Fähigkeit wurde bereits in der Krankengymnastik angebahnt (z. B. Seilzugübungen auf dem Pezziball und im Stand) und wird besonders innerhalb der ersten beiden Mesozyklen weiter gefestigt.
 - **Schritt 3:** Dynamische Stabilisation der Lendenwirbelsäule bei Übungen in alle Bewegungsrichtungen der Wirbelsäule (Extension/Flexion, Rotation und Lateralflexion). Dieser Schritt stellt den Schwerpunkt des muskulären Aufbaustrainings des Mesozyklus III und IV sowie der nachfolgenden Mesozyklen dar.
- Als ehemalige Kunstturnerin verfügt Frau B nach wie vor über ein gutes Körpergefühl. Diese Tatsache erleichtert ihr das Erlernen der korrekten Bewegungsausführung bei den einzelnen Übungen. Daraus abgeleitet lässt es sich auch begründen, dass mit Frau B schon zu Beginn des Trainings komplexere Übungen durchgeführt werden. Einige Übungen sind ihr bereits aus der Krankengymnastik bekannt. Daher werden diese Übungen in den Trainingsplan mit übernommen (methodisches Prinzip: vom Bekannten zum Unbekannten).

- Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf dem Training der Wirbelsäulenextensoren im schmerzfreien Bereich, da gerade die Extensoren bei Rückenpatienten häufig insuffizient sind. Um eine ausreichend große Hypertrophiewirkung auf die insuffiziente Muskulatur zu erzielen, werden daher zwei Mesozyklen dafür angesetzt.
- Im letzten Mesozyklus liegt unter dem Aspekt der Alltagsnähe die Akzentuierung auf dem exzentrischen Training der Antigravitationsmuskeln.
- Im weiteren Verlauf des Trainings kommen zunehmend alltagsspezifische Übungen (ADL) wie z. B. modifiziertes Kreuzheben, Kniebeuge zum Einsatz.
- Zusätzlich absolviert Frau B ein rüchenspezifisches Ausdauertraining. In Mesozyklus I erhält sie eine Einführung in das Walking bzw. Nordic-Walking. Der Vorteil des Walkings bzw. Nordic-Walkings liegt in der Aktivierung der gesamten Rumpfmuskulatur, ohne dass starke Kompressionskräfte auf die Wirbelsäule bzw. Zwischenwirbelscheiben treffen. Durch das Ausdauertraining kommt es unter anderem zu einer besseren Durchblutungssituation des gesamten Muskelsystems des Erector spinae und zu einer günstigen Beeinflussung der Bandscheibenernährung.
- Begleitend zum Krafttraining absolviert Frau B ein propriozeptives Training und ein Beweglichkeitstraining für die entsprechenden Muskelgruppen.

Erläuterungen zum Aufbau des Mesozyklus III:

- Im Mesozyklus III sind die Übungen für den verletzten Bereich für alle wichtigen Muskeln, die für die Verspannung der Thorakolumbalfaszie sorgen, integriert (vgl. Kapitel 11.3). Dazu gehören insbesondere der M. latissimus dorsi, M. gluteus maximus, M. transversus abdominis, M. obliquus internus abdominis und die Mm. multifidi (vgl. Abb. 116).
- Beim Bauchmuskeltraining kommt es vor allem auf die synergistische Aktivierung der tiefen Bauchmuskulatur und des Beckenbodens an, um die Lendenwirbelsäule zu stabilisieren.
- Da Frau B bereits über eine gute Autostabilisationsfähigkeit verfügt, die in der Krankengymnastik entwickelt und in den ersten beiden Mesozyklen weiter ausgebaut wurde, kommen hier verstärkt komplexe dynamische Lateralflexions- und Rotationsübungen zum Einsatz. Rotationsübungen sind in der Therapie mit Bandscheibenpatienten zwar umstritten, da die Lendenwirbelsäule naturgemäß eine sehr eingeschränkte Rotationsfähigkeit von ca. 5-9° aufweist. Für die spezifische Ausdifferenzierung der Fasern des Bandscheibengewebes sind Rotationsbelastungen jedoch notwendig, zumal diese Bewegungen auch im Alltag vorkommen. Das Training der Rotation erfordert jedoch eine ausgesprochen gute Autostabilisationsfähigkeit im Lendenwirbelsäulenbereich während der Übungsausführung.
- Bei allen Trainingsübungen muss darauf geachtet werden, dass die Bewegungen korrekt ausgeführt werden und dass diese nur im schmerzfreien Bereich stattfinden.

- Neben den problemspezifischen Übungen sind gemäß der Zielsetzung von Frau Lumbago weitere allgemein kräftigende Trainingsübungen zur Körperperformance für alle wichtigen Muskelpartien in den Trainingsplan integriert.

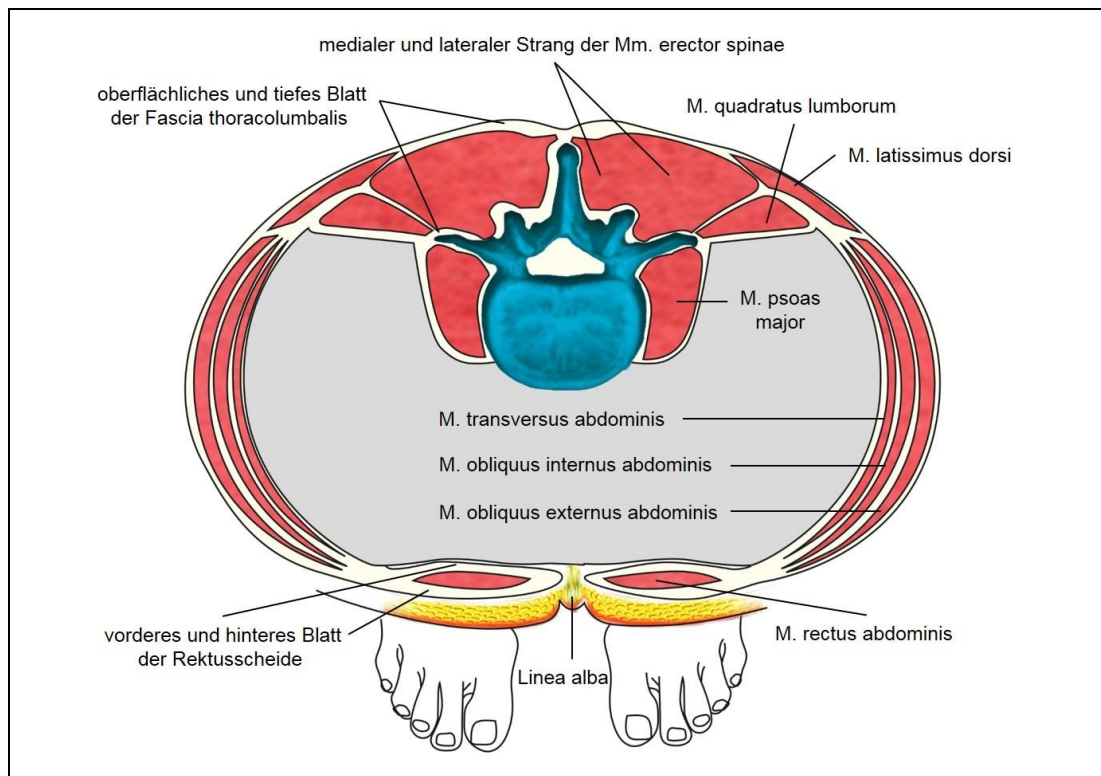


Abb. 116: Wirbelsäulenstabilisierende Muskelgruppen der Thorakolumbalfaszie (© BSA/DHfPG; (Ehrich & Gebel, 2000, S. 203))

Der Ablauf der Trainingseinheit von Frau B erfolgt gemäß des in Abb. 117 dargestellten Schemas. Die einzelnen Inhalte wurden sowohl in „Trainingslehre I“ als auch im Rahmen dieses Studienbriefes abgehandelt. Daher wird das Ablaufschema inhaltlich nicht weiter kommentiert.

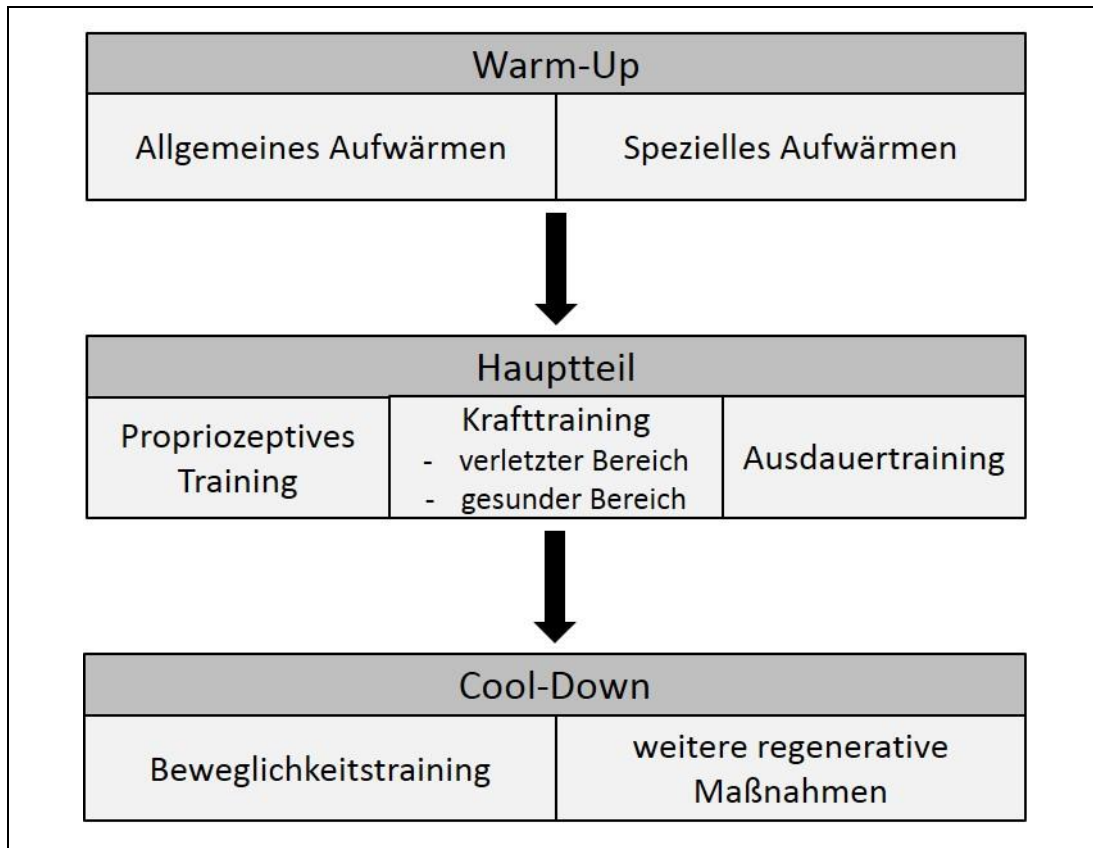


Abb. 117: Ablaufschritte einer rehabilitativen Trainingseinheit in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung (© BSA/DHfPG)



Zusammenfassung

- Bei diesem Kapitel gibt es keine Zusammenfassung. Versuchen Sie, in Verbindung mit Ihren Ergebnissen aus Übung 12.1 eine eigene Zusammenfassung der wichtigsten Aspekte dieses Kapitels zu verfassen.
-



Wiederholungsaufgaben zum Kapitel

Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen schriftlich und erarbeiten Sie erst dann die richtige Lösung aus dem Text.

1. Warum ist es wichtig, nach einem Bandscheibenvorfall alle Bewegungsrichtungen der Wirbelsäule zu trainieren?
2. Erläutern Sie stichwortartig den methodischen Aufbau eines Rückenstabilisationstrainings nach einem Bandscheibenvorfall.
3. Erklären Sie mit eigenen Worten, was unter einem Autostabilisationstraining zu verstehen ist.
4. Nennen Sie die wichtigsten Muskeln für das Training der rumpfstabilisierenden Muskulatur und erläutern Sie in diesem Zusammenhang die Bedeutung der Thorakolumbalfaszie.
5. Welche Rolle spielt das Walking bzw. Nordic-Walking im Rahmen der Bandscheibenrehabilitation?

Nachwort



Herzlichen Glückwunsch, Sie haben den Studienbrief komplett durchgearbeitet.

Sollten Sie noch Fragen haben, die Sie nicht durch den Studienbrief oder über das Learning-Management-System ILIAS klären konnten, können Sie die Fernstudienbetreuung der DHfPG in Anspruch nehmen. Die Tutoren erreichen Sie über ILIAS, per E-Mail (tutor@dhfpg.de) oder telefonisch (0681-6855-150).

Anhang

Lösungen und Kommentare zu den Übungen, Glossar und Literatur des Studienbriefs in ILIAS



ILIAS

Die Lösungen und Kommentare zu den Übungen sowie das Literaturverzeichnis des Studienbriefs entnehmen Sie der Anhang-Datei des Studienbriefs (anhangsb_*) in der Modulübersicht unter **ILIAS-Überblick >> Studienmaterial**.

Im **ILIAS-Überblick >> Studienmaterial >> Allgemeine Dokumente** unter „Glossar Studienbriefe“ ist eine Sammlung von Erklärungen zu Fachbegriffen aus allen Studienbriefen veröffentlicht.



QR-Code **ILIAS >> Glossar Studienbriefe**

Prüfungsleistung



ILIAS

Alle für die Prüfungsleistung dieses Studienmoduls relevanten Informationen finden Sie in ILIAS unter:

ILIAS-Überblick >> Studienmaterial

Die für die Prüfungsleistung dieses Studienmoduls relevanten Termine entnehmen Sie bitte Ihrer persönlichen Ergebnisdokumentation.

Viel Erfolg!

Ihre Deutsche Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Therapieverlauf in Angleichung an den Wundheilungsprozess (nach Maibaum, Braun, Jagomast & Kucera, 2001, S. 3)	43
Tab. 2:	Wundheilungsphasen einzelner Gewebe (modifiziert nach Thomas & Busse, 2002, S. 7)	44
Tab. 3:	Erneuerungszeiten verschiedener Gewebetypen (nach Freese, 2001, S. 39).....	46
Tab. 4:	Anamnesebogen (© BSA/DHfPG).....	57
Tab. 5:	Funktionelle Untersuchung des Bewegungssystems – Rumpf und obere Extremität (modifiziert nach Scheepers, Steding-Albrecht & Jehn, 2000, S. 257–258)	60
Tab. 6:	Funktionelle Untersuchung des Bewegungssystems – untere Extremität (modifiziert nach Scheepers et al., 2000, S. 257–258)	61
Tab. 7:	Arbeitsschritte für die Planung des rehabilitativen Trainings (© BSA/DHfPG).....	63
Tab. 8:	Physiologisches Bewegungsausmaß der Halswirbelsäule (© BSA/DHfPG)	72
Tab. 9:	Physiologisches Bewegungsausmaß der Brustwirbelsäule (© BSA/DHfPG).....	74
Tab. 10:	Physiologisches Bewegungsausmaß der Lendenwirbelsäule (© BSA/DHfPG)	74
Tab. 11:	Physiologisches Bewegungsausmaß des Schultergürtels (© BSA/DHfPG)	77
Tab. 12:	Physiologisches Bewegungsausmaß des Schultergelenkes (© BSA/DHfPG)	77
Tab. 13:	Physiologisches Bewegungsausmaß des Ellenbogengelenkes (© BSA/DHfPG)	80
Tab. 14:	Physiologisches Bewegungsausmaß des Hüftgelenkes (© BSA/DHfPG)	81
Tab. 15:	Physiologisches Bewegungsausmaß des Kniegelenkes (© BSA/DHfPG)	84
Tab. 16:	Physiologisches Bewegungsausmaß des oberen Sprunggelenkes (© BSA/DHfPG)	85
Tab. 17:	Physiologisches Bewegungsausmaß des unteren Sprunggelenkes (© BSA/DHfPG)	86
Tab. 18:	Formulierung der Teilziele für Herrn Fit (© BSA/DHfPG)	91
Tab. 19:	Das Phasenmodell des muskulären Aufbautrainings in der Rehabilitation – Ziele und Inhalte (modifiziert nach Froböse et al., 2003, S. 66–68)	99
Tab. 20:	Darstellung der wichtigsten Rezeptoren der Tiefensensibilität (modifiziert nach Froböse et al., 2003, S. 148–149)	105
Tab. 21:	Grobraster zur optimalen Planung des Krafttrainings nach der Individuellen-Leistungsbild-Methode (ILB) (© BSA/DHfPG).....	121
Tab. 22:	Phasenmodell des rehabilitativen Krafttrainings nach der Individuellen-Leistungsbild-Methode (ILB) (© BSA/DHfPG).....	122
Tab. 23:	Beispiel für eine langfristige Trainingsplanung (Makrozyklus) nach einem vorderen Kreuzbandriss (linkes Knie) für Herrn Fit (Leistungstrainierender) (© BSA/DHfPG)	125
Tab. 24:	Beispiel für eine mittelfristige Trainingsplanung (Mesozyklus) nach einem vorderen Kreuzbandriss (linkes Knie) für Herrn Fit. Dargestellt ist Mesozyklus III aus dem vorangegangenen Makrozyklus (© BSA/DHfPG)	126
Tab. 25:	Vor- und Nachteile des Trainings im offenen System (© BSA/DHfPG).....	134
Tab. 26:	Vor- und Nachteile des Trainings im geschlossenen System (© BSA/DHfPG).....	134
Tab. 27:	Vor- und Nachteile des apparativ gestützten Gerätetrainings für das rehabilitative Krafttraining (© BSA/DHfPG).....	136
Tab. 28:	Vor- und Nachteile des Trainings mit freien Gewichten für das rehabilitative Krafttraining (© BSA/DHfPG)	136
Tab. 29:	Vor- und Nachteile dynamischer Muskelarbeit für das rehabilitative Krafttraining (© BSA/DHfPG)	137
Tab. 30:	Vor- und Nachteile isometrischer Muskelarbeit für das rehabilitative Krafttraining (© BSA/DHfPG)	137
Tab. 31:	Stellenwert des exzentrischen Muskeltrainings in der Rehabilitation (modifiziert nach Schönle & Güth, 2004, S. 111) (© BSA/DHfPG)	138
Tab. 32:	Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Schulterluxation bzw. Schulterinstabilität (© BSA/DHfPG).....	147
Tab. 33:	Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Impingementproblematik (© BSA/DHfPG)	152
Tab. 34:	Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Rotatorenmanschettenruptur (© BSA/DHfPG)	156
Tab. 35:	Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einem Tennisellenbogen (© BSA/DHfPG).....	162
Tab. 36:	Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einem Golferellenbogen (© BSA/DHfPG)	165

Tab. 37: Muskuläre Verspannung der Fascia thoracolumbalis (© BSA/DHfPG)	173
Tab. 38: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei Protrusion und Prolaps (© BSA/DHfPG)	176
Tab. 39: Einteilung der Schweregrade bei Arthrose (© BSA/DHfPG)	180
Tab. 40: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Coxarthrose (© BSA/DHfPG).....	187
Tab. 41: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Hüft-Total-Endoprothese (© BSA/DHfPG)	190
Tab. 42: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Gonarthrose (© BSA/DHfPG).....	196
Tab. 43: Einflussfaktoren auf den retropatellaren Anpressdruck (© BSA/DHfPG).....	199
Tab. 44: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Chondropathia patellae (© BSA/DHfPG)	202
Tab. 45: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Meniskusläsion (© BSA/DHfPG).....	207
Tab. 46: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer vorderen Kreuzbandruptur (© BSA/DHfPG)	213
Tab. 47: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer hinteren Kreuzbandruptur (© BSA/DHfPG)	216
Tab. 48: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Innenbandverletzung im Kniegelenk (© BSA/DHfPG)	218
Tab. 49: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Außenbandverletzung im Sprunggelenk (LFTA) (© BSA/DHfPG)	226
Tab. 50: Grundsätze des rehabilitativen Trainings bei einer Achillessehnenverletzung (© BSA/DHfPG)	229
Tab. 51: Trainingsziele in Mesozyklus I (© BSA/DHfPG)	234
Tab. 52: Beispiel für eine langfristige Trainingsplanung (Makrozyklus) nach einem Bandscheibenvorfall (L5/S1) für Frau B (© BSA/DHfPG).....	236
Tab. 53: Beispiel für eine mittelfristige Trainingsplanung (Mesozyklus) nach einem Bandscheibenvorfall (L5/S1) für Frau B (dargestellt ist Mesozyklus III aus dem vorangegangenen Makrozyklus) (© BSA/DHfPG)	237

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Trainingsziele im allgemeinen Trainingsbereich (© BSA/DHfPG, Daten stammen aus Arbeitgeberverband Deutscher Fitness- und Gesundheits-Anlagen [DSSV], 2013, S. 42)	12
Abb. 2:	Prozentuales Verhältnis verletzter Körperregionen infolge von Sportverletzungen (modifiziert nach ARAG, 2001)	15
Abb. 3:	Prozentuales Verhältnis einzelner Indikationen bei der Rehabilitation orthopädischer Erkrankungen (modifiziert nach Rose et al., 2002, S. 6)	15
Abb. 4:	Entwicklung der Reißfestigkeit von Bändern nach vorangegangener achtwöchiger Immobilisation (modifiziert nach Radlinger, 1998, S. 150)	35
Abb. 5:	Hypothetischer zeitlicher Verlauf der Wiederherstellungs- und Adaptationsvorgänge am (a) Muskelgewebe, (b) Binde- und Stützgewebe und (c) Binde- und Stützgewebe nach unvollständiger Wiederherstellung (modifiziert nach Radlinger, 1998, S. 146)	38
Abb. 6:	Die Belastbarkeit des Bewegungssystems als funktionelle Kette (© BSA/DHfPG)	38
Abb. 7:	Anpassungsgeschwindigkeit verschiedener Organsysteme (modifiziert nach Froboese, Wilke & Nellessen-Martens, 2010, S. 17)	39
Abb. 8:	Belastbarkeit des vorderen Kreuzbandes (VKB) im Zeitverlauf nach einer Operation (© BSA/DHfPG)	44
Abb. 9:	Das Fünf-Stufen-Modell der optimalen Trainingssteuerung (© BSA/DHfPG)	53
Abb. 10:	Wichtige Parameter im Eingangs-Check (© BSA/DHfPG)	54
Abb. 11:	Erkrankungsformen in der Sporttraumatologie (modifiziert nach Maibaum et al., 2001, S. 5)	56
Abb. 12:	Funktionsdiagnostik des Bewegungssystems als Grundlage der rehabilitativen Trainingsplanung (© BSA/DHfPG)	59
Abb. 13:	Haltungsinspektion in der Frontalebene von vorne (© BSA/DHfPG)	69
Abb. 14:	Haltungsinspektion in der Sagittalebene (© BSA/DHfPG)	70
Abb. 15:	Goniometer (© BSA/DHfPG)	71
Abb. 16:	Prüfung der HWS-Extension (© BSA/DHfPG)	73
Abb. 17:	Prüfung der HWS-Flexion (© BSA/DHfPG)	73
Abb. 18:	HWS-Lateralflexionsprüfung (© BSA/DHfPG)	74
Abb. 19:	FBA, Ott- und Schober-Zeichen (modifiziert nach Reimann, 2002, S. 165) (© BSA/DHfPG)..	76
Abb. 20:	Retroversions- und Anteversionsprüfung im Schultergelenk (© BSA/DHfPG)	78
Abb. 21:	Abduktions- und Adduktionsprüfung im Schultergelenk (© BSA/DHfPG)	78
Abb. 22:	Außen- und Innenrotationsprüfung im Schultergelenk (Tiefenrotation) (© BSA/DHfPG)	79
Abb. 23:	Außen- und Innenrotationsprüfung im Schultergelenk (Hochrotation) (© BSA/DHfPG)	80
Abb. 24:	Extensions- und Flexionsprüfung im Ellenbogengelenk (© BSA/DHfPG)	80
Abb. 25:	Supinations- und Pronationsprüfung des Ellenbogengelenkes (© BSA/DHfPG)	81
Abb. 26:	Hüftextensionsprüfung (© BSA/DHfPG)	82
Abb. 27:	Hüftflexionsprüfung (© BSA/DHfPG)	82
Abb. 28:	Hüftabduktions- und -adduktionsprüfung (© BSA/DHfPG)	83
Abb. 29:	Außen- und Innenrotation im Hüftgelenk (© BSA/DHfPG)	84
Abb. 30:	Extension und Flexionsprüfung des Kniegelenkes (© BSA/DHfPG)	85
Abb. 31:	Dorsalextensions- und Plantarflexionsprüfung des oberen Sprunggelenkes (© BSA/DHfPG)	86
Abb. 32:	Pronations- und Supinationsprüfung im unteren Sprunggelenk (© BSA/DHfPG)	86
Abb. 33:	Modell der Informationsverarbeitung als Grundlage der Propriozeption (© BSA/DHfPG) .	104
Abb. 34:	Die Lage der verschiedenen Propriozeptoren des Körpers (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Gottlob, 2001, S. 63)	106
Abb. 35:	Die verschiedenen Propriozeptoren des Körpers und ihrer Funktion auf die Körperstabilität (© BSA/DHfPG)	107
Abb. 36:	Prinzip der Gelenkstabilisation am Beispiel des lateralen Seitenbandes nach Nepper, 1993 (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Froböse et al., 2003, S. 155)	109
Abb. 37:	Stufenschema zur Verbesserung der neuromuskulären Kontrolle (modifiziert nach Froböse, Nellessen, Malitz & Kornychewa, 1998, S. 70)	111
Abb. 38:	Mechano- und Propriozeptoren der Fußsohle (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Bizzini, 2000, S. 34) und Innenrotation des Unterschenkels durch Absenkung des Fußlängsgewölbes (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Wirhed & Danguillier, 1988, S. 249)	113

Abb. 39: Abflachung des Fußlängsgewölbes (links) und kurzer Fuß nach Janda nach aktiver Gewölbeaufriechung (rechts) (© BSA/DHfPG)	114
Abb. 40: Trainingshilfen für das propriozeptive Training (© BSA/DHfPG)	116
Abb. 41: Empfehlung zur Umsetzung der Trainingszyklen für das rehabilitative Training nach der ILB-Methodik in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung (© BSA/DHfPG) ..	123
Abb. 42: Vordere Schulterluxation (© BSA/DHfPG).....	144
Abb. 43: Schulteraußenrotation mit abduziertem Arm im Liegen (Zug von der Innenrotation in die Außenrotation) (© BSA/DHfPG)	146
Abb. 44: Schulterinnenrotation mit abduziertem Arm im Liegen (Zug von der Außenrotation in die Innenrotation) (© BSA/DHfPG)	146
Abb. 45: Schulterinnenrotation (sitzend aus der Schulteraußenrotation) (© BSA/DHfPG).....	147
Abb. 46: Schultergelenk (© BSA/DHfPG)	148
Abb. 47: Schulterengpass-Syndrom (Impingement) (© BSA/DHfPG).....	148
Abb. 48: Schmerzhafter Bogen (Painful arc) (© BSA/DHfPG).....	149
Abb. 49: Ruderzug horizontal eng mit bewusster Skapularetraktion (© BSA/DHfPG)	150
Abb. 50: Schulteradduktion aus ca. 60° Abduktion in die Adduktion (© BSA/DHfPG)	151
Abb. 51: Schulteradduktion aus ca. 60° Abduktion in die Adduktion (kurzer Hebelarm) (© BSA/DHfPG)	151
Abb. 52: Schulteraußenrotation (sitzend aus Schulteradduktion) (© BSA/DHfPG)	151
Abb. 53: Schulterabduktion aus ca. 10° Abduktion bis in ca. 60° Abduktion (in leichter Abduktionsstellung reduziert sich die nach oben gegen das Schulterdach gerichtete Kraftkomponente des M. Deltoideus) (© BSA/DHfPG).....	152
Abb. 54: Rotatorenmanschette des Schultergelenks a) M. supraspinatus, b) M. infraspinatus, c) M. teres minor, d) M. subscapularis (© BSA/DHfPG).....	153
Abb. 55: Rotatorenmanschette des Schultergelenks – Ansicht von dorsal: M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor (© BSA/DHfPG).....	153
Abb. 56: Rotatorenmanschette des Schultergelenks – Ansicht von ventral: M. subscapularis (© BSA/DHfPG)	154
Abb. 57: Mittelgroßer Rotatorenmanschettenriss (Supraspinatussehne) (© BSA/DHfPG)	154
Abb. 58: Epicondylitis humeri radialis (Tennisellenbogen) (© BSA/DHfPG)	159
Abb. 59: Handgelenkextension mit der Kurzhantel (Unterarm ist fixiert) (© BSA/DHfPG)	161
Abb. 60: Seilwickeln mit Handgelenkextensoreneinsatz (© BSA/DHfPG).....	161
Abb. 61: Radialabduktion mit der Kurzhantel (© BSA/DHfPG).....	161
Abb. 62: Epicondylitis humeri ulnaris (Golferellenbogen) (© BSA/DHfPG).....	162
Abb. 63: Handgelenkflexion mit der Kurzhantel (Unterarm ist fixiert) (© BSA/DHfPG)	164
Abb. 64: Seilwickeln mit Handgelenkflexoreneinsatz (© BSA/DHfPG).....	164
Abb. 65: Ulnarabduktion mit dem Theraband (© BSA/DHfPG).....	164
Abb. 66: Schematische Darstellung der Bandscheibe (modifiziert nach Bogduk, 2000, S. 19).....	167
Abb. 67: Schematische Darstellung der mechanischen Belastung der Bandscheibe (modifiziert nach Bogduk, 2000, S. 19)	168
Abb. 68: Bandscheibenprotrusion (3) und Bandscheibenvorfall (4) (© BSA/DHfPG)	169
Abb. 69: a) posterolateraler Bandscheibenvorfall mit Druck auf die Nervenwurzel b) medialer Bandscheibenvorfall mit Druck auf das Rückenmark (modifiziert nach Oldenkott & Schneider, 2005, S. 39)	170
Abb. 70: MRT-Aufnahme eines Bandscheibenprolaps zwischen L3/L4 (© BSA/DHfPG)	171
Abb. 71: Oberflächliches Blatt der Fascia thoracolumbalis (a), horizontale, diagonale und vertikale Verspannungsmechanismen der Fascia thoracolumbalis (b) (© BSA/DHfPG)	173
Abb. 72: Symmetrisches Zugmuster in die Retroversion/Abduktion/Außenrotation (© BSA/DHfPG)	174
Abb. 73: Zug in maximale Schulterextension (© BSA/DHfPG).....	174
Abb. 74: Back-Extension auf dem Pezziball (© BSA/DHfPG)	175
Abb. 75: Rumpflateralflexion am Seilzug (stehend) (© BSA/DHfPG)	175
Abb. 76: Rumpfrotation am Seilzug (sitzend) (© BSA/DHfPG)	175
Abb. 77: Modifiziertes Kreuzheben (© BSA/DHfPG)	175
Abb. 78: Bogenförmige Architektur der Kollagenfasern im Gelenkknorpel: (1) subchondraler Knochen, (2) vertikaler Verlauf der Kollagenfasern im Knorpel, (3) horizontaler Verlauf der Kollagenfasern an der Knorpeloberfläche (Ehmer, 1998, S. 63)	179

Abb. 79: Ursachen der Arthrose (© BSA/DHfPG).....	180
Abb. 80: Schweregrade der Arthrose (© BSA/DHfPG; modifiziert nach (Peterson & Renström, 2002, S. 19)).....	181
Abb. 81: Röntgenaufnahme einer Coxarthrose mit Gelenkspaltverschmälerung (© BSA/DHfPG)....	183
Abb. 82: Schmerzlagerung bei einer Coxarthrose (Dölken & Hüter-Becker, 2005, S. 430) (© BSA/DHfPG).....	184
Abb. 83: Einbeinabduktion im Liegen am Seilzug (kurzer Hebel) (© BSA/DHfPG).....	185
Abb. 84: Einbeinabduktion im Liegen am Seilzug (langer Hebel) (© BSA/DHfPG).....	186
Abb. 85: Hüftinnenrotation am Seilzug in Bauchlage (© BSA/DHfPG).....	186
Abb. 86: Einbeinabduktion liegend am Seilzug (aus der Hüftextension in die Abduktion) (© BSA/DHfPG).....	186
Abb. 87: Hüftextension liegend am Seilzug (aus der Hüftflexion in die Hüftextension) (© BSA/DHfPG).....	186
Abb. 88: Hüft-Total-Endoprothese (© BSA/DHfPG).....	188
Abb. 89: Röntgendarstellung eines rechten Kniegelenkes mit medialer Gonarthrose (modifiziert nach Jerosch, Heisel & Imhoff, 2007, S. 64).....	193
Abb. 90: Kniebeuge mit Zug am Kniegelenk von (a) medial / (b) lateral (© BSA/DHfPG).....	195
Abb. 91: Ausfallschritt mit Zug am Kniegelenk von (a) medial / (b) lateral (© BSA/DHfPG).....	195
Abb. 92: Schweregrade der Chondropathia patellae (© BSA/DHfPG).....	197
Abb. 93: Lateralisierung der Patella durch eine M. vastus medialis-Insuffizienz (Geiger, 1997, S. 123).....	198
Abb. 94: Belastung des Femoropatellargelenkes in zunehmender Beugstellung (modifiziert nach Rauber & Kopsch, 2003, S. 114).....	200
Abb. 95: Belastung des Femoropatellargelenkes beim Beinpressen und beim Beinstrecken bei vier unterschiedlichen Kniebeugewinkeln (Steinkamp et al., 1993, modifiziert nach Schönle & Güth, 2004, S. 274).....	200
Abb. 96: Hüftadduktion im Liegen am Seilzug (aus der Hüftabduktion in die Hüftadduktion, Außenrotation und Flexion) (© BSA/DHfPG).....	201
Abb. 97: Die Menisken des Kniegelenkes (© BSA/DHfPG).....	203
Abb. 98: Lageveränderung der Menisken bei Bewegungen im Kniegelenk, a) Extension, b) Flexion, c) Tibiaplateau in Flexion, d) Innenrotation, e) Außenrotation (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Rauber & Kopsch, 2003, S. 551).....	204
Abb. 99: a) Querriss im Hinterhorn (Radiärriss), b)Einriss des Vorderhorns (Längs- oder Lappenriss) (© BSA/DHfPG).....	205
Abb. 100: c) Abriss der Meniskusbasis, d) Korbhenkelriss (© BSA/DHfPG).....	205
Abb. 101: Die Bandstrukturen des Kniegelenkes – Ansicht von ventral (© BSA/DHfPG).....	208
Abb. 102: Riss des vorderen Kreuzbandes (vordere Schublade) (© BSA/DHfPG).....	209
Abb. 103: Vordere Kreuzbandplastik, a) freies Transplantat, b) Bohrung durch den lateralen Femurkondylus (© BSA/DHfPG; modifiziert nach Liehn, Middelani, Steinmüller & Döhler, 2007, S. 218).....	210
Abb. 104: Step-Up aus 70-80° Knieflexion (© BSA/DHfPG).....	211
Abb. 105: Step-Up aus 70-80° mit Langhantel (© BSA/DHfPG).....	212
Abb. 106: Propriozeptionsübung auf dem Kreisel (© BSA/DHfPG).....	212
Abb. 107: Die Bandstrukturen des Kniegelenkes – Ansicht von dorsal (© BSA/DHfPG).....	214
Abb. 108: Riss des hinteren Kreuzbandes (hintere Schublade) (© BSA/DHfPG).....	215
Abb. 109: Die Bandstrukturen des oberen Sprunggelenkes (© BSA/DHfPG).....	222
Abb. 110: Ruptur des Ligamentum talofibulare anterior (LFTA) (© BSA/DHfPG).....	223
Abb. 111: Propriozeptives Training – Standstabilisation auf dem Weichboden (a) und auf dem Kreisel (b) (© BSA/DHfPG).....	225
Abb. 112: Propriozeptives Training – Standstabilisation auf dem Wackelbrett (a) und Koordinationsübung auf dem Minitrampolin (b) (© BSA/DHfPG).....	225
Abb. 113: Dorsalextension am Seilzug - Zug aus der Plantarflexion (a) in die Dorsalextension (b) (© BSA/DHfPG).....	225
Abb. 114: Dorsalextensionsübung am Seilzug - Zug aus der Supination/ Plantarflexion (a) in die Pronation/Dorsalextension (b) (© BSA/DHfPG).....	226
Abb. 115: Achillessehnenruptur (© BSA/DHfPG).....	227

Abb. 116: Wirbelsäulenstabilisierende Muskelgruppen der Thorakolumbalfaszie (© BSA/DHfPG; (Ehrich & Gebel, 2000, S. 203)).....	240
Abb. 117: Ablaufschritte einer rehabilitativen Trainingseinheit in einer kommerziellen Fitness- und Gesundheitseinrichtung (© BSA/DHfPG)	241