

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in das neurozentrierte Training	20
	<i>Kevin Grafen, Daniel Müller, Dirk Schauenberg, Dominik Suslik</i>	
1.1	Einleitung	20
2	Grundfunktionen des Nervensystems	23
	<i>Kevin Grafen</i>	
2.1	Übersicht über das Nervensystem	23
2.2	Überleben und bewegen	23
2.2.1	Energie	24
2.2.2	Aktivierung	24
2.3	Von der Information bis zur Ausführung	26
2.3.1	Input	26
2.3.2	Reizweiterleitung	26
2.3.3	Reizverständnis	26
2.3.4	Entscheidung	26
2.3.5	Output	27
2.3.6	Umsetzung	27
2.4	Sensorik vor Motorik (feeding pattern)	28
2.4.1	Von unten nach oben	28
2.4.2	Von hinten nach vorn	28
2.5	Der Stressrucksack	28
2.6	Neuronale Hierarchie	29
2.7	Der neurozentrierte Therapieansatz	30
2.8	Angewandte Neurologie – Möglichkeiten und Grenzen in der Sportphysiotherapie	31
	<i>Daniel Müller, Dominik Suslik</i>	
2.8.1	Anwendungsmöglichkeiten nach Ansatzpunkten sportphysiotherapeutischen Handelns	31
2.9	Literatur	33
3	Verschaltungs- und Informationsebenen	35
3.1	Verschaltungsebenen	35
	<i>Kevin Grafen</i>	
3.2	Interventionsebenen	35
	<i>Kevin Grafen</i>	
3.3	Bedeutung ausgewählter neuronaler Strukturen für die Bewegungskontrolle	36
	<i>Daniel Müller, Dominik Suslik</i>	
3.3.1	Rezeptoren (Sensorik vor Motorik)	36
3.3.2	Periphere Nerven	37
3.3.3	Hirnnerven	37
3.3.4	Rückenmark	44
3.3.5	Hirnstamm	44
3.3.6	Formatio reticularis	46
3.3.7	Kleinhirn (Cerebellum)	46
3.3.8	Kortex (Großhirnrinde)	48
3.3.9	Thalamus	49
3.4	Literatur	50

4	Problemfindung und -eingrenzung	52			
	<i>Kevin Grafen, Daniel Müller</i>				
4.1	Einleitung	52	4.3.5	Geräuschlokalisierung	75
				<i>Kevin Grafen</i>	
4.2	Anamnese	52	4.3.6	Peripheres Sehen	76
	<i>Kevin Grafen</i>			<i>Kevin Grafen</i>	
4.3	Assessments	53			
	<i>Kevin Grafen, Daniel Müller</i>		4.4	Erscheinungsbild und Verhalten	77
4.3.1	Bewegungsumfang	54		<i>Kevin Grafen</i>	
	<i>Kevin Grafen</i>		4.5	Zusammengefasst	77
4.3.2	Muskeltests	60	4.6	Literatur	78
	<i>Daniel Müller</i>				
4.3.3	Gleichgewicht (Romberg-Test)	69			
	<i>Kevin Grafen</i>				
4.3.4	Koordination	70			
	<i>Daniel Müller</i>				
5	Einflussfaktoren auf die Trainingstherapie	80			
	<i>Kevin Grafen</i>				
5.1	Einleitung	80	5.3.4	Position im Raum	81
5.2	Stressmodelle und Schutzreflexe	80	5.3.5	Rhythmik	82
			5.3.6	Kombinieren und Sequenzieren	82
5.3	Trainingsintensitäten	81	5.4	Vertrauen gewinnen	82
5.3.1	Komplexität der Bewegung	81	5.5	Zusammengefasst	83
5.3.2	Anzahl der Wiederholungen	81	5.6	Literatur	83
5.3.3	Widerstand und Perturbation	81			
6	Trainingsmaterial	85			
	<i>Kevin Grafen, Dominik Suslik</i>				
6.1	Einleitung	85	6.6	Widerstandsbänder	86
6.2	Vibration	85	6.7	Farbbrillen	86
6.3	Tape	85	6.8	Vision Sticks	87
6.4	Floss-Band	86	6.9	Brock-Schnur	87
6.5	Blackroll	86	6.10	Rasterbrille	87

6.11	Augenklappe	87	6.14	Visualtafeln	88
6.12	Knochenschall-Kopfhörer	88	6.15	Literatur	89
6.13	Riechöle und Düfte	88			
7	Propriozeptives System	91			
	<i>Kevin Grafen, Daniel Müller</i>				
7.1	Einleitung	91	7.5.5	Grundübung Beckenmobilisation ..	117
7.2	Homunkulus	91	7.5.6	Grundübungen Wirbelsäulen-	119
	<i>Kevin Grafen</i>		7.5.7	Grundübungen Kiefergelenk-	126
7.3	Sensorik	91	7.5.8	Grundübungen Schulter-	127
	<i>Kevin Grafen, Daniel Müller</i>		7.5.9	Grundübungen Ellenbogen-	129
7.3.1	Sensorische Bahnen	92	7.5.10	Grundübungen Handgelenk-	131
	<i>Kevin Grafen</i>		7.5.11	Grundübungen Fingermobilisation	132
7.3.2	Adressierung der sensorischen				
	Bahnen über unterschiedliche				
	Rezeptortypen	97			
	<i>Kevin Grafen</i>				
7.3.3	Ligamente	98	7.6	Interneuronale Gelenkkopplung	133
	<i>Daniel Müller</i>		7.7	Periphere Nerven	135
7.3.4	Narben	100	7.7.1	N. axillaris	135
	<i>Daniel Müller</i>		7.7.2	N. musculocutaneus	137
7.4	Motorik	102	7.7.3	N. radialis	139
	<i>Kevin Grafen</i>		7.7.4	N. medianus	140
7.4.1	Pyramidales System	102	7.7.5	N. ulnaris	141
7.4.2	Extrapyramidales System	104	7.7.6	N. obturatorius	142
7.4.3	Zerebellare Einflüsse	106	7.7.7	N. cutaneus femoris lateralis	144
7.5	Grundübungen Gelenke	107	7.7.8	N. femoralis	146
7.5.1	Fünf Bewegungsregeln	108	7.7.9	N. ischiadicus	148
7.5.2	Grundübungen Sprunggelenk-		7.7.10	Zusammengefasst	152
	mobilisation	108	7.8	Neurologie der	
7.5.3	Grundübung Kniegelenk-			Bewegungssteuerung	152
	mobilisation	115	7.9	Zusammengefasst	154
7.5.4	Grundübung Hüftgelenk-		7.10	Literatur	155
	mobilisation	116			

8	Vestibuläres System	157		
	<i>Dominik Suslik</i>			
8.1	Einleitung	157	8.4	Grundübungen zum Training des vestibulären Systems
8.2	Aufbau des vestibulären Systems	157	8.4.1	Vestibulookulärer Reflex (VOR) ...
8.2.1	Reflexbögen	157	8.4.2	VOR-Unterdrückung.
8.2.2	Funktionelle Kopplung der Bogengänge	159	8.4.3	Vestibulospinaler Reflex
8.2.3	Makulaorgane	159	8.4.4	Achtergang
8.2.4	N. vestibulocochlearis (VIII)	160	8.4.5	Isometrisches Training der Nackenmuskulatur
8.2.5	Gleichgewichtskerne	161	8.5	Literatur
8.3	Zentrale Aufgaben des vestibulären Systems	161		
9	Visuelles System	171		
	<i>Daniel Müller</i>			
9.1	Die Sehfähigkeit als trainierbare und adaptierbare Qualität im Sport	171	9.5	Visuelles Screening und Basistraining
9.2	Visuelle Stimulation und kognitive Leistungen	172	9.5.1	Visuelles Basistraining
9.3	Anatomie des Sehens – ein kurzer Überblick	172	9.5.2	Screening-Befunde
9.4	Okulomotorisches System – assoziierte Hirnareale und Funktionskreise	173	9.5.3	Screening: Folgebewegungen
9.4.1	Frontale, parietale und temporale Augenfelder	173	9.5.4	Screening: Blickstabilisierung
9.4.2	Formatio reticularis	174	9.5.5	Screening: Sakkaden willkürlich (+ Antisakkaden)
9.4.3	Kleinhirn	174	9.5.6	Screening: Optokinetischer Reflex
9.4.4	Zusammengefasst	174	9.5.7	Screening: Vergenz
			9.5.8	Screening: Binokulares Sehen
			9.5.9	Screening: Peripheres Sehen
			9.5.10	Screening: Farben
10	Atmung	194	9.6	Literatur
	<i>Dirk Schauenberg</i>			
10.1	Einleitung	194	10.3	Steuerung der Atmung
10.2	Was braucht das Gehirn?	194	10.3.1	Hirnstamm
			10.3.2	Mund- und Nasenatmung

10.4	Neurologie der Atmung	197	10.6	Atemtraining und Basisübungen	205
10.4.1	Wirkung und Einfluss des Zwerchfells	197	10.6.1	Dreidimensionale Atmung	206
10.4.2	Inspiratorische Muskulatur	199	10.6.2	Zwerchfelldehnung	207
10.4.3	Expiratorische Muskulatur	199	10.6.3	Seitöffner	208
10.4.4	Atem-Mapping und Aktivierung der Atemmuskulatur	199	10.6.4	Frontöffner	208
10.5	Atmungsqualität messen mit Atemtests	203	10.6.5	Dreiecksatmung	209
10.5.1	BOLT-Test	203	10.6.6	Atemübung für das Mesenzephalon	209
10.5.2	CO ₂ -Ausatemtest	204	10.6.7	Atemübung für den Pons	210
10.5.3	Zusammengefasst	205	10.6.8	Atemübung für die Medulla oblongata	210
			10.7	Anhang: Testformulare für das Atemsystem	210
			10.7.1	Beobachtung und Erstanamnese ..	210
			10.7.2	Nijmegen-Fragebogen	210
			10.8	Literatur	212
11	Praktische Umsetzung der Tests und Interventionen	214			
	<i>Daniel Müller, Dominik Suslik</i>				
11.1	Einleitung	214	11.2	Einstiegsmöglichkeiten in Neuro-Tests, Training und Therapie	222
11.1.1	Ablauf in 6 Schritten	214	11.2.1	Die schnelle Hilfe – Schlüssel- faktoren	222
11.1.2	Checkpunkte in der Sportphysio- therapie zur Sicherung des Therapieerfolges	217	11.2.2	Schlüsselfaktoren – ausführliches Neuroassessment	223
11.1.3	Präventive Tests in der Sport- physiotherapie	218	11.3	Literatur	240
12	Anwendung im Leistungssport – Fallbeispiele	243			
	<i>Daniel Müller, Dominik Suslik</i>				
12.1	Einleitung	243	12.4	Fallbeispiel 2: Vorderer Kreuzbandriss	254
12.2	Ablauf einer Sportrehabilitation	244	12.4.1	Fallbeschreibung	254
12.3	Fallbeispiel 1: Bänderdehnung im Sprunggelenk	248	12.4.2	Neurofunktioneller Status	255
12.3.1	Fallbeschreibung	248	12.4.3	Interventionsstrategien und Integration in die Sportphysio- therapie	256
12.3.2	Neurofunktioneller Status	248	12.5	Fallbeispiel 3: Muskelfaserriss M. biceps femoris	260
12.3.3	Interventionsstrategien und Integration in die Sportphysio- therapie	250	12.5.1	Fallbeschreibung	260
			12.5.2	Neurofunktioneller Status	261

12.5.3	Interventionsstrategien und Integration in die Sportphysiotherapie	262	12.7.2	Neurofunktioneller Status	273
			12.7.3	Interventionsstrategien und Integration in die Sportphysiotherapie	274
12.6	Fallbeispiel 4: Leistenschmerzen	266	12.8	Fallbeispiel 6: Kopfverletzung ..	278
12.6.1	Fallbeschreibung	266	12.8.1	Fallbeschreibung	278
12.6.2	Neurofunktioneller Status	267	12.8.2	Neurofunktioneller Status	279
12.6.3	Interventionsstrategien und Integration in die Sportphysiotherapie	268	12.8.3	Interventionsstrategien und Integration in die Sportphysiotherapie	280
12.7	Fallbeispiel 5: Werferschulter – ventrale Schulterluxation	272	12.9	Literatur	284
12.7.1	Fallbeschreibung	272			
13	Anwendung im Breitensport – Fallbeispiele	289			
	<i>Daniel Müller, Dominik Suslik</i>				
13.1	Einleitung	289	13.3.3	Interventionsstrategien und Integration in die Sportphysiotherapie	297
13.2	Fallbeispiel 1: Achillodynie	291	13.4	Fallbeispiel 3: Golferellenbogen (Epicondylitis medialis)	299
13.2.1	Fallbeschreibung	291	13.4.1	Fallbeschreibung	299
13.2.2	Neurofunktioneller Status	292	13.4.2	Neurofunktioneller Status	300
13.2.3	Interventionsstrategien und Integration in die Sportphysiotherapie	293	13.4.3	Interventionsstrategien und Integration in die Sportphysiotherapie	301
13.3	Fallbeispiel 2: Springerknie (Patellaspitzensyndrom, jumpers knee)	295	13.5	Literatur	303
13.3.1	Fallbeschreibung	295			
13.3.2	Neurofunktioneller Status	296			
14	Anwendung in der Sportphysiotherapie Praxis – Workflow	305			
	<i>Dominik Suslik</i>				
14.1	Der 15-minütige Monday-Morning-Workflow der Sporttherapie	305	14.1.6	Beweglichkeit in Hüftstreckung...	310
14.1.1	Überprüfung der Beinlänge	305	14.1.7	Beweglichkeit im Stand	311
14.1.2	Aktiver Single Leg Raise	306	14.1.8	Rückbeuge	313
14.1.3	Ventrale Rumpfkraft	307	14.1.9	Antirotation	314
14.1.4	Alternierende Brücke	308	14.1.10	Reflektorische Stabilität der Körpermitte	315
14.1.5	Prone Hip Extension – Hüftstreckung im Liegen	309	14.1.11	Dynamische motorische Kontrolle ..	317
			14.1.12	Kraft und Bewegung der proximalen Gelenke	319
			14.1.13	Stabilität der Halswirbelsäule	322

14.1.14	Athletische Grundposition.....	323	14.2.2	Frontalkortexaktivierung.....	327
14.1.15	360°-Richtungswechsel.....	325	14.2.3	Konvergenz-/Divergenztraining ...	328
14.2	Integrationsübungen.....	326	14.3	Literatur.....	329
14.2.1	Periphere Wahrnehmung.....	327			
15	Neuro-Sport-Assessmentbogen – Darstellung und Download.....	331			
	Sachverzeichnis.....	332			

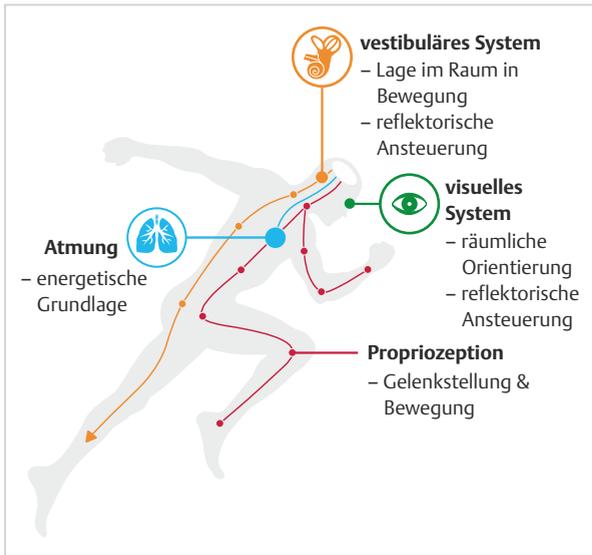


Abb. 2.4 Das visuelle, vestibuläre und propriozeptive System sowie die Atmung haben einen großen Einfluss auf die Stimulation des Gehirns.

Systeme müssen nicht nur einwandfrei funktionieren, sondern auch so synchronisiert sein, dass sie konsistente Informationen liefern. Nur so kann das Gehirn fundierte Entscheidungen treffen.

Die Grundlage für das reibungslose Funktionieren dieser Systeme ist jedoch die Versorgung mit Energie. In diesem Zusammenhang spielen die Kontrolle und das Training der Atmung eine entscheidende Rolle. Ohne ausreichende Sauerstoffversorgung können die Systeme nicht optimal arbeiten.

Im Folgenden werden daher detaillierte Test-, Trainings- und Rehabilitationsmaßnahmen für das propriozeptive, vestibuläre und visuelle System sowie für die Atmung vorgestellt.

2.7 Der neurozentrierte Therapieansatz

Durch die bisher dargestellten Grundfunktionen des Nervensystems sollte verständlich geworden sein, warum auch die Behandlung durch eine qualifizierte sportphysiotherapeutische Fachkraft einen anderen Charakter hat, wenn ein neurozentrierter Ansatz verfolgt wird. Im Gegensatz zu den klassischen Ansätzen wird das ZNS als Steuerzentrale für die „Regulation der Selbstregulation“ vollständig berücksichtigt und mit möglichst vielen Facetten integriert.

Die wesentlichen Unterschiede zwischen der neurologisch ausgerichteten Sichtweise und den klassischen Ansätzen sind in ► Tab. 2.1 zusammengefasst.

Der Trainingsansatz der funktionellen Neurologie lässt sich am besten mit der Funktionsweise eines Computers vergleichen. Diese hängt maßgeblich von seiner technischen Ausstattung ab, die aus Hardwarekomponenten wie Bildschirm, Maus, Tastatur, Motherboard, Festplatte,

Grafikkarte und Arbeitsspeicher besteht. Diese bilden die physikalische Grundlage, aber ohne die passende Software ist die beste Hardware nutzlos. Erst die Software macht den Computer in seiner Funktion nutzbar. Software und Hardware sind voneinander abhängig und bilden zusammen ein Ganzes.

Ähnlich verhält es sich mit dem menschlichen Körper und dem Nervensystem. Der Körper ist wie die Hardware des Computers und das Nervensystem entspricht der Software. Wenn eine Bewegung ausgeführt werden soll, ist Muskelaktivität (Hardware) erforderlich, die nur durch die Koordination des Nervensystems (Software) möglich ist. Kommt es bei einem Computer zu Softwarefehlern oder zu einer Überlastung des Arbeitsspeichers, arbeiten bestimmte Programme langsamer oder können sogar abstürzen. Ähnlich verhält es sich mit körperlichen Funktionen und dem Nervensystem. Gibt es Probleme bei der Aktivierung oder Steuerung des Nervensystems, kann es zu Einschränkungen bei der Kraftentwicklung, Ausdauer und Konzentration kommen. Auch ein erhöhtes Schmerzempfinden, Fehlhaltungen oder Muskelverspannungen können die Folge sein.

Bei einem Computer würde man bei Funktionseinschränkungen zunächst ein Software-Update durchführen, bevor man die Hardware auf Defekte überprüft. Klassische Therapiemaßnahmen setzen dagegen oft an der Struktur an, ohne vorher die Funktion der Software zu überprüfen. Ansätze, die sich nur auf die Hardware beziehen, sind daher nur begrenzt wirksam. Insbesondere wenn ein Problem auf eine Fehlfunktion der Software zurückzuführen ist, kann es nur durch eine gezielte Behandlung des Nervensystems behoben werden.

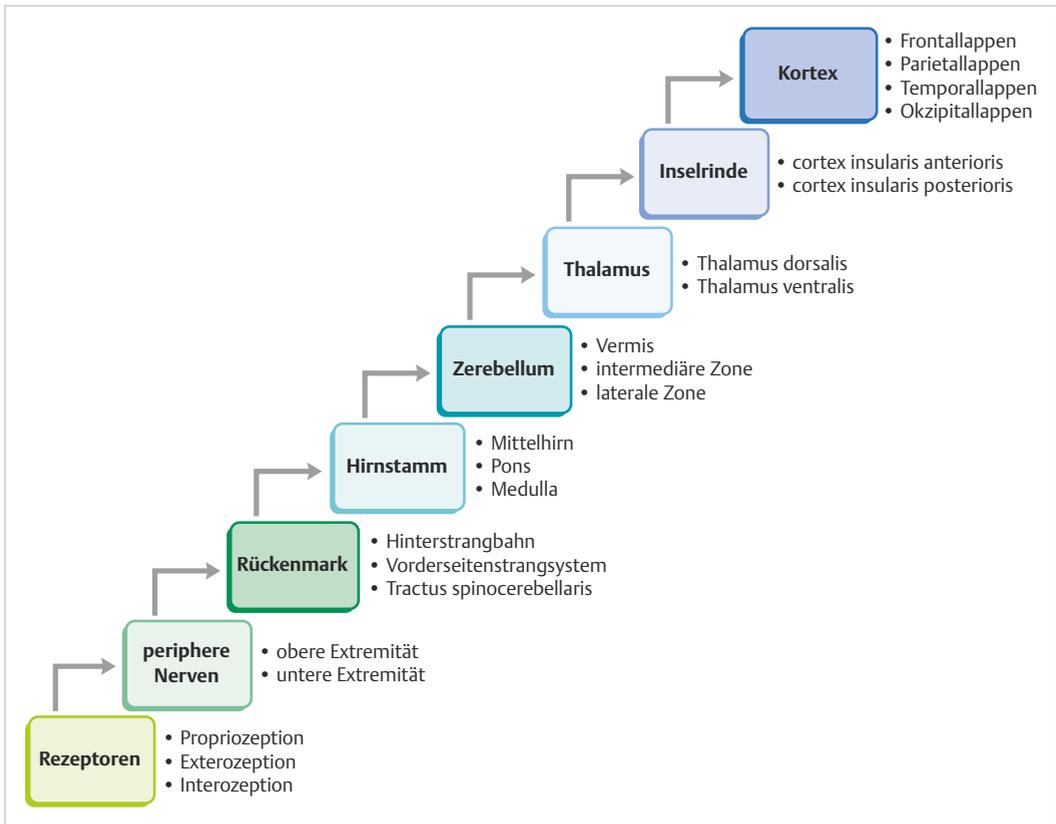


Abb. 3.1 Verschaltungs- und Interventionsebenen des Nervensystems.

3.3 Bedeutung ausgewählter neuronaler Strukturen für die Bewegungskontrolle

Daniel Müller, Dominik Suslik

In den folgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Interventionsebenen beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf der praktischen Anwendbarkeit liegt. Auf die Anatomie wird daher nur insoweit eingegangen, als sich daraus praktisch relevante Interventionsmöglichkeiten ableiten lassen. Dementsprechend bleiben auch viele Hirnareale unberücksichtigt, da nicht jedes Hirnareal eine wesentliche Rolle bei der Bewegungssteuerung spielt und noch nicht für jedes Areal konkrete Interventionsmöglichkeiten existieren.

3.3.1 Rezeptoren (Sensorik vor Motorik)

Unter Rezeptoren versteht man im Allgemeinen jene Sinnesorgane, die Informationen aus dem Körper oder der Umwelt aufnehmen und dem ZNS zur Verfügung stellen. Dazu gehören Sensoren der Interozeption (Körpergefühl, Körpertemperatur, Blutdruck, Atemfrequenz usw.), der Exterozeption (Sehen, Riechen, Schmecken, Tasten, Hören) und der Propriozeption (Körperlage- und Bewegungssinn).

Die Rezeptoren sind die erste Schaltstelle in der Input-Interpretation-Output-Schleife, sodass Probleme in der Rezeptortätigkeit weitreichende Folgen für die nachfolgenden Ebenen haben können.

Die Mechanorezeptoren sind für das neurozentrierte Training von besonderer Bedeutung und bilden in der Regel den Ausgangspunkt für Tests und Interventionen. Mechanorezeptoren sind Sinneszellen, die auf mechanische Reize wie Druck, Berührung oder Dehnung reagieren und diese Signale in elektrische Impulse umwandeln. Diese Impulse werden dann über Nervenfasern zum Gehirn

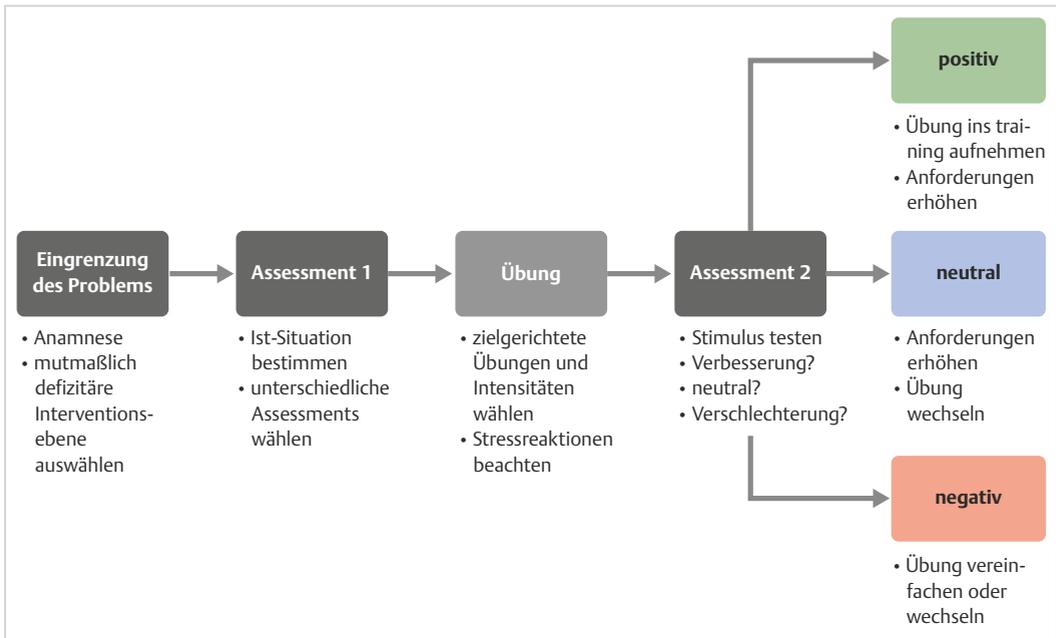


Abb. 4.1 Auswahl und Anwendung einer Übung bezüglich durchgeführter Assessments.

Test verändert hat. Die Erfahrung hat gezeigt, dass sowohl die Therapeutin als auch der Patient signifikante Unterschiede feststellen können.

Die jeweilige Reaktion des Nervensystems auf das Assessment gibt Therapierenden eine Vorstellung davon, welche Übung und welche Intensität für eine gewünschte Verbesserung erforderlich sind. Ist etwa ein Assessment nach einer Intervention besser, waren die Übungsauswahl und -intensität richtig gewählt. Dies kann dann durch Intensivierung der Übung erweitert werden. Wenn das Assessment nach einer Trainingsintervention neutral ausfällt, liegt der Verdacht nahe, dass die Trainingsübungen nicht relevant genug waren, um das Nervensystem zu verändern, oder dass die Intensität des Stimulus zu niedrig war. Die Übung und der Stimulus sollten dann intensiviert werden.

Zeigt sich nach der Trainingsintervention eine Verschlechterung, kann davon ausgegangen werden, dass das Nervensystem mit der Übung und der Intensität „überfordert“ ist und mit Schutzreflexen und Leistungsabbau reagiert. In einem solchen Fall kann eine Vereinfachung der Übung und eine Verringerung der Intensität den Effekt ins Positive wenden. Wann verbessernde und einschränkende Übungen trainiert werden sollten und mit welchen Einflussfaktoren man die Intensitäten verändern kann, wird in Kap. 5 näher beschrieben. Im Folgenden werden zunächst verschiedene Test- und Assessmentmethoden vorgestellt (► Abb. 4.1).

Keine Verbesserung in Assessments

Unter bestimmten Umständen kann es vorkommen, dass eine Testperson keine dauerhafte Verbesserung der Bewertungen erreicht. Ein Grund dafür könnte sein, dass durch die Trainingsintervention keine ausreichende Aktivierung erzeugt wird und das Gehirn einen stärkeren Stimulus benötigt. Strategien hierfür werden in Kap. 5 vorgestellt.

Ein weiterer Grund könnte darin liegen, dass die Versuchsperson nicht mehr genug Energie hat, um eine Veränderung herbeizuführen. Erfahrungsgemäß hilft es, Energie über einfache Zuckerformen zuzuführen und das System durch Atemübungen mit Sauerstoff zu versorgen.

4.3.1 Bewegungsumfang

Kevin Grafen

Das Assessment von Bewegungsumfängen ist ein wichtiges Werkzeug zur Überprüfung von ausgeführten Stimuli. Dieses kennt man oftmals auch unter dem englischen Begriff „Range of Motion“ (ROM).

Der Bewegungsumfang hängt in erster Linie von Gewebestrukturen wie Gelenkkapseln, dem Bandapparat, Faszien und Muskulatur ab. Im Gegensatz zu den anderen



Abb. 7.18 Bewegungssequenz der medialen Sprunggelenksmobilisation. Der Therapeut hilft durch die Palpation unterhalb des medialen Malleolus bei der korrekten Bewegungsausführung.

- a Ausgangsposition. (Quelle: © K. Oborny/Thieme)
- b Endposition. (Quelle: © K. Oborny/Thieme)

Laterale Fußristmobilisation

- **Ziel:** Mobilisation des Sinus tarsi (lat. Sinus = Krümmung, tarsus = Fußwurzel)
- **Palpation:** unterhalb des lateralen Malleolus, dann etwa eine Fingerbreite anterior. Der Sinus tarsi ist ein seitlich am Fuß gelegener Tunnel zwischen Fersenbein (Calcaneus) und Sprungbein (Talus; ► Abb. 7.19).
- **Übungsausführung:** Die Ausgangsstellung ist ein kleiner, hüftbreiter Ausfallschritt. Das Standbein ist leicht gebeugt, während das Bein des zu mobilisierenden Fußes gestreckt und die Hüfte leicht außenrotiert ist. Der Fuß ist invertiert (Supination, Plantarflexion und Adduktion), sodass die Fußspitze auf dem Boden oder dem Balancekissen aufliegt (► Abb. 7.20). Im Zielbereich sollte ein leichtes Spannungsgefühl spürbar sein. Durch abwechselndes Beugen und Strecken des Standbeines wird der Zug im äußeren Fußgewölbe entsprechend verstärkt oder vermindert. Der Therapeut kann durch taktile Unterstützung am Sprunggelenk bei der Bewegungsausführung helfen und/oder zusätzlichen Zug im Sprunggelenk erzeugen.



Abb. 7.19 Palpationspunkte am Sinus tarsi als Hilfestellung für die laterale Fußristmobilisation. (Quelle: © K. Oborny/Thieme)



Abb. 7.62 Entspannungssequenz des rechten N. axillaris.
(Quelle: © K. Oborny/Thieme)

7.7.2 N. musculocutaneus

- Verlauf: Der N. musculocutaneus enthält Fasern aus den Rückenmarkssegmenten des 5. bis 7. Halswirbels. Er verläuft am unteren Rand des M. pectoralis minor über die ventrale Seite des Oberarms zwischen dem M. biceps brachii und dem M. brachialis bis zur Ellenbogenbeuge (► Abb. 7.63) [95].
- innervierte Muskeln – Flexoren des Oberarms:
 - M. biceps brachii
 - M. brachialis
 - M. coracobrachialis
- sensibles Innervationsgebiet: laterale Seite des Unterarms (► Abb. 7.64)
- Beschwerdebild:
 - Anteversion im Schultergelenk
 - Flexion im Ellenbogengelenk
 - Supination
 - oft Schmerzen im Bizeps

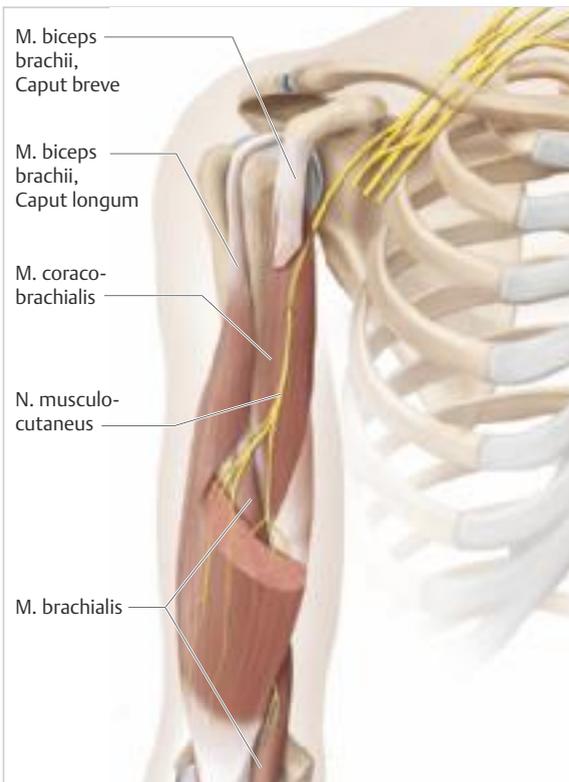


Abb. 7.63 N. musculocutaneus: Verlauf und innervierte Muskeln. (Quelle: Hochschild J, Hrsg. Strukturen und Funktionen begreifen – Band 1: Grundlagen zur Wirbelsäule, HWS und Schädel, BWS und Brustkorb, Obere Extremität. 5. unveränderte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2019)



Abb. 8.4 Training des vestibulookulären Reflexes. Die zu prüfenden Richtungen sind inkl. der Richtungen der Bogengänge den Achsen des Blickfeldes zugeordnet.

- a** VOR – Rotation rechts = horizontaler rechter Bogengang. (Quelle: © K. Oborny/Thieme)
- b** VOR – Rotation links = horizontaler linker Bogengang. (Quelle: © K. Oborny/Thieme)
- c** VOR – diagonal oben rechts = hinterer rechter Bogengang. (Quelle: © K. Oborny/Thieme)
- d** VOR – diagonal unten links = vorderer rechter Bogengang. (Quelle: © K. Oborny/Thieme)
- e** VOR – gerade oben. (Quelle: © K. Oborny/Thieme)
- f** VOR – gerade unten. (Quelle: © K. Oborny/Thieme)

8.4.2 VOR-Unterdrückung

Die Unterdrückung des vestibulookulären Reflexes (VOR) ist ein physiologischer Mechanismus, der kompensatorische Augenbewegungen ermöglicht, um das Sehvermögen während einer Kopfbewegung stabil zu halten. Bei der VOR-Unterdrückung (VOR-cancellation, VOR-C) handelt es sich um die Fähigkeit, den vestibulookulären Reflex zu unterdrücken. Das Ergebnis ist eine synchrone Bewegung der Augen und des Kopfes. Das Training des VOR-C stellt geringere Anforderungen an die Augenkoordination und kann daher als Einstiegstraining zur Verbesserung der vestibulären Funktion eingesetzt werden.

- Die Patientin steht in neutraler Position und hält einen Vision Stick als visuelles Ziel zentral vor die Augen. Der Arm ist gestreckt und die Augen sind auf das visuelle Ziel gerichtet.
- Aus dieser Position bewegt die Patientin nun gleichzeitig Arm, Augen und Kopf entlang der Achsen der Bogengänge.
- Während der Durchführung achtet der Therapeut darauf, dass die Patientin das Sehziel immer scharf sieht.
- Die zu prüfenden Richtungen sind den Richtungen der Bogengänge zugeordnet (s. o.; ► Abb. 8.5).

Die Aufgabe des Therapeuten ist es, bei der Durchführung auf folgende Punkte zu achten:

- die Patientin verliert das visuelle Ziel
- die Patientin führt die Bewegung unkoordiniert aus
- die Patientin verliert die visuelle Klarheit
- die Patientin schwankt
- die Patientin findet nicht in die neutrale Position zurück.

Alle Auffälligkeiten sind auch hier mögliche Hinweise auf Defizite im vestibulären, visuellen oder auch propriozeptiven System.

Das Ziel ist es, den Schwierigkeitsgrad und die Komplexität der Übungsausführung an die Fähigkeiten der Patientin anzupassen. Typische Regressionen sind die Verringerung der Bewegungsgeschwindigkeit und der Bewegungsamplitude. Eine mögliche Progression ist die Ausführung der Übungen in einer sportspezifischen Position.

9 Visuelles System

Daniel Müller

9.1 Die Sehfähigkeit als trainierbare und adaptierbare Qualität im Sport

Bezogen auf sportliche Aktivitäten im Freizeit- oder auch Leistungssport erscheint es nur logisch, dass optimal ausgeprägte Sehfähigkeiten einen wesentlichen Anteil an der Leistungsfähigkeit haben. Gutes Sehen hilft bei der Orientierung im Raum, unterstützt die Kontrolle und Beurteilung von Eigen- und Fremdbewegungen und ist entscheidend für die Antizipation von Bewegungshandlungen. Darüber hinaus ist das visuelle System von großer Bedeutung für das Erlernen und Analysieren von Bewegungen.

Betrachtet man die oben beschriebenen Fähigkeiten unter dem Aspekt des Gefahrenfilters des ZNS (Kap. 2.5), so wird auch deutlich, warum visuelle Reize ein entscheidender Faktor bei der Beurteilung der situativen „Sicherheit“ sind. Die Orientierung im Raum und die Wahrnehmung der eigenen Bewegung werden also aufeinander abgestimmt und gemeinsam verarbeitet. Bewegung kann nur erfolgreich gestaltet werden, wenn unser Organismus eine korrekte Situationsbeurteilung erhält und dazu gehören visuelle Informationen aus der Umwelt als wichtigste externe Sinnesquelle. Je besser die Einschätzung und Einordnung durch das visuelle System ist, desto klarer kann eine Situation vorausberechnet werden. Daraus ergibt sich wiederum ein potenziell höheres Maß an Sicherheit.

In den letzten 10 bis 15 Jahren haben internationale Studien einen klaren Zusammenhang zwischen visueller Leistung, Kognition und sportlicher Leistung aufgezeigt und belegt, dass visuelle Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozesse trainierbar sind [119], [121], [132], [146], [175], [180], [184].

Praktische Erkenntnisse aus sport- und bewegungswissenschaftlichen Feldstudien zeigen eindrucksvoll, dass das Training visueller Fähigkeiten und Fertigkeiten einen signifikanten Beitrag zur Verbesserung sportlicher Leistungen leisten kann. Die Leistungssteigerungen werden u. a. durch eine verbesserte Antizipation, eine erhöhte Informationsverarbeitung, schnellere basale und komplexe Reaktionszeiten, eine verbesserte Hand-Augen-Koordination und motorische Präzision sowie durch eine Verringerung des Verletzungsrisikos erreicht.

Die Interventionen haben häufig einen Trainingsumfang von 70–240 min pro Woche [130], [131], [132], [142], [179]. Es gibt klare Zusammenhänge zwischen dem Expertisegrad der jeweiligen Sporttreibenden und der Sehleistung, deren Anpassungen sogar disziplinspezifisch, positionsspezifisch und geschlechtsspezifisch sind. So konnten die Untersuchungen des Sinnesphysiologen Gernot Jendrusch eindrucksvoll zeigen, dass z. B. Torhüter im Fußball bessere visuelle Leistungen (sakkadische Ortungsgeschwindigkeit) aufweisen als Feldspieler mit gleicher sportlicher Erfahrung. Torhüter zeigten bessere Sehleistungen als Torhüterinnen der gleichen Leistungsklasse. Beim Tischtennis wurden höhere Ortungsgeschwin-

digkeiten erreicht als im Tennis oder Fußball. Man geht daher von einer belastungsinduzierten Adaptation aus, je nachdem mit welchen typischen Objektgeschwindigkeiten die Trainierenden bisher regelmäßig in Kontakt gekommen sind. Die Sehleistung wird also durch spezifische Stimuli trainiert [144], [145], [163], [165].

Visuelle Informationen sind auch ein wichtiger sensorischer Input für die posturale Kontrolle, da ausgehend von der Orientierung im Raum die Stütz Muskulatur der Wirbelsäule, insbesondere der Halswirbelsäule, stimuliert wird, um der Schwerkraft entgegenzuwirken und fließende Bewegungen zu ermöglichen. Zusammen mit dem Vestibularapparat und dem propriozeptiven System können so Muskelsynergien erzeugt werden, die effiziente Bewegungen und eine optimale Haltungskontrolle ermöglichen [136], [177].

Das Training des visuellen Systems trägt zur Optimierung des Bewegungsapparates und der Informationsverarbeitung inklusive Reaktionsgeschwindigkeit, Konzentration, geteilter Aufmerksamkeit, Entscheidungsfindung, Differenzierungsfähigkeit usw. bei [134]. Dies macht man sich nicht nur im (Profi-)Sport, sondern auch in anderen Anwendungsbereichen zunutze. So ist z. B. das visuelle Training ein wichtiger Baustein in der Sturzprophylaxe. Bae konnte zeigen, dass die Sakkadengeschwindigkeit mit der posturalen Kontrolle älterer Menschen zusammenhängt und dieser Zusammenhang durch Training gezielt verändert werden kann [122].

Darüber hinaus wird visuelles Training in therapeutischen Settings wie der Ergotherapie oder Logopädie bei Entwicklungsproblemen oder auch in Berufen mit Präzisionsaufgaben eingesetzt. Mahomed et al. konnten zeigen, dass visuelles Training bei Studierenden ähnlich positive Effekte in Bezug auf deren spezifische Konzentration zeigen kann wie bei Sporttreibenden. Es erfordere eine hohe kognitive Leistung und könne den Studierenden helfen, motorische und kognitive Leistungen zu unterstützen [154].

Eine erhöhte visuelle Leistung sei auch während Vorlesungen wichtig, um relevante Informationen aufzunehmen oder um lange Texte zu lesen. Diese Fähigkeiten seien bei Studierenden genauso gut trainierbar wie Sporttreibenden, wobei besonders visuelle Suchstrategien gefördert werden sollten [150], [153]. Zavlin et al. untersuchten die Leistungen von Studierenden der Medizin bei chirurgischen Aufgaben mit und ohne visuelles Training. Dabei wurden mit einem visuellen Training signifikant bessere chirurgische Leistungen erzielt als in der Kontrollgruppe. Bereits nach 5 Wochen zeigte die Versuchsgruppe positive Lerneffekte, sodass die Autor*innen empfehlen, dieses Training in die Chirurgie-Ausbildung zu integrieren [182].

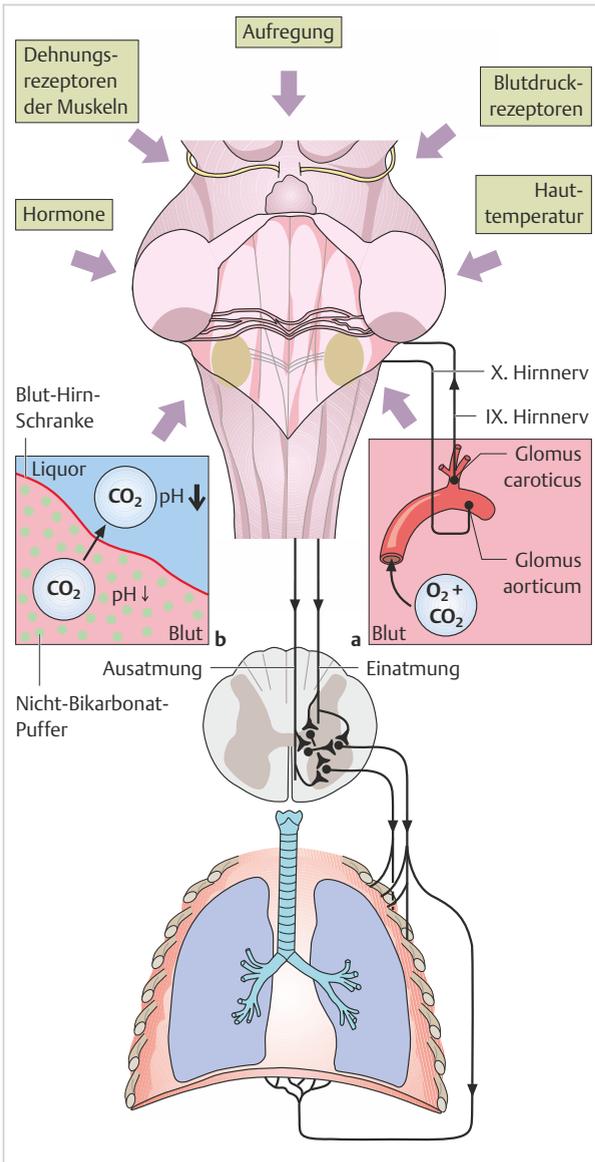


Abb. 10.1 Steuerung der Atmung. (Quelle: Schwegler J, Lucius R, Hrsg. Der Mensch – Anatomie und Physiologie. 7., überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2021)

Ein weiterer Regulationsmechanismus der Atmung ist der pH-Wert in Blut und Gewebe. Er repräsentiert die Konzentration der Protonen (H^+) im System und ermöglicht die Unterscheidung zwischen saurem und alkalischem Milieu.

Steigt die Protonenkonzentration im System an, bedeutet das ein Absinken des pH-Wertes (Azidose). Dadurch erhöht sich die Atemfrequenz, weil durch das vermehrte Abatmen von CO_2 der pH-Wert steigt (Bikarbonat-Puffersystem). Nimmt die Protonenkonzentration ab, steigt der

pH-Wert an (Alkalose), was zu einem Rückgang der Atemfrequenz führt.

Der direkte Vergleich aller Regulationsmechanismen zeigt, dass der arterielle CO_2 -Partialdruck den stärksten Effekt auf die Atemsteuerung hat.

Die Atmung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarf des Körpers. Bei körperlicher Anstrengung steigt der Sauerstoffverbrauch und es fällt vermehrt Kohlendioxid an. Um die nötigen Normbereiche der arteriellen Blutgase zu regulieren und zu erhalten, steigt daher die Ventilation unter diesen Bedingungen.

11 Praktische Umsetzung der Tests und Interventionen

Daniel Müller, Dominik Suslik

11.1 Einleitung

Das Ziel dieses Kapitels ist es, die bisher bekannten Testverfahren und Interventionen der angewandten Neurologie in die Praxis der Sportphysiotherapie zu integrieren.

Diese beginnt bekanntlich mit einer Zielbewegung bzw. Zielsportart der Sportlerinnen und Sportler. Dabei kann es sich um alltägliche Bewegungen wie Treppensteigen, Marathonlauf oder das Tennisspiel handeln. Die Devise bei der praktischen Umsetzung bleibt das Prinzip „Sensorik vor Motorik“, das bereits in Kap. 2 erläutert und dargestellt wurde, ebenso der in Kap. 4 vorgestellte Ansatz, dass wir nur das verbessern können, was wir messen, indem wir jede Intervention mit einem Test und einem Retest verbinden (► Abb. 11.1).

11.1.1 Ablauf in 6 Schritten

Schritt 1: Identifizierung der Zielbewegung

Für die gezielte Integration der angewandten Neurologie in die Sportphysiotherapie ist es wichtig, dass sich der Therapeut oder die Therapeutin ein klares Bild von der Zielbewegung der Person macht (► Abb. 11.2, ► Abb. 11.3, ► Abb. 11.4, ► Abb. 11.5).

Schritt 2: Überblick über auffällige Körperregionen

Im zweiten Schritt geht es darum, schmerzhaft Körperregionen vor oder während der Bewegung zu identifizieren und auf dem Screening-Bogen mit einem Kreuz zu markieren.

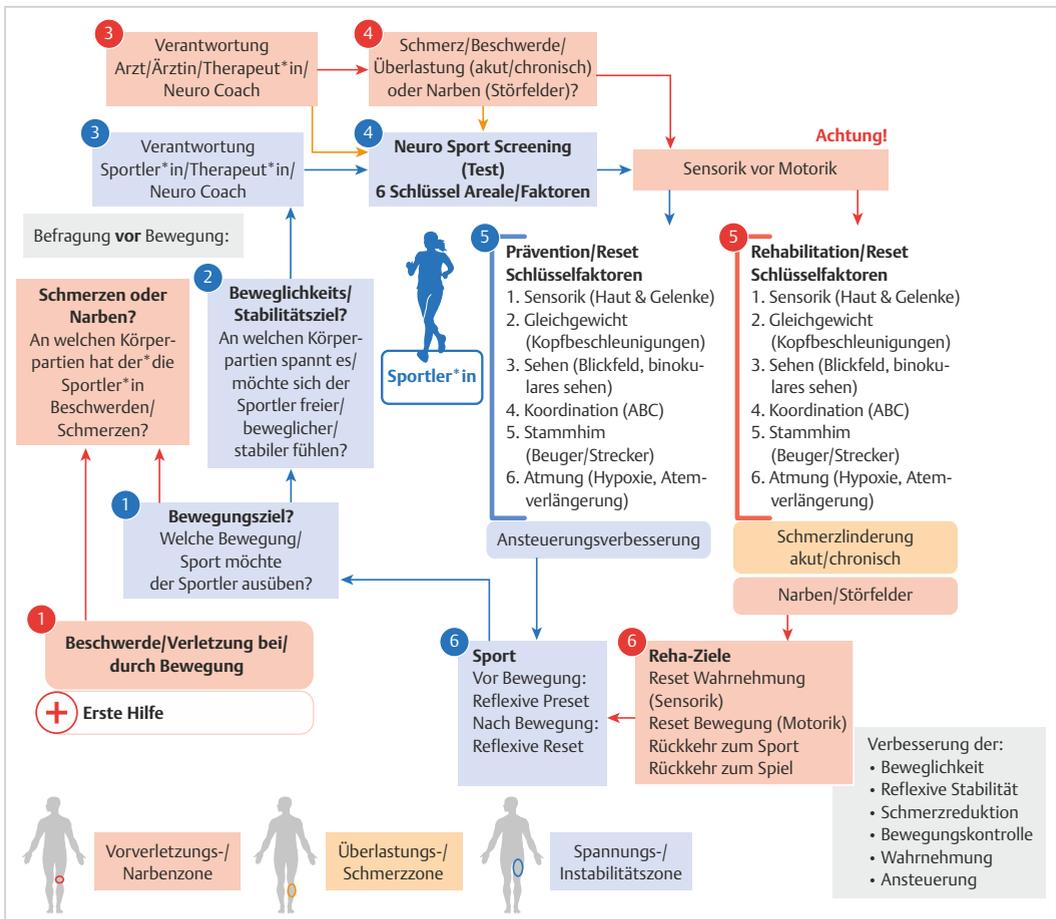


Abb. 11.1 Integration der angewandten Neurologie in die Sportphysiotherapie.

12 Anwendung im Leistungssport – Fallbeispiele

Daniel Müller, Dominik Suslik

12.1 Einleitung

In den folgenden beiden Kapiteln werden 6 Fallbeispiele von Verletzungen aus dem Leistungssport von Fuß bis Kopf (Kap. 12) und 3 Fallbeispiele aus der allgemeinen Sport- und Physiotherapie (Kap. 13) überblicksartig dargestellt. Es kommen dabei Mannschaftssportarten wie Eishockey, Basketball, Handball, Fußball und Hockey vor, doch lassen sich die Informationen daraus auch auf Individualsportarten und andere Kontexte übertragen. Neben der Darstellung des neurofunktionellen Status nach der Verletzung und der möglichen Interventionsstrategien wird auch die Integration neurozentrierter Ansatzpunkte in die verschiedenen Phasen des Return to Play nach einer Verletzung zur vollständigen Wiedereingliederung in den Sport anhand etablierter Protokolle beschrieben.

Die allgemeinen Fallbeispiele drehen sich um häufige Überlastungs- und Beschwerdebilder bei Freizeitsportaktivitäten wie Laufen, Tennis oder Golf. Es wird hier aufgezeigt, welchen Stellenwert die im Buch vorgestellten Inhalte aus der angewandten Neurologie neben den gängigen methodisch-therapeutischen Ansätzen haben können und wie sie sich integrieren lassen. Wir haben uns dabei an unseren eigenen Erfahrungen mit Personen mit Sportverletzungen orientiert. Letztlich soll dieses Kapitel aber auch dazu anregen, die erlernten Inhalte auf andere Verletzungsmuster zu übertragen. Daher erheben wir keinen

Anspruch auf Vollständigkeit was die Schilderung aller denkbaren Sportverletzungen betrifft.

Zunächst wird der jeweilige Fall kurz vorgestellt, anschließend werden die Ergebnisse der neurofunktionellen Statusanalyse im Überblick dargestellt. Die daraus abgeleiteten Interventionsstrategien werden dann mit den jeweiligen Kapiteln des Buches verknüpft und den Rehabilitationsphasen zugeordnet, da in jeder Phase in der Regel bestimmte Schwerpunkte bearbeitet werden. So können Nutzende dieses Buches genau erkennen, welche Qualitäten der Rehabilitation der jeweiligen Verletzung nach welchem Abschnitt des Buches ergänzend behandelt und trainiert werden können. So soll ein Gefühl dafür entstehen, wie eine Verletzung aus neurozentrierter Sicht betrachtet wird, denn wie bereits in der Einleitung erwähnt, nutzen alle Therapierenden bereits die angewandte Neurologie, doch ist das ihnen vielfach nicht bewusst.

Letztlich geht es in der Rehabilitation von Verletzungen und in der Sporttherapie immer um die möglichst strukturierte und schrittweise Wiedererlangung der bestmöglichen Funktionalität. Die Integration des neurologisch-funktionellen Status sollte daher neben den strukturellen Zielen angestrebt werden. Für vertiefende Fragen zu Einzelfällen stehen die Autoren dieses Buches gern zur Verfügung.

In ► Tab. 12.1 finden Sie eine Übersicht zu den Fallspielen der Kap. 12 und Kap. 13 aus diesem Buch.

Tab. 12.1 Übersichtstabelle zu den Fallbeispielen der folgenden Kapitel 12 und 13.

Kapitel	Körperregion	Verletzungsart	Körperseite	Verletzungshergang (Kontakt oder Non-Kontakt)	Sportart	Geschlecht	Alter
12.1	Sprungelenk	Bänderriss im Sprunggelenk	rechts	Non-Kontakt (Umknicktrauma)	Basketball	weiblich	25 Jahre
12.2	Kniegelenk	Kreuzbandriss	links	Kontakt	Eishockey	männlich	30 Jahre
12.3	Oberschenkelrückseite	Muskelfaserriss M. biceps femoris	links	Vollsprint	Fußball	männlich	21 Jahre
12.4	Leistengegend	Schambeinbeschwerden	bilateral	Non-Kontakt, bilateral	Fußball	männlich	18 Jahre
12.5	Schulter	Werferschulter, Schulterluxation	rechts	Kontakt	Handball	weiblich	27 Jahre
12.6	Kopf	Commotio cerebri	Kopf rechts	Kontakt	Eishockey	männlich	25 Jahre
13.1	Achillessehne	Achillodynie	rechts	Fehl-/Überlastung	Tennis	weiblich	40 Jahre
13.2	Knie	Läuferknie, Patella-Tendinopathie	rechts	Fehl-/Überlastung	Laufen	weiblich	55 Jahre
13.3	Ellenbogen	Golferellenbogen	rechts	Fehl-/Überlastung	Golfen	männlich	65 Jahre