

Grundlagen der Behandlung mit dem Sprinter-/ Skater-Koordinationskonzept

Kim Tae-yoon, Lee Moon-kyu, Britta Dietz

- 2.1 PNF-Training mit Sprinter- und Skater-Koordinationspatterns – 8**
 - 2.1.1 Hintergrund und Ziele – 8
 - 2.1.2 Anwendungen und Ergebnisse – 8
 - 2.1.3 Überblick über das neue Konzept – 8
 - 2.1.4 Zusammenfassung – 10
- 2.2 Hintergrundwissen zu koordinativem Lokomotionstraining (CLT) – 10**

2.1 PNF-Training mit Sprinter- und Skater-Koordinationspatterns

Kim Tae-yoon (Übersetzung: Britta Dietz)

In den letzten 20 Jahren beschäftigte sich Prof. Dr. Kim Tae-yoon im Unterricht an den Universitäten von Seoul und Gwangju mit der Frage, welche Trainingsmethode anzuwenden sei, um in kürzester Zeit bestmögliche Ergebnisse beim motorischen Lernen zu erzielen. Im Jahre 2003 traf er Britta Dietz, PNF-Instruktorin (Propriozeptive Neuromuskuläre Fazilitation), die drei dimensional Scapula- und Pelvis-Patterns (Muster) benutzt und so eine Kombination anbahnt, die sie Sprinter und Skater nennt. Diese Kombinationen sind im Sport deutlich beim Laufen und Skaten als optimale Koordination zu sehen. Schlüsselpunkte für den Sprinter/Skater sind dabei der Angulus inferior der Scapula und der Tuber des Osis ischii. Diesen neuen PNF-Ansatz, Patienten ganzheitlich im Sprinter und Skater zu behandeln, untersucht Prof. Dr. Kim Tae-yoon und stellt hier seine Forschungsergebnisse vor.

2.1.1 Hintergrund und Ziele

In der Physiotherapie betrachtet man Übungen gleichzeitig als motorisches Lernen (»motor learning«) und die klinische Betonung liegt auf der Anleitung zur Übung. Motorische Fähigkeiten werden geübt und deren Umsetzung zum Hausaufgaben-Programm. Den Patienten wird geraten, ihren Lebensstil zu ändern, um gesundheitliche Probleme fernzuhalten. Wenige Therapeuten stellen die Frage, wie man die Trainingsmethode effektiver gestalten kann. Es gibt kaum Artikel in der Fachliteratur, die sich mit dem Verbessern der Lernmethode beschäftigen. Auch effektive Übungsanleitungen oder Techniken liegen nicht vor. Die Artikel von Sumway-Cook und Wollacott (1995), Thelen und Smith (1994) und Ketelaar et al. (2001) befassen sich mit dieser Problematik. PNF ist ein altbewährtes Konzept. Dennoch sollten die Resultate und Vorteile diskutiert werden, die die Sprinter-/Skater-Koordination in der aktiven Übungsauswahl bieten.

2.1.2 Anwendungen und Ergebnisse

Die Sprinter-/Skater-Koordinationsübungen wurden mit 14 Highschool-Baseballspielern geübt. Das Übungsprogramm wurde in drei Einheiten, je nach Schwere der Übungen dreimal pro Woche während drei Monaten angewandt. Die Spieler wurden vor und nach dieser Zeit nach »Inbody 3.0« (USA) evaluiert und auf Muskelzuwachs getestet. Zudem wurden nach Chattanooga (USA) Änderun-

gen in der Haltung und dem Gleichgewicht festgehalten. Im Ergebnis zeigten alle Spieler vermehrten Muskelaufbau, verbesserten ihr Gleichgewicht in der anterior-posterioren und Links-rechts-Ebene, sowie ihre Haltung. Die Verletzungen gingen extrem zurück.

Zudem wurde eine weibliche Patientin, 26 Jahre alt, mit Hemiplegie nach einem Hirnschaden durch Autounfall behandelt. Die Patientin wurde in regelmäßigen Abständen im Sprinter und Skater getestet und das Ergebnis auf Video festgehalten. Dabei konnte zeitlich die Rehabilitation in ihrer Qualität gezeigt werden. Heute werden alle Patienten von Dr. Kim in seiner Praxis per Video erfasst und im Sprinter und Skater behandelt. Die Ergebnisse sollen bald zusammengefasst werden.

2.1.3 Überblick über das neue Konzept

Mit einfachen koordinativen Strukturen ist das Übungsprogramm im Sprinter und Skater eine exzellente Methode, um Bewegung zu erlernen und sich an Bewegung zu erinnern.

Sprinter und Skater haben ihren Ursprung im Sport. Jede Sportart verlangt motorische Geschicklichkeit als Antwort auf Veränderungen in der Umgebung und nötige Zielorientierung. Um dies zu erreichen, sucht der Mensch sich die effektivsten Bewegungen. In kürzester Zeit wird Stabilität mit höchster Energiezufuhr vereint.

Sprinter- und Skater-Patterns nutzen höchst effiziente und funktionelle Bewegungen. Ebenfalls erklären diese Patterns sehr komplizierte Interaktionen zwischen Extremitäten, Rumpf und Kopf in vereinfachter koordinativer Form.

Die Sprinter-/Skater-Übungen stehen im Einklang mit den Erklärungen von Turvey et al. (1982) über Muskelketten und Koordination in der Theorie der motorischen Kontrolle. Ebenfalls sind sie äußerst einfache Formen der freien Bewegung. Sie geben Antwort, wie Muskeln funktionell aneinander gekettet sind, und sie sind eine einfache Erklärung für komplizierte Abläufe in der motorischen Kontrolle. Vom Aspekt des motorischen Lernens sind her Sprinter-/Skater-Übungen für den Lernenden einfach ins Gedächtnis zurückzurufen, da menschliche Bewegungen im Gedächtnis als abstrakte Form gespeichert werden und nicht als einzelne Bewegung (Schmidt 1987).

Die Sprinter-/Skater-Patterns geben Antwort darauf, wie man Irradiation funktionell nutzen kann.

Irradiation wird in PNF für indirekte Behandlungen eingesetzt, um eine Muskelantwort am Patienten zu erreichen. Jedoch sind die Antworten in Richtung und Ausmaß je nach Therapeut sehr verschieden. Es gibt verschiedene

PNF-Patterns, deren Muskelaktivitäten auf einer bestimmten Ebene immer dasselbe Bild zeigen. Andere Patterns zeigen je nach Situation (Ausgangsstellung) verschiedene Antworten. Die Sprinter-/Skater-Patterns betreffen den ganzen Körper und die Antwort der Irradiation verläuft auf vorbestimmten Bahnen.

Ein Beispiel: Sprinter/Skater, ein Bein befindet sich in der geschlossenen Kette als Standbein. Der Therapeut kann über die übrigen Extremitäten gezielt Irradiation in diesem Standbein erzeugen, das heißt, welche Abduktoren bzw. Adduktoren oder welche Rotation er beabsichtigt.

Die Sprinter-/Skater-Patterns liefern klare Aussagen über den Erfolg des motorischen Lernprozesses. Sie dienen der Evaluierung durch den Patienten/Therapeuten.

Motorisches Lernen ist ein intrinsischer Prozess. Die Leistung wird gemessen an der Verbesserung der Aktivität und an der Änderung des Bewegungsverhaltens.

Ein weiteres Ergebnis des motorischen Lernens ist die selbstständige Organisation des Gehirns, d. h. es entwirft eine neue Bewegungsstruktur und passt sich an die Umgebung an.

Das Erlernen motorischer Geschicklichkeit ist der Prozess, eine Bewegung zu entwerfen, die das Ergebnis einer harmonischen Koordination aller Körperteile in diesem Bewegungsablauf ist. Diese Bewegung sollte höchst effizient sein.

Die Sprinter-/Skater-Koordinationspatterns repräsentieren einen bestimmten Bewegungsablauf in unterschiedlichen Ausgangsstellungen. Wendet man diese adäquat bei Patienten an, zeigen sie exakt Quantität und Qualität der Bewegungsausführung an. Dies ermöglicht uns, das Ausmaß der Behinderung/Störung des Patienten/Sportlers bei der Durchführung eines Bewegungsablaufs zu erkennen.

Im Verlauf einer Therapie verhelfen uns Sprinter und Skater, anhand der Veränderung des Bewegungsablaufes das motorische Lernen zu kontrollieren.

Sprinter-/Skater-Koordinationspatterns lassen uns exakte Ziele definieren, entsprechende Aufgaben je nach Schwierigkeitsgrad erstellen, um dadurch die Effektivität des motorischen Lernens zu verbessern.

Locke und Latham (1985) stellen fest, dass sich der Lernende bei genau definierten und herausfordernden Aufgaben besser konzentriert und härter arbeitet, als bei einfacher und leichter Aufgabenstellung. Durch genau definierte und herausfordernde Aufgaben wird dem Lernenden ein Standard vorgegeben, an dem er seine Leistung messen kann. Unterschiedliche Ausgangsstellungen variieren den Schwierigkeitsgrad beim motorischen Lernprozess.

Dazu bietet das entwickelte Sprinter-/Skater-Übungs- und Gymnastikprogramm die entsprechenden Übungsteile in unterschiedlichen Ausgangsstellungen an.

Es ermöglicht so, auf das individuelle Leistungsniveau des Patienten/Sportlers einzugehen und bietet ihm dafür die entsprechenden Aufgaben.

Prof. Dr. Kim misst Veränderungen in Zeit, sowie Ausmaß der Bewegung anhand von Parametern und macht sie somit für Patienten/Sportler sichtbar. Dies erhöht die Motivation der Lernenden und beeinflusst dadurch den Prozess des motorischen Lernens positiv.

Die Sprinter-/Skater-Patterns aktivieren geschwächte Muskeln mit Hilfe der kräftigen unter der Voraussetzung immer während der Rumpfstabilität. Damit erfüllen sie die geforderten PNF-Kriterien.

Ammons (1956) stellte fest, dass die motorische Aktivität von einer Extremität auf der einen Körperseite zur anderen Seite überspringt. Dies betrifft auch Hand- und Fußaktivitäten.

Hellebrandt und Waterland (1962) gelangten zu der Erkenntnis, dass Training mit großen Gewichten die motorische Geschicklichkeit auf der Gegenseite erhöht und dass viele Wiederholungen die Aktivitäten verbessern.

Für Therapeuten stellt sich die Frage, wie wir die schwachen Muskeln über die stärkeren aktivieren können. Mit dem Sprinter-/Skater-Koordinationskonzept wenden wir wie bei PNF Widerstand an den gesunden/kräftigen Körperteilen an, während sich ein geschädigter/schwächerer Körperteil in der geschlossenen Kette befindet. Damit erreichen wir Verstärkung (»reinforcement«) für die schwache Muskulatur.

Mit Hilfe von Sprinter und Skater wird der gesamte Rumpf aktiviert. Somit ist die Forderung von PNF, den Rumpf komplett mit einzubeziehen, erfüllt.

Sprinter-/Skater-Patterns berücksichtigen neben den Extremitäten immer den Kopf als Möglichkeit, Bewegung zu steuern.

So wird sichergestellt, dass der Rumpf stabil bleibt und die schrägen Bauchmuskeln zur Sicherung aktiviert sind.

Sprinter und Skater lassen sich im aufrechten Gang darstellen. Arme, Beine, Kopf und Rumpf befinden sich dabei exakt in den definierten Stellungen. Damit bieten diese beiden Muster die Möglichkeit, den aufrechten Gang in seinen einzelnen Phasen oder als Gesamtbewegungsablauf zu trainieren.

Im Gang werden verschiedene Körperteile (Arme, Beine und Kopf) koordiniert und rhythmisch in der Stand- und Spielbeinphase bewegt. Shepherd und Carr (2005) führen aus, dass Gangübungen isoliert an einzelnen Körperteilen

nicht effektiv sind. Sprinter- und Skater-Patterns berücksichtigen diesen Aspekt, indem sie Arme, Beine und den Kopf in die Schwung- und Standphasen des Ganges integrieren.

Diese beiden Übungsformen werden dynamisch und rhythmisch mit Widerstand in allen Ausgangsstellungen eingesetzt. Damit werden die koordinativen Bewegungen der Extremitäten im Sinne des Gangbildes geschult.

Sprinter und Skater sind bilaterale reziproke Übungen, mit deren Hilfe sich asymmetrische Haltungsfehler korrigieren lassen.

Im Sinne von motorischem Lernen können einseitige Bewegungen zu Asymmetrie und daraus resultierenden Haltungsfehlern führen. Grund dafür ist die große Anstrengung des Lernenden, seine Defizite auszugleichen, indem er Kompensationsmechanismen entwickelt, die die physiologischen Bewegungsbahnen verlassen. Auch ein Therapeutenfehler ist denkbar in Form von zu starkem Widerstand, einer ungünstigen Wahl der Ausgangsstellung oder gar der Ausführung in die falsche Bewegungsrichtung.

Als bilaterale reziproke Übungsformen beanspruchen Sprinter und Skater die Extremitäten der rechten und linken Körperseite gleichmäßig. Durch dieses reziproke Training werden Asymmetrien ausgeglichen und damit die Körperhaltung verbessert.

Eigene Erfahrungen

Eigene Erfahrungen zeigen, dass Sprinter- und Skater-Patterns gleichermaßen gut an Therapeuten und Patienten/Sportler zu vermitteln sind. Beide Gruppen sind in der Lage, die Anweisungen in kurzer Zeit zielgerecht und adäquat umzusetzen.

2.1.4 Zusammenfassung

Die Ergebnisse von Dr. Kims Untersuchung zeigen, dass sich das Arbeiten mit Widerstand im Sprinter/Skater vorteilhaft auf die Koordination, Symmetrie sowie die motorische Lernfähigkeit auswirkt.

Das neue Konzept berücksichtigt alle PNF-Grundprinzipien und bezieht neueste Erkenntnisse aus der Forschung im Bereich des motorischen Lernens ein.

Vorteil des Arbeitens mit diesem Konzept ist das Therapieren/Üben im kompletten physiologischen Bewegungsmuster, d. h. unter Einbeziehung des ganzen Körpers.

Prof. Dr. Kim Tae-yoon unterrichtet an der Universität in Iksun, sein Spezialgebiet ist Motor learning, und er ist ein großer Anhänger meines Konzeptes. Wir haben schon viele gemeinsame Vorträge in Korea und in Tokio (2006) gehalten.

2.2 Hintergrundwissen zu koordinativem Lokomotionstraining (CLT)

Lee Moon-kyu (Übersetzung: Britta Dietz)

■ Einleitung

Bewegung befasst sich nicht mit einem einzelnen Gelenk, Muskel oder einer Muskelgruppe, sondern ist immer das Ergebnis des Zusammenspiels vieler Körpersegmente. Jedes Segment spielt eine besondere Rolle und ist miteinander verzahnt, wie z. B. bei einem Uhrwerk. Dieses ganze System unseres Körpers reagiert auf eine einzelne lokale Veränderung in der Funktion oder der Struktur. Ändert man die Funktion eines einzelnen Segments, koordiniert sich das ganze System neu. Auf diese Weise können wir die Körperhaltung beeinflussen, indem wir eine Fuß- oder Handfunktion ändern. Ein Fuß ist funktionell mit einer Hand, oder ein Fuß ist mit der Zunge und dem Diaphragma verbunden.

Eine Zungenbewegung und Atmungsmuster, die man im Sportbereich beobachten kann, sind ein gutes Beispiel dafür, wie sich einzelne Körperteile miteinander koordinieren. Das Aktivieren einer orofazialen Bewegung – ob es sich um die Bewegung der Augen, der Zunge oder der Kiefermuskulatur handelt – ist genau eingebunden in die gesamte Bewegung des Körpers. Sogar das Diaphragma ist nicht nur ein Atmungsmuskel, sondern spielt eine besondere Rolle in der Stabilisation für eine Bewegung (Kolar, 2012). Nehmen Sie an, Sie heben ein schweres Gewicht: Sie können es nicht anheben, ohne Ihren Atem anzuhalten. Zu dieser Zeit übernimmt das Diaphragma die Rolle einer Aufrichtefunktion. Wir können sagen, dass das Diaphragma ein Teil der Hebefunktion ist und wichtig für diese Aufgabe ist.

Wenn wir Bewegung als Therapeuten analysieren, schauen wir auf bestimmte Bewegungsmuster und sehen, dass alle Körperfunktionen wie bei einem Uhrwerk aufeinander abgestimmt sind. Ist ein kleines Rädchen defekt, ist das ganze System betroffen. Deshalb, wenn jemand ein einzelnes funktionelles Problem hat, sollte man dies ganzheitlich sehen. Therapeuten stürzen sich oft auf bestimmte Muskeln und vergessen, den ganzen Bewegungsapparat anzuschauen.

Schon Aristoteles sagte: Das Ganze zu sehen ist besser als die Summe aller Teile, unser Körper ist nicht einfach nur aus vielen Muskeln zusammengesetzt. Menschliche Bewegung ist sehr koordinativ und kann sich selbst reorganisieren. Das Bewegungssystem versucht immer, aus vielen Variationen die bestmögliche Aufgabe koordinativ zu finden. Wenn man Bewegung verändern oder verbessern will, muss man diesen Mechanismus berücksichtigen.

Wir denken, dass wir noch mehr einzelne Puzzleteile der koordinierten Bewegung erkennen müssen, um das Konzept CLT (Coordinative locomotion training) erklären

zu können. In diesem Artikel möchten wir dem Leser noch mehr allgemeine Informationen über die koordinativen Strukturen aus dem Bereich von motorischer Kontrolle und motorischem Lernen geben. Wir werden das Konzept der Grade der Bewegungsfreiheit (degrees of freedom), koordinative Strukturen und die Phasen des Lernens entdecken.

■ Einzelne Bewegungen vs. komplexe Bewegungen

Meistens werden Studien über menschliche Bewegung im klinischen Bereich in einzelne Bewegungen zerlegt. Zum Beispiel in einzelne Extremitäten, deren Kraft, Beweglichkeit, Ausdauer und Koordination getestet wird. Dieser Idee liegt zu Grunde, dass jede oben genannte Qualität einzeln begutachtet und isoliert korrigiert werden kann. Obwohl Patienten davon durchaus profitieren können, ist es nicht sicher, ob die einzelne Bewegung in den gesamten Bewegungsablauf des Körpers integriert werden und in eine Funktion übertragen werden kann.

■ Kontrolle über die Freiheitsgrade (Degrees of freedom; DoF)

Es wird geschätzt, dass wir 7 DoF kontrollieren müssen, um unseren Arm zu bewegen. DoF wurde oft von Nicoli Bernstein (1967) benutzt, um Bewegung zu analysieren. Bernstein sieht das Lernen einer motorischen Geschicklichkeit als Lösung eines Problems, nämlich wie man die vielen DoFs im menschlichen Bewegungssystem (■ Abb. 2.1) nutzbar machen kann.

Man kann Bewegung spezifisch beschreiben in Bezug zur Anzahl der sich bewegenden Gelenke, Muskeln oder aktivierten Motoneuronen. Zurück zum obigen Beispiel: 7 DoFs sind nötig, um den Arm zu bewegen, 3 DoFs an der

Schulter, einer am Ellbogen und radioulnaren Gelenk, und 2 am Handgelenk. Wenn wir weiter gehen und die Muskeln berücksichtigen, kontrollieren wir 26 DoFs, 10 Muskeln am Schultergelenk, 6 am Ellbogen, 4 am radioulnaren Gelenk und 6 am Handgelenk. Würde man die motorischen Einheiten dazu nehmen, würde sich die Zahl erheblich erhöhen (Rose und Christina 2006).

Für andere Bewegungen, wie z. B. Hüftextension, sind noch mehr Muskeln zuständig, die die Zahl der DoFs enorm erhöht und eine sehr große Anzahl an Möglichkeiten nach sich zieht. Es ist unmöglich, jede der einzelnen Möglichkeiten zu analysieren und miteinander zu vergleichen, das würde zu lange dauern und das Gehirn überladen und ermüden.

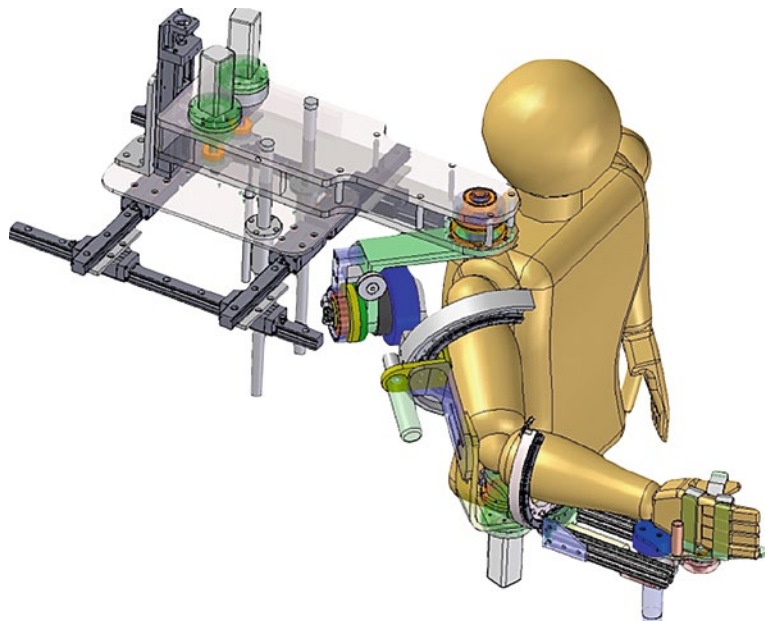
Deshalb muss es einen Mechanismus in der motorischen Kontrolle geben, der die Auswahl zu einer effektiven Bewegung trifft. Nach Bernstein ist die wesentliche Eigenschaft der motorischen Kontrolle das automatische Eliminieren der unwesentlichen Bewegungen oder DoFs. Der sich bewegende Körper versucht die DoFs zu limitieren um die Bewegung unter Kontrolle zu halten (Bosch 2015).

Wir brauchen die kleinste Einheit an DoFs, um eine gestellte Aufgabe effizient zu erledigen. Theoretiker sehen das Aktivieren von einzelnen Muskeln als nutzlos, da diese alle eng mit einander verbunden sind und sie betonen, dass die Aktivierung einzelner Nerven nicht immer eine Bewegung auslöst (Turvey 1977).

■ Koordinative Strukturen/Muskelantwort als Synergien.

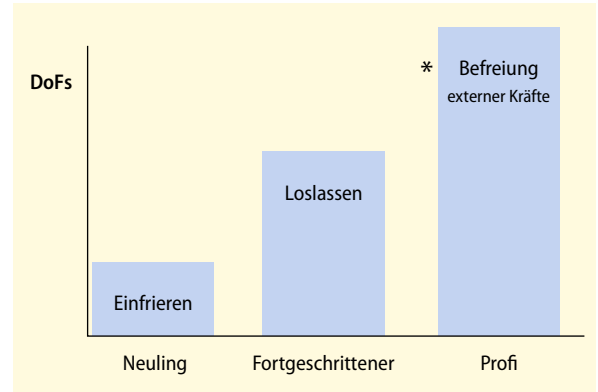
Auf Grund dieser Theorien können wir das Problem mit den DoFs lösen, indem wir Muskeln und Gelenke zwingen

■ Abb. 2.1 Degrees of freedom of movements (DoFs) – Freiheitsgrade der Bewegung





■ Abb. 2.2 Baby dreht sich



■ Abb. 2.3 Die Beziehungen zwischen den DoFs und der Reifung motorischer Fähigkeiten

in einer gewünschten Bewegung zu funktionieren (Rose und Christian 2006). Diese Bewegungsmuster werden oft Koordinative Strukturen oder Synergien benannt. Einige koordinative Strukturen sind schon bei der Geburt vorhanden, wie Greifen und allgemeine Lokomotion. Die meisten Synergien werden im Laufe des Lebens entwickelt auch kulturell bedingt (Turvey 1977) wie z. B. Inlineskaten oder Skifahren und viele andere Sportarten.

Diese Synergien, besonders die Lokomotion, sind im menschlichen Bewegungssystem vererbt. Jedoch sind diese Synergien manchmal für den Zweck, eine bestimmte motorische Bewegung zu vereinfachen, stark eingeschränkt. Die Größe des Bewegungsausschlages bestimmt die Anzahl der Muskelantworten innerhalb der Synergie. Bewegungen, die in einem Gelenk aktiviert wurden, betreffen andere Glieder, weil alle Gliedsegmente miteinander verbunden sind. Eine Vorwärtsbewegung in der Hüfte beeinflusst analoge Bewegungen in Knie und Fußgelenk.

In der kindlichen Entwicklung durchlaufen Babys eine Reihe von fundamentalen Mustern, die die Basis für komplexere Bewegung bilden (Frank et al. 2013). Ein Beispiel: Liegt ein Kind auf dem Boden oder sitzt es in verschiedenen Ausgangsstellungen, lernt es, den Kopf zu stabilisieren, um seine Umgebung zu beobachten (■ Abb. 2.2). Seine Kopfstabilität ist wichtig für die posturale Kontrolle im Stehen und Gehen. Während es nach interessanten Objekten greift, lernt es Arm/Rumpf Koordinationsmuster, die es auch braucht, um zu krabbeln und zu gehen, und eventuell später zu werfen und zu klettern. Beim Drehen von Rückenlage in die Seitlage stabilisiert sich das Baby über ein Bein, während das andere frei bewegt wird; eine Fertigkeit, die die Basis für Lokomotion ist.

Koordinative Strukturen sind Muskelketten, die entwicklungsgeschichtlich (oder neurologisch) und anatomisch entstanden sind, um als eine funktionelle Einheit zusammen zu arbeiten (Frank et al. 2013).

Es ist einfacher für unser Nervensystem, auf eine kleine Anzahl von generellen Bewegungsmustern zurückzugreifen, die zusammengesetzt werden können, um komplexere Bewegungen zu bilden. Die Muskelsynergien, die dabei mitwirken, um diese Muster zu aktivieren, schränken die DoFs und die Bewegungsmöglichkeiten dergestalt ein, dass Bewegung einfacher zu organisieren ist.

■ Phasen, die die DoFs beim motorischen Lernen kontrollieren

Eine neue Sichtweise des Lernprozesses beruht sich auf Bernstein(1967), wo er beschreibt, dass der Lernprozess stattfindet, indem man überflüssige DoFs zu kontrollieren lernt.

Vereijken (1992) schlägt ein dreigeteiltes Model des Lernens vor. Dieses beschreibt, wie der Lernende versucht, die Dynamik der Bewegung als Problemlösung an zu gehen, im Sinne von Bernstein (■ Abb. 2.3). Im Anfangsstadium vereinfacht der Patient das Bewegungsproblem, indem er alle möglichen DoFs einfriert. Zuerst lässt er den Patienten die Gelenkstellung für eine gewünschte Bewegung fixieren und viele weitere Gelenke auch, fast wie bei einer Synergie.

PNF in Lokomotion

Let's sprint, let's skate

Dietz, B.

2018, XIV, 258 S. 80 Abb., 55 Abb. in Farbe. Book +
eBook., Softcover

ISBN: 978-3-642-27665-1