

Kreiseltraining

bei Funktionsstörungen der LBH-Region

von Andreas M. Bertram

Einleitung

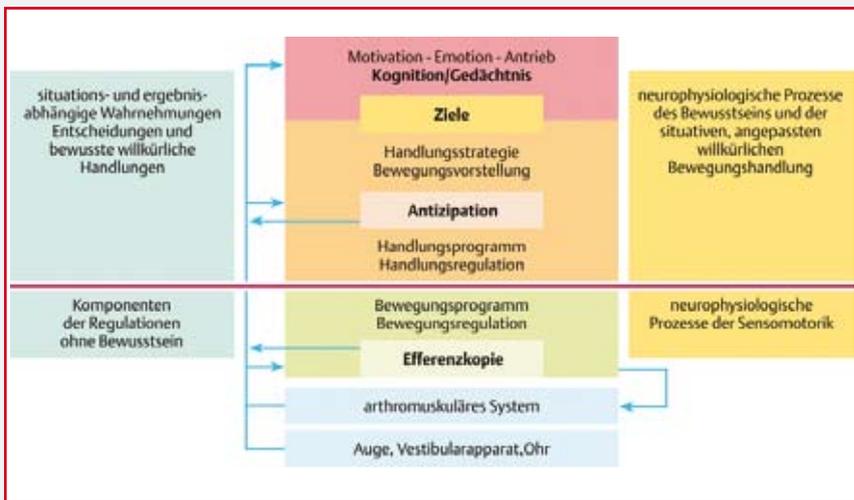
Die Lendenwirbelsäulen-Becken-Hüft-Region (LBH) stellt eine einmalige komplexe funktionelle Einheit dar. Der ganze Körper, aber insbesondere die LBH-Region, ist im besonderen Maße auf differenzierte Gleichgewichtsreaktionen angewiesen. Der Aufbau des Hüftgelenkes begünstigt diese feinmotorische und doch kraftfordernde Aufgabe. Bei einem Körpergewicht von etwa 70 kg entstehen schon bei normalem Gehen in den Belastungszonen des Hüftgelenkes Druckbelastungen, die das Doppelte des Körpergewichtes deutlich überschreiten. Ein gesundes Hüftgelenk von korrekter Anatomie soll in der Lage sein, diese Belastungen während des gesamten Lebens auszuhalten. Werden in einem Bewegungssystem wie dem Hüftgelenk aktive und/oder passive Kräfte erzeugt, erhöht sich die Belastung auf das Bewegungssystem weit über das Gewicht der zu tragenden Masse hinaus. Aktive und passive Kräfte bewirken eine Belastungssteigerung nicht nur in der krafterzeugenden Struktur selbst oder an der Stelle, an der die Kraft direkt eingreift, sondern häufig auch in einer ganzen Kette der angrenzenden Strukturen. In der Schrittphase entsteht im Einbeinstand nicht nur die Abduktorenaktivität sondern es bildet sich ein ganzes System von ineinander greifenden und sich teilweise addierenden Kräften aus, welches einen geschlossenen Kreis aller beteiligten Strukturen erfasst und belastet. Biomechanische Berechnungen zeigen z.B., dass bei einer Gehstrecke von nur ca. 2.5 km das Hüftgelenk etwa 5000 Mal mit ca. 300 kg belastet wird.

Bei dem Hüftgelenk handelt es sich um ein sogenanntes Kugelgelenk. Um im Gelenk eine Bewegung auszulösen, können beide Gelenkpartner (Hebel) bewegt werden. Wird der Hebel Bein bewegt, ist dies am deutlichsten zu spüren und zu beobachten. Allerdings ist es für Funktionsbewegungen ebenso notwendig, dass sich der Gelenkpartner Becken im Hüftgelenk bewegt. Beobachtet man die Bewegungen des Hüftgelenkes bei Tätigkeiten des normalen Lebens, sieht man sehr häufig eine typische räumliche Drehpunktverschiebung. Diese Drehpunktverschiebungen lassen sich beim Bücken oder beim Hinsetzen, bzw. Aufstehen be-



sonders deutlich beobachten. Sie geschehen jedoch auch während des Gehens. Das funktionelle Bewegungsmuster des Hüftgelenkes findet in der Regel auf allen Ebenen, also dreidimensional statt. Dabei werden Bewegungsausschläge wie Flexion/Extension auf Grund der besseren Beobachtbarkeit der bewegten Hebel deutlicher wahrgenommen als Rotationen oder Lateralflexionen. Um die besonderen funktionellen Herausforderungen der Hüftgelenke verstehen zu können, muss man sich die physikalischen Voraussetzungen noch einmal genauer vergegenwärtigen. Das Becken sitzt mit den zwei Acetabuli auf den Hüftköpfen. Dies ist eine primär labile Verbindung. Ohne die Kapsel-, Band- und vor allem muskulären Strukturen, wäre das Becken nicht in der Lage auf den Hüftköpfen im Gleichgewicht „balancieren“ zu können. Der Umstand dieser feinmotorischen Gleichgewichtsleistung ist eine Kernvoraussetzung für den funktionellen Einsatz des Beckens bei allen statischen und moto-

eine koordinative Leistung des sensomotorischen Systems, die allerdings ohne eine Mindestkapazität der konditionellen Fähigkeiten Ausdauer und Kraft nicht möglich wäre. Physiologisch bedeutet Koordination die dynamische, zielgerichtete, ergebnisbezogene und geregelte Organisation von Haltung und Bewegung. Dafür ist die laufende rückgekoppelte Informationsaufnahme (Afferenz/Reafferenz) die zielspezifische Verarbeitung der Information aller Sensoren auf allen zentralnervösen Ebenen (vom Rückenmark bis zum Kortex), die funktionelle Anpassung der neurovegetativen und humoralen Regulationen an die ausgeführte Bewegungsphase oder Gesamtbewegung sowie die bewegungs-spezifischen neurophysiologischen Prozesse der Wahrnehmung und der Kognition eine zwingende Voraussetzung. Aus dieser Erkenntnis lässt sich die komplexe Anforderung an Haltung und Bewegung ableiten (siehe Abb. 1).



Quelle: Bertram et al., Sensomotorische Koordination, 2008, Georg Thieme Verlag

Die oberste Instanz der Handlungsregulation sind die Motivation, die Emotionen und der Antrieb. Daraus erwachsen nacheinander und in Wechselbeziehung die Handlungsstrategie, die Bewegungsvorstellung und die Vorwegnahme von Bewegung und Ergebnis. Es wird ein Bewegungsprogramm erstellt und ausgeführt. Die Efferenzkopie sorgt für das Erkennen von Abweichungen und Fehlern während der realen Bewegung von der Bewegungsvorstellung und sie sichert somit die Korrekturmöglichkeit. Bis zum Niveau der Handlung sind die Bewusstseinsprozesse der Wahrnehmung, des Erkennens und Entscheidens beteiligt. Die Bewegungsregulation selbst unterliegt zum grossen Teil den nicht dem Bewusstsein zugänglichen Ebenen. Beide Ebenen stehen aber in enger Wechselbeziehung zueinander (siehe Abb. 2).

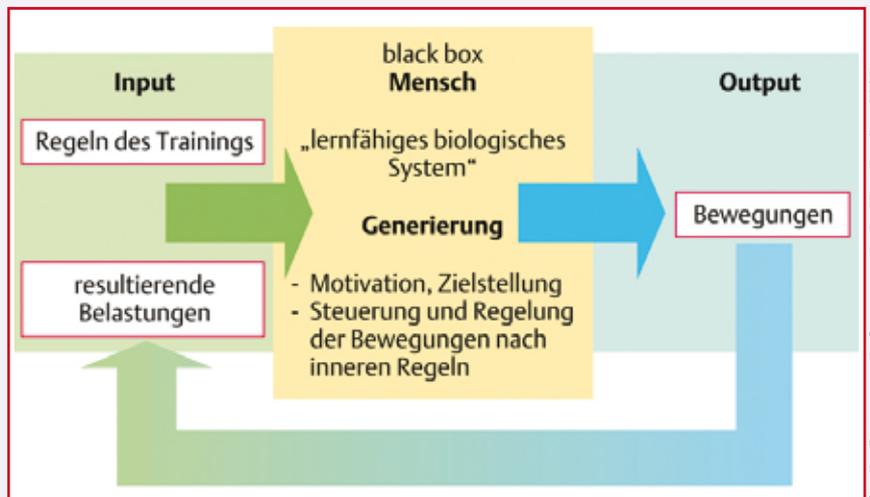
Abb. 1: Anforderungen an Haltung und Bewegung

rischen Aktivitäten. Neben intakten knöchernen Strukturen ist also eine gut funktionierende Muskulatur notwendig. Sind diese Voraussetzungen gegeben, spielt zusätzlich das zentrale und periphere Nervensystem eine entscheidende Rolle in der Prozess- und Ergebnisqualität von Statik und Bewegung.

Sensomotorik und Koordination

Der Träger sämtlicher Bewegungsleistungen ist das sensomotorische System. Das sensomotorische System setzt sich aus Sensoren, afferenten und efferenten Warnsystemen, spinalen und supraspinalen neuronalen Netzwerken, der myofaszialen Einheit und aus Rezeptoren zusammen. Die Koordination ist dabei die Basis aller Leistungen des sensomotorischen Systems weil jede Stellung und Bewegung eine bestimmte Qualität und direkt damit verbunden eine spezifische Ökonomie hat. Jede Haltung und Bewegung ist also zunächst

Die Abbildung 2 zeigt ein stark vereinfachtes Modell des Lernens. Der Regelkreis des Lernens besitzt das Wissen der



Quelle: Bertram et al., Sensomotorische Koordination, 2008, Georg Thieme Verlag

Abb. 2: In- und Output der Bewegungsregulation

Sportpädagogik, Sportwissenschaft, der Medizin und anderen Wissensgebieten. Die Regeln des Trainings und die resultierenden Belastungen sind der Input in das lernfähige biologische System Mensch. Damit werden zielabhängig die Belastungen und die Belastungsgestaltung festgelegt. Der Mensch generiert als interne Eigenschaft mit den Funktionen und Leistungen der sogenannten höheren Nerventätigkeit erstens die Motivation und Zielstellung etwas konkretes Lernen zu wollen und gemeinsam mit diesem und dem sensorischen System zweitens die Steuerung und die Regelung der Bewegungen nach den internen Arbeitsregeln des Systems. Die entsprechenden kognitiven und sensorischen Beanspruchungen des Gehirns, formen es im Sinne der realisierten Beanspruchung. Im Ergebnis können neue oder verbesserte sensomotorische Handlungen ausgeführt werden. Die ausgeführten Bewegungen sind der Output. Durch den Vergleich zwischen Vorgabe und Ergebnis ergibt sich sogleich die Korrektur zur Qualifizierung der erneuten Belastungen. Die Ausführungs- und Zielqualität der Handlungen ist zugleich auch das Kontrollinstrument des Lernstandes.

Der Beckenring

Die Funktionsweise und die biomechanische Aufgabe des Beckenringes werden deutlich, wenn man sich bewusst macht, dass der sogenannte Beckenring aus 3 Ringfragmenten besteht, den beiden Beckenknochen und dem Kreuzbein. Diese 3 Fragmente sind über die Symphyse und die beiden Iliosakralgelenke in einer dynamischen Stabilität verbunden. Die Kräfteinwirkung, welche von oben über die Wirbelsäule und das Sakrum auf den Beckenring übertragen wird und die Kräfte, z.B. die Bodenreaktionskräfte, die über die Oberschenkel auf den Beckenring wirken, wären ohne diese „Dynamisierung“ des Beckens in der bestehenden Ökonomie nicht möglich. Es würde zu enormen, auf die Dauer strukturzerstörenden Spitzenbelastungen kommen. Für diese dynamische Beckenringstabilität ist in besonderem Masse auch die Beckenbodenmuskulatur zuständig. Eine Leistungsschwäche der Beckenbodenmuskulatur bedeutet daher auch häufig eine reduzierte Beckenringstabilität, was zu Funktionsstörungen der Iliosakralgelenke und der Symphyse führen kann. Unter diesem Aspekt ist der Beckenboden weit über seine urogenitale Funktion hinaus als Stabilisator des Skelettsystems wirksam und muss in dieser Funktion gesehen und trainiert werden.

Die Lendenwirbelsäule

Die Lendenwirbelsäule stellt funktionell die Verbindung zwischen dem Becken und dem Brustkorb her. Dadurch ist sie ein Ort besonderer feinmotorischer Herausforderungen. Die Aufrechterhaltung der extensorisch/dynamischen Stabilisation der Brustwirbelsäule und damit die Stabilität des Brust-

korbes wäre ohne die potentielle Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule in ihrer feinmotorisch differenzierten Art nicht zu erreichen. Dabei sind die spezifische Biomechanik der Facettengelenke und ihre daraus abgeleitete Beweglichkeit von besonderer Bedeutung. Damit das Becken funktionsabhängige Bewegungsmuster (wie z.B. das Gehen) ökonomisch umsetzen kann, ist eine entsprechende dreidimensionale potentiell mobile und dynamisch stabilisierte Bewegungsqualität in der LWS und im lumbothorakalen Übergang Voraussetzung. Die Funktionstüchtigkeit der Lendenwirbelsäule wiederum ist abhängig von der Kongruenz ihrer Facettengelenke, der differenzierten muskulären Leistungsfähigkeit sowie der ungestörten neuromuskulären Innervation.

Eine interaktive Region

Aus dem bisher dargestellten lässt sich ableiten, dass die zentrale Aufgabe der LBH Region für Haltung und Bewegung nur im interdisziplinären Zusammenwirken der Hüftgelenke, des Beckenrings und der Lendenwirbelsäule zustande kommen kann. Ein funktionelles Defizit in einem der beteiligten Gelenke muss daher zwangsläufig zu einer Störung der ganzen Region führen. Je nach Charakter und Ausprägung dieser Funktionsstörung entsteht ein mehr oder weniger grosses „funktionelles Problem“. Dieses „funktionelle Problem“ kann sich sowohl in statischer Hinsicht, z. B. beim Sitzen oder beim Stehen als auch in verschiedenen Bewegungsstörungen z.B. beim Bücken, Gehen oder bei sportmotorischen Bewegungsabläufen zeigen.

Klinische Bewegungsanalyse

Susanne Klein-Vogelbach hat mit ihrer funktionellen Bewegungslehre wissenschaftlich verwertbare Parameter definiert mit denen Haltung und Bewegung im klinischen Alltag ohne Hilfsmittel beobachtet und beurteilt werden kann. Bei der Haltungsanalyse helfen uns die Frontal-, die Transversal- und die Sagitalebene, die qualitative und quantitative Abweichung der aktuellen Haltung von der angestrebten idealen ökonomischen Norm zu erkennen. Bei der LBH Region erfordert dies insbesondere Abweichungen der Beckenstellung in den Hüftgelenken und in der Lendenwirbelsäule zu erkennen. Daraus resultieren Fehlbelastungen und mögliche Überlastungen, Schmerzen und Abnutzungsprozesse. Jede Fehlstatik verändert den ökonomischen Spannungszustand der beteiligten Muskulatur im Sinne des Hypertonus oder Hypotonus. Die direkte Konsequenz dieser Tonusunregelmässigkeiten ist der Verlust der Ökonomie von Haltung und Bewegung.

Auch hieraus wird deutlich, dass die Funktionstüchtigkeit der LBH Region untrennbar von einer gut funktionierenden neuromyofaszialen Leistungsfähigkeit abhängig ist.

Die Plastizität des Gehirns Falle und Hoffnung zugleich

Jede sensomotorische Leistung wird im Hinblick auf ihre Ergebnisqualität vom Gehirn „überwacht“. Man kann sich den Prozess des motorischen Lernens als ein Kreissystem vorstellen, in welchem Bewegungen generiert werden und durch Reafferenzen das Bewegungsergebnis auf Fehler hin analysiert wird. Wird vom Gehirn ein solcher Fehler erkannt, versucht es seine motorische Strategie zu verändern und so den erkannten Bewegungsfehler zu korrigieren. Ist eine Korrektur durch Umstände wie z.B. artikuläre Bewegungseinschränkungen, muskuläre Dekonditionierung oder Schmerzen nicht möglich, kann es durch die Plastizität (Lernfähigkeit) des Gehirns dazu kommen, dass diese reflektierten Fehler mit der Zeit nicht mehr als Fehler erkannt werden sondern als Norm akzeptiert sind. Damit ist eine Ausweichbewegung oder ein Hinkmechanismus in das motorische Programm eingebaut. Nun ist eine Selbstkorrektur erschwert bis verunmöglicht, da das Gehirn die Notwendigkeit zur Korrektur nicht mehr erkennt. Aus diesem Umstand ergeben sich möglicherweise neue Bewegungsstörungen in anderen Körperregionen (Ursache-Wirkungsprinzip). Dieser pathologische Funktionsmechanismus lässt sich besonders häufig bei Gangstörungen, bei fehlerhaftem Sitzen oder Bücken beobachten.

Die Plastizität des Gehirns und damit seine grundsätzliche Lernfähigkeit kann allerdings auch in therapeutischer Hinsicht genutzt werden. Voraussetzung ist, dass ein fehlerhaftes Muster von Haltung und Bewegung erkannt wird; dann kann korrigierend eingegriffen werden. Bedingung dafür ist das Auslösen und Schulen der korrekten motorischen Aktivitäten solange bis wiederum eine Automatisierung des korrekten Bewegungsablaufes erfolgt ist.

Strukturelle und funktionelle Voraussetzungen

Die grundlegenden strukturellen und funktionellen Voraussetzungen der koordinativen Fähigkeiten des ZNS sind die neuronale Bahnung und Hemmung, die im Milliarden bis Billionenbereich liegende Vernetzung als strukturelle und zugleich funktionelle Basis, die dynamische Anpassung der Vernetzung an die entsprechende Beanspruchung, die zeitliche und räumliche Summation als Basisfunktion an jedem Neuron sowie die Langzeitpotenzierung und Langzeithemmung als funktionelles Ergebnis der synaptischen Verschaltungen. Das Zusammenwirken all dieser Faktoren ist für eine Bewegung mit hohem Qualitätsanspruch unerlässlich, denn das sensomotorische System ist in der Funktion unteilbar (Bertram-Laube 2008).

Moderne Therapieverfahren

Die Sportwissenschaft, die Biomechanik und in zunehmendem Masse auch die Gehirnforschung liefern Erkenntnisse, die uns Verständnispfade und Hypothesen anbieten, das sensomotorische Lernen besser verstehen und anwenden zu können. Wenn die sensomotorische Koordination als Kernkompetenz von Haltung und Bewegung angesehen werden kann, dann muss die Therapie die biomechanischen, neurobiomechanischen, neurophysiologischen und im Zusammenwirken die funktionellen Aspekte im Training erfassen und berücksichtigen.

Das Übungsgerät

Der hier beschriebene und als Trainingsgerät benutzte Kreisel wurde aus unserer Therapie- und Trainingserfahrung heraus entwickelt. Durch seine physikalischen Eigenschaften löst er messbare Verbesserungen der Gehirn- und Muskelleistung aus. Dadurch ist er in Prävention, Therapie, Rehabilitation, in der Lernförderung sowie im Breiten- und Spitzensport im Einsatz. Die Standplatte hat eine randständig umlaufende Marmorrinne. Durch den Einsatz von Marmeln können komplexe koordinative Aufgaben gestellt werden. Die Bauweise des Kreisels sorgt auf Grund der speziellen Abmessungen der Kreiselstandplatte und der Formgebung des Kugelsegments für eine ausgewogene Reagibilität. Der Übende ist unter anderem beim Balancieren auf dem Kreisel aufgefordert die kleine Kugel in der Marmorrinne zu bewegen, am Ort zu halten oder an eine bestimmte Stelle zu bringen. Eine echte Herausforderung für das zentrale Nervensystem und das gesamte muskuloskeletale System. Die jeweilige Position der Marmorrinne visualisiert die physikalischen Effekte beim Üben und gibt dem Übenden Feedback. Durch Veränderung der Unterlage kann die Reaktionsschnelligkeit des Kreisels reduziert oder gesteigert werden, so dass er sowohl bei Menschen mit erhöhtem Sicherheitsanspruch (z.B. ältere Patienten) als auch Spitzensportler (z.B. Skiakrobatik, Dressurreiten, Tennis, Golf) eingesetzt werden kann. Der Kreisel ermöglicht das Üben und Trainieren von Bewegungsabläufen mit differenzierten Gleichgewichtsreaktionen zur Verbesserung der Koordination und den verschiedenen Kraftansprüchen der Muskulatur. Er ist durch das Kugelsegment auf dem Boden punktförmig abgestützt und der Übende/Trainierende hat je nach Diagnose und Lernziel mit den Füßen, den Händen oder dem Becken Kontakt mit der Standplatte des Kreisels. Die Labilität der Ausgangsposition ergibt sich nicht nur aus der kleinen Unterstütsungsfläche am Kontaktpunkt Boden-Kreisel, sondern auch aus den unterschiedlich grossen Lastarmen, die je nach Ausgangsposition auf dem Kreisel permanent erzeugt werden. Das Trainieren auf dem Kreisel macht Spass und regt den sportlichen Ehrgeiz der Übenden an, so dass Störungen im Bewegungsverhalten scheinbar spielerisch überwunden werden können. Dieses Üben fördert die Bewegungslust, ist eine Herausforderung an das Re-



Abb. 3a: Der Zweibeinstand in Normspurbreite



Abb. 3b: Der Breitspurstand



Abb. 3c: Die Tandemstellung

Quelle: Bertram et al., „Sensomotorische Koordination“, 2008, Georg Thieme Verlag

aktionsvermögen und fordert alle Interaktionspotentiale des sensomotorischen Systems. Durch den maximalen Neigungswinkel der Kreiselstandfläche von ca. 20°, wird die Benutzung einfach und sicher (siehe Abb. 3a, b, c).

Dargestellt sind verschiedene Ausgangspositionen, die jeweils andere muskuläre und Gleichgewichtsreaktionen auslösen.

- 3a **Zweibeinstand:** Die Füße stehen im gleichen Abstand zum Kreiselzentrum. Die Breite der Standspur entspricht in etwa dem Hüftgelenksabstand (Normspurbreite). Die Fussspitzen schauen nach vorn und wenig nach aussen. Damit sind die funktionellen Fusslängsachsen zueinander parallel und im Raum nach vorne gerichtet.
- 3b **Breitspurstand:** Die Standspur ist so breit, dass die lateralen Fussränder die Murmelumlauftrille gerade nicht berühren. Die Fussspitzen schauen nach vorn und entsprechend der grösseren Grätsche leicht nach aussen. Die Füße stehen im gleichen Abstand zum Kreiselzentrum, die funktionellen Fusslängsachsen schauen ebenfalls leicht nach aussen.
- 3c **Die Füße sind in Schrittstellung in annähernder Gangspurbreite (Tandemstellung):** Die funktionellen Fusslängsachsen schauen nach vorn und die Kniescheiben schauen ebenfalls nach vorn.

Das Übungsprinzip

Der Kreisel ruht in sich selbst in einem labilen Gleichgewicht. Ohne äussere Krafteinwirkung ist er ruhig. So lange der Körperschwerpunkt des Trainierenden senkrecht über dem Kreiselmittelpunkt eingeordnet ist, bleibt der Kreisel in Ruhe und es sind theoretisch keine Gleichgewichtsreaktionen erforderlich. Da aber schon die Atembewegung Tonusveränderungen in der stabilisierenden Muskulatur auslösen, steht der

Kreisel auf einem harten Untergrund praktisch nicht ruhig. Unser Bewegungssystem erzeugt zur differenzierten Gleichgewichtskontrolle ständig kleinste Bewegungen. Diese führen unter anderem auch zu horizontalen Verschiebungen des Körperschwerpunktes potentiell in alle Richtungen. Dadurch entstehen sich ständig ändernde Druckbelastungen ausserhalb des Kreiselzentrums. Der so entstandene Lastarm veranlasst eine Neigung des Kreisels in Richtung der Druckverlagerung. Durch die Murmel in der Murmelrinne wird jede kleinste Gewichtsverlagerung sicht- und hörbar, da die Murmel der Schwerkraft folgend immer an die tiefste Stelle des geneigten Kreisels rollt. Wird nun der Übende aufgefordert den Kreisel möglichst horizontal und ruhig zu halten, muss er Gleichgewichtsreaktionen auf einem hohen Fertigkeitenniveau erzeugen und die Anforderung an die Koordination steigt. Jede Bewegung stört das Ziel, den Körperschwerpunkt senkrecht über dem Kreiselmittelpunkt zu halten und führt so automatisch zu einer erneuten Kippbewegung des Kreisels, was wiederum Gleichgewichtsreaktionen auslöst. Der Auslösemechanismus dieser Gleichgewichtsreaktionen ist also kein externes Ereignis, sondern entsteht durch das körpereigene „Unvermögen“ den Körperschwerpunkt kontrolliert in der vertikal stehenden Körperlängsachse über dem Kreiselzentrum zu halten. Dies konfrontiert das zentrale Nervensystem als Steuerungsmechanismus der Sensomotorik mit einer geradezu unlösbaren Aufgabe. Dadurch wird ein hohes Mass an Bewegungsregulation entwickelt und trainiert. Das Gehirn lernt die balancierenden Bewegungen immer geringer zu halten, die einzelnen Körperabschnitte in den Gelenken immer besser in einer vertikalen Längsachse über dem Zentrum des Kreisels dynamisch zu stabilisieren und dadurch das Bewegungsverhalten in Auseinandersetzung mit der Schwerkraft zu optimieren. (Bertram, Laube Physiofachbuch „Sensomotorische Koordination, Gleichgewichtstraining auf dem Kreisel“, 2008 Thieme Verlag).

Externer Fokus – ein Schlüssel zum motorischen Lernen

Zahlreiche Publikationen von Gabriele Wulf beschäftigen sich mit dem Instruktionsprinzip des externen Fokus. Dabei wird nicht die motorische Aufgabe beschrieben, wie z.B. „belasten Sie Ihr rechtes Bein“ oder „verlagern Sie Ihr Körpergewicht auf das rechte Bein“. Die Instruktion fordert vielmehr die Bewältigung von Bewegungsaufgaben, die infolge einer muskulären Leistung entstehen und ihre funktionelle Auswirkung als ökonomisch funktionelles Bewegungsmuster zeigt. Die therapeutischen Übungen zur funktionellen Bewegungslehre (2006, Springer Verlag) und Gangschulung zur Funktionellen Bewegungslehre (1995, Springer Verlag), bedienen sich in aller Regel dieses Instruktionsinstrumentes. Der „Bertram-Kreisel®“ mit seiner Murmelumlaufrolle ermöglicht ebenfalls durch die Instruktion der Murmel den externen Fokus. Beispiele: Die Murmel soll im Uhrzeigersinn oder im Gegenuhrzeigersinn langsam rollen, die Murmel soll auf der Position 12 Uhr zur Ruhe kommen, die Murmel soll zwischen den Positionen 11 Uhr und 1 Uhr alternierend hin und her rollen usw. Dabei ist die „Image Motrice“ eine Lernergebnis beschleunigende Hilfe. Der Patient muss von der Bewegung, die er lernen soll, ein inneres Bild haben (S. Klein-Vogelbach). Auch E. Loosch postuliert: „Bewegungen sind nur so gut, wie die Sinneseindrücke, die sie steuern“.



Abb. 4: Der „Bertram-Kreisel®“ mit seiner Murmelumlaufrolle

Die Abbildung 4 zeigt die Ausgangsstellung „Breitspur“. In der Murmelumlaufrolle ist eine Murmel platziert mit der das sensomotorische Lernprinzip des externen Fokus durch diverse Aufgabenstellungen umgesetzt wird.

Eine weitere Möglichkeit, einen externen Fokus zu nehmen, stellt die Anwendung des Kreisels mit einem eingebauten Sensor, der die Bewegungen des Kreisels auf einen Bildschirm überträgt. In den folgenden Abbildungen 5, 6 und 7 ist dieses Hilfsmittel erläutert.



Quelle: Andreas Bertram

Abb. 5: „Zielscheibe“ der elektronischen Bewegungsableitung Sensago. Die abgebildete Kugel in der Mitte der Zielscheibe repräsentiert die horizontale Einstellung des Kreisels. Durch Kippbewegungen des Kreisels wird die Kugel auf dem Monitor entsprechend bewegt. Bei der dargestellten Testanordnung bestand die Aufgabe der Probanden darin, durch die optische Kontrolle mit Blick auf den Monitor durch Kippbewegungen des Kreisels, bzw. durch horizontales möglichst ruhig halten des Kreisels, die Kugel im Zielscheibenzentrum zu halten.

Die Qualität des Testergebnisses (siehe Abb. 6) wurde graphisch dargestellt und in einer Notenskala bewertet: 1 = sehr gut, 6 = ungenügend.

Darstellung der Langzeitstatistik eines Trainingszyklus auf dem Bertram-Kreisel® stellt die Abbildung 7 dar: die Langzeitstatistik zeigt die Verbesserung der sensomotorischen Leistungsfähigkeit während eines Übungszyklus von 20 Trainingseinheiten.

Die ökonomische Aktivität – eine Basisqualität der Bewegung

In der Sportwissenschaft und in der modernen Physiotherapie setzt sich immer mehr die Erkenntnis durch, dass reaktives Üben Vorteile im zeitlichen Aufwand und in der Ergebnisqualität zeigt. Hierbei gibt der Therapeut/Trainer nicht die Lösung eines Bewegungsauftrages vor, sondern unterstützt das experimentelle, reaktive Auslösen eines Bewegungsablaufes, wo immer möglich. J. A. Scott beschreibt schon im Jahr 1980 in seinem Systemdynamischen Ansatz des motorischen Lernens, dass Schwankungen, also Fehler, Voraussetzungen für den Selbstorganisationsprozess des ZNS sind. Demnach sind „Fehler“ die notwendigen Voraussetzungen für Systeme, die Lernen. So ist das sensomotorische System in der Lage auf der Basis des differenziellen Lernens ein höchst mögliches Koordinationsniveau zu erreichen. Dies bedeutet in der Praxis, dass der Organismus reaktive Erscheinungen, die er zum Teil als Störungen erkennt, nicht mehr fürchtet sondern in der Lage ist, sie maximal koordiniert auszunutzen (J. Bernstein). Die Ergebnisqua-

Quelle: Andreas Bertram

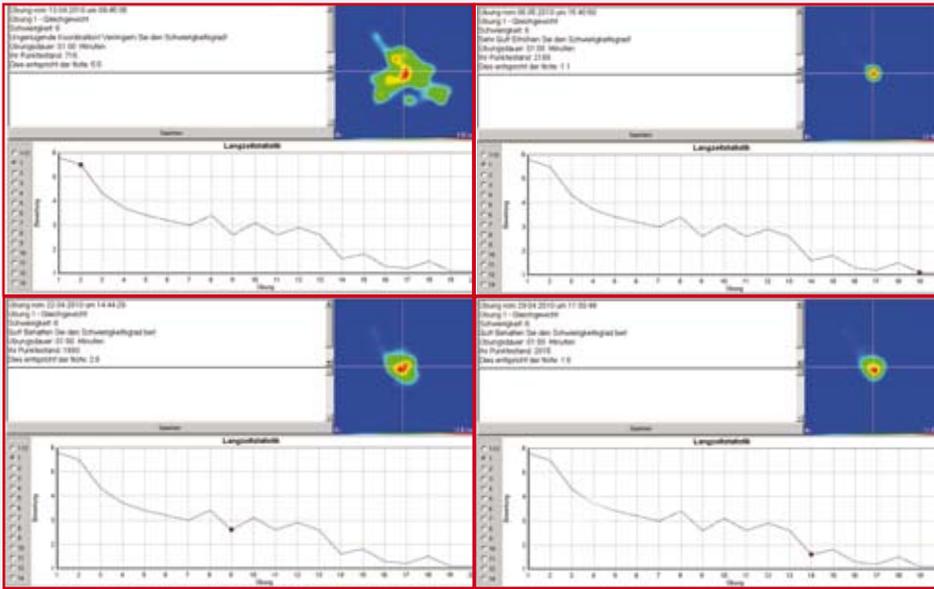


Abb. 6: Einzelne Darstellungen des Trainingszyklus.
Links oben: Darstellung ungenügendes Testergebnis.
Rechts oben: Darstellung sehr gutes Testergebnis.
Links und rechts unten: zwei Darstellungen mit Mittelwerten – jeweils besser werdende Ergebnisse.

Auf der Langzeitstatistikkurve ist mit dem roten Punkt die jeweilige Trainingseinheit angezeigt.

lität der Instruktion wird durch randomisiertes anstatt blockweises Üben zusätzlich erhöht. Dabei werden die verschiedenen therapeutischen Übungen zur Funktionsverbesserung, z. B. der LBH-Region, in mehreren Durchgängen und in unterschiedlicher Reihenfolge durchgeführt. Klinische Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass in Berücksichtigung der persönlichen Ermüdung, die zeitliche Dauer der Durchführung einer Übung zwischen 30 und 60 Sekunden liegen soll. Dabei soll zusätzlich die Varianz der Durchführung eines Bewegungsauftrages erhöht werden, z.B. Aufstehen – Hinsetzen – Aufstehen mit korrekt eingestellten Beinachsen und dynamisch stabilisierter Wirbelsäule. Die Varianz besteht darin, dass die Bedingungen unter denen der Bewegungsab-

lauf durchgeführt wird, jeweils leicht verändert werden, z.B. den Bewegungsablauf durchführen lassen von einem Stuhl aus, von einer Bank auf verschiedenen Höhen, von einem mit Luft gefüllten Kissen, von einem Ball in breiter, bzw. schmaler Spurbreite, in leichter Schrittstellung, ein Fuss höher als der andere (z.B. mit einem untergelegten Telefonbuch) oder schlussendlich durch den Therapeuten massvoll und angemessen gestört. Diese Varianz im Bewegungsablauf spiegelt auch allfällige Angriffe durch Umweltsituationen, wie unebener Boden wieder. Auch hierbei zeigt sich das Kreiselttraining von Vorteil. Wavelet-Analysen der Forschungsplattform Biomechanik Basel, konnten zeigen, dass die Frequenzierung der gemessenen Muskeln bei einem Kreiselttraining

Quelle: Andreas Bertram

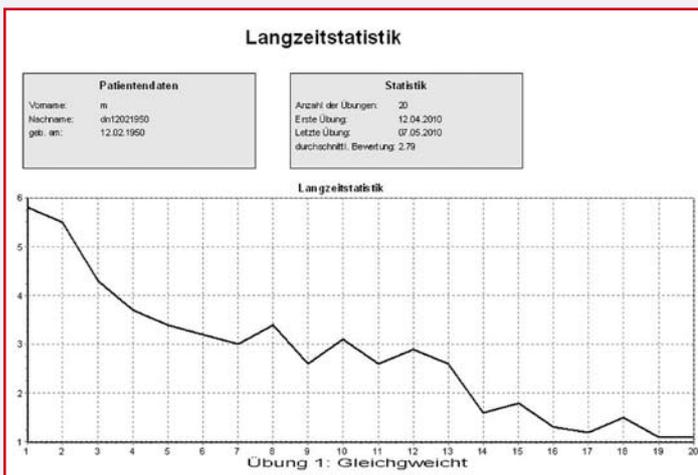


Abb. 7: Darstellung der Langzeitstatistik eines Trainingszyklus auf dem Bertram-Kreisel®.
Die Langzeitstatistik zeigt die Verbesserung der sensomotorischen Leistungsfähigkeit während eines Übungszyklus von 20 Trainingseinheiten. Langzeitstatistik der Trainingsergebnisse

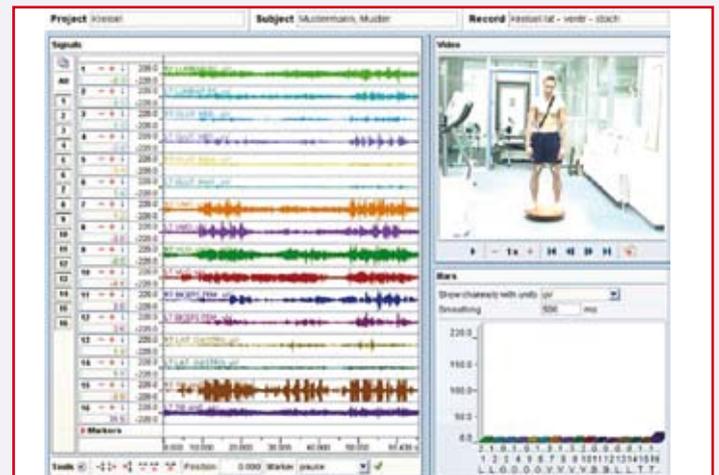
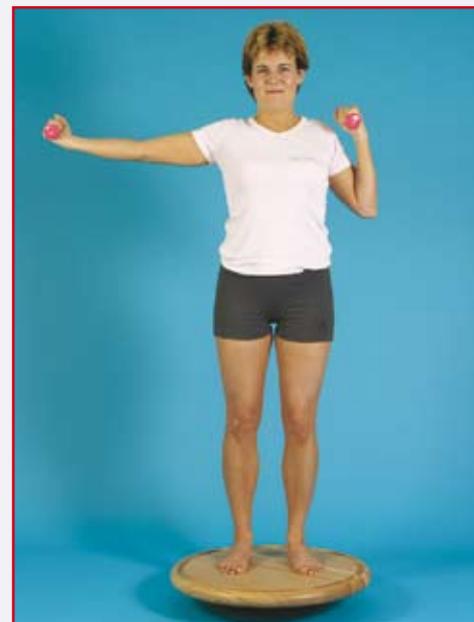


Abb. 8: Kinesiologisches Multi-EMG-Muster während des möglichst ruhigen Stehens auf dem Bertram-Kreisel® in Breitspur. Abgeleitet wurde das EMG von 16 Muskeln der Bein-, Becken- und LWS-Region. Je nach sensomotorischer Aktivität zur Erhaltung des Gleichgewichtes, bzw. zur gezielten Bewegung des Kreisels, sind die entsprechenden EMG-Aktivitäten sichtbar. Das Gesamt-EMG-Muster kennzeichnet die sensomotorische Koordination der ausgeführten Haltepositionen (Einzeldarstellung aus einer Videosequenz).

Quelle: Andreas Bertram, Wolfgang Laube



Quelle: Andreas Bertram



Quelle: Bertram et al., Sensomotorische Koordination, 2008, Georg Thieme Verlag

Abb. 9a-c: Verschiedene Aufgabenstellungen zur Förderung der sensomotorischen Leistungsfähigkeit und zur Unterstützung des neuroaktivierten motorischen Lernens.

mit dem Bertram-Kreisel® um bis zu Faktor 11 erhöht war. Daraus lässt sich ebenfalls eine gesteigerte Ergebnisqualität auf dem Trainingsniveau Muskulatur und neuromuskuläres Zusammenspiel ableiten.

Die kybernetische, hierarchisch organisierte Bewegungssteuerung

Da unsere Bewegungssteuerung im Sinne eines kybernetischen Systems funktioniert, welches gleichzeitig hierarchisch organisiert ist, ist es für das Lernen von differenzierten Alltagsfunktionen von Vorteil, wenn gleichzeitig der Cortex und das Cerebellum z.B. durch Dual- oder Multitaskbeanspruchungen aktiviert werden. Beispiele: auf einem Kreisel stehen und dabei zusätzliche Bewegungsaufgaben lösen, wie das Balancieren einer Murmel auf einem Holzbrettchen oder das differenzierte Bewegen eines Schwungstabes oder bei gesteigerten Ansprüchen, das gleichzeitige Jonglieren mit einem oder mehreren Bällen. Ein weiteres Beispiel einer Multitaskaufgabe ist auch das Vorwärtsgang bei gleichzeitigem in die Hände klatschen und rückwärts zählen. Dadurch werden die funktionsspezifischen Aufgaben, wie die dynamische Stabilisation der LBH-Region oder die gangspezifischen Bewegungsmuster optimal im ZNS programmiert (siehe Abb. 8).

Abschliessend kann festgehalten werden, dass das sensomotorische Training auf dem Kreisel bei Funktionsstörungen der LBH-Region klinisch relevante Vorteile zeigt. Der Bertram-Kreisel® trägt zur Förderung des neuroaktivierten motorischen Lernens dadurch bei, dass er das limbische System positiv stimuliert, die direkte Bewegungsmotivation un-

terstützt, die Hirnfrequenzen und die Synchronisation der Gehirnhemisphären lernfördernd beeinflusst, was in einem Pilotversuch eindrücklich mit einer EEG Spektralanalyse dargestellt werden konnte. Reaktives, randomisiertes Üben mit Varianzstrategien werden ermöglicht und so die Einbettung gelernter therapeutischer Bewegungsabläufe unterstützt.

Literatur

erhalten Sie vom Autor

Autor

Andreas M. Bertram, MSP (Univ), PT, MT,
Instruktor FBL Klein-Vogelbach C1FK
Praxis für Physiotherapie und Ergotherapie,
DIE INSEL – Zentrum für medizinisches Fitnesstraining
Christina und Andreas M. Bertram
Leonhardsstrasse 53,
CH-4051 Basel
www.bertram.ch