

Die S-Form der Wirbelsäule

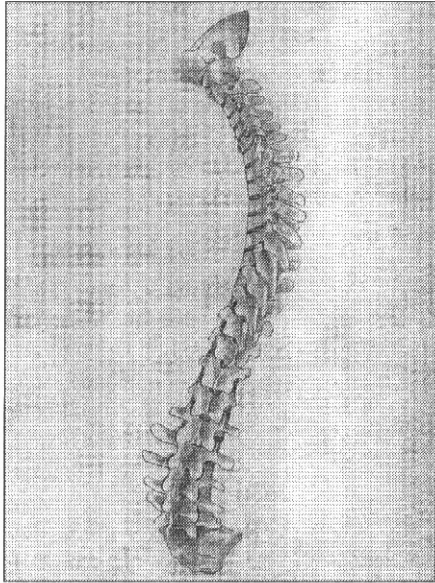


Abb. 1

Die S-Form der Wirbelsäule: (Abb. 1) Dreidimensionale Beweglichkeit ist Voraussetzung für den aufrechten Gang.

Der aufrechte Gang: Wichtige Aspekte des aufrechten Ganges aus anatomisch funktioneller Sicht. Zu diesem Themenkreis bietet das spiraldynamische Konzept innovative Ansätze.

Tabelle 1:

Anatomisch-funktionelle Grundlagen

- 3D-Abrollverhalten des Fußes
- Axiale Muskelsysteme des Beines
- Funktionelle Drehkomponenten der Beine
- 3D-Koordination der Hüftgelenke
- Beckenhaltung aus evolutionsgeschichtlicher, funktioneller und pathomechanischer Sicht
- 3D-Koordination von Becken und Beckenbodenfunktion

S-Form der Wirbelsäule

- Funktioneller Gesamtzusammenhang aller Schrägsysteme des Stammes

- Funktionelle Mobilisierung des Thorax beim Gehen
- Funktionelle Mobilisierung der Wirbelsäule beim Gehen
- Mitschwingen der Arme Ganganalyse
- Blickdiagnostische Kriterien für die Praxis
- Individuelle Stärken und Schwächen treffsicher erkennen
- Statische Untersuchungen
- Dynamische Untersuchungen
- Interpretationshilfen für Videoanalysen

Pädagogisch-therapeutische Umsetzung

- Konzeptionelle Strategien
- Verbale Instruktionshilfen
- Manuelle Instruktionshilfen
- 3D-Wahrnehmungsübungen
- Hilfe zur Selbsthilfe, Instruktionen für zu Hause

Spezifische Probleme (Auswahl)

- Der spastische Gang
- 3D-Beinachsentraining
- Fusschule; konservative Therapie von Fussdeformitäten
- Gangschulung mit Kindern

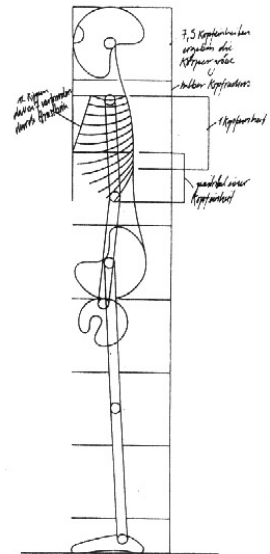


Abb. 2

1. Federung der Wirbelsäule

Statik: (Abb. 2) Die aufgerichtete Körperhaltung ist Voraussetzung für den aufrechten Gang. Beinachsen, 3D-Gleichgewicht des Stammes und Drehmoment zwischen Hüftgelenken und Wirbelsäulenbasis kommen schematisch zum Ausdruck.

Federung durch Deformierung der zentralen Belastungsachse stellt mit Sicherheit das Todesurteil eines jeden technischen Stossdämpfers dar. Zum Beispiel der Stossdämpfer eines Autos: Eine Federung durch Verkrümmung der Längsachse würde immense Biegespannung bedeuten, Ermüdungsbrüche liessen nicht lange auf sich warten. Damit hat sich's schnell ausgefedert. In Wirklichkeit geschieht beim Autostossdämpfer genau das Gegenteil: Die Federung findet im Innern statt frher durch eine lange Spiralfeder, heute zum Teil durch Öldruck. Die Längsachse des Stossdämpfers bleibt dabei stabil, ein seitliches Ausbrechen wird um jeden Preis verhindert. Auf die dreidimensional bewegliche Wirbelsäule übertragen bedeutet dies:

In Momenten grosser axialer Belastungen richtet sich die Wirbelsäule axial aus. Das bedeutet Minuslordose und

Minuskyphose - die Wirbelsäule verlängert sich. Die S-Federung ist Indiz für eine verfehlte Stossdämpfung. Die neue These lautet: Je axialer und langgestreckter die Wirbelsäule, desto besser ihre Federkapazität! Für die Stichhaltigkeit dieser These gibt es handfeste, anatomisch-funktionelle Hinweise:

Physiologische Krümmungen: Die S-Form der Wirbelsäule wird hier nicht in Frage gestellt. Es geht vielmehr um die Art der Krümmungen und um deren Ausmass. Die qualitativen und die quantitativen Kriterien für den Begriff physiologische Krümmungen werden heute sehr grosszügig gehandhabt. Bei einem stark nach vorne gekipptem Becken beispielsweise muss sich die gesamte Wirbelsäule zwangsläufig krümmen. Je stärker der Neigungswinkel des Beckens, desto unausweichlicher und ausgesprochener wird die S-Form. Der Anteil an Biegebelastung und Scherkräfte nimmt entsprechend zu.

Axiale Belastung: Eine axial belastete Wirbelsäule tendiert zur Aufrichtung. Dadurch kann sie axialen Belastungskräften besser standhalten. Als Beispiel seien Akrobatik und Gewichtheben erwähnt. Gut zu beobachten ist das Phänomen auch bei afrikanischen Wasserträgerinnen: Unter axialer Belastung kann die Halswirbelsäule tendenziell nachgeben oder sich aufrichten. Instinktiv wird die Last erhobenen Hauptes und mit offenem Nacken getragen. Der Versuch, ein Gewicht mit durchgebogener Halswirbelsäule zu tragen und bei jedem Schritt lordotisch federnd nachzugeben, ist wenig bekömmlich. Gleiches gilt für Brust- und Lendenwirbelsäule: Möglichst wenig S-förmige Deformierung bedeutet möglichst wenig Biegespannung und möglichst wenig Energieverlust.

Fundament: Bei leicht geneigtem Fundament kann die Wirbelsäule unter biostatistisch günstigen Verhältnissen darauf ruhen. Die Gefahr des Abrutschen bei stark schräggestellter Grundplatte zeigt sich eindrücklich im Rahmen des Wirbelgleitens (Spondylolisthesis). Ein Wirbelkörper, meist der unterste Lendenwirbelkörper, gleitet langsam nach vorne. In extremen Fällen rutscht er über seine Auflagefläche hinaus und sinkt ins kleine Becken ab.

Drehmoment: Die Basis des Sakrums liegt bei aufgerichteter Beckenhaltung hinter den Hüftgelenken. Dadurch entsteht ein Drehmoment zwischen Wirbelsäulenbasis

und Hüftgelenk. Dieses ist zentral für die elastisch federnde Verankerung der Wirbelsäule und geht durch die Lordosierung verloren. Bei starken Stossbelastungen - beispielsweise bei Sprunglandungen aus mehreren Metern Höhe - federt der Körper ohnehin durch Nachgeben der Beine bis in die Hocke und niemals durch Deformierung seines zentralen Stütz- und Achsenorgans. Dabei wird die Rumpflast hinter den Hüftgelenken abgesenkt. Die Streckerkette der Beine wirkt als exzentrische Muskelbremse. Selbstverständlich ist es möglich, eine Federung der Wirbelsäule durch S-förmige Deformierung zu erzwingen. Die traurigen Konsequenzen solcher Versuche sind bekannt. Axiale Stauchung bei labilisierten Gelenken und aufgehobener Muskelbremse werden erst durch den knöchernen Kontakt der Gelenkfortsätze auf dem nächst unteren Wirbelbogen gestoppt. Spondylyse mit Wirbelgleiten gilt für bestimmte Sportarten schon fast als Berufskrankheit" und wäre in vielen Fällen durch den anatomisch-funktionellen Gebrauch der Wirbelsäule durchaus vermeidbar. „Vermeidung der lumbalen Lordose bei hoher Stauchungsbelastung der Wirbelsäule" - so steht's in vielen Sportlehrbüchern.

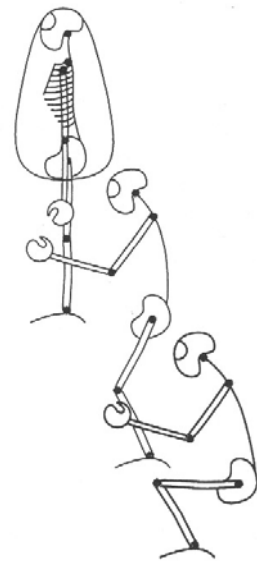


Abb. 3

Federung: (Abb. 3) Der Körper federt - beispielsweise bei einer Sprunglandung - in dem die Rumpflast hinter den Hüftgelenken abgesenkt wird. Die Streckerkette wirkt hier als exzentrische Muskelbremse.

Bandscheiben: Die Federung kommt nicht durch Deformierung der Längsachse sondern durch die Bandscheiben zustande. Bandscheiben sind viskoelastische und regenerierbare Stossdämpferelemente. Sie ermöglichen ein Federn der Wirbelsäule ohne deren Verkrümmung. Alle Bandscheiben zusammen machen etwa einen Viertel der Wirbelsäulengesamtlänge aus - eine "Knorpelfeder" von beträchtlicher Höhe. Boden- und Deckplatte zweier benachbarter Wirbelkörper stehen bei der leicht geschwungenen S-Form in etwa parallel zueinander. Dadurch entsteht eine gleichmässige Belastung der hinteren und vorderen Bereiche des Faserrings. Durch jede funktionelle Achsenabweichung nimmt die Federkapazität der Wirbelsäule ab und nicht zu, denn die Bandscheiben werden einseitig belastet. Bei einer verstärkten Hohlkreuzhaltung werden lumbal die dorsalen Abschnitte, bei einem Rundrücken thorakal die ventralen Bereiche der Faserringe verstärkt druckbelastet. Säuglinge haben noch keine keilförmigen Bandscheiben. Während des Wachstums, im Kindesalter, können sich die Bandscheiben bis zu einem gewissen Grad den chronisch einseitigen Belastungskräften anpassen. Sie entwickeln mehr oder weniger ausgeprägte Keilform. Dadurch kann eine funktionell ungleichmässige Belastungsverteilung strukturell kompensiert werden.

Kleine Wirbelgelenke: Es stimmt, die kleinen Wirbelgelenke können, bei entsprechend lordotischer Haltung, einen Teil der Rumpflast tragen und damit die absolute Bandscheibenbelastung reduzieren. Dafür sind sie jedoch nicht gebaut. Gelenke mit gewichttragender Funktion besitzen Gelenkflächen senkrecht zur Schwerkraft. Die Facettengelenke im Lumbalbereich stehen in der Sagittalebene und sind denkbar ungeeignet zur Übernahme von Stütz- und Tragfunktion. Im Gegenteil, es kann unangenehm werden. Die Gewichtsübernahme erfolgt durch den inferioren Gelenkfortsatz. Dieser stützt sich auf den Bogen des nächsten Wirbels(!). So entstehen extrem hohe Druckbelastungsspitzen. Periostschmerz und degenerative, osteophytische Reaktionen sind vorprogrammiert. Ist die Belastung gross genug, kann es zu Verletzungen des Wirbelbogens kommen. Sprunglandungen mit gestreckten Beinen - wie es früher im Kunstturnen kultiviert wurde - gehen mit extrem hohen Stauchungskräften einher.

Sportarten mit hohen axialen Belastungen und Hyperlordosierung weisen in bis zu vierzig Prozent Spondylolysen auf: Die scharfen Kanten der Gelenkfortsätze bohren sich in den darunterliegenden Wirbelbogen. Dieser wird buchstäblich wie mit einem Meissel durchtrennt, es kommt zur Spaltbildung des Wirbelbogens (Spondylolyse) mit anschliessendem Wirbelgleiten (Spondylolisthesis).

Spinalnerven: Zwischen je zwei benachbarten Wirbelkörpern treten links und rechts der Wirbelsäule die Spinalnerven aus. Durch eine verstärkte Lordosierung werden die Foramina intervertebralia eingengt.

Weichteilstrukturen: Die Federung der Wirbelsäule durch lumbale Hyperlordose beraubt die kleinen Wirbelgelenke ihrer ligamentären und muskulären Stabilisierung:

Die Bänder der kleinen Gelenke erschlaffen. In dieser Stellung sind sie funktionslos, die Bandsicherung ist nicht mehr gewährleistet. Der lumbalen Muskulatur geht es genau so: Hyperlordosierung bedeutet Annäherung von Muskelursprung und ansatz, die lumbale Rückenmuskulatur kann nicht mehr als exzentrische Muskelbremse wirken.

Hier ein ultimatives Argument gegen die betonte S-Form zur besseren Federung: Eine bereits stark S-förmig gekrümmte Wirbelsäule hat kaum noch Bewegungsspielraum zum Nachgeben. Nur die leicht geschwungene Wirbelsäule könnte - zumindest theoretisch - bis zu ihrer maximalen Doppel-S Verformbarkeit federnd nachgeben. Davor möchte ich allerdings abraten.

Hüftpfanne: Bei aufgerichteter Beckenhaltung wird die Stosskraft des Beines durch die Verstärkungsbänder der Hüftgelenkkapsel elastisch abgefangen. Bei nach vorne gekipptem Becken, bei kompensatorischer Lordose infolge eines funktionellen Streckdefizits des Hüftgelenks - kann die Propulsionskraft nicht mehr ligamentär gefedert werden. Die Stosskräfte müssen im Bereiche des Pfannenerkers knöchern „abgefedert“ werden. Bei nach vorne gekipptem Becken fehlt zusätzlich die Verstrebung der Beckenschaufel lotrecht über dem Pfannendach. Dorsale Bezirke des ungeschützten Pfannenrands werden zum Pfannendach umfunktioniert, der Pfannenrand „hängt leer im Raum“ und wird entsprechend leicht überbeansprucht.

Beckenaufrichtung und Hüftmuskulatur: (Abb. 4) Bei aufgerichteter Beckenhaltung befindet sich die Wirbelsäule hinter der zentralen Belastungsachse (Traglinie) des Körpers. Das dabei entstehende Drehmoment ermöglicht eine federnde Verankerung der Wirbelsäule. Wird das Becken hingegen stark nach vorne gekippt, nimmt die funktionelle Vordehnung des M. iliopsoas beim Gehen ab. Die ventralen Anteile der Gesässmuskulatur werden in der hinteren Stützphase zu Flexoren umfunktioniert. Hüftbeuger wie -strecker verlieren an Effizienz und Bewegungsökonomie.

Hüftmuskulatur: Der anatomische Verlauf der Hüftmuskulatur spricht ebenfalls für eine aufgerichtete Beckenhaltung. Der M. iliopsoas verläuft schräg von der Lendenwirbelsäule zum kleinen Rollhügel an der Oberschenkelinnenseite. Bei nach vorne gekippter Beckenstellung mit entsprechender Hohlkreuzhaltung verlagern sich die Lendenwirbelkörper nach ventral. Die funktionelle Vordehnung des Psoasmuskels beim Gehen wird dadurch vermindert. Analoges gilt für die Hüftstrecker: Bei nach vorne gekipptem Becken werden die vorderen Anteile der Glutealmuskulatur in der hinteren Standbeinphase zu Hüftbeugern umfunktioniert. Der Streckmuskel neutralisiert sich so teilweise selbst, was die Extensionskraft im Hüftgelenk beeinträchtigt.

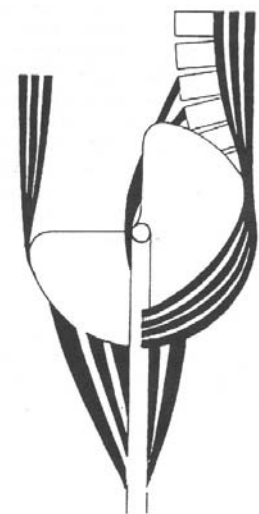


Abb. 4

2. Die S-Form der Wirbelsäule

Wenn die physiologischen Krümmungen der Wirbelsäule nicht der vertikalen Federung dienen, wozu sind sie denn da? Welches sind Ursache und Funktion der S-Form? Überzeugend ist die evolutionsgeschichtliche Herleitung.

Evolutionsgeschichtliche Herleitung: Die Entwicklung vom Vierfüßler zum Zweibeiner gehört zu den spannendsten Kapiteln der menschlichen Evolutionsgeschichte -beinahe ein Verwandlungstrick in Zeitraffer. Kernstück auf körperlicher Ebene ist die Aufrichtung des Beckens. Die Hüftgelenke stellen den Drehpunkt dar. Die Gesäßmuskulatur ist ausserordentlich kräftig entwickelt, um das Becken in dieser neuen Position zu stabilisieren. Hinzu kommen die gestreckten Beine. Der Mensch allein ist befähigt, Hüft- und Kniegelenke durchzustrecken. Menschenaffen müssen, wenn sie aufrecht gehen, sich mit leicht angewinkelten Knie- und Hüftgelenken fortbewegen. Die „Hinterbeine“ übernehmen beim aufrecht gehenden Menschen Stützfunktion und Fortbewegung im Alleingang. Entsprechend langbeinig ist der Mensch, die Beine etwa um einen Drittel länger als die Arme. So muss die Situation für unsere Vorfahren ausgesehen haben: Die Kreuzbeinbasis Standfläche der Wirbelsäule - ist stark nach vorne gekippt. Die aufrichtende Drehbewegung des Beckens um die Hüftgelenke braucht Zeit, viel Zeit. Die Streckung der Beine und die Aufrichtung des Beckens erfordern eine enorme Verlängerung der Hüftbeuger. Die Vorteile eines abgekürzten und beschleunigten Verfahrens zum Erreichen einer aufrechten Statik sind evident. Was ist naheliegender als eine forcierte Lordosierung der unteren Wirbelsäulenabschnitte, um den Körperschwerpunkt möglichst rasch über die Hüftgelenke zu bringen? Das abgekürzte Verfahren hat seinen Preis: Ein Säulenbau auf schiefem Fundament bedeutet massive Schubkräfte, mit der Gefahr des Wirbelgleitens. Das Sakrum hat eine entsprechende Form zur Unterfütterung der Wirbelsäulenbasis angenommen; die unterste Bandscheibe entwickelte Keilform; die Lendenlordose musste kranialwärts durch Kyphosierung der Brustwirbelsäule und Lordosierung der Halswirbelsäule ausgeglichen werden. Der vielleicht schwerwiegendste Nachteil ist folgender:

Durch die ausgeprägte lumbale Lordosierung ist die Lendenwirbelsäule gezwungen, die zentrale Körperbelastungsachse zu kreuzen. Dies ist ein Novum in der Evolutionsgeschichte. Die Traglinie durch Fuss, Knie- und Hüftgelenke bis zum Scheitel schneidet die Wirbelsäule gleich mehrmals. Schräges Fundament und Überkreuzen der Traglinie machen die Lendenwirbelsäule doppelt anfällig für chronische Überlastung. Axiale Stauchungsbelastung und Schockwellen hauen jetzt voll auf die sensiblen Facettengelenke.

Strukturelle Aspekte: Ebenfalls einleuchtend ist der strukturelle Ansatz, die Kopplung der Kyphose mit einer knöchernen Ringstruktur. Die sakrale Kyphose, das Kreuzbein, ist Bestandteil des Beckenrings. Die thorakale Kyphose gehört zum Brustkorb. Und die Hinterhauptsschuppe, ein umgewandelter Okzipitalwirbel, gehört zum Schädel. Im Bereiche der Hals- und Lendenwirbelsäule fehlen solch zinguläre Knochenstrukturen. Der gürtelförmige Zusammenhalt wird in diesen beiden Abschnitten durch Weichteile gebildet: Ein zylinderförmiger Muskelmantel mit nur einer einzigen, dorsal gelegenen Längsverstrebung tendiert dazu, diese Verstrebung ins Zentrum, nach ventral, zu ziehen. Die Wirbelsäule kann, grob betrachtet, mit einem Bootsmast verglichen werden. Die Idee zu diesem interessanten Vergleich stammt vom Physiotherapeuten Lukas Böni. Die Masten moderner Segelschiffe sind biegsam. Beim Segeln wird der Mast absichtlich nach vorne durchgebogen. Die Vorbiegung wird durch ein Drahtseil von hinten gesichert. Im C-förmig vorgebogenen Mast treten vermehrt Biegespannungen auf. Der dadurch bedingte Energie- und Geschwindigkeitsverlust wird bewusst in Kauf genommen. Denn ohne definierte Vorbiegung besteht bei zunehmender, axialer Belastung die Gefahr eines unkontrollierten Ausbrechens des Masts nach hinten. Bei starkem Wind bedeutet dies meist Mastbruch. Die Analogie zur Wirbelsäule sieht so aus:

Die Wirbelsäule - der Mast im menschlichen Körper - wird axial belastet. Die lumbale Rückenmuskulatur verspannt die Lendenwirbelsäule in einer leichten Lordosehaltung, um ein unkontrolliertes Ausbrechen des Achsenorgans nach dorsal zu verhindern. Die plötzliche und unkontrollierte Kyphosierung der Lendenwirbelsäule unter starker axialer Belastung - beispielsweise beim Gewichtheben - gilt als äusserst gefährlich.

Das Prinzip des Bootsmasts ist ein guter Erklärungsansatz für die Funktionalität der physiologischen Krümmungen unter axialer Belastung. Strukturell definierte Vorbiegung kann ein unkontrolliertes Ausbrechen der Wirbelsäule in muskulär ungenügend gesicherte Richtungen verhindern. Dadurch wird die axiale Belastungsstabilität insgesamt verbessert. Mit anderen Worten: Die wohldosierte S-förmige Vorbiegung optimiert und sichert die axiale Belastungsstabilität. Mit zunehmender Körperbeherrschung und Erfahrung kann die Vorbiegung, genau wie beim Segeln, sukzessive reduziert werden, um sich der idealen, axialen Belastungslinie mit möglichst geringer Biegespannung anzunähern - immer vorausgesetzt, die Wirbelsäule verfügt über die notwendige, umfassende Beweglichkeit.

Warum ist die Wirbelsäule - als eine primär axial belastete Struktur - in letzter Konsequenz nicht kerzengerade? Sie ist es! Aber nur unter axialer Belastung - und dies auch nur, wenn die ursprüngliche, dreidimensionale Mobilität erhalten ist. Mit anderen Worten: Die gesunde und bewegliche Wirbelsäule kann sich kerzengerade aufrichten. Die maximale Aufrichtung erfordert aktive Muskelarbeit, insbesondere der tiefen Halsmuskeln, der

Bauchmuskeln, des Beckenbodens und der autochthonen Rückenmuskulatur. Die Aufrechterhaltung einer solchen axialen Superaufrichtung wäre für die normale Statik viel zu anstrengend. Im funktionellen Ruhegleichgewicht nimmt die Wirbelsäule die viel ökonomischere, sinusoidale Wellenform an.

Funktionelle Aspekte: Die S-Form der Wirbelsäule kann in direkten Zusammenhang zur Abdruckphase des Standbeines beim Laufen gebracht werden: Das Becken wird in diesem Moment stark nach ventral und kranial beschleunigt. Die Trägheit des Oberkörpers gegenüber dem Becken begünstigt eine funktionelle Lordosierung der Lendenwirbelsäule. In der Landephase holt der Oberkörper gegenüber dem Becken wieder auf. Dies begünstigt die funktionelle Kyphosierung thorakal. Das Laufen bringt abwechslungsweise horizontale Bremsung Beschleunigungskräfte mit sich. Zu Beginn der vorderen Stützphase wirkt das vorangestellte Bein bremsend, während der hinteren Stützphase wirkt das gleiche Bein beschleunigend. Die schwingende S-Form der Wirbelsäule ein Resultat positiver und negativer Beschleunigungskräfte in der Horizontalen?



3. Beckenhaltung

Beckenaufrichtung: Die Frage der anatomisch richtigen Beckenhaltung als Kernelement einer anatomisch koordinierten Körperstatik erhitzt seit Jahrzehnten die Gemüter. Persönlich verstehe ich die Aufrichtung des Menschen als einen evolutionsgeschichtlichen Prozess, der bei weitem noch nicht abgeschlossen ist. Wir stecken mitten drin. Die Aufrichtung des Beckens -der Mitte - hat vor ein paar Millionen Jahren begonnen und wird bestimmt noch ein paar Jahre beanspruchen. Die Hüftbeugestrukturen sind immer noch viel zu kurz um eine Aufrichtung des Beckens zu zulassen. Sie werden sich funktionell verlängern müssen. Zugegeben: Die prononcierte S-Form und das Überkreuzen der zentralen Körperbelastungsachse entsprechen einer sehr häufigen Variante des heutigen Durchschnitts. Bioarchitektonisch sinnvoll ist dies allerdings nicht. An der Aufrichtung der Mitte führt biophysikalisch kein Weg vorbei: Erst die Aufrichtung des Beckens ermöglicht eine Reduzierung der Lendenlordose auf ein physiologisches Mass. Die Zukunft des homo erectus sehe ich in groben Zügen so: Durch die sukzessive Aufrichtung des Beckens verlagert sich die Basis der beweglichen Wirbelsäule nach dorsal, mindestens soweit, bis die Wirbelsäule die Traglinie nicht mehr überkreuzt.

Dadurch entsteht ein Hebelmoment zwischen Wirbelsäulenbasis und Hüftgelenken in der Grössenordnung einiger Zentimeter. Dank dieses Drehmoments kann die Wirbelsäule federnd verankert werden. Die ventralen Band- und Muskelstrukturen des Hüftgelenks stellen die elastischen Strukturen der Verankerung dar.

Ideale Beckenhaltung: Wie sieht die ideale Beckenhaltung aus? Die Grundfläche der beweglichen Wirbelsäule bildet einen bestimmten Winkel zur Horizontalebene, den sogenannten Sakralwinkel. Im Erwachsenendurchschnitt beträgt der Sakralwinkel heute über 30 Grad. Diese 30 Grad Gefälle müssen durch Keilform der Bandscheiben und lumbale Lordosierung kompensiert werden. Dies ergibt eine physiologische Krümmung der Lendenwirbelsäule in der Sagittalebene von immerhin 60 Grad. Im Vergleich dazu stellen 60 Grad in der Frontalebene eine schwere, skoliotische Achsenabweichung dar. Die anatomisch-funktionell ideale Beckenhaltung ist deutlich weniger nach vorne geneigt. Die minimale Anforderung an die Aufrichtung ist die Verlagerung der Lendenwirbelsäule hinter die Traglinie. Ein gewisser Sakralwinkel hingegen muss erhalten bleiben, ansonsten die physiologischen Krümmungen der Wirbelsäule aufgehoben würden. Objektive Kriterien zur exakten Quantifizierung des idealen Beckenneigungswinkel fehlen. Aufgrund von Versuchen an Skelettmodellen nehme ich eine physiologische Neigung der Wirbelsäulenbasis (Sakralwinkel) im Bereiche von zehn bis fünfzehn Grad an. Der gängige Parameter zur Quantifizierung der Beckenhaltung ist der sogenannte Beckenneigungswinkel (indination pelvis). Dieser Winkel bezeichnet die Verbindungsgerade zwischen Promontorium -der ventral prominentesten Stelle des lumbosakralen Übergangs - und dem Oberrand der Symphyse. Lehrbuchmässig beträgt der Beckenneigungswinkel um die 60 Grad. Dieser Normwert deckt sich nicht mit meinen Erfahrungswerten, insbesondere nicht bei anatomisch gut koordinierten Individuen.

Individuelle Beckenhaltung: Das Erfassen der individuellen Beckenhaltung ist nur im anatomisch-funktionellen Gesamtzusammenhang möglich. So vielschichtig die Ursachen, so vielfältig die Varianten. Mit der vereinfachenden Gegenüberstellung Beckenkipfung versus Beckenaufrichtung ist es nicht getan. Das nach vorne gekippte Becken ist eine Haltungstendenz unter vielen und tritt in hundert Varianten auf. Die Beckenkipfung mit hochgezogener Lenden lordose und prominentem Gesäss gilt als klassische Variante. Der tiefgezogene Rundrücken hingegen weist eine kurze und gestauchte Lendenlordose auf. Häufig verkannt wird

das nach vorne geschobene Becken: Der Ventralschub des Beckens bewirkt einen scharfe, lumbale Lordosierung auf kurze Distanz. Dies gilt auch für den lumbalen Flachrücken, gerade für den Flachrücken! Infolge Unbeweglichkeit der lumbalen Segmente und aufgehobener, physiologischer Lordose kommt es beim Verschieben des Beckens zu einem regelrechten Lordoseknick im lumbosakralen Übergangsegment. Eine häufige Variante ist der zurückgenommene Oberkörper mit thorakalem Überhang. Diese Körperhaltung entspricht ebenfalls einer Lordosierung der Lendenwirbelsäule, nur kommt sie diesmal von oben statt von unten. Mit anderen Worten: Das Becken ist aufgerichtet und trotzdem kann eine Hyperlordosierung der Lendenwirbelsäule vorliegen. Funktionelle Hohlkreuzhaltung spiegeln Haltungsgewohnheiten, die Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule und der Hüftgelenke sind erhalten. Nicht so bei strukturell fixierten Lordosen. Die lumbalen Muskel- und Bandstrukturen sind verkürzt. Und häufig liegt die primäre Ursache in der Verkürzung des M. iliopsoas. Oder in der Verkürzung der ventralen Kapselstrukturen des Hüftgelenks. Es gibt strukturelle Lordosen mit und ohne ausgeprägter Keilbildung der untersten Bandscheiben ... Es gibt Lordosen mit stark oder schwach abgewinkeltem Sakrum ... Es gibt das in sich verdrehte Becken - eine Beckenschaufel mit Lordosierungstendenz, die andere mit Kyphosierungstendenz ... Es gibt ... Es gibt

Aus evolutionsgeschichtlicher Perspektive gibt es eine ideale Beckenhaltung - das aufgerichtete Becken. Aber was bedeutet dies konkret im Einzelfall? Sollen alle Menschen das Becken um jeden Preis aufrichten? Die Antwort lautet klar und deutlich: Nein! Die vom Konstruktionsprinzip her ideale, aufgerichtete Beckenhaltung und die persönlich optimale Beckenhaltung müssen klar auseinander gehalten werden.

Beckenhaltung und Pathologie: Das Ziel der aufgerichteten Beckenhaltung wird durch individuelle Disposition und vorhandene Pathologien relativiert. Zwei Fallbeispiele: -Junger Mann, zwanzigjährig, mit Hohlkreuz, wiederholt an dumpfen Schmerzen im unteren Rücken leidend. Die lumbalen Muskeln sind stark verkürzt. Die untersten Bandscheiben zeigen im Röntgenbild eine deutliche Keilform, ansonsten erscheint die Wirbelsäule gesund. Der M. iliopsoas ist strukturell stark verkürzt. Das therapeutisch-präventive Vorgehen besteht in einer sukzessiven Dehnung der verkürzten Strukturen, also Entlordosierung der Lendenwirbelsäule und Extension des Hüftgelenks. Primär geht es dabei um die Wiedererlangung der Beweglichkeit und nicht um eine bestimmte Stellung. So können die strukturellen Voraussetzung für eine ausgeglichene Belastung des unteren Rückens erreicht werden. Der erste und entscheidende Schritt besteht darin, die Weichen neu zu stellen. Propriozeptive Wahrnehmungsschulung ist der Schlüssel dazu. Die ideale Beckenhaltung dient als Orientierung, ohne direkten Anspruch auf Verkörperung. Primär geht es darum, die Progredienz der Einseitigkeit zu verhindern. Die angestrebten, strukturellen Veränderungen sind nur über Jahre hinweg zu erreichen, die Zielsetzung erfolgt langfristig. Den Einsatz muss der junge Mann selbst liefern. Zweites Beispiel: Nicht mehr ganz junger Mann, vierzigjährig, rezidivierend an Rücken- und Ischiasschmerzen leidend. Seit ein paar Tagen wieder akut, mit ausstrahlenden Schmerzen ins rechte Bein. Klinisch besteht Verdacht auf eine Bandscheibenproblematik. Die grundsätzlich und langfristig erstrebenswerte Aufrichtung des Beckens kann in diesem Falle gefährlich sein! Die Keilform der Bandscheiben ist eine strukturelle Anpassung an die lordotische Grundhaltung. Eine Entlordosierung bedeutet für die Bandscheibe zwangsläufig Flexion. Die Bandscheibe wird vorne komprimiert, der gallertige Kern wird nach hinten gedrückt. Der Flexionsmechanismus -das Verhebetauma - ist klassischer Auslöser des akuten Bandscheibenvorfalles. Bei vorbestehenden Bandscheibenschäden ist die Entlordosierung deshalb mit Vorsicht zu genießen, bei akuten Bandscheibenproblemen ist sie weitgehend kontraindiziert. Das therapeutische Vorgehen konzentriert sich in diesem Fall auf Schmerztherapie durch Entlastung der komprimierten Nervenwurzel.

Gleiches Grundproblem - konträres Vorgehen. Einmal wird die Hyperlordose zur langfristigen Verhinderung von Folgeschäden korrigierend angegangen. Im andern Fall verbietet die akute Symptomatik ein solches Vorgehen - die „Fehlhaltung“ ist gleichzeitig Schutzhaltung. Der Unterschied liegt in der Vorschädigung der Bandscheiben. Die Pathologie modifiziert das Vorgehen.

Beckenhaltung und Bewegungsaufgabe: Zur Illustration seien zwei olympische Disziplinen miteinander verglichen: Turmspringen versus Gewichtheben. Für den Absprung beim Turmspringen ist eine kräftige Hüft- und Beinmuskulatur entscheidend. Eine vollständige Streckung der Hüftgelenke ist für die effiziente Kraftübertragung der Beinen auf den Stamm Voraussetzung. Die Dreh-, Bück- und Schraubenelemente der Sprungtechnik erfordern eine grosse Beweglichkeit der Wirbelsäule, die Rückenmuskulatur muss entsprechend kraftvoll entwickelt sein. Die axiale Stabilisierung von Beinachse, Becken und Wirbelsäule ist für den Moment des Eintauchens entscheidend. Das Becken ist aufgerichtet, die Lendenwirbelsäule axial ausgerichtet und stabilisiert, um eine chronisch rezidivierende Traumatisierung der lumbalen Segmente zu verhindern. Beim Gewichtheben, speziell während der Zugphase kommt der gesamten Arm- und Schultermuskulatur zentrale Bedeutung zu. Zuerst Beschleunigung, dann Stabilisierung des Gewichts. In der tiefen Hocke, wird das Gewicht für einen Moment hochgehalten. Der Rumpf hat Vorlage und dient als diagonale Tragsäule. In dieser Stellung muss der Rumpf muskulär stabilisiert werden. Eine axial gestreckte Wirbelsäule weist zwar die

geringsten Biegespannungen auf, dafür ist das Risiko eines unkontrollierten Ausbrechens der Wirbelsäule nach hinten erhöht. Ein kyphotisches Einknicken lumbal gehört zu den grossen Gefahren des Gewichtbebens. Eine leichte, hochgezogene Lordose erleichtert die axiale Verspannung durch die Rückenmuskulatur und erhöht damit die Sicherheit. Fazit: Die Bewegungsaufgabe modifiziert die erwünschte Beckenhaltung. Axiale und lotrechte Ausrichtung beim Turm- und Kunstspringen, leichte Lordosierung in diagonalen Ausrichtung beim Gewichtheben.

4. Die bewegliche Wirbelsäule

Entwicklung der physiologischen Krümmungen: (Abb. 5) Säuglinge haben noch eine umfassende und dreidimensionale Beweglichkeit der Wirbelsäule (links). Mit dem Erlernen des Stehens und Gehens bilden sich die physiologischen Krümmungen im Kindesalter (mitte) zunächst nur funktionell aus. Häufig im Erwachsenenalter (rechts) Aufrichtung von Kopf- und Beckenhaltung sowie die Mobilität der Wirbelsäule verloren. Die Schemas sind nach Röntgenbildern gezeichnet.

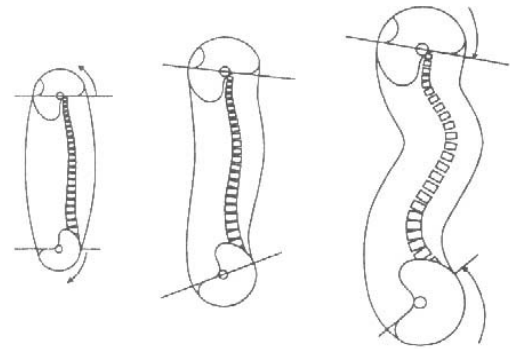


Abb. 5

Physiologische Krümmungen: Die individuelle Wirbelsäulenform im Erwachsenenalter ist nur teilweise genetisch programmiert. Sie sind in erster Linie das Resultat der individuellen Auseinandersetzung mit der Schwerkraft. Der statistische Durchschnitt spiegelt eher die Schwierigkeit dieser Auseinandersetzung denn das Prinzip einer aufgerichteten Statik. Beim Säugling sind die charakteristischen Krümmungen der Wirbelsäule erst angedeutet vorhanden. Die Wirbelsäule besitzt eine umfassende Beweglichkeit und sie kann so ziemlich jede Form annehmen: Kerzengerade, C-förmig nach vorne, nach hinten und zur Seite oder S-förmig. Mit dem Erlernen des Sitzens sitzt der Säugling zunächst noch in einer totalkyphotischen Haltung. Mit wachsender Muskelkraft kann der Stamm aktiv gegen die Schwerkraft stabilisiert werden, die Wirbelsäule richtet sich kerzengerade auf. Die physiologischen Krümmungen entstehen - zunächst nur funktionell und vorübergehend - erst im Kleinkindesalter mit dem Erlernen des Stehens und Gehens. Die Wirbelsäule besitzt in diesem Alter noch ihre umfassende, dreidimensionale Beweglichkeit. Nicht mehr so beim älteren Kind. Die S-Form ist nicht mehr eine unter vielen, funktionellen Möglichkeiten, sondern die dominante. In der ständigen Auseinandersetzung mit der Schwerkraft geht die umfassende Beweglichkeit durch Nichtgebrauch meist global oder selektiv verloren. Der Stamm als Ganzes gerät durch einseitige Haltungsmuster aus seinem funktionellen, dreidimensionalen Gleichgewicht. Die Wirbelsäule beginnt sich entsprechend den individuellen Haltungsgewohnheiten strukturell zu verfestigen. Folge der asymmetrischen Belastung sind ungleichmässige Kompression der Wirbelkörper und Bandscheiben. Damit ist die Grundlage für eine zunehmende strukturelle Fixierung der Wirbelsäulenkrümmungen gegeben. Diese müssten konsequenterweise als unphysiologische Verkrümmungen bezeichnet werden. Die Vielzahl struktureller Unbeweglichkeiten, beginnender Deformitäten und individueller Haltungseinseitigkeiten können nicht einfach unter der Bezeichnung unphysiologische Krümmungen subsumiert werden. Der Begriff physiologisch - das physikalisch Logische - ist ein Gütezeichen für das Normale und Gesunde. Dazu müssen bestimmte Kriterien erfüllt sein.

Wiederaufrichtung der fixierten S-Form: Strukturelle Fixierungen sind potentiell reversibel, obschon der Begriff das Gegenteil suggeriert. Wie weit es im Einzelfall sinnvoll, möglich und notwendig ist, bleibt eine Frage der Gesamtsituation. Das therapeutische Potential wird durch individuelle Veranlagung, Alter, Motivation, Pathologie und Bewegungsgewohnheiten relativiert. Ein Zwanzigjähriger mit fixierter Kyphose der Brustwirbelsäule (z. B. Morbus Scheuermann) hat eine andere Perspektive als ein Mensch in fortgeschrittenem Alter mit kyphotisch geknickter Wirbelsäule infolge schwerer Osteoporose. Strukturell fixierte Wirbelsäulen haben meist insgesamt an Beweglichkeit verloren. Innerhalb des globalen Mobilitätsdefizits besteht ein Nebeneinander von relativer Unter- und Überbeweglichkeit. Diese liegen typischerweise sehr nahe beieinander: Ein Segment hypomobil, das benachbarte bereits hypermobil. Darin liegt erfahrungsgemäss die Schwierigkeit, strukturell fixierte Muster durch Training oder Therapie erfolgreich anzugehen.

Entscheidend ist der Zeitmassstab: Die strukturelle Fixierung eines Rundrückens hat sich im Verlaufe von Jahren und Jahrzehnten entwickelt. Die Auflösung chronifizierter Probleme - und strukturelle Dysbalancen gehören dazu - beansprucht Zeiträume meist in der gleichen Grössenordnung. Hilfe zur Selbsthilfe und langfristiges Aufbaustraining lautet die Devise. Den nachhaltigsten Langzeiteffekt bietet der Alltag. Fixierte Haltungsprobleme sind durch alltäglichen Nicht- oder Fehlgebrauch entstanden, die Wiederaufrichtung erfolgt analog durch funktionellen Gebrauch im Alltag.

Praktische Umsetzung: Unabdingbar ist der dreidimensionale Korrekturfaktor. Die Weichen müssen neu gestellt werden. Eingeschliffene Haltungsmuster werden allmählich aufgeweicht und durch ein neues Verhalten ersetzt. Ein praktisches Beispiel -der Hohlrundrücken: Zuerst wird der globale Rahmen vermittelt, durch einfache Wahrnehmungsübungen wird ein Erstgefühl für die Aufrichtung von Kopf- und Beckenhaltung erlebbar. Dabei geht es nicht um Feinheiten, lediglich um das Gefühl einer aufrechten Körperhaltung, soweit es strukturell im gegenwärtigen Moment möglich ist. Der globale Rahmen ist wichtig, um neu hinzu gewonnene Mobilität und Stabilität konstruktiv nutzen zu können. Im zweiten Schritt werden die verkürzten Strukturen gezielt angegangen. Die fixierte Hyperlordose erfordert die funktionelle Verlängerung der Hüftbeugemuskeln und der lumbalen Rückenmuskulatur. Manuelle Therapie, Dehntechniken, Innervationschulung und andere Methoden gelangen dabei zur Anwendung. Die sukzessive Verlängerung der verkürzten Strukturen erleichtert zusehends die Aufrichtung des Beckens und damit der Wirbelsäule. In einem dritten Schritt werden die unterspannten Muskeln tonisiert: Beckenboden, Bauchmuskulatur, Hüftaussenrotatoren und thorakale Rückenmuskulatur. Die Reihenfolge „zuerst dehnen, dann kräftigen“ ist verbindlich. Ansonsten muss die zu tonisierende Muskulatur gegen den Widerstand ihrer Antagonisten arbeiten. Für den angestrebten Langzeiterfolg ausschlaggebend ist die fortlaufende Integration aller Lernschritte in den Alltag.

Zusammenfassung: „Die Wirbelsäule habe eine S-Form um besser federn zu können“. Diese Auffassung ist weit verbreitet. So steht's in vielen Lehrbüchern geschrieben, so sind Skelettmodelle montiert, so sind anatomische Tafeln illustriert. Rasch wird ein Blatt Papier zur Hand genommen um den Mechanismus anschaulich zu illustrieren: Vertikal auf eine Kante gestellt und axial belastet ist das Blatt Papier erstaunlich stabil. Wird es hingegen wellenförmig vorgebogen - eben S-förmig - gibt es schon bei geringfügigen Belastungen butterweich nach. Fazit: Die S-Form ist prädestiniert zum Federn. Und die physiologischen Krümmungen der Wirbelsäule stellen ergo die physiologische Grundlage einer effizienten Federung dar. Vielleicht wird sich diese Sichtweise als anatomischer Irrtum des Jahrhunderts entpuppen?

Die aufrechte Fortbewegung - Thema des letztjährigen Physiotherapeutenkongresses ÖPV in Wien - wirft aus spiraldynamischer Sicht eine Reihe grundsätzlicher Fragen auf (Tabelle 1). Eine dieser Fragen, die S-Form der Wirbelsäule, wird in diesem Artikel beleuchtet (Auszug „3D-Anatomie“, Lehrbuch in Vorbereitung). Spiraldynamik ist ein innovatives, anatomisch-funktionell begründetes Bewegungs- und Therapiekonzept. 3D-Dynamik und Wahrnehmungsschulung in Eigenverantwortung stehen im Vordergrund.

Dr. med. Christian Larsen

Tabelle 2:

Beckenhaltungen

Beckenhaltung	Kriterium	Definition
Ideale	Evolutionsgeschichte	aufgerichtet
konstitutionelle	genetische & soziale	individuelle Prägung
funktionelle	Biomechanik	situativ
therapeutische	Pathomechanik	situativ
optimale	berücksichtigt alle	empirisch Kriterien

Tabelle 3:

Qualitative Kriterien der physiologischen Krümmungen

Kriterium	Unphysiologisch	Physiologisch
S-Form	aufgehoben, invers, geknickt	regulär, leicht geschwungen
Wirbelsäulenmobilität	S-Form strukturell fixiert	funktionell umkehrbar
Axiale Aufrichtung	nicht mehr möglich	möglich
Wirbelsäule und Traglinie	Wirbelsäule kreuzt Traglinie	Wirbelsäule hinter Traglinie
Sakralwinkel	übermäßig inkliniert	wenig inkliniert
Krümmungsradien	in Hyperlordose, -kyphose	Krümmungen weniger
Sagittalebene	(über 40 Grad)	ausgeprägt
Lordose lumbal	kurz, gestaucht	hochgezogen
Kyphose thorakal	Scheitelpunkt: BWS	untere Scheitelpunkt: obere BWS

Literatur:

Benninghoff Alfred: Makroskopische und mikroskopische Anatomie des Menschen (erster Band). Urban & Schwarzenberg, München, 1980.

Dyson Geoffrey: Dyson's Mechanics of Athletics. Hodder and Stoughton, London, 1986.

Fuller Buckminster: Synergetics. Mac Millan Publishing, New York, 1982.

Gerhardt John: Gelenk und Bewegung. Hans Huber, Bern, 1992.

International Anatomical Nomenclature
Committee. Nomina anatomica. Churchill
Livingstone, Edinburgh, 1989.

Kapandji Ibrahim: Funktionelle Anatomie der Gelenke, Band 1,2, 3. Enke, Stuttgart, 1984.

Mc Neill Alexander R.: The Human Machine. British Natural History Museum Publications, London, 1992.

Larsen Christian: Die zwölf Grade der Freiheit. Via Nova, Petersberg, 1995.

Piret Suzanne, Beziers Marje-Madeleine: La coordination motrice. Edition Masson, Paris, 1971.

Simon Sven: Olympische Spiele - Atlanta 1996. Copress Sport, München, 1996.

Wiesbadener Symposium: Der Fuss im Sport. Stiftung für Fusschirurgie, Wiesbaden, 1997.

Information zur Spiraldynamik

Forschungs- und Arbeitsgruppe: Um Yolande Deswarte, Physiotherapeutin aus Paris und Christian Larsen, Arzt in Bern; bestehend seit 1981.

Weiterbildung: Die dreistufige Ausbildung umfasst Grundlehrgang, Assistenz und Ausbildung zur Stufe Lehrerin. Zielgruppenspezifische Ausbildungskurse für Physiotherapeutinnen finden derzeit in Salzburg, München, Dresden, Hamburg und in Bern statt. Informationen zu Kursprogramm und Videos über das Sekretariat für Österreich.

Wissenschaftliche Korrespondenz:

Dr. med. Christian Larsen

Spiraldynamik- Sekretariat für Österreich:

Monika Gruber
Siezenheimerstrasse 28/8
A-5020 Salzburg
Tel & Fax: 662 42 44 02

Institut für Spiraldynamik
Privatklinik Bethanien
Restelbergstrasse 27
CH 8044 Zürich

T: +41 (0)878 886 888

F: +41 (0)878 886 889

E: zuerich@spiraldynamik.com

Internet: www.spiraldynamik.com