

AUS DER PSYCHIATRISCH-NEUROLOGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK
WIEN

(Suppl. Leiter: Doz. Dr. P. BERNER)

Die Rehabilitation vertebralem Gestörter
(Zur Phylogenese der Funktionen und zur Neurophysiologie
des menschlichen Achsenorgans)

von

F. GERSTENBRAND

Symptomatik und Behandlung, vor allem aber die Rehabilitation von vertebralem Störungen werden erst durch die Betrachtung der Wirbelsäule als ein Organ des menschlichen Körpers verstehbar. Dieses Organ Wirbelsäule bildet die Achse unseres Körpers mit der besonderen Aufgabe, den Kopf zu tragen und diesem freie Beweglichkeit im Raum zu ermöglichen. Wegen ihrer zentralen Stellung im Halts- und Bewegungssystem des menschlichen Körpers sollte daher statt Wirbelsäule - eine Benennung die aus der deskriptiven Periode der Anatomie stammt - nach einem Vorschlag von D. MÜLLER (1964) die Bezeichnung Achsenorgan verwendet werden. Durch diese Benennung soll nach MÜLLER zum Ausdruck gebracht werden, daß das Achsenorgan ein eigenes Organ ist und "unter bestimmten Bedingungen auch als Organ reagiert". Wie jedes Organ besitzt auch das Achsenorgan einen funktionstragenden Anteil, der aus Knochen, Knorpeln, Muskeln, Sehnen und Gelenken besteht und ein nervöses Koordinationssystem mit einem Afferenz- und einem Efferenzschenkel sowie Integrationszentren in den verschiedenen zentralen Ebenen.

Eine Besprechung der Phylogenese der Funktionen des Achsenorgans (D. MÜLLER, 1964) setzt die kurze Darstellung der Phylogenese der Wirbelsäule voraus. Die ersten Tiere, bei denen sich ein Innenskelett entwickelt hat, sind die sehr beweglichen Larven der Tunikaten (Seepfirsich, Seescheide u. a.), eine von den primitiven Echinodermen abweichende Entwicklungsform, während bei den verschiedenen Vorstufen, von den Protozoen bis zu den Insekten einerseits bzw. bis zu den Stachelhäutern andererseits die notwendige Stütz-

substanz in einem Außenskelett angeordnet ist (vgl. T. KOCH, 1964). Das Lanzettfischchen, dessen Entwicklungslinie von den Tunikatenlarven ausgeht, die noch vor der Metamorphose geschlechtsreif werden, besitzt bereits eine von der Nasen- bis zur Schwanzspitze reichende Chorda dorsalis mit ca. 60 Körpersegmenten und ein zeitlebens erhalten bleibendes Zentralnervensystem. Beim Neunauge beginnt die Chorda dorsalis erst am Hinterkopf und weist durch die an das perichordale Bindegewebe angelagerten Knorpelstücke bereits die Struktur einer Wirbelsäule auf. In der Entwicklungsreihe über die Knorpelfische zu den Knochenfischen bildet sich schließlich die knöcherne Wirbelsäule aus unter Verbleib von knorpeligen Anteilen zwischen den Wirbelkörpern, den Zwischenwirbelscheiben mit dem Rest der Chorda. Wie KOCH (1964) betont, zeigt das Beispiel der Tunikatenlarven, daß zwischen der Entwicklung der Chorda dorsalis mit einer hochaktiven Schwanzmuskulatur sowie einem wohl ausgebildeten Zentralnervensystem und der beweglichen Larvenform dieser Tierart ein direkter Zusammenhang besteht. Nach Aufnahme der sitzenden Lebensform verliert die Larve bei der Metamorphose ihren Schwanz und es bildet sich die Chorda dorsalis sowie bis auf eine kleine Ganglienzellansammlung sogar auch das Zentralnervensystem zurück. Lokomotion und ihr funktionstragendes Element, die Muskulatur, stehen daher in einer gewissen Beziehung zur Ausbildung der Chorda als *Punctum fixum* für den Fortbewegungsapparat (T. KOCH, 1964).

Für die Phylogenese der Funktionen des Achsenorgans sind 2 Faktoren von wesentlicher Bedeutung und zwar die ständige Änderung der Lebensform in der aufsteigenden Entwicklungsreihe bis zum aufrechten Gang des Menschen und die Einwirkung des Gravitationsfeldes der Erde auf alle Lebewesen.

Die Fortbewegung der primitiven Säugetiere als baumlebende Wesen war das Klammerklettern (T. KOCH, 1964). Diese Fortbewegungsart bedingt ein leicht gewölbtes Rückgrat (Abb. 1).

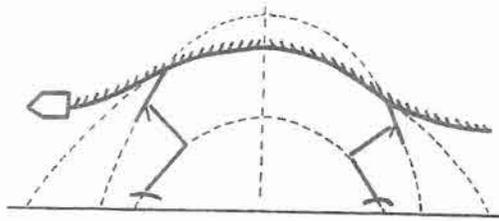


Abb.1 Schema der Wirbelsäule eines primitiven Säugetiers, nach BÖKER. Aus T.KOCH: Zur Phylogenie der Wirbelsäule, in: Neurologie der Wirbelsäule und des Rückenmarkes im Kindesalter, hrsg. v. D.MÜLLER, G.Fischer Verlag, Jena, 1964, S.15-25.

Die Kyphoseform der Wirbelsäule, die bei allen Vierbeinern zu finden ist (T.KOCH, 1964), entspricht dem Bogenbrückenprinzip nach SLIJPER (Abb.2).

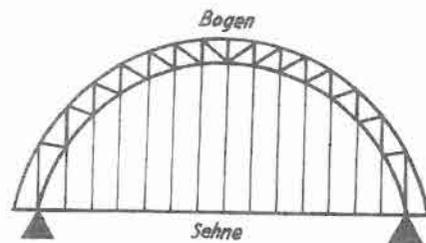


Abb.2 Schema des Konstruktionsprinzips der Säugerwirbelsäule, nach SLIJPER. Aus T.KOCH: Zur Phylogenie der Wirbelsäule, in: Neurologie der Wirbelsäule und des Rückenmarkes im Kindesalter, hrsg. v. D.MÜLLER, G.Fischer Verlag, Jena, 1964 S.15-25.

Der Bogen der Brücke wird von der Wirbelsäule mit Zwischenwirbelscheiben, Bändern und Muskulatur, die Sehne des Bogens von der langen ventralen Bauchmuskulatur gebildet. Die Querverstrebungen besorgen die Rippen sowie die schrägen Rumpfmuskeln. Die Eingeweise des Vierbeiners üben einen senkrechten Zug auf den Bogen und einen Dehnungsdruck auf die Bogensehne aus. Beide Tendenzen heben einander auf, so daß ein in sich ausgewogenes Spannungssystem entsteht. Die vier Extremitäten als Stützen wirken sich auf die Beweglichkeit bzw. die Starrheit des Spannungssystems aus. Das durch die ständige Bewegung bestehende labile Gleichgewicht des gesamten Systems muß immer wieder von neuem hergestellt werden.

Für die Fortbewegung des Vierbeiners ergibt sich durch das Bogenbrückensystem eine außergewöhnliche Leistungsfähigkeit, die sich sowohl bei der raschen Fortbewegung von Hase, Hund etc. durch die direkte Beteiligung des Achsenorgans nach Art einer Spannfeder zeigt, als auch im schnellen Laufen

der großen Pflanzenfresser (Rind, Elefant etc.) zum Ausdruck kommt, bei denen die Bogenbrückenkonstruktion völlig versteift und den Extremitäten eine ungehindert rasche Bewegung ermöglicht.

Das Stemm-Greifklettern der Primaten (Abb.3) bedingt infolge der dabei automatisch eintretenden Aufrichtung des Oberkörpers eine Lordose im Lendenwirbelsäulenbereich und dadurch eine Störung der leistungsfähigen Bogenbrückenkonstruktion (T.KOCH, 1964).



Abb.3 Lordose beim Aufrichten im Zuge des Stemm-Greifkletterns. Aus T.KOCH: Zur Phylogenie der Wirbelsäule und des Rückenmarkes im Kindesalter, hrsg. v. D.MÜLLER, G.Fischer Verlag, Jena, 1964 S.15-25

Die permanent aufrechte Haltung des Menschen hat eine einschneidende Änderung in der Funktion des Achsenorgans bei im wesentlichen gleichbleibender Grundkonstruktion zur Folge gehabt. Die Bogenbrückenkonstruktion mußte sich zum Konstruktionsprinzip eines Gittermastes umbilden, dessen statisches Gleichgewicht nur durch die zweifache Lordose bewältigt werden kann. Diese Umkonstruktion, die nach KOCH (1964) noch nicht völlig beendet ist, führt jedoch zu einer stark gewandelten Funktion des an den Verhältnissen des Vierbeiners orientierten menschlichen Achsenorgans. Eine wesentliche Aufgabe im Funktionieren der nicht ausgereiften Konstruktion des menschlichen Achsenorgans kommt dabei dem spezifischen Muskelapparat der "Wirbelsäule" zu. Gerade diese Muskulatur aber wird durch unsere moderne Lebensweise auf das größtmögliche vernachlässigt.

Die "irdische Schwere" ist eine grundlegende Tatsache, nach der sich alle Organismen zu richten haben (D.MÜLLER, 1964).

Aufrechte Wuchsformen, die der Erdschwere folgen, werden in der Botanik "orthotrop" bezeichnet. Das Organ der "Orthotropie" ist die Hauptachse eines Organismus. Die Achse des menschlichen Körpers ist die Wirbelsäule, das Achsenorgan. Entsprechend der menschlichen Lebensform ist unser Achsenorgan als positiv geotropes Organ aufzufassen. Das Gravitationsfeld der Erde wirkt daher nach D.MÜLLER (1964) als konstanter, außer- und überindividueller Faktor auf die Achsenstellung der Wirbelsäule, letztlich auch auf die Gesamtgestalt.

Die permanenten geischen Reize werden durch ein spezifisches Organ für den statischen Sinn perzipiert und damit Richtung und Stärke der Erdschwere festgestellt. Das spezifische statische Sinnesorgan für das Gravitationsfeld, die Statocyste, findet sich in abgewandelter Form bei allen Wirbeltieren außer den Akraniern (DIJKGRAAF, 1961) und zeigt als individuelles Perzeptionsorgan, dem Labyrinth der Wirbeltiere eine zunehmende Spezialisierung. Der optische Apparat wird mit dem statischen gekoppelt. Schwerereize führen damit zu Stellreflexen auf die Bulbi. Die optische Ebene des Menschen, bei dem es wie bei höheren Tieren zu einer optischen Dominanz gekommen ist, steht waagrecht und ist mit dem Schweresinn gekoppelt.

Die vom Labyrinth ausgehenden Erregungen steuern geisch induzierte Reaktionen, welche sich vorwiegend in der Hauptachse des Körpers und an der optischen Achse bzw. Ebene abspielen. Durch komplizierte zentrale Verbindungen stehen Rezeptor Labyrinth und Effektor Lokomotionsapparat über die "gemeinsame Endstrecke" in einfacher Beziehung (D.MÜLLER, 1964). Ihre Aktionen stellen die tonischen Labyrinthreflexe dar, die dann wirksam werden, wenn die Lage des Körpers als Ganzes in bezug auf die Schwerkraft verändert wird (BRUN, 1953). Sie bewirken eine Änderung des Dauertonus der Muskulatur. Bei den Vertebraten, bei denen in den meisten Fällen die Wirbelsäule horizontal liegt, greifen die tonischen Reflexe an mehreren Körperpunkten an. Beim Menschen dagegen verläuft durch den aufrechten Gang die Hauptachse des Körpers in Richtung der Erdschwere. Außerdem besteht beim Menschen eine ungünstige Schwerpunktslage des aufge-

richteten Körpers. Diese Nachteile werden durch den Statotonus kompensiert. Die Stellreflexe nehmen Einfluß auf die Bewegung und verlöschen nach erfolgtem Ablauf. Der Labyrinth-Stellreflex hat die Aufgabe, den Kopf in die normale Lage zurückzubringen.

Die die Haltung und die Bewegung im Schwerfeld der Erde regulierenden Haltungs- und Stellreflexe werden nach dem Reglerprinzip gesteuert, dem auch die Einstellung der Hauptachse im Gravitationsfeld unterliegt. Im Reglersystem wirkt der Muskel als Regelstrecke, das Interneuron als Regler und die Synapse der Motoneurone als Stellglied (HUFSCHMIDT, 1961). Die Regulierung des Muskeltonus erfolgt über die peripheren und zentralen Anteile des Gamma-Systems. Als Koordinationsstelle der Haltungs- und Stellreflexe gelten die reticulären Formationen des Mittelhirns. Ein Beispiel für die elementare Bezugsgröße der Erdschwerkraftrichtung und für die ebenso elementare Reaktion des Achsenorgans gibt nach D.MÜLLER (1964) die "ausgeglichene Skoliose", die vom Autor als Ausdruck einer gedämpften Schwingung angesehen wird.

Nach diesen Darlegungen muß die Wirbelsäule als ein eigenes Organ, das Achsenorgan des menschlichen Körpers angesehen werden, das auch in seiner Gesamtheit als Organ reagiert. Das Achsenorgan unterliegt einer reflektorischen Steuerung, die durch die Gravitationskraft im Schwerfeld der Erde reguliert und durch die Haltungs- und Stellreflexe gewährleistet wird. Die das Gleichgewicht der Gittermastkonstruktion aufrecht erhaltende zweifache Lordose des Achsenorgans wird mit Hilfe einer dem Reglerprinzip unterworfenen Tonussteuerung ermöglicht. Eine Fehlhaltung der Wirbelsäule, des Achsenorgans führt durch fehlerhafte Tonussteuerung zu falschen Haltungsstereotypen und als deren Folge zu den verschiedenen Formen vertebralegener Störungen. Die Betrachtungsweise der vertebralegenen Krankheitsbilder nach der Grundidee einer Funktionsstörung des Achsenorgans erbringt, wie schon darauf hingewiesen (GERSTENBRAND, 1970), neue Gesichtspunkte in Diagnostik, Therapie und vor allem auch in der Rehabilitation dieser häufigen Erkrankung.

SONDERDRUCK

aus:

VEREINIGUNG DER ORTHOPÄDEN ÖSTERREICHS

VERHANDLUNGEN

bei der wissenschaftlichen Sommertagung 1971

in Innsbruck, Stadtsäle

10. - 12. Juni 1971

Wien 1972

Eigenverlag der Vereinigung der Orthopäden Österreichs