

## Die Wirbelsäule - das Achsenorgan für die menschliche Haltung und Bewegung

F. Gerstenbrand, Ch.Kurzmann, M.Refka

Die Bezeichnung Wirbelsäule stammt aus der deskriptiven Periode der Anatomie und wird der funktionellen Wertigkeit nicht gerecht. Wegen seiner zentralen Stellung sollte die Wirbelsäule als Achsenorgan des Menschen bezeichnet werden. Dieses unterliegt einer besonderen zentralen Steuerung, die im Mittelhirn ihr Integrationszentrum besitzt. Mit Hilfe von Haltungs- und Stellreflexen wird die richtige Einstellung des Körpers im Schwerfeld der Erde ermöglicht. Als Perzeptoren des dafür verantwortlichen propriozeptiven Systems fungieren die Rezeptoren in Gelenken und Muskulatur, vor allem der Halswirbelsäule wie auch in der menschlichen Fußsohle. Das Labyrinth stellt eine wichtige Unterstützung dar. Durch Rücksteuerungsmechanismen erfolgt eine laufende Funktionsabstimmung in den Hirnstammzentren.

Das menschliche Achsenorgan spielt eine zentrale Rolle für den Bewegungsapparat, hat statische und kinetische Aufgaben zu erfüllen und ist außerdem Schutzorgan für wesentliche Teile des Zentralnervensystems. Der Großteil des Gewichtes von Rumpf, Schultergürtel und oberen Extremitäten mit dem Kopf als Sitz von Gehirn und wichtiger Sinnesorgane, wird von den filigranen Wirbelkörpern und den wenig robusten Bandscheiben getragen. Die Halswirbelsäule hat dabei die Aufgabe, dem Kopf eine dreidimensionale Beweglichkeit im Raum zu ermöglichen. Schließlich sind alle inneren Organe an der Wirbelsäule befestigt.

In der Phylogenese des Menschen war nach der Entwicklung zur aufrechten Haltung die Umstellung von der Brückenbogenkonstruktion des Tetrapoden auf ein Gittermastsystem unter Verwendung der Gewölbetechnik notwendig.

Die funktionell Belastungen des Achsenorgans durch Fehlhaltung im modernen Berufsleben, aber auch durch psychische Faktoren, führen zu regionalen Schädigungen und schließlich zu pathologischen Veränderungen von Funktion und Struktur, verbunden mit einer Reihe von Erkrankungsfolgen. Die große Reihe an vertebralem Schäden und ihre klinischen Symptombilder lassen sich letztlich durch eine zentrale Regulationsstörung erklären, ausgelöst durch exogene und endogene sowie durch psychische Faktoren.

## Die Wirbelsäule - das Achsenorgan für die menschliche Haltung und Bewegung

F. Gerstenbrand<sup>1),2)</sup>, F. Refka<sup>2)</sup>, Ch. Kurzmann<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Karl Landsteiner Institut für Neurorehabilitation und Raumfahrtneurologie, Wien

<sup>2)</sup> Adell Medical Center, Plestany, Slowakei

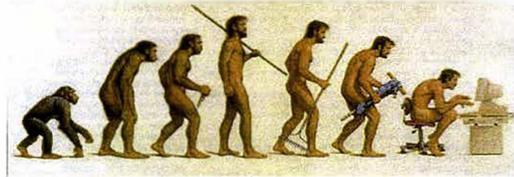
### 5. Landsteiner-Tag

*Fit, flexibel und beweglich*

Aktuelle Forschungen zum Muskuloskeletalen System

5. November 2014  
Wien

## Einleitung



Evolution vom „Homo erectus“ zum „Homo sedens“

Die Bezeichnung „Wirbelsäule“ stammt  
aus der Zeit der deskriptiven Anatomie.

Später Umbenennung auf Achsenorgan  
des Menschen

## Das menschliche Achsenorgan I Funktionen

- Träger des Gewichts des menschlichen Körpers
- Träger des Kopfes mit Gehirn und wichtigen Sinnesorganen (optisch, akustisch, Geruch, Labyrinth)
- Verantwortlich für die Bewegung des Kopfes
- Befestigung von Schultergürtel und oberen Extremitäten
- Befestigung von Becken mit Beinen
- Befestigung der inneren Organe:
  - Brust, Cardio-Respirations-Trakt
  - Bauch-Organen

## Das menschliche Achsenorgan II

Steuerung durch Haltungs- und Stellreflexe  
Retikuläre Formationen des Hirnstamms

- Basis aller Bewegungen des menschlichen Körpers im Schwerfeld der Erde
- Anpassung des menschlichen Körpers an das Schwerfeld
- Einstellung des Körpers durch Haltungs- und Stellreflexe, geregelt durch das propriozeptive System und Labyrinth

## Entwicklungsverlauf des Achsenorgans, menschliche Wirbelsäule

- Tunicaten ( Außenskelett)
- Entstehung der Chorda dorsalis (Amphioxus, Branchiostoma)
- Entwicklung der Knorpel-Fische
- Entwicklung der Wirbelsäule (Fische, Amphibien, Reptilien)
- Ausbau der Wirbelsäule (Tetrapoden)
- Spezifische Wirbelsäule bei aufrechter Haltung

## Entwicklung der Wirbelsäule

- Horizontale Position der Wirbelsäule,
  - Knochenfisch, Amphibien, Reptilien
    - Entwicklung der Bogenbrücken-Konstruktion (primitive Land-Säugetiere),
    - Vollendung der Bogenbrücken-Konstruktion, (höhere Landsäuger, marine Säuger)
  - Aufrechte Position der Wirbelsäule, Gittermast-Konstruktion (Homo sapiens)

## Bogenbrücken-Konstruktion Tetrapoden

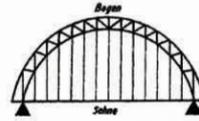


Abb. 6. Schema des Konstruktionsprinzips der Säugerwirbelsäule. Nach STÄLZEN.

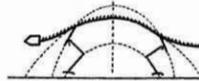


Abb. 4. Schema der Wirbelsäule eines primitiven Säugers. Nach BÖCKX.

- Bogen 2 Teile: oberer Gürtel, unterer Gürtel
  - Oberer Gürtel: Processus, Ligament, Rückenmuskel
  - Unterer Gürtel: Wirbelkörper, Discus, kurze und lange Sehne
- Bogenband: Fixierung der Rippen, cranial (Brust),
- Fixierung der Bauchmuskulatur, caudal

## Funktion der Wirbelsäule Tetrapoden

- Fixation der Extremitäten (Stehen und Lokomotion)
- Unterstützung beim Springen, Laufen
- Fixation der inneren Organe
- Fixation der Rippen und Diaphragma, Atmung
- Halswirbelsäule:
  - Tragen des Kopfes mit Gehirn und Sinnesorganen (Hören, Sehen, Labyrinth, Geruchssinn)
  - Verantwortlich für die freie Kopfbewegung
  - Träger der Schwerkraftrezeptoren (Nackemuskel, Sehnen, Gelenke)
- Schwanz Balanceorgan, reguliert Haltung (Postural-reflexe des Mittelhirns)

## Tetrapoden

Wirbelsäule maximal integriert bei Laufbewegung, Gallopiert den Hundes, hohe Geschwindigkeit möglich

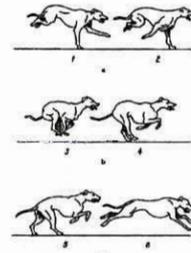


Abb. 2a-c. Bewegungsphasen eines galoppierenden Hundes mit wechselnder Biegung der Wirbelsäule.

## 'Große' Wirbeltiere Tetrapoden und Zweibeiner



## Wirbelsäule Veränderung im speziellen Biotop Passagere Lordose der Lumbalregion



- Lithocranium Walleri
- a) Bogenbrücken-Konstruktion
  - b) Lordose bei Futteraufnahme

Abb. 11a. Giraffengalle (Lithocranium Walleri) im Stand. Nach BÖCKX.

Abb. 11b. Aufgerichtete Giraffengalle (Lithocranium Walleri). Nach BÖCKX. — Man beachte die jetzt eintretende Lordose. b

### Stemm-Greif-Kletter-Position Nackenlordose, Lumballordose



Arch bridge construction  
changing to lattice tower construction

Abb. 12. Lordose (schematisch) beim Aufrichten im Zuge des Stemm-Greif-Kletterns.

### Gittermast-Position



a)



b)

- a) Mensch: Gittermast-Position
- b) Gorilla: Gittermast-Position, Rest Gewölbe-Brücken-Konstruktion

### Homo erectus, Gittermast-Position Funktion der Wirbel



Cervicale Lordose  
thorakale Kyphose  
thoraco-lumbale Lordose  
fixierte Kyphosis des Sacrum

Design of the human vertebral column, uncompleted, Koch 1964

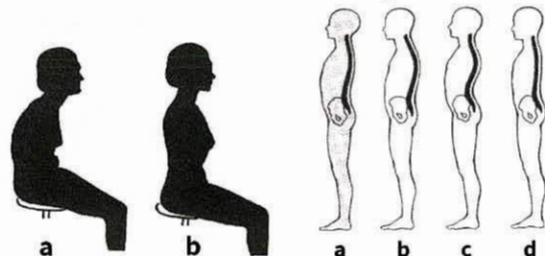
### Vulnerabilität der menschlichen Wirbelsäule

- Entwicklung der Gittermast-Konstruktion, unvollendet
- Ineffiziente Wirbelsäulenmuskulatur
- Vulnerabilität der Bandscheiben
- Hohe Vulnerabilität des Axis-Dens-Systems
- Überbelastung bei unphysiologischer Haltung und Bewegung (Industriegesellschaft)
- Psychische Faktoren (Spannungszustände, Depression etc.)

### Ursache von Wirbelsäulenstörungen

- Überbelastung (Industriegesellschaft)
- Fehlhaltung
- Fehlstereotypien
- Hypermobilität
- Hypomobilität
- Insuffizienz der Wirbelsäulenmuskulatur
- Angeborene Abnormalitäten (Skoliose, Beckenschiefstand)
- Lokale Schäden (Trauma, Entzündung)

### Fehlhaltung



- a) Buckel
- b) Normale Haltung

- a) Normale Haltung
- b) Buckel
- c) Buckel, lumbale Hypertordosis
- d) Flachrücken

## Fehlhaltung



- Insuffizienz der Nacken-, Rücken- und Bauchmuskulatur
- Übergewicht

H. Tilscher: Die Wirbelsäule der Frau.  
Verlagshaus der Ärzte, Wien, 2005

## Haltungsritual

Unterstützende und freie Haltung der Beine



- Fehlhaltung
- Fehlstereotypien
- Überbeanspruchung der Lendenwirbelsäule, insuffiziente Rückenmuskulatur

Quelle:  
H. Tilscher: Die Wirbelsäule der Frau.  
Verlagshaus der Ärzte, Wien, 2005

## Fehlhaltung-Überbelastung



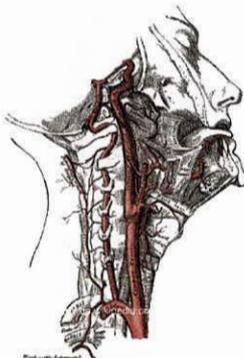
- Beruflich bedingt (Violinist)
- Fehlhaltung
- Fehlfunktion

## Meist belastete Bereiche der Wirbelsäule

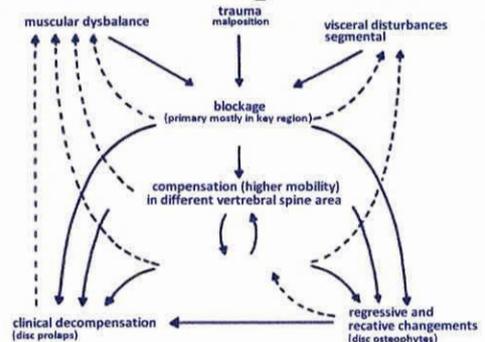
1. Halswirbelsäule  
oberster, unterster Abschnitt
2. Brustwirbelsäule  
thoraco-lumbal
3. Lendenwirbelsäule  
lumbo-sacraler Bereich

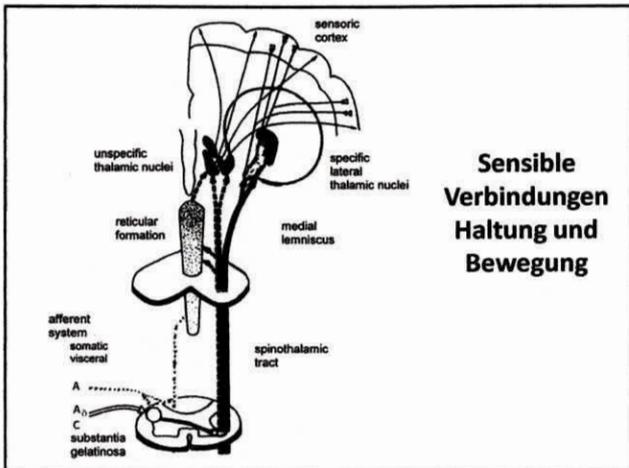


Arteria vertebralis  
enge Beziehung zur Halswirbelsäule



## Pathophysiologie der vertebrogenen Störungen





## Vertebragene Störungen Neurologische Manifestationen

- Akute Decompensation der Wirbelsäule
  - Lumbago-Attacke, Stiff Neck Syndrom
    - Schutzmechanismus für lokale Schäden
- Läsion Nervenwurzel
- Läsion Rückenmark
- Störung der Gefäßversorgung (Rückenmark, Nervenwurzel, Cauda)

## Lumbago-Attacke

- Heftiger Rückenschmerz, plötzliches Auftreten, Streckhaltung unterer Abschnitt der Wirbelsäule "Improvisationshaltung"
- Völlige Immobilisierung des Körpers
- Radikuläre Symptome in 15%
- Pseudo-radikuläre Symptomatik in 30%
- Ursache: Akute Bandscheiben-Herniation, Dekompensation einer Spondylolisthesis (lumbal)
- Schutzmechanismus für lokalen Prozess

## Stiff Neck Syndrome

- Starker Nackenschmerz
- Streckhaltung der Halswirbelsäule
- Immobilisation der Kopfbewegung
- Pseudo-radikuläre Symptome C2, C3, C4
- Radikuläre Symptome C2,C3,C4 möglich
- Rückenmarks-Symptome cervical möglich (Diskus- Herniation, Dekompensation Spondylolisthesis)
- Schutz-Mechanismus lokaler Prozess

## Radikuläres Syndrom

- Schmerzen im Dermatome
  - Ziehend, bohrend, hoch intensiv
- Sensibilitätsausfälle im Dermatome
  - Hypalgesie, Analgesie
- Parese im Myotome
  - Hyporeflexie, Areflexie, Muskelatrophie
- Keine vegetative Störung
- Kombination mit pseudoradikulären Symptomen
- Ursache: direkte Läsion Nervenwurzel (Diskusherniation etc.)
- Schutzmechanismus

## Pseudo-radikuläres Syndrom

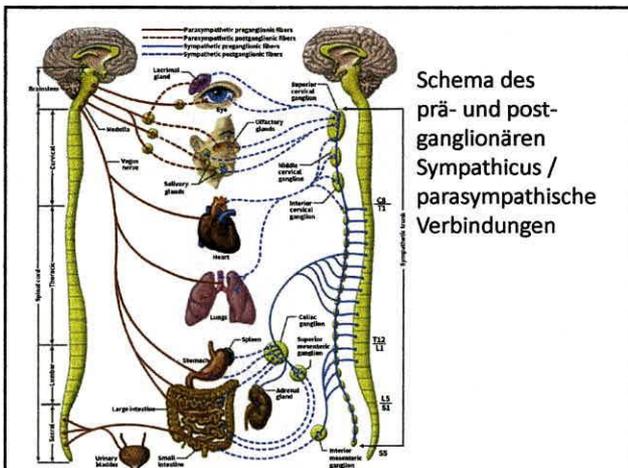
- Schmerzen ein oder mehrere Dermatome
  - Dumpf, diffus
- Dysästhesie, Hyperalgesie im Dermatome
  - Kein Sensibilitätsdefizit
- Kein motorisches Defizit
  - Erhöhter Muskeltonus im Myotome
  - Gesteigerte Sehnenreflexe möglich
- Vegetative Störungen
  - Hyperperspiration, Piloerektion, Kiebler Phänomen
- Blockierung des betroffenen Wirbelsäulengelenkes
- Ursache: Schäden im Bewegungssegment
  - Diskusprotrusion etc.
- Schutzmechanismus

## Übertragungsschmerz Referred Pain Syndrom

- Schäden innerer Organe (Leber, Niere etc.)
- Schäden an Gelenken
  - Extremitäten
  - Wirbelsäulen-Gelenke
- Schutzmechanismus

## Referred Pain Syndrom Schäden innerer Organe

- Schmerz in "Head Zone" des geschädigten Organs
  - Brennender Schmerz
- Dysästhesie im Dermatome
  - Kein Sensibilitätsdefizit
- Kein motorisches Defizit
  - Muskel-Verspannung, Enterotom – Myotom
    - Maximum in der "Mackenzie Zone"
- Vegetative Störungen im Dermatome
  - Hyperhidrose, Kiebler Phänomen, Piloerektion
- Lokale Irritationszeichen, lokaler Schmerz, Druckschmerz
- Funktionsstörung des geschädigten Organs
- Schutzmechanismus



## Referred Pain Syndrom Geschädigte Gelenke Extremitäten, Wirbelsäule

- Schmerzen im Dermatome zugehörig zum Gelenk
- Hyperalgesie, Dyaesthesia im Dermatome
- Kein Sensibilitätsdefizit
- Kein motorisches Defizit
  - Gesteigerter Muskeltonus im Myotome, Muskelkrämpfe
  - Tendinopathie, Myogelose, Tendomyose
- Druckschmerz im Gelenk
- Bewegungsblockierung, Bewegungsschmerz
- Vegetative Störungen möglich (Hyperhidrose, Kiebler Phänomen, etc.)
- Schutzmechanismus

## Schäden der Wirbelsäule

- Einfluss der Schwerkraft (Microgravity, Hypergravity)
- Umweltbelastung: Verletzung, Unfall etc.
- Störung der Wirbelsäulenfunktionen
  - Fehlhaltung, Fehlbewegung, Fehlstereotypien,
  - Insuffizienz der Wirbelsäulenmuskulatur

## Wirbelsäulenerkrankung

- Störung des Steuerungssystems (Hirnstamm, Kleinhirn, Rückenmark, Nervenwurzel)
- Fehlfunktion des propriozeptiven Systems
- Schädigung des Bewegungsgerüsts, Wirbel, Bandscheiben, Muskulatur, Sehnen

## Therapie der Wirbelsäulenerkrankungen

- Beseitigung der Regulationsstörung des Steuerungssystems Wirbelsäule
- Beeinflussung des gestörten Steuerungssystems durch spezielle Physiotherapiemethoden
- Verbesserung des Wirbelsäulengrundgerüsts (Muskulatur)
- Verhinderung chronischer Schäden

Wirbelsäulentherapie als Funktionskorrektur  
eines motorischen Organs



Verein zur Förderung  
Medizinisch-Wissenschaftlicher  
Forschung



## EINLADUNG zum 5. LANDSTEINER-TAG

„Fit, flexibel und beweglich“  
Aktuelle Forschungen zum Muskuloskeletalen System.



SAVE THE DATE

**05/11** 14.00-18.00 UHR

Schwarzenbergplatz 7  
1030 Wien  
Dachgeschoss

## Programm

5. November 2014

### MODERATION

Prim. Univ. Prof. Dr. Peter ZENZ

### 14:00 BEGRÜSSUNG

Präs. Univ. Prof. Dr. Bernhard SCHWARZ

### WIRBELSÄULE

14:10 Univ. Prof. DDr. Franz GERSTENBRAND,  
Dr. Ch. KURZMANN, Dr. M. REFKA  
Die Wirbelsäule - das Achsenorgan für die menschliche  
Haltung und Bewegung

14:30 Univ. Prof. DDr. Franz GERSTENBRAND,  
Prof. Dr. J. OPARA, Dr. Ch. KURZMANN  
Die spondylogene cervicale Myelopathie, im Alter oft  
übersehen und falsch diagnostiziert

14:50 Prim. Dr. Thomas KIENBACHER  
Muskelaufbautraining beim chronischen Kreuzschmerz

15:10 Prim. Univ. Prof. Dr. Michael QUITTAN,  
Univ. Prof. Dr. Günther WIESINGER  
Ambulante Rehabilitation bei Wirbelsäulenerkrankungen -  
Langzeitergebnisse

### 15:30 KAFFEPAUSE

### RHEUMATOLOGIE

16:00 Dr. Roland KOČJAN  
Forschung aus dem Knochengewebe bei Gicht

16:20 Doz. Dr. Johannes GRISAR  
Moderne Biologica bei Rheumatischen Erkrankungen

### ARTHROSE

16:40 OA Dr. Markus THALMANN,  
Univ. Prof. Dr. Katharina KERSCHAN-SCHINDL  
Auswirkung mechanischer Belastung auf den Knochen

17:00 Prim. Univ. Prof. Dr. Stefan NEHRER  
Regenerieren statt reparieren -  
moderne Therapien in der operativen Knorpelbehandlung

### DISKUSSION

### BUFFET

Wir freuen uns auf Ihre Anmeldung bis zum 29. Oktober 2014  
sekretariat@karl-landsteiner.at 0676 574 75 31 0676 574 75 32

Diese Veranstaltung ist mit 5 DFP- Punkten (ID 511 125) für das DFP der ÖÄK approbiert.