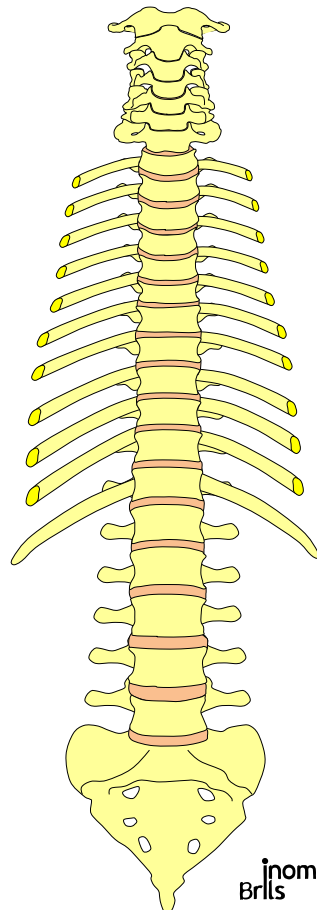


Parietale Osteopathie

Manuelle Therapie

Biokybernetisches Konzept

Ws 1: ISG, LWS, TLÜ



INOMT Skript

1. Auflage, 1986

13. Auflage, Januar. 2020

Dr. Henk J. M. Brils, Gesundheitswissenschaftler, B.Sc, M.Sc Physiotherapie,
Osteopath ^(VFO), ltd. Fachlehrer INOMT,

Axel Steilen, Physiotherapeut, Osteopath ^(VFO), ltd. Fachlehrer INOMT

Burkhard Schalk, Physiotherapeut, Fachlehrer MT, OMT

Fachlehrer MT

Thomas Öhrlein, Volker Hagedorn, Jens Brils, Beate Brils, Christine Sander, Jürgen Bendig,
Kerstin Münkkel, Andreas Lehner, Jürgen Lehner, Wiechard Bleissner, Claas Riechert,
Jörg Michalewicz, Katrin Götz, Tim Kramer, Götz von der Pahlen, Esther Homrighausen,
Kathrin Wittenbrink, Holger Korte, Henk Jacobs

URHERBERRECHTE:

Dieses Skript, einschließlich aller Texte, Fotos, Bilder, Graphiken und Charts, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne schriftliche Zustimmung des INOMT (Institut für Neuro-Orthopädische Manuelle Therapie) gesetzwidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, und die Einspeicherung und Verarbeitung und Verbreitung in elektronischen Systemen.

All rights reserved. This skript is protected by copyright. No part of it may be reproduced, stored in a retrieval System, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from the INOMT, Germany.

VERBOT VON BILD-, TON-, UND VIDEOAUFNAHMEN

Am 6. August 2004 ist in Deutschland § 201a Strafgesetzbuch (StGB) in Kraft getreten, der die Verletzung des höchstpersönlichen Lebensbereichs durch Bildaufnahmen in weitem Umfang unter Strafe stellt (so genannter "Paparazzi-Paragraf"). Anlass für die Strafvorschrift war, dass bis zu deren Erlass nach § 33 Kunsturhebergesetz nur die Verbreitung und öffentliche Zurschaustellung von Personenfotos ohne Einwilligung des Abgebildeten verboten war, nicht aber schon die Herstellung oder Weitergabe an Dritte. Die neue Strafvorschrift des § 201a StGB schließt diese Lücke. Sie hat auch für den schulischen Bereich erhebliche Bedeutung, da insbesondere Handys, die mit einer Kamera ausgestattet sind (so genannte Foto-Handys), zum heimlichen Anfertigen von Fotos verleiten.

§ 201a Verletzung des höchstpersönlichen Lebensbereichs durch Bildaufnahmen

(1) Wer von einer anderen Person, die sich in einer Wohnung oder einem gegen Einblick besonders geschützten Raum befindet, unbefugt Bildaufnahmen herstellt oder überträgt und dadurch deren höchstpersönlichen Lebensbereich verletzt, wird mit Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder mit Geldstrafe bestraft.

(2) Ebenso wird bestraft, wer eine durch eine Tat nach Absatz 1 hergestellte Bildaufnahme gebraucht oder einem Dritten zugänglich macht.

(3) Wer eine befugt hergestellte Bildaufnahme von einer anderen Person, die sich in einer Wohnung oder einem gegen Einblick besonders geschützten Raum befindet, wissentlich unbefugt einem Dritten zugänglich macht und dadurch deren höchstpersönlichen Lebensbereich verletzt, wird mit Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder mit Geldstrafe bestraft.

(4) Die Bildträger sowie Bildaufnahmegeräte oder andere technische Mittel, die der Täter oder Teilnehmer verwendet hat, können eingezogen werden. § 74a ist anzuwenden.

Da die Verletzung des höchstpersönlichen Lebensbereichs durch Bildaufnahmen in Deutschland gemäß §201a Strafgesetzbuches (StGB) ein Vergehen ist, welches mit Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder Geldstrafe bestraft wird, untersagt die INOMT grundsätzlich alle Bild-, Ton- und Videoaufnahmen in den von ihnen durchgeführten Kursen und Seminaren.

Leitbild

des

Instituts für Osteopathie und Manuelle Therapie (inomt)

Das inomt steht für (sich) kritisch reflektierende Physiotherapeuten*innen und deren Begeisterung für den Menschen, die sich gegenseitig bei ihrem persönlichen und fachlichen Fortschritt begleiten und den gleichen Wissensdrang teilen.

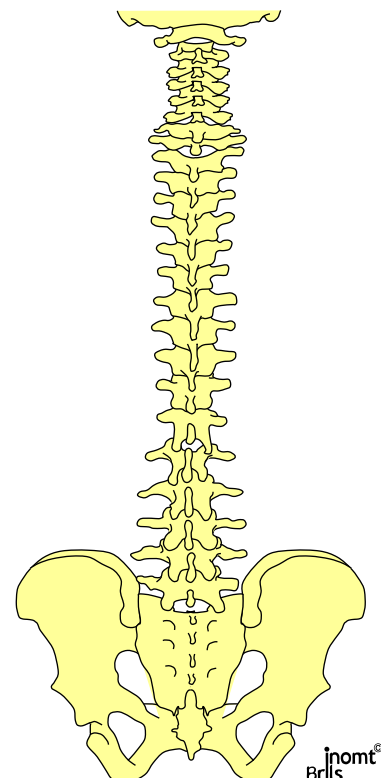
Unsere Motivation ist das Verbreiten und die Weiterentwicklung eines gesundheits- und ressourcenorientierten Physiotherapie Konzeptes. Wir stehen für eine bio-psycho-soziale Sicht zur Erfassung des Patienten und aller seiner individuell relevanten Lebensumstände um daraus eine personenzentrierte Therapie zu initiieren und zu entwickeln. Wir sehen in der Osteopathie die konsequente Fortführung des Grundgedanken unserer biokybernetischen Manuellen Therapie und stehen für Toleranz und einen respektvollen Umgang mit allen Beteiligten um die Position der Physiotherapie im interprofessionellen Team zu untermauern.

Basierend auf den Grundgedanken der Weichteilorthopädie nach J. Cyriax und deren Integration in die neurokybernetische Denkweise entwickelte sich eine bio-logische Perspektive und mündete in der Konzeption der Kurse des inomt mit allen Aspekten der holistischen Integration. Das Biokybernetische Konzept steht im Einklang mit den klassisch-vitalistischen Strömungen wie Hippokrates, A.T. Still und den östlichen Heilansätzen, und bezieht die neuesten Erkenntnisse aller Lebens- und Naturwissenschaften ein. Das inomt ist sich der Fehleranfälligkeit einer heuristischen Betrachtungsweise des Menschen, aufgrund der Komplexität biologischer Systeme, bewusst. Die vielfältigen Interventionsansätze der Biokybernetischen Osteopathie und die kritische Reflexion des jeweiligen Ergebnisses befähigen zur umfassenden Therapie und Einordnung des Menschen.

„Denken hilft!“

Inhaltsverzeichnis

Epilog - Einleitung.....	5
Anatomie und Physiologie der LWS	7
Anatomie in vivo.....	13
Funktionsuntersuchung.....	18
Iliosakralgelenk.....	32
Anatomie ISG.....	33
Untersuchung ISG.....	38
Behandlungstechniken ISG.....	49
Lovett´sche Regel	55
Allgemeinteile.....	60
Neuroanatomie	61
Die lumbale Bandscheibe.....	99
Die drei Syndrome	105
LBP = Low Back Pain = LWS-Schmerz	110
Korrekturtechniken	112
Muskel - Energie - Technik (M. E. T.).....	119
Stabilisation	120



Epilog - Einleitung

Wirbelsäule

„Χρη δε πρωτον μεν γινωσκειν
την φυσιν της ραχιος οιη τις
εστιν. ες πολλα γας νοουσηματα
προσδεοι αν αυτης“

Vor allem ist es notwendig, sich über den Zustand der Wirbelsäule
zu informieren, denn viele Krankheiten gehen von ihr aus!

Hippokrates (460-377 v C)
De articulis XLV

Hippokrates sah schon im 5. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung neben der Chirurgie und der damaligen Arzneitherapie in der „**Rhachiotherapie**“ einen Grundstein der Medizin. In seinem Werk über die Gelenke spricht er vom **Pararthremata**, was einer geringen Dislokation nahekommt.

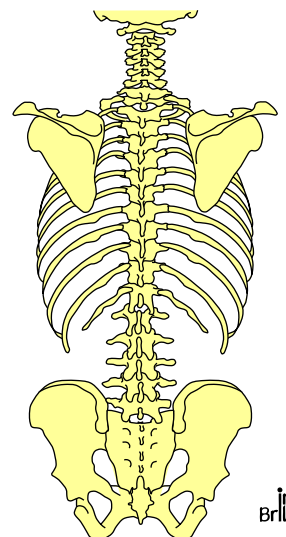
„Die Wirbel sind nicht viel, sondern nur ganz wenig verschoben...“
Wiederholt betont Hippokrates, dass „es notwendig ist, die Wirbelsäule gut zu kennen, da viele Erkrankungen mit der Wirbelsäule im Zusammenhang stehen und deshalb die Kenntnis für das Heilen vieler Erkrankungen notwendig ist.“

Wearland A. Die Chiropraktik und ihre Erfolge im Lichte der Menschheitsentwicklung. Humata, Bern-Freiburg-Salzburg, 1950.

Galenos, der griechische Leibarzt des Marc Aurel, schrieb über seine spondylotherapeutischen Erfahrungen ausführliche Berichte in seinem Buche „**De locis affectis**“.

Tagtäglich sehen wir in unserer Praxis Patienten mit Rückenschmerzen. Rückenbeschwerden sind die Volkskrankheit Nummer Eins und kosten Wirtschaft, Renten- und Krankenkassen sehr viel Geld. Spricht man mit Betroffenen und fragt sie nach ihrer Therapie, so wird man einer Vielzahl von vermeintlich „effektiven“ oder weniger „effektiven“ Therapien begegnen, wobei alle Behandlungsmethoden die gleiche oder annähernd gleiche Erfolgsquote zu haben scheinen.

Diese hohe Übereinstimmung an Erfolgen ist vielleicht auf die starke Selbstheilungstendenz des menschlichen Körpers zurückzuführen. So sind 44% aller Patienten mit akuten Lumbalgie nach einer Woche beschwerdefrei, 86% nach 4 Wochen und 92% nach 8 Wochen (Mc Kenzie).



92% aller „Lumbagopatienten“ sind also auch ohne Therapie nach 8 Wochen schmerzfrei. Braucht man als Therapeut 6 – 8 Wochen bis zur Beschwerdefreiheit eines Patienten, dann darf man eigentlich nicht von einem Therapieerfolg sprechen. Worauf wir Therapeuten Einfluss nehmen können, ist nicht die Tatsache der Besserung, sondern der Zeitraum, in dem diese eintritt.

Viele von Rückenschmerz geplagte Patienten leiden unter Rezidiven, also muss das Ziel der Therapie nicht nur die Schmerzfreiheit (welche auch ohne Therapie in den meisten Fällen erreicht wird) sondern auch das Vermeiden von Rezidiven sein.

Zur erfolgreichen Behandlung einer Symptomatik muss man die „Ursache“ (Korrelationen) angehen. Unglücklicherweise findet man aber bei den wenigsten Patienten mit Rückenbeschwerden einen eindeutigen Zusammenhang der Pathologie zu einem anatomisch, morphologischen Korrelat (Laut Nachemson findet man bei 85 % aller Rückenpatienten keine eindeutige Ursache).

Im Bereich der Lendenwirbelsäule gibt es viele Anomalien und Variationen, wie z.B. Lumbalisation, Sakralisation, Spina bifida occulta, etc. Die meisten davon bestehen seit Geburt, ohne dass diese Patienten dadurch jemals unter Problemen zu leiden hatten. Entsteht Rückenschmerz dann kurzfristig, können diese röntgenologisch diagnostizierten „Pathologien“ nicht der alleinige Grund der Probleme sein.

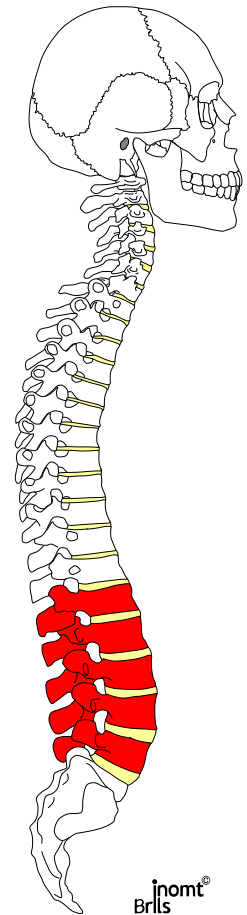
Fehlfunktionen eines Facettengelenks, Verschiebungen des Nucleus etc., sind Pathologien, die man auf einem normalen Röntgenbild nicht sieht, die aber massive Beschwerden verursachen können. Außerdem gibt es viele Arten von Rückenschmerz, deren Auslöser überhaupt nicht im Rücken (extravertebral), sondern beispielsweise viszeral oder zentralnervös lokalisiert sind.

Wird der Rückenschmerz wirklich durch den Rücken ausgelöst, muss die Symptomatik auch über den Rücken beeinflusst werden können. Das Problem des Patienten muss über einen Provokationstest reproduziert oder durch Therapie vermindert oder beseitigt werden können.

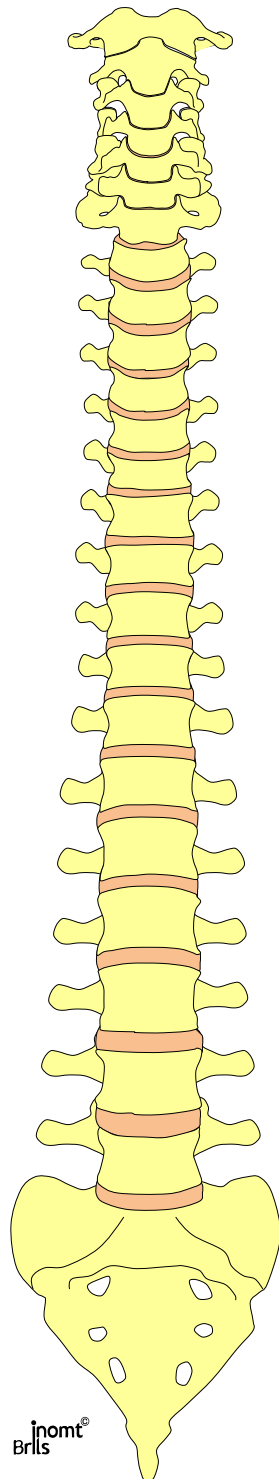
Eines muss uns immer klar sein: Nicht der Therapeut heilt, sondern der Körper jedes Patienten selbst. Die Selbstheilungskraft der Natur ist eine solch gewaltige Macht, dass sie für die Wiederherstellung von Strukturen und Funktionen normalerweise völlig ausreicht.

Wir Menschen verstoßen andauernd gegen natürliche Regeln und nehmen damit unserer Selbstheilungspotenz regelmäßig den Wind aus den Segeln. Therapeut bedeutet wörtlich übersetzt „sorgsamer Begleiter“ (Neudeutsch: „Coach“) und nicht „Heiler“. Es gibt auch keine „Wunderheiler“, aber wunderbare Heilungen.

Unsere Aufgabe als Physiotherapeut ist es, auf physischem Gebiet den Patienten auf dem Weg der Heilung zu begleiten. Es wird allerdings gerade bei Rückenpatienten deutlich, dass physische und psychische Begleitung in keinsten Weise zu trennen sind.



inomt®
Brils



Anatomie und Physiologie der LWS

ZITAT:

*KRANKHEITEN BEFALLEN UNS NICHT
AUS HEITEREM HIMMEL, SONDERN
ENTWICKELN SICH AUS TÄGLICHEN
SÜNDEN WIDER DIE NATUR.
WENN SICH DIESE GEHÄUFT
HABEN, BRECHEN SIE UNVERSEHENS
HERVOR.*

HIPPOKRATES

Anatomie und Physiologie der LWS

Zum Verständnis des Baus der Wirbelsäule ist es wichtig zu wissen, welchen Ansprüchen diese genügen muss.

Einerseits hat die Wirbelsäule rein mechanische Aufgaben, wie Stabilität, Mobilität und Schutz des Rückenmarks. Zum anderen hat die Wirbelsäule auch eine neurophysiologische Funktion.

Mechanische Aufgaben:

Mobilität und Stabilität scheinen zunächst sich widersprechende Anforderungen zu sein. Trotzdem gelingt bei relativ hoher Beweglichkeit, welche durch die Summation der Bewegungen vieler Bandscheiben und Facettengelenke erreicht wird, die funktionelle Stabilisation der Wirbelsäule. Stabilisierende Faktoren des Rückgrats sind der spezifische Bau der knöchernen Strukturen, Kapseln, Ligamente und Muskulatur.

Weiterhin schützt die Wirbelsäule das empfindliche Rückenmark vor mechanischen Einflüssen.

Neurophysiologische Aufgaben:

Die Wirbelsäule mit ihren reichlich innervierten Gelenken, Ligamenten und Muskeln ist ein wichtiger Informant des ZNS über Raumstellung und -bewegung des Körpers.

Allgemeiner Bau der Wirbelsäule:

Betrachtet man die Wirbelsäule einer erwachsenen Person von der Seite, fallen zuerst die Krümmungen auf. Normalerweise findet man eine zervikale Lordose, eine thorakale Kyphose und eine lumbale Lordose. Diese Krümmungen sind individuell sehr unterschiedlich ausgeprägt und ändern sich auch im Laufe des Lebens.

Der physiologischen „neonatalen Beugehaltung“ folgt bei normaler neuromotorischer Entwicklung zunächst die Zunahme des Extensoren-Tonus. Dies und der Übergang von der quadrupeden zur bipeden Fortbewegung bedingen die Ausprägung der physiologischen Schwingungen der Wirbelsäule. Die endgültige Fixation der Wirbelsäulenform ist etwa mit dem zehnten Lebensjahr abgeschlossen, wobei selbstverständlich auch im späteren Leben eine Adaptation der Strukturen an spezifische Anforderungen möglich bleibt.

Wirbelsäulen weisen auch Skoliosen als seitliche Krümmungen auf, welche allerdings nicht unbedingt als pathologisch anzusehen sind. Da sie bei etwa 90 % der Bevölkerung auftreten und bei weitem nicht immer klinisch relevant sind.

Bau der Lendenwirbelsäule

Knöcherne Strukturen:

Die knöcherne Lendenwirbelsäule besteht aus 5 Wirbeln, wobei der fünfte Lendenwirbel häufig Anomalien, wie teilweise oder vollständige Sakralisation oder Variationen der Stellung seiner Facies articulares inferiores aufgrund der Lumbalisation des ersten Sakralwirbels, aufweist. Diese Veränderungen müssen nicht unbedingt Probleme auslösen. Seine Stellung als Übergangswirbel passt die Form von L5 den gegebenen Erfordernissen an.

Der lumbale Wirbel, **Vertebra lumbalis**, weist bestimmte anatomische Merkmale auf:

Der Wirbelkörper (**Corpus vertebrae**) ist annähernd nierenförmig. Nach oben und unten wird er durch Deck- und Trageplatten (**vertebrale Endplatten**) abgeschlossen. Diese bestehen aus einer Ringapophyse (Randleiste), **Epiphysis annularis**, und einem knorpligen Mittelteil, der Bestandteil des Discus intervertebralis ist.

Über zwei kurze Stiele, die **Pediculi arcūs vertebrae**, ist der Wirbelkörper mit seinen Gelenkfortsätzen, **Processūs articulares**, verbunden. Die Gelenkfortsätze zweier Wirbel bilden die Facettengelenke, welche in der Lendenwirbelsäule hauptsächlich in einer **sagittalen Ebene** ausgerichtet sind.

Eine **Ausnahme** hierzu bilden die Gelenke zwischen L5 und S1. Diese stehen vermehrt in der frontalen Ebene. Aufgrund dieser Ausrichtung wird ein Abgleiten des fünften Lendenwirbels vom Promontorium des Os sacrum verhindert.

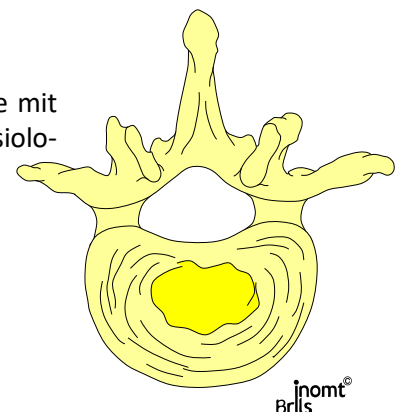
In der Regel erfolgt die **Innervation der Gelenkkapsel** zum einen durch den medialen Ast des Ramus dorsalis zweier benachbarter Segmente, zum anderen durch den Ramus meningeus und perivaskuläre Nerven.

Über die **Laminae arcūs vertebrae** ist der **Processus spinosus** mit den Gelenkfortsätzen verbunden.

Die Größe der lumbalen Wirbelkörper und ihrer Spinosi lässt darauf schließen, dass hohe Kräfte auf diesen Bereich wirken. Normalerweise bräuchten die knöchernen Strukturen viel Masse, um diesen Kräften widerstehen zu können. Um Gewicht zu sparen, arbeitet der Körper hier allerdings in „Leichtbauweise“. Statt kompakter Masse wird ein Balkensystem, die **Spongiosa**, benutzt. Die Ausrichtung dieser Spongiosa folgt der Belastung.

Ligamente:

Eine Aufgabe der Ligamente ist die Stabilisation der Wirbelsäule, bei der sie mit der Muskulatur zusammenarbeiten. Eine weitere Funktion ist die neurophysiologische Steuerung der Wirbelsäulenbewegungen.



An der Vorderseite der Wirbelkörper verläuft über die gesamte Länge der Wirbelsäule das **Ligamentum longitudinale anterior**. Dieses fixiert sich direkt an den Wirbelkörpern. Mit einer Breite von ca. 2 cm und einer Dicke von etwa 2 mm ist es eines der kräftigsten Bänder im Bereich der Wirbelsäule. Es wird über den **Ramus communicans griseus und afferente Neuronen**, die den gleichen Weg nehmen, innerviert.

An der Hinterseite der Wirbelkörper im Inneren des Wirbelkanals verläuft das **Ligamentum longitudinale posterior**. Im Bereich der Bandscheibe verbreitert es sich und stellt deren dorsalen Abschluss dar und ist auch lose mit den Wirbelkörpern verbunden. Dieses Ligament ist sehr stark nozizeptiv innerviert. Das ist vor dem Hintergrund, dass die meisten Discusprotrusionen im Bereich dieses Ligaments stattfinden, biokybernetisch logisch. Die Innervation erfolgt polysegmental und bilateral über den **Ramus meningeus**.

Den dorsalen Abschluss des Wirbelkanals bildet das **Ligamentum flavum**. Als einziges Band der Wirbelsäule besitzt dieses Ligament überwiegend Elastin, etwa 80% dieses Bandes bestehen aus elastischen Fasern.

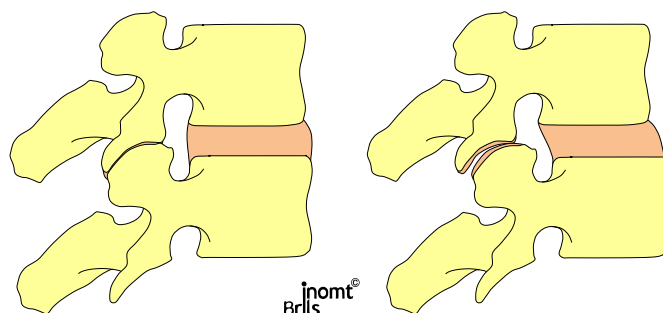
Diese hohe Elastin-Konzentration begründet sich wahrscheinlich darin, dass dieses Band eine weite Flexionsbewegung zulassen muss. Bestünde es hauptsächlich aus Kollagen, wäre dieses Band sehr lang und müsste sich bei Annäherung, einer Extensionsbewegung, zusammenfalten. Diese Falten könnten neurale Strukturen bedrängen. Elastin kann die Bewegung zulassen und wird trotzdem bei Annäherung das Rückenmark nicht komprimieren. Zusätzlich trägt die hohe Elastin-Konzentration aufgrund des großen kinetischen Speicherpotentials elastischer Fasern zur Bewegungs-Ökonomisierung bei.

Das Lig. flavum wird von dorsal durch den **medialen Ast des Ramus dorsalis** und von innen vom **Ramus meningeus** innerviert.

Im Bereich der Procc. spinosi findet man die **Ligamenta interspinalia** und **Ligamentum supraspinale**. Diese Bänder werden vom **medialen Ast des Ramus dorsalis** nur sehr schwach nozizeptiv innerviert.

Die **Ligamenta intertransversaria** verbinden die Procc. transversi zweier Segmente. Auch diese Bänder werden durch den **medialen Ast des Ramus dorsalis** innerviert.

Die beiden unteren Wirbel L4 und L5, sind mit dem Beckengurt durch die **Ligamenta iliolumbalia** stark fixiert. Durch seinen Faserverlauf hemmt der **obere** Bandzug (Fascia thoracolumbalis), der vom Os ilium zum Proc. costarius von L4 läuft, die Flexion. Der **untere** Bandzug, der zwischen Os sacrum, Os ilium und Proc. costarius von L5 zieht, hemmt die Extension der Lendenwirbelsäule. Desweiteren hemmen **beide** Bänder sowohl die Lateralflexion als auch die Rotation.



Muskulatur:

Im Bereich der Wirbelsäule unterscheidet man die autochthone von der allochthonen Muskulatur.

Autochthon bedeutet, dass diese Muskeln genau dort liegen, wo sie sich ontogenetisch entwickelt haben, nämlich neben der Wirbelsäule. Autochthone Muskeln sind alle Anteile des **M. erector spinae**.

Die **allochthone** Muskulatur hat sich vom Ort ihrer Entwicklung entfernt. Hier sind Rückendeckmuskeln wie z.B. der M. latissimus dorsi, aber auch die gesamte **Muskulatur der Extremitäten** und die **ventrale Rumpfmuskulatur** zu nennen.

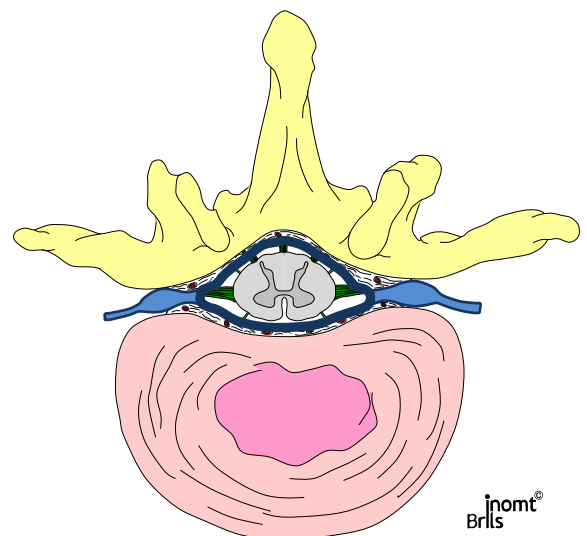
Der **Hauptunterschied** zwischen den beiden Muskelgruppen liegt in deren **Innervation**. Während die **autochthonen** Muskeln durch den **Ramus dorsalis** der Spinalnerven innerviert werden, beziehen sämtliche **allochthonen** Muskeln des Körpers ihre Innervation aus dem **Ramus ventralis**.

Autochthone Muskulatur:

Die autochthone Muskulatur wird in einen medialen und einen lateralen Trakt eingeteilt, die beide in einer bindegewebigen Hülle, der Fascia thoracolumbalis verlaufen, diese verliert sich in der mittleren BWS.

Den deutlichsten stabilisierenden Einfluss auf die Wirbelsäule hat die rotatorisch wirksame Muskulatur, daher ist es für das Folgende ausreichend, nur diese zu besprechen. Das **transversospinale System des medialen Trakts** ist im Bereich der Lendenwirbelsäule das einzige Rotatorensystem.

Dieses verläuft vom kaudalen Proc. transversus zum kranialen Proc. spinosus und kann ein bis vier Bewegungssegmente überbrücken. Da die Richtung der Rotation nach dem kranialen Segment benannt wird, initiiert eine **unilaterale** Kontraktion dieser Muskulatur eine **heterolaterale** Rotation, die **bilaterale** Anspannung bewirkt die **Extension** der Wirbelsäule.



inomt®
Brils

Allochthone Muskulatur :

Weitere wichtige aktive Stabilisatoren der Wirbelsäule sind die **Bauchmuskeln**: M. rectus abdominis, M. transversus abdominis und die Mm. obliquus abdominis internus und externus.

Die **beste stabilisierende** Wirkung haben die **drei Letztgenannten**, so dass für die Stabilisation über die Bauchmuskulatur die rotatorische Komponente betont werden sollte.

Als **tiefe paravertebrale** Muskeln werden der M. quadratus lumborum und der M. psoas major bezeichnet. Der **M. quadratus lumborum** besteht aus drei Blättern mit unterschiedlichen Faserverläufen, dies muss bei der Dehnung dieses Muskels berücksichtigt werden.

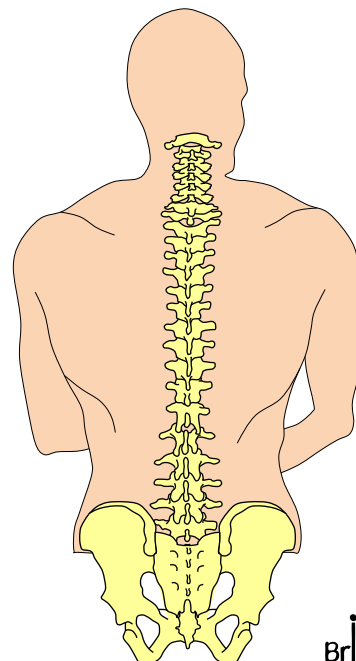
Der als primärer Hüftbeuger betrachtete **M. psoas major** nimmt ebenfalls Wirkung auf die Lendenwirbelsäule. Durch seinen Zug nach ventral sorgt er für eine Hyperlordosierung der Lendenwirbelsäule, während er bei fixierter LWS auch für eine Flexion im lumbosakralen Bereich sorgt. Außerdem bewirkt er bei einseitiger Spannung eine heterolaterale Rotation.

Bewegungen der Lendenwirbelsäule:

Die Bewegungen der Lendenwirbelsäule sind von vielen verschiedenen Faktoren abhängig. Alle vorher erwähnten Strukturen bestimmen das Bewegungsausmaß der Lendenwirbelsäule.

Die Bewegungen werden durch einen **ventralen Bewegungspfeiler**, gebildet aus den benachbarten Wirbelkörpern und dem Discus intervertebralis und den dorsal liegenden Facettengelenken geführt. Da diese Strukturen aber eine große anatomische Variabilität aufweisen, ist die Bestimmung von Bewegungsachsen und -ebenen nicht genau möglich.

Bewegungen können in **allen drei Ebenen**, also Flexion und Extension, Lateralflexion und Rotation stattfinden.

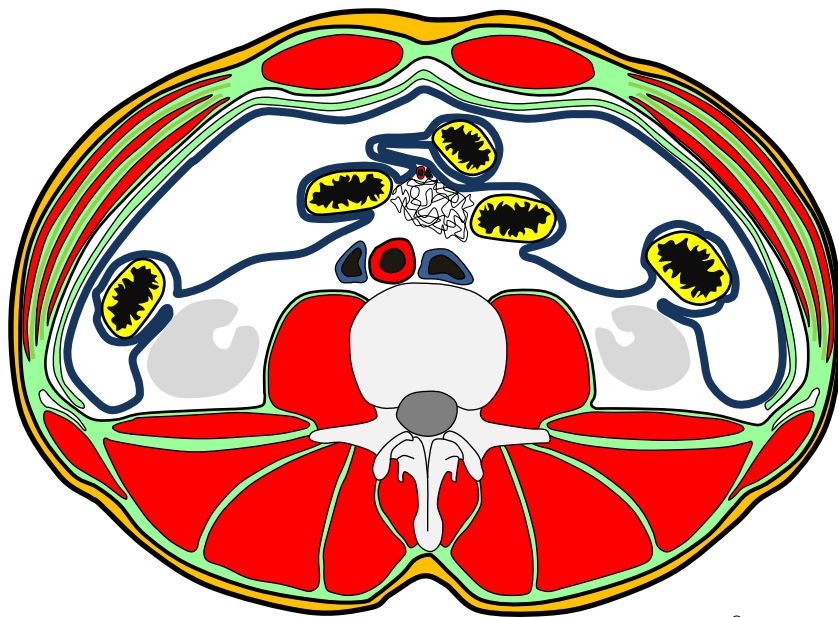


Anatomie in vivo

ZITAT:

*DER WAHRE ZWECK EINES BUCHES IST,
DEN GEIST HINTERRÜCKS ZUM EIGENEN
DENKEN ZU VERLEITEN.*

CHRISTOPHER DARLINGTON MORLEY



inomt[®]
Brills

Anatomie in vivo

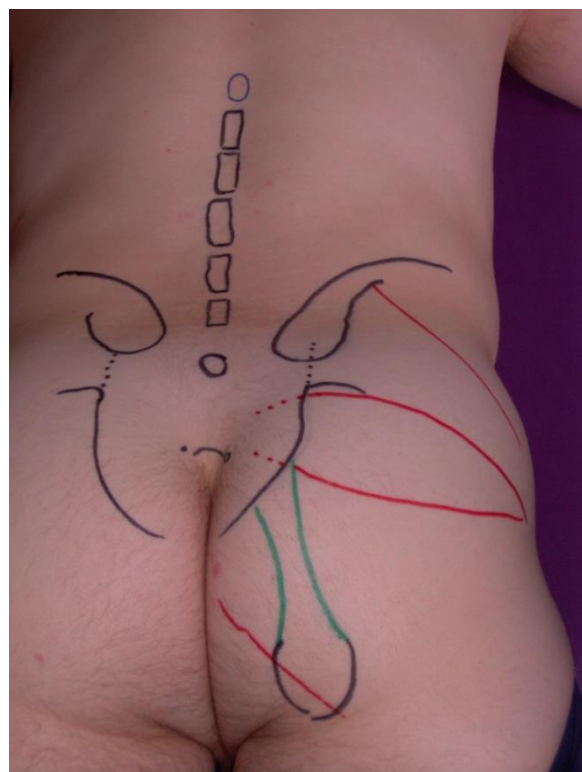
Dorsale Seite:

Der Patient liegt auf dem Bauch.

Zunächst sucht man die **Spinae iliacae posteriores superiores (SIPS)**. Diese sind relativ leicht zu finden, da an der SIPS die Körperfaszie anhaftet und sich somit darunter weder Bindegewebe noch Fett ansammeln können. Häufig sind in diesem Bereich zwei Grübchen sichtbar. Am besten findet man die SIPS, indem man eine flache Hand etwas seitlich und oberhalb des Os sacrum auf den Rücken legt. Unter der Hand wird man eine deutliche Knochenspitze spüren können. Legt man nun seinen Zeigefinger etwa 3 cm unter die soeben gefundene Spitze und tastet nach kranial, so stößt man an eine Kante. Dies ist die **kaudale Begrenzung** der SIPS, welche in etwa auf Höhe von S 2 liegt.

Um das Os sacrum zu palpieren, setzt man die Finger direkt auf die Mitte des Sakrums und tastet von dort aus nach lateral, bis man in der Tiefe keinen Knochen mehr spüren kann. Nun versucht man, die nach außen konvexe Form des Sakrums nachzuvollziehen. Dabei ist es wichtig, von kranial zu tasten, damit nicht zu viele Weichteile das Bild verzerren. Tastet man entlang des Randes nach kranial, spürt man, wie der Knochen nach lateral weiterläuft. An der Stelle, an der die konvexe Form eher konkav nach außen weiterläuft (etwa 2 - 3 cm kaudal der SIPS), liegt die **Spina iliaca posterior inferior (SIPI)**. Sie lässt sich nicht tasten, sondern nur lokalisieren.

Tastet man weiter nach lateral, wird man immer noch Knochen spüren, allerdings nicht mehr das Os sacrum, sondern das **Os ilium**. Zwischen SIPS und SIPI befindet sich das **Iliosakralgelenk (ISG)**, dessen Palpation allerdings durch die tiefe Lage und überdeckende Strukturen (Os ilium, M. gluteus maximus, Kapsel - Bandapparat) nicht möglich ist.



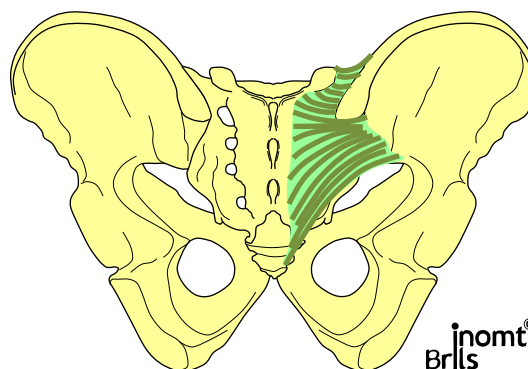
Mitten auf dem Sakrum verläuft die **Crista sacralia mediana**, die sich als raue Knochenleiste darstellt. Sie wird aus den rudimentären Processi spinosi gebildet. Verfolgt man diese Crista nach kaudal, trifft man schon nach Beginn der Analfalte, etwas weiter nach lateral versetzt auf die beiden **Cornua sacralia**, die das Ende der **Crista sacralia intermedia** darstellen. Zwischen den Cornua sacralia befindet sich der **Hiatus sacralis**.

Nun verfolgt man die ischiocrurale Muskulatur zu ihrem Ursprung, dem **Tuber ischiadicum**. Dessen untere Kante leicht abzugrenzen ist. Man palpiert nun weiter nach kranial und medial bis man nicht mehr den Knochen, sondern eine zwar derbe, aber nicht wirklich harte Struktur, das **Lig. sacrotuberale**, spürt. Hier markiert man den oberen Rand des Tuber. Das Lig. sacrotuberale nimmt am Os sacrum einen sehr breiten flächigen Ursprung, der sich zu einem fingerdicken, sehr festen Strang verdreht und am Tuber ischiadicum wieder etwas breiter inseriert.

Auf der lateralen Seite des Beines spürt man in Höhe der Unterkante des Os sacrum den **Trochanter major**, dessen oberer Rand eingezeichnet wird. Möchte man sich vergewissern, ob man die richtige Struktur gefunden hat, kann man das Bein in Innen- und Außenrotation bewegen, wobei die Bewegung des Trochanter major unter der tastenden Hand zu spüren ist. Von der ventralen Seite des Sakrums zum oberen Rand des Trochanter verläuft der **M. piriformis**, der jedoch im Normalfall nur lokalisiert und nicht palpiert werden kann, da er vom dicken M. gluteus max. überdeckt wird und in der Tiefe kaum von diesem zu differenzieren ist.

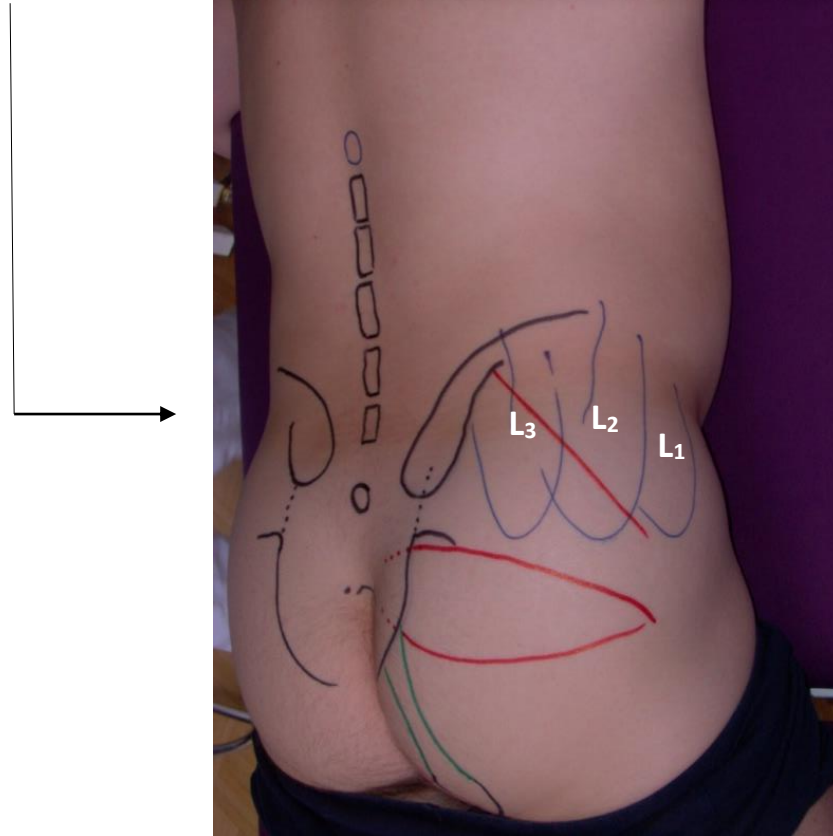
Um den Verlauf des **M. gluteus maximus** zu lokalisieren, orientiert man sich an dessen Ursprung. Er entspringt kranial unter anderem an der SIPS. Seine oberflächlichen Fasern verlaufen in Richtung des Trochanteris majoris, strahlen in den Tractus iliotibialis ein und dynamisieren diesen. Zwischen SIPS und Trochanter major liegt in etwa die **obere Begrenzung** des M. gluteus max. Vom **kaudalen** Ursprung, der Unterkante des Os sacrum, zieht man nun eine Parallele zur oberen Begrenzung und findet somit den unteren Rand des M. gluteus max.

Nun sucht man die Muskelbäuche der Mm. ischiocrurales. Diese verfolgt man nach kranial bis zu ihrem Ursprung am Tuber ischiadicum. Daraufhin wird man bemerken, dass der laterale Rand der ischiocruralen Muskeln etwa im Bereich der Gesäßfalte unter dem M. gluteus max. verschwindet. Zwischen diesen beiden Muskeln entsteht eine Muskellücke, in welcher der **N. ischiadicus** lokalisiert werden kann (**Valleix'scher Punkt**).



inomt®
Brlls

Am leichtesten findet man die **Crista iliaca**, wenn man die SIPS nach kranial verfolgt. Man kann die mediale Kante und auch die laterale Kante der Crista verfolgen und wird feststellen, dass die Crista im Bereich der SIPS relativ breit beginnt und sich in ihrem weiteren Verlauf immer weiter verjüngt. Auf der Knochenkante, welche diese Crista bildet, spürt man feine „Stränge“, die häufig mit Myogelosen verwechselt werden. Es handelt sich hierbei jedoch um Hautnerven, die das Gesäß versorgen, die **Nn. cluniei superiores**.



Verschiedene Muskeln finden an der Crista ilaca ihren Ansatz, so kann durch eine kombinierte Innenrotation und Retroversion des Armes der **M. latissimus dorsi** sicht- bzw. tastbar gemacht werden, wobei die laterale Kante am einfachsten zu finden ist. Weiter ventral ist der **M. obliquus abdominis externus** tastbar. Zwischen beiden Muskeln findet man das **Trigonum lumbale**, einen wichtigen Punkt für die Bindegewebsmassage. Das Trigonum lumbale ist vom **M. obliquus abdominis internus** muskulär unterlegt.

Die Palpation der **Procc. spinosi** der lumbalen Wirbelsäule gestaltet sich aufgrund individueller Abweichungen (52 % Anomalien) und häufig vorkommender Bindegewebszonen im Beckenbereich schwierig. Es gibt jedoch einige anatomische Topica, welche Hinweise auf die Lokalisation der Procc. spinosi geben:

Der Proc. spinosus von **S2** befindet sich etwa auf Höhe der Unterkante der **SIPS**.

Von allen lumbalen Spinosi weist **L5** die **geringste Größe** auf.

Der Spinus von **L4** liegt etwa auf Höhe der **Oberkante** der **Crista iliaca**. Auf diese Aussage kann man sich jedoch **nicht** mit Sicherheit verlassen, wenn man alleine die unterschiedliche Beckenform von Männern und Frauen berücksichtigt.

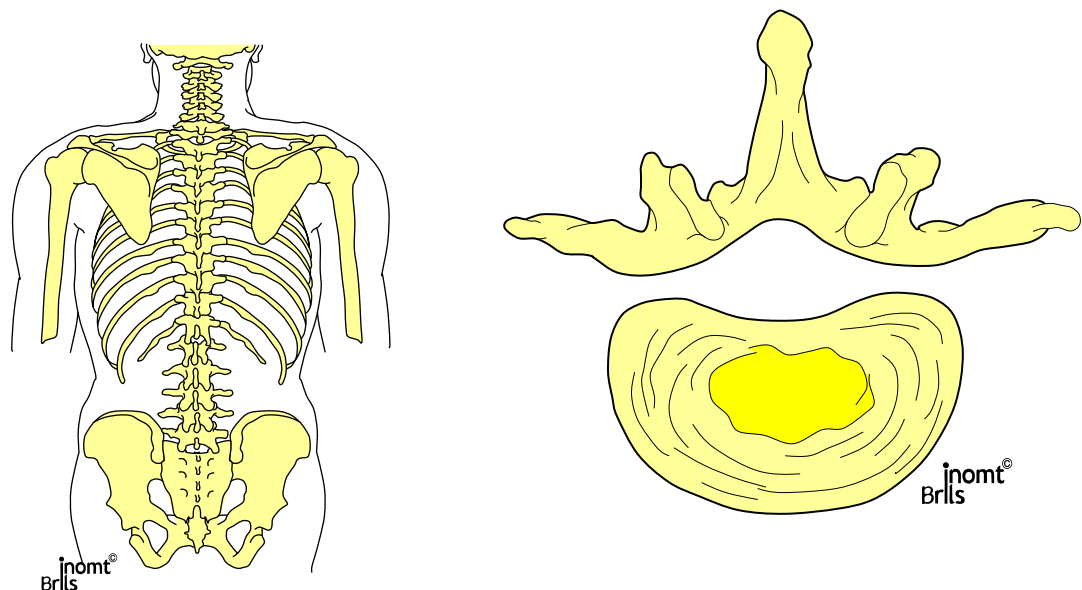
Die Procc. spinosi **L4** bis **L1** tastet man als dicke, beinahe **kastenförmige** Knochen, welche auf Grund der lordotischen Haltung der LWS nur durch einen sehr schmalen, oft schwer zu palpierenden Spalt voneinander getrennt sind.

Der **Abstand** zwischen **L1** und **Th12** ist häufig wesentlich **größer** als in sämtlichen lumbalen Segmenten.

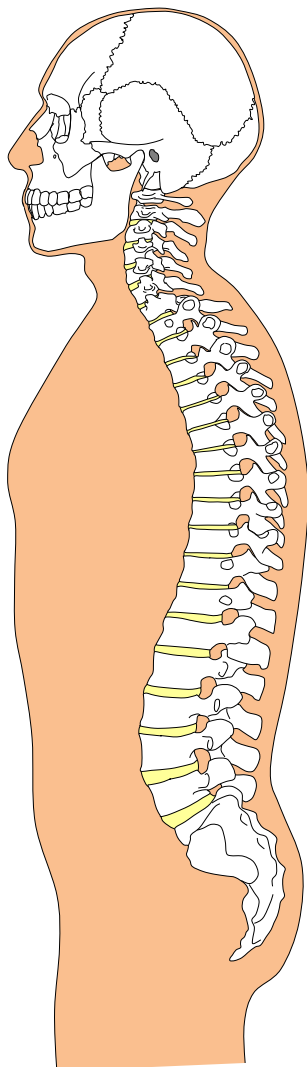
Der Proc. spinosus von **Th12** ist meistens **kleiner** und **spitzer** als der Spinus von **L1**.

All diese Hinweise geben jedoch nur einen **groben Anhaltspunkt**, so dass eine genaue Bestimmung der Segmente nur möglich ist, indem man sämtliche Spinosi bis zur HWS abzählt. Einen relativ sicheren Anhaltspunkt bietet dann C6, da dessen Spinus bei einer Extension der HWS nach ventral verschwindet.

Die **elfte und zwölfte Rippe** sind die einzigen Rippen, die nicht fest mit dem Sternum verwachsen sind (Die 10. Rippe mist in 75% auch als freie Rippe angelegt). Um diese beiden freien Rippen zu finden, palpiert man am besten zunächst die **Knorpelspange**, welche die 6. – 10. Rippe mit dem Sternum verbindet. Verfolgt man deren Unterkante nach dorsal, trifft man auf die Spitze der elften Rippe, an deren Unterkante man ebenfalls nach dorsal tastet, bis man die Spitze der zwölften Rippe findet. In seltenen Fällen fehlt diese 12. Rippe (Lumbalisation von Th12) oder ist auch der Wirbel L1 mit einer zusätzlichen Rippe versehen.



Funktionsuntersuchung



inomt®
Brils

ZITAT:

*AUF IDEEN KANN NIEMAND AN-
SPRUCH ERHEBEN; SIE GEHÖREN
DEM, DER SIE AM BESTEN FORMU-
LIERT.*

EMILIO CECCHI

Untersuchung

Aspezifische Funktionsuntersuchung

- a. Aktiv
- b. Assistiv
- c. Assistiv mit segmentaler Betonung
- d. Passiv
- e. Passiv mit segmentaler Betonung
- f. Provokations- und Entlastungstests
- g. Provokations- und Entlastungstests mit segmentaler Betonung

Spezifische Funktionsuntersuchung

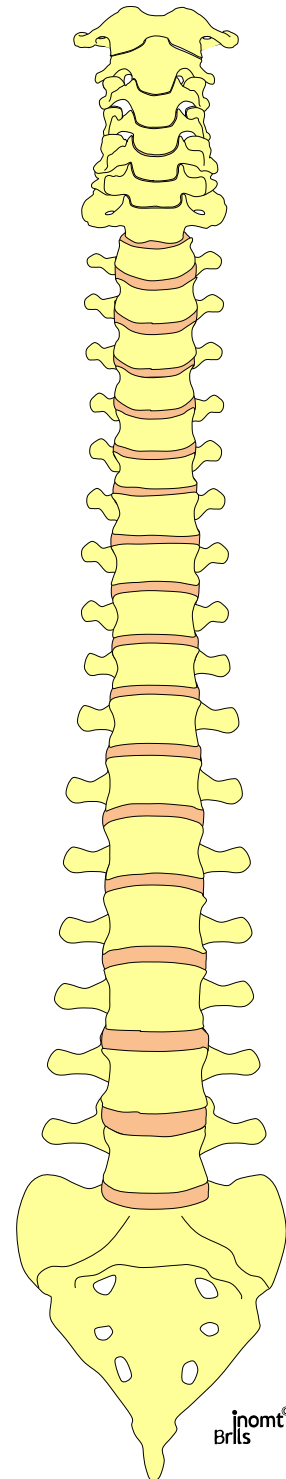
- a. Arthrogene segmentale Funktionsuntersuchung
 - Bewegungsgefühl
 - Endgefühl
 - Provokation
- b. Myogene Funktionsuntersuchung
- c. Neuromeningeale Funktionsuntersuchung
- d. Neurologische Untersuchung

Untersuchung der segmentalen Ausbreitung

- a. Haut
- b. Unterhautbindegewebe
- c. Durchblutung

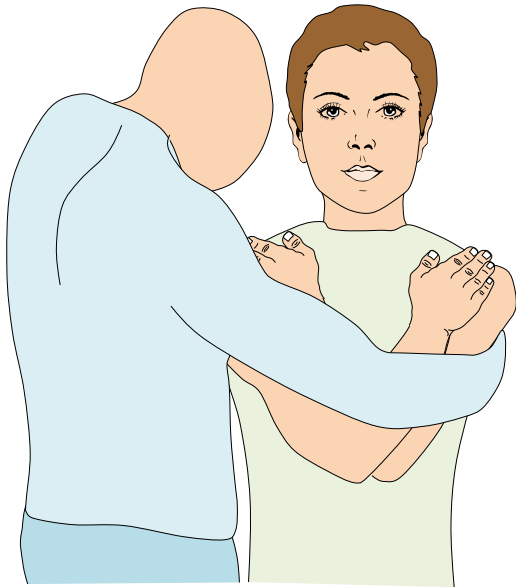
Energetische Untersuchung

- z. B. Blasenmeridian

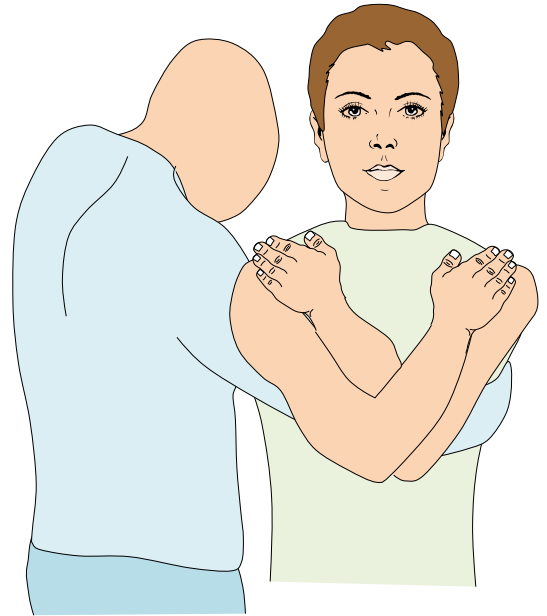


Griffvariationen der belasteten Funktionsuntersuchung LWS

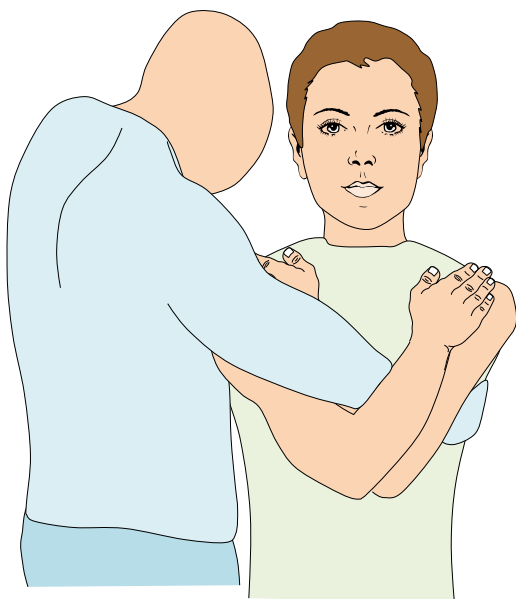
Oben



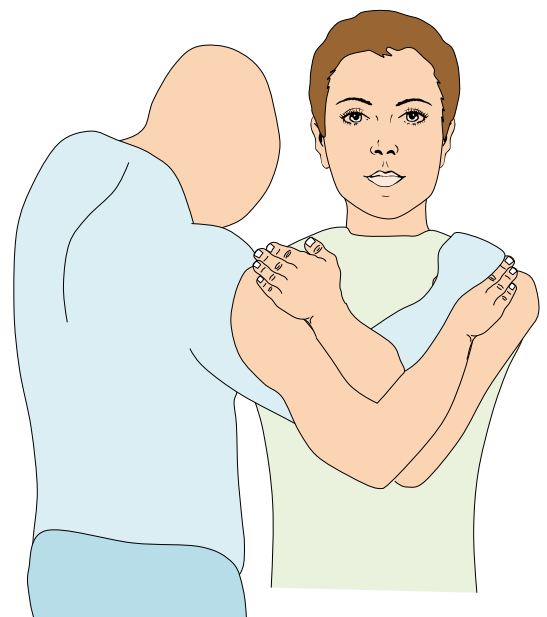
Unten



Oben-Unten



Unten-Oben

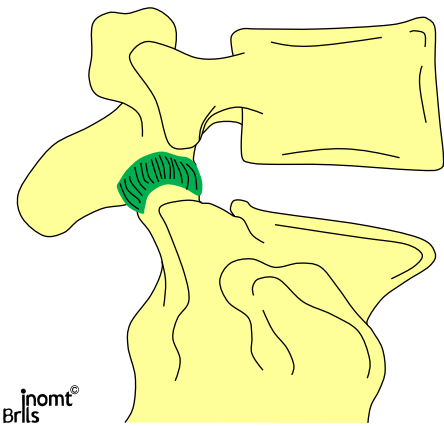


*Passiv mit starker segmentaler Betonung, unbelastet
Extension*



*Passiv mit starker segmentaler Betonung, unbelastet
Extension*





Mehrdimensional

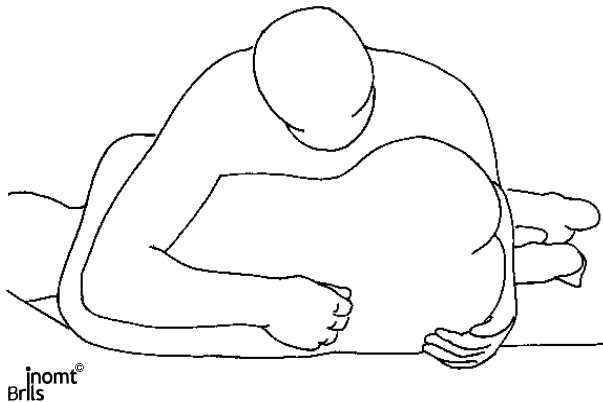
*Passiv mit starker segmentaler Betonung, unbelastet
Flexion, Lateralflexion, homolaterale Rotation*



*Passiv oder assistiv,
Extension, Lateralflexion, homolaterale Rotation*

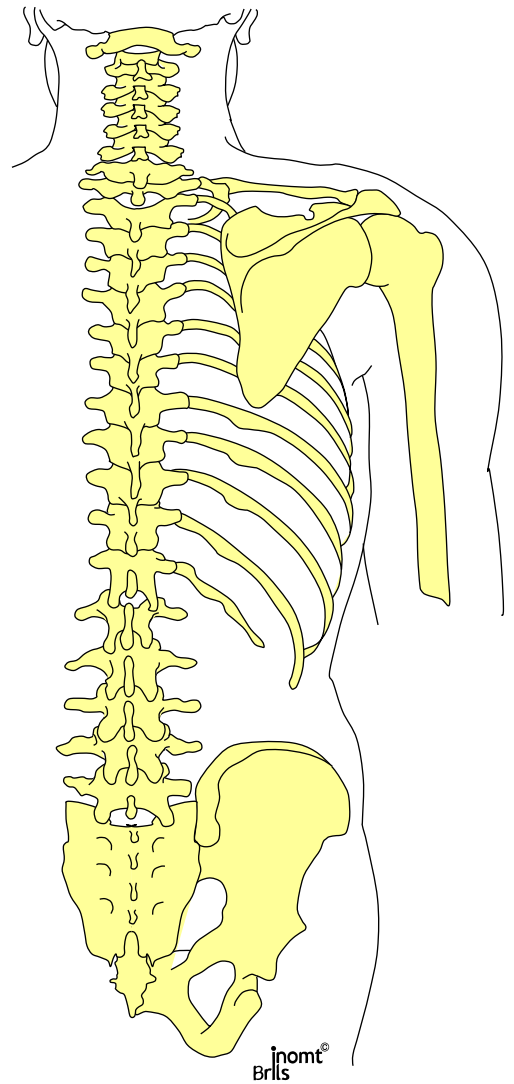


*Passiv oder assistiv,
Flexion, Lateralflexion, heterolaterale Rotation*

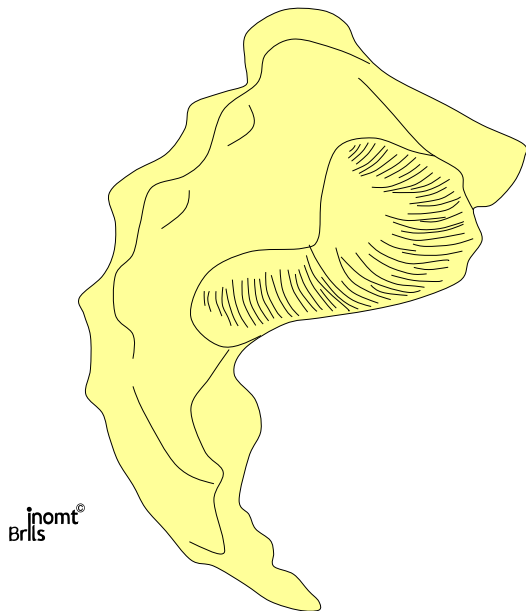


*Passiv mit starker segmentaler Betonung, unbelastet
Extension, Lateralflexion, heterolaterale Rotation*





Iliosakralgelenk



inomt®
Brils

ZITAT:

*KRANKHEITEN BEFALLEN UNS NICHT
AUS HEITEREM HIMMEL, SONDERN
ENTWICKELN SICH AUS TÄGLICHEN
SÜNDEN WIDER DIE NATUR.
WENN SICH DIESE GEHÄUFT
HABEN, BRECHEN SIE UNVERSEHENS
HERVOR.*

HIPPOKRATES

Anatomie ISG

Der Übergangsverbindung zwischen Wirbelsäule und unteren Extremität wird häufig eine große Bedeutung bei der Entstehung von Rückenpathologien beige-messen. Der Beckengurt formt mit dem lumbosakralen Übergang und den Hüftgelenken eine **funktionelle Einheit**, die als **LBH-Region** (Lende-Becken-Hüft-Region) bezeichnet wird.

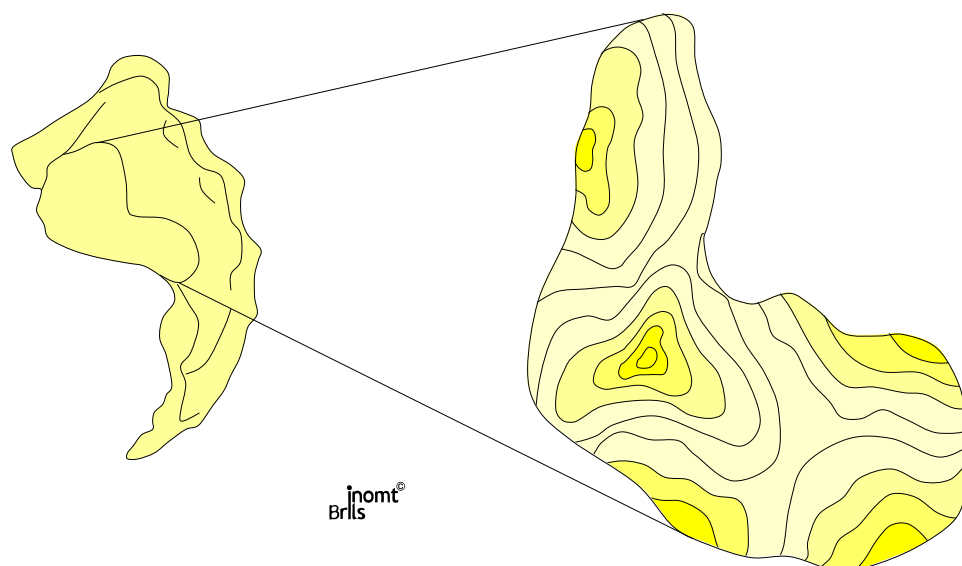
Die Form und Funktion des Beckens ist abhängig von der Entwicklung der lumbalen Wirbelsäule. Bei einer stark lordosierten LWS steht das Sakrum horizontaler zum Ilium. Man spricht dann von einem **dynamischen Becken**, dessen Beweglichkeit grösser als bei einem **statischen Becken** ist, dabei steht das Sakrum steiler zwischen den Beckenschaukeln.

Die gesamte Wirbelsäule unterlag in der phylogenetischen Entwicklung einem deutlichen funktionellen und damit auch strukturellen Wandel. Diese Funktionsänderung wurde notwendig, da sich die Fortbewegung vom quadrupeden zum bipeden Gang änderte. Hieraus resultierte eine Änderung von Belastungs- und Bewegungsansprüchen.

So muss das ISG nun das Gewicht des Rumpfes und der oberen Extremitäten auf die Beine übertragen. Um dieser Aufgabe gerecht werden zu können, findet man adaptationsbedingte stabilisierende Merkmale in der Anatomie.

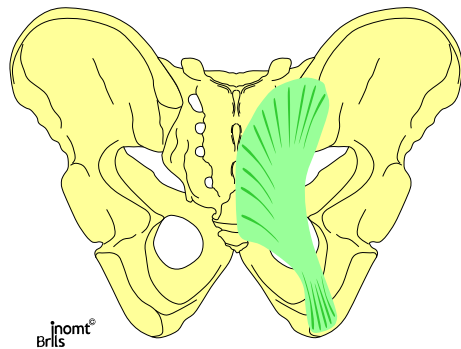
Betrachtet man die Form des Os sacrum, findet sich eine **deutliche Keilform**, welche in Einheit mit dem Becken als selbstschließendes System wirkt.

Ein zweiter wichtiger Faktor zur Stabilisation ist die **Form der Gelenkoberflächen**. **Am Sakrum** befindet sich eine ca. **3 mm dicke hyaline Knorpelschicht**. An der Facies auricularis des **Os ilium** trifft dieser auf einen ca. **1 mm dicken hyalinen Knorpel**, der von dichten Kollagenbündeln durchsetzt ist, die ihn **wie Faserknorpel erscheinen** lassen. Durch ihre wellenförmige Oberfläche greifen diese Knorpelanteile zahnradartig ineinander und verhindern so ein Abrutschen des Sakrums gegenüber dem Ilium.



Des Weiteren wird der lumbosakrale Übergang ligamentär fixiert. Die Bandstrukturen hierfür sind:

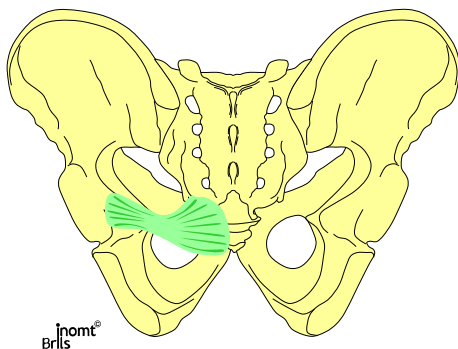
1. **Ligamentum sacrotuberale**



inomt®
Brlls



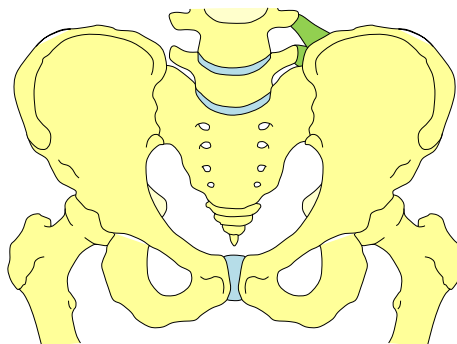
2. **Ligamentum sacrospinale**



inomt®
Brlls



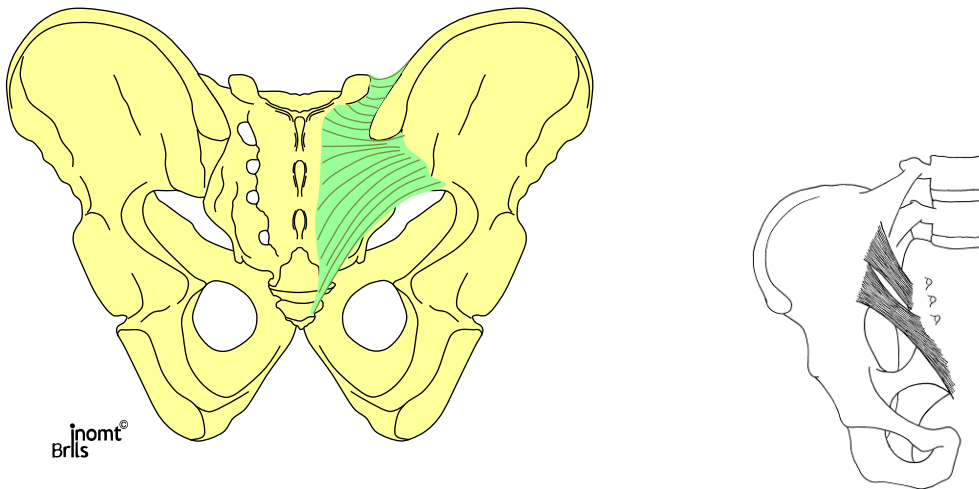
3. **Ligamenta iliolumbalia inferior und superior (und Fascia thoracolumbalis)**



inomt®
Brlls



4. Die in der Membrana fibrosa der Gelenkkapsel liegenden ventralen und dorsalen **Ligamenta iliosacralia**



Weiterhin wird das ISG **muskulär** dynamisch **stabilisiert**, daran sind hauptsächlich die folgenden Muskeln beteiligt:

M. gluteus maximus

M. piriformis

M. iliopsoas

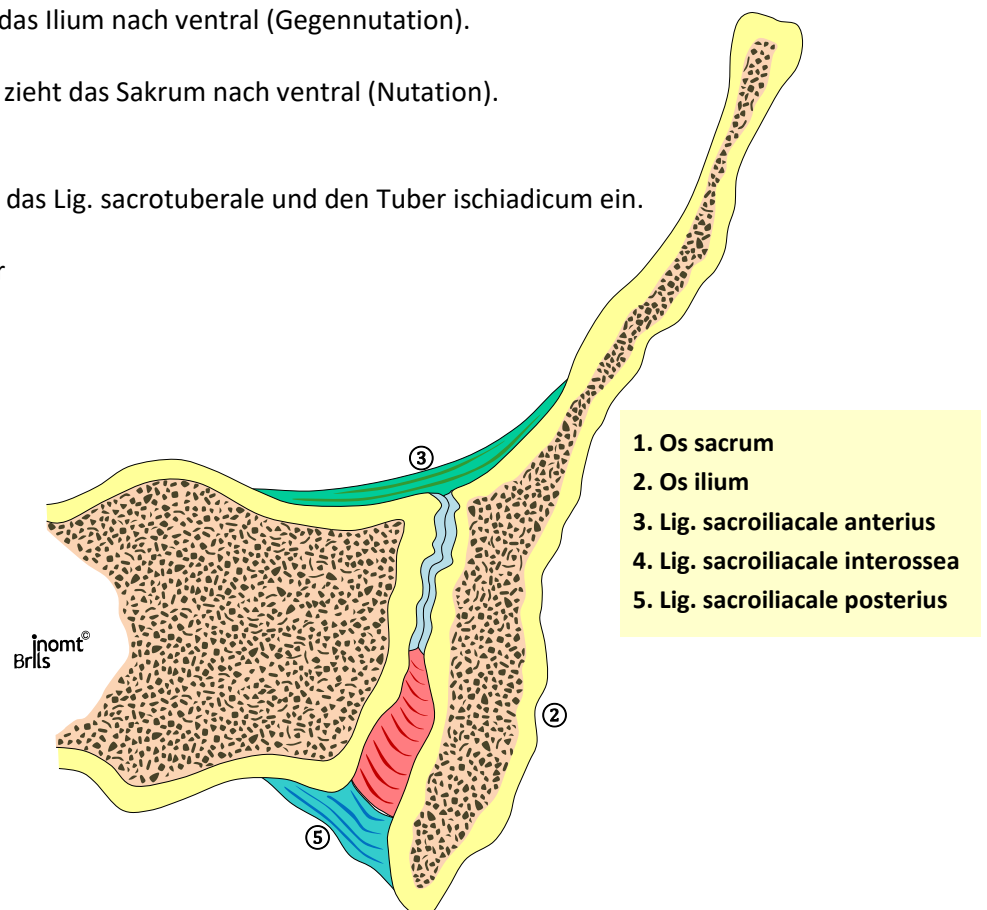
Der M. iliacus zieht das Ilium nach ventral (Gegennutation).

Der M. psoas major zieht das Sakrum nach ventral (Nutation).

Mm. ischiocrurales:

Deren Fasern strahlen in das Lig. sacrotuberale und den Tuber ischiadicum ein.

Beckenbodenmuskulatur



Mit der Aufrichtung änderte sich auch die Bewegungsebene, bei der quadrupeden Fortbewegung überwog die Lateralflexion, beim aufrechten Gehen dominiert die Rotation der Wirbelsäule. In wieweit eine Adaptation des ISG an diesen Vorgang schon stattgefunden hat, ist nicht abschließend geklärt.

In der Literatur gehen die Meinungen über das Ausmaß der Mobilität weit auseinander. Die zuvor besprochenen stabilisierenden Faktoren ermöglichen unserer Meinung nach nur einen sehr geringen Bewegungsausschlag.

Kommt es zu Veränderungen der stabilisierenden Faktoren, so ändert sich auch die Beweglichkeit. Dies ist z.B. während der **Schwangerschaft** deutlich zu sehen, da die hormonelle Umstellung eine ligamentäre Lockerung zur Folge hat. Diese ist notwendig für einen physiologischen Geburtsvorgang ablaufen notwendig.

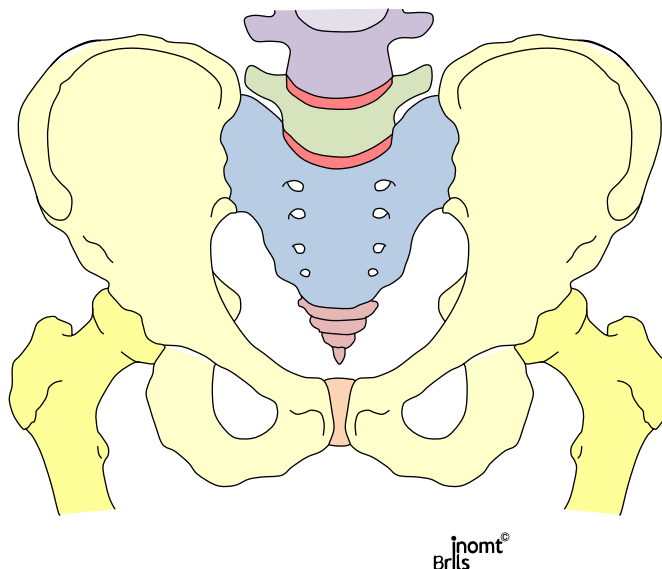
Mit **zunehmendem Alter** findet man häufig paraartikuläre knöcherne Durchbauungen, so dass eine Mobilität des ISG im hohen Alter nicht mehr zu erwarten ist.

Die auf das ISG **einwirkenden Kräfte** sind zum einem die Druckbelastung des Femur über das Acetabulum und zum anderen die Schwerkraft der Wirbelsäule auf das Promotorium ossis sacri.

Beide Kraftkomponenten wirken nutatorisch auf das ISG. **Bewegungsachsen** im ISG lassen sich nicht genau festlegen, da die Bewegung immer in beiden ISG stattfinden muss und diese in der Form ihrer Gelenkflächen deutlich variieren.

Spricht man über Bewegungen, muss man den dreidimensionalen Verlauf der Gelenkflächen berücksichtigen.

Bei einer **unilateralen Nutationsbewegung** im ISG **bewegt** sich das **Sakrum** in einer **Kombination** von **Flexion** und **heterolateraler Rotation**, während das **Ilium dorsal rotiert**. Hierbei laufen die Tubera ischii auseinander und die Spinae iliacae anteriores superiores (SIAS) nähern sich an. Dies wird sowohl durch die Stellung der Gelenkflächen und auch durch den ligamentären Zug hervorgerufen.



Bei einer **unilateralen Gegennutation** führt das **Sakrum** eine **Kombination** aus **Extension** und **homolateraler Rotation** aus, das **Ilium** dreht nach **ventral**. Die Bewegungen des Sakrums erfolgen um eine longitudinale Achse (Verlauf ungefähr in Höhe der Crista sacralia medialis) und um eine transversale Achse (etwa Höhe S2).

Die Funktion des Beckenringes hinsichtlich der Mobilität und Stabilität hängt nicht nur von der Physiologie der ISG, sondern auch von der ventralen **symphysealen** Beckenverbindung ab. So kann nur das perfekte Zusammenspiel aller Komponenten eine optimale Funktion gewährleisten.

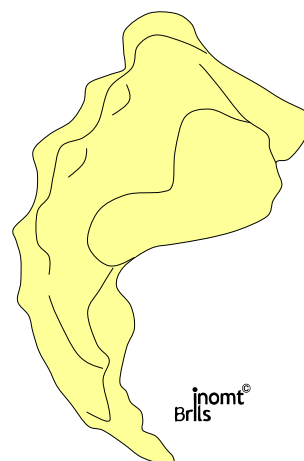
Die **Innervation** des ISG erfolgt für den **ventralen** Kapselanteil über die Rami ventrales von L2 - S2.

Der **dorsale** Anteil der Gelenkkapsel wird innerviert durch die Rami dorsales L4 - S2.

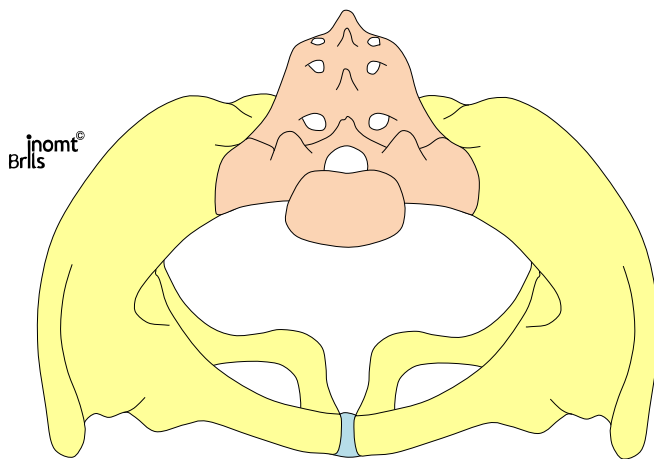
Bei der Innervation zeigt sich eine große individuelle Variabilität, zusätzlich finden sich deutliche rechts-links Unterschiede eines Individuums.

Die **vegetative Innervation** erfolgt aus dem thorakolumbalen Übergang.

Aus der Innervation ergibt sich das **Ausstrahlungsgebiet** bei ISG-Pathologien. Die Schmerzangaben des Patienten können somit von zentralen Rückenschmerzen im Bereich des Sakrums bis hin zu Ausstrahlungen in das gesamte Bein reichen.



Untersuchung ISG

**ZITAT:**

*SOBALD EINER IN EINER SACHE
MEISTER GEWORDEN IST, SOLLTE
ER IN EINER NEUEN SACHE SCHÜLER
WERDEN!*

GERHART HAUPTMANN

ISG - Untersuchung

Da die gesamte LBH-Region eng miteinander verbunden ist, stellt sich häufig ein **diagnostisches Problem**: Es ist oft nicht einfach, ISG-Pathologien von Hüft- oder LWS -Problemen abzugrenzen.

Bei Unklarheit muss also nicht nur spezifisch das ISG, sondern auch die Hüfte und die LWS untersucht werden. Zunächst werden die spezifischen ISG-Tests betrachtet.

In der Literatur werden viele Tests zur Diagnostik eventueller ISG-Problematiken beschrieben. Einige der Tests sind auf die Beurteilung der Mobilität, andere auf die Provokation der Symptomatik ausgerichtet.

Hier muss deutlich auf die ungenügende Validität sämtlicher Tests hingewiesen werden! Aufgrund der in der Anatomie beschriebenen großen Varietäten der ISG und der viel diskutierten Frage der Gelenkmobilität bleibt es fraglich, ob es möglich ist, mittels der bestehenden Untersuchungstechniken das ISG isoliert zu beurteilen. Dies gilt sowohl für die Beurteilung der Mobilität als auch für die Provokation.

Beim Versuch der Beweglichkeitsbeurteilung kommt es zusätzlich zu Problemen durch die unterschiedlichen individuellen Interpretationen der jeweiligen untersuchenden Therapeuten. Die Verlässlichkeit („intertester reliability“) liegt beispielsweise beim Vorlauf- und Rücklaufphänomen unter der des statistischen Zufalls.

Deshalb erscheinen uns **Provokationstests** sinnvoller, da sie nicht so sehr von der Palpationsfähigkeit des einzelnen Untersuchers abhängen, sondern auf die Reproduktion des Patientenproblems zurückgreifen.

Eine Dysfunktion im Sinne einer ISG-Fehlstellung irritiert u.a. die kapsuloligamentären Strukturen. Provokationstests erfolgen über die Reizung der betroffenen Anteile. Viele Studien belegen, dass die *intertester-reliability* für die palpatorische Beurteilung der Beweglichkeit, ohne die für den Patienten typischen Schmerzen zu provozieren, beschämend gering ist.

Gonnella C et al. (1982) Reliability in evaluating passive intervertebral motion. Physical Therapy 62:436-444.

Matyas T et al. (1985) The reliability of selected techniques in clinical arthrokinematics. Australian Journal of Physiotherapy 31(5):175-195.

Love RM et al. (1987) Inter- and intra-examiner reliability of motion palpation for the thoracolumbar spine. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics 10(1):1-4.

Deursen van LLJM et al. (1990) The value of some clinical tests of the sacroiliac joint. Manual Medicine 5:96-99.

Harvey D et al. (1991) Preliminary studies with a mechanical model for the evaluation of spinal motion palpation. Clinical Biomechanics 6:79-82.

Panzer DM (1992) The reliability of lumbar motion palpation. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics 15(8):518-524.

Lewit K et al. (1993) Palpation: problems and implications. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics 16(9):586-590.

Nyberg R (1993) Rational Manual Therapies. Williams and Wilkins, Baltimore, p22.

Laslett M et al. (1995) The reliability of selected pain provocation tests for sacro-iliac joint pathology. In: Vleeming A et al. The Integrated Function of the Lumbar Spine and Sacroiliac Joint. 2nd Interdisciplinary Congress on Low Back and Pelvic Pain, San Diego, pp487-498.

Thigh-Thrust-Test - P4-Test (Posterior pelvic pain provocation-Test)

alternativ:

(ohne Hand unter dem Sakrum mit Fixation Crista iliaca kontralateral)





Gapping – Test:

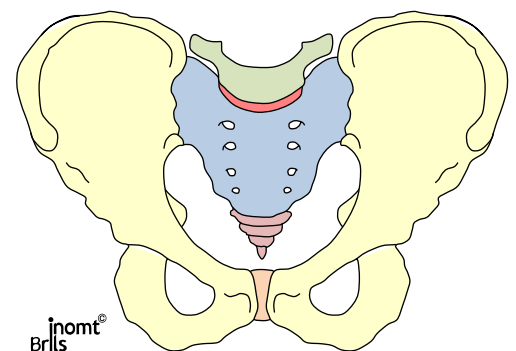
Der Patient liegt in Rückenlage und die Provokation erfolgt über Druck auf die Spinae iliacae anteriores superiores, wobei der Schub nach dorso-lateral gerichtet ist (Kreuzgriff).

Hierbei kommt es zu einem „Aufklaffen“ (Gapping) der ventralen Gelenkanteile und somit zu einer Provokation der ventralen Kapselbandstrukturen. Reproduziert dieser Test die Symptomatik der Patienten, so könnte eine mögliche Ursache in einer ISG-Dysfunktion liegen.

Da es beim Test zu einer weiterlaufenden Flexionsbewegung in die lumbale Wirbelsäule kommt, wird der Test nochmals mit fixierter LWS durchgeführt. Hierzu legt der Patient seinen Unterarm unter die LWS und fixiert diese in neutraler Haltung. Bleibt die Symptomatik gleich, liegt die Vermutung einer ISG-Störung nahe.

Anterior Gapping Test





Anterior Gapping Test mit Fixation LWS



Patrick-Zeichen



Dorsales Gapping:

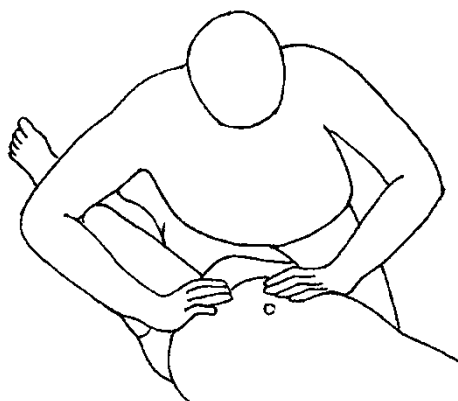
Die Provokation erfolgt aus Seitlage. Der Druck des Therapeuten richtet sich auf das obenliegende Ilium und erfolgt in medialer Richtung. Hierdurch entsteht ein Zug auf die dorsalen kapsuloligamentären Strukturen.

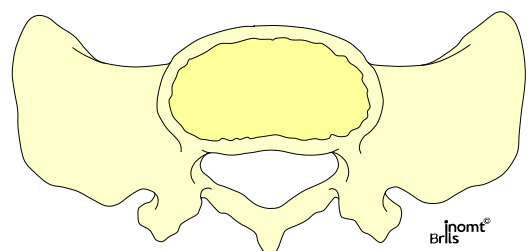
Das ventrale Gapping zeigt sich häufiger positiv als das dorsale, da die Innervationsdichte der ventralen Kapselanteile höher ist. Wie nicht anders zu erwarten, finden sich auch hierzu in der Literatur unterschiedliche Aussagen.

Posterior gapping-test (auch anteriore Kompression)



alternativ in Rückenlage



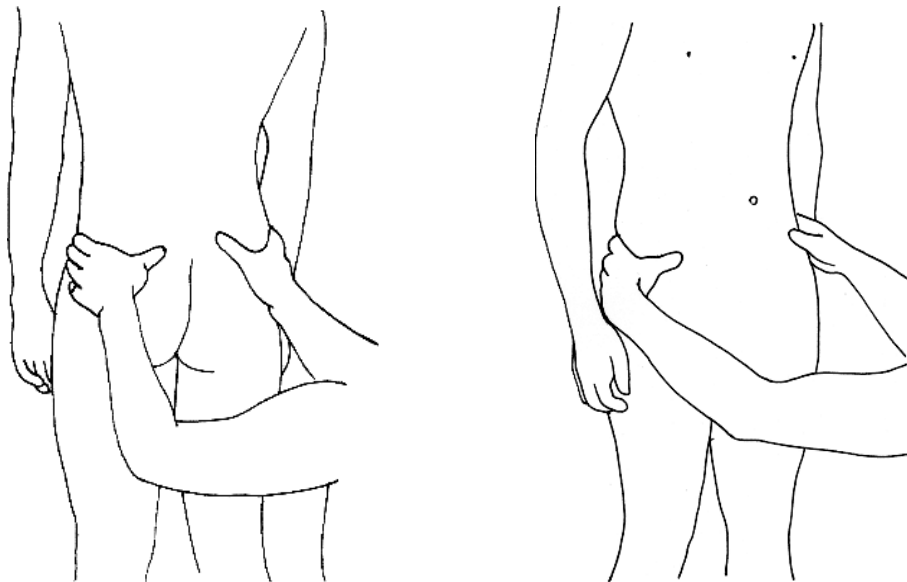


inomt®
Brills

Stellungsdiagnose

Erweisen sich **3 von 5 dieser Tests als positiv**, muss bestimmt werden, welche Art von Fehlstellung vorliegt. Es erfolgt also eine Stellungsdiagnostik. Hierzu werden die Stellungen der Spinae iliacae anteriores superiores (SIAS) und der Spinae iliacae posteriores superiores (SIPS) der beiden Beckenseiten miteinander verglichen.

Wird bei der Beurteilung die SIAS links höher als rechts und SIPS links tiefer als rechts vorgefunden, könnte es sich hierbei um ein Illium posterior links oder ein Illium anterior rechts handeln. Die damit verbundenen Bewegungen des ISG sind eine Nutation links oder eine Gegennutation rechts. Dieses eben beschriebene Bild ist das am häufigsten vorkommende (Becken-Verwringung).



Welche Seite nun betroffen ist, bestimmt die Schmerzangabe des Patienten. Kann dieser sein Problem nicht deutlich lokalisieren, geht man nach der **statistischen Wahrscheinlichkeit** von einer **Nutationsfehlstellung links** aus. Diese Fehlstellung entspricht laut Angaben der Literatur 90 % aller ISG - Fehlstellungen.

Eine **isolierte Stellungsdiagnostik ist nicht aussagekräftig**, da individuelle anatomische Komponenten eine für den Patienten physiologische Becken-Verwringung ausprägen können.

Eine weitere Form der ISG-Fehlstellung ist die **Kaudalisierung** des Sakrums („**Upslip**“). Diese Pathologie kommt **hauptsächlich** im Zusammenhang mit **Gegennutationsfehlstellungen** vor, da hierbei wesentlich mehr Bänder, die das Sakrum nach kranial fixieren, entspannt werden. Statistisch gesehen werden 40 % aller Gegennutationsfehlstellungen von dieser Kaudalisierung begleitet. Sie kann auch als Folge einer Nutationsfehlstellung auftreten, das ist allerdings als Ausnahme zu betrachten.

Endgültige Klarheit über die Art des Problems lässt sich nur über eine Probebehandlung schaffen, so dass die kritische Betrachtung des Therapieergebnisses einen weiteren wichtigen Bestandteil der Untersuchung darstellt.

Sowieso scheinen **isolierte ISG-Pathologien** eher eine **Ausnahme** darzustellen. **Häufig** ist diese Fehlfunktion nur ein **Symptom** einer anderen Pathologie, wie z.B.:

Störungen innerer Organe

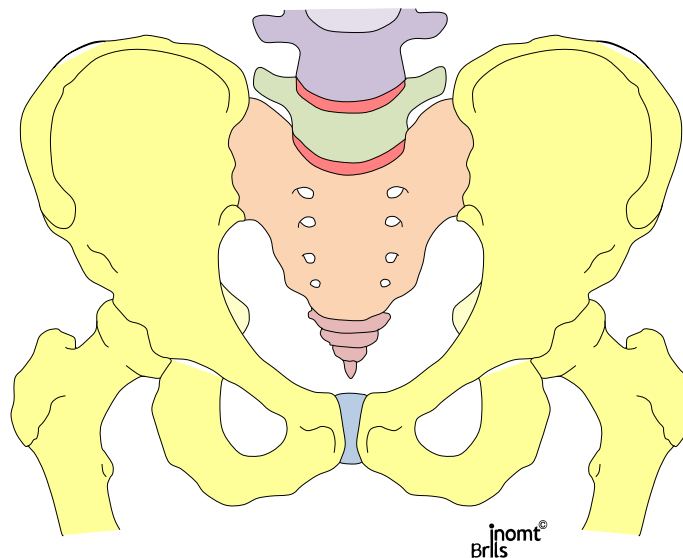
Segmentale vegetative Dysregulation

Instabilität (hormonell, traumatisch)

Statik (z.B. Kopfgelenke)

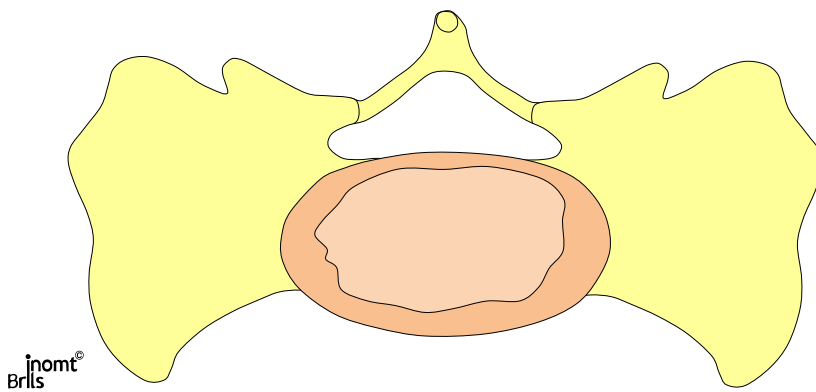
etc.

Als mögliche Ursachen für Pathologien des ISG kommen auch **akute entzündliche Prozesse** in Betracht. Die Funktionsprüfung zeigt sich bei diesen Patienten positiv, ohne dass eine Fehlstellung vorliegen muss. Ein typisches Beispiel hierfür ist der Morbus Bechterew als Form der rheumatoiden Arthritis. Die ärztliche Diagnostik erfolgt über Labor und Röntgenbild.



Behandlungstechniken

ISG



ZITAT:

„Ich glaube, die Kybernetik ist der größte Bissen vom Baum der Erkenntnis, den die Menschheit in den letzten zweitausend Jahren zu sich genommen hat. Die meisten Bisse von diesem Apfel haben sich jedoch als ziemlich unverdaulich erwiesen – meistens aus kybernetischen Gründen. [...] Soviel ist aber sicher, dass in der Kybernetik auch das Mittel angelegt ist, eine neue und vielleicht menschliche Weltanschauung zu erreichen, ein Mittel, unsere Philosophie der Macht zu verändern, und ein Mittel, unsere eigenen Dummheiten in einer größeren Perspektive zu sehen.“

Gregory Bateson

ISG – Techniken

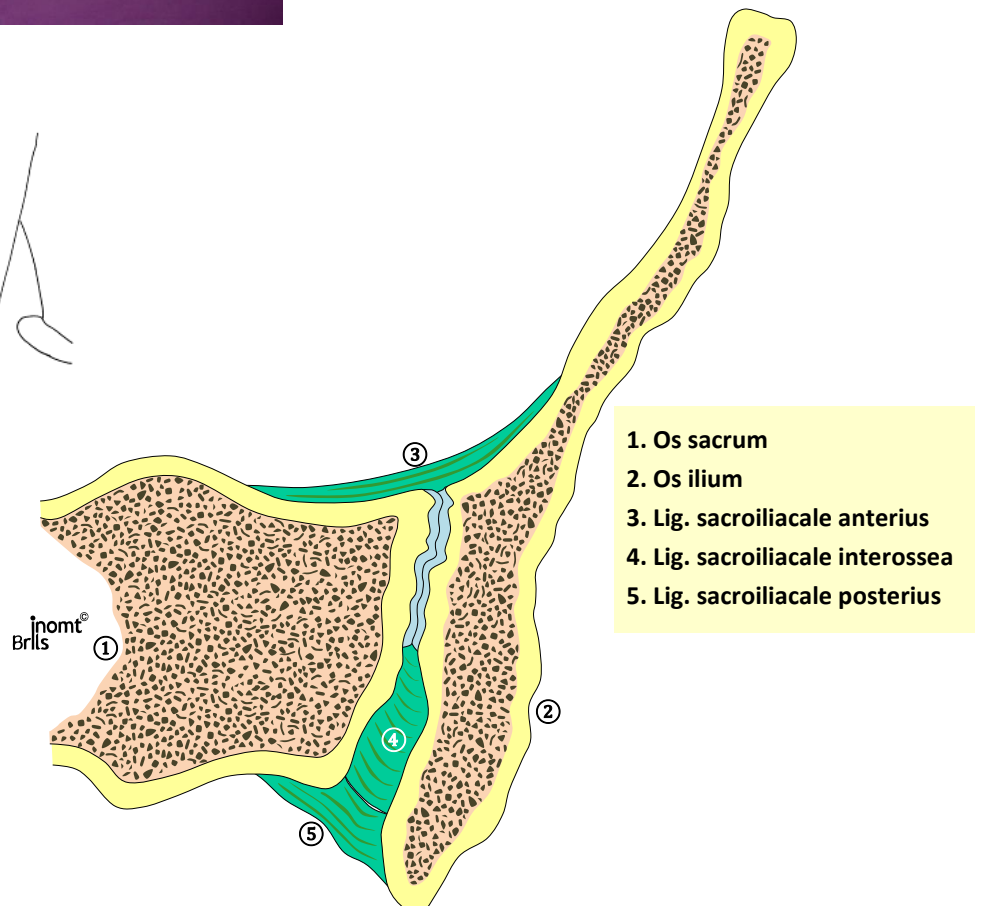
Gegennutationstechnik

(bei Nutationsfehlstellung) aus Bauchlage.

Der Patient liegt auf dem Bauch, das Bein der gesunden Seite steht auf dem Boden. Der Therapeut steht auf der nicht betroffenen Seite. Eine Hand wird von dorsal auf das Ilium gelegt, die andere greift das gestreckte Bein des Patienten.

Zur Mobilisation wird das Ilium nach ventral gedrückt, und das Bein nach dorsal gezogen.

Diese Technik kann vom Patienten unterstützt werden, indem er gegen einen isometrischen Widerstand sein Knie streckt. Auf diese Weise zieht der M. rectus femoris an der SIAI, wodurch eine Rotationstendenz des Ilium nach ventral entsteht.



Nutationstechnik

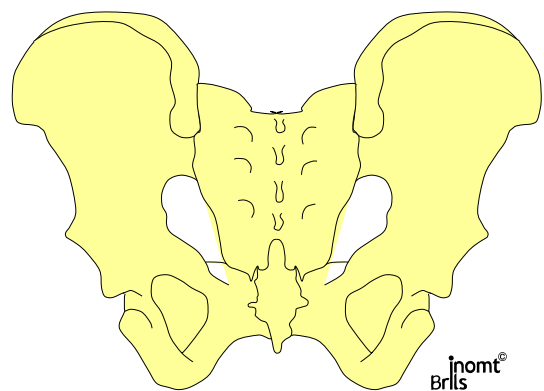
(bei Gegennutationsfehlstellung) aus Rückenlage

Der Patient liegt auf dem Rücken. Das Bein der Behandlungsseite wird auf die Schulter des Therapeuten gelegt. Das andere Bein liegt gestreckt auf der Bank. Der Therapeut greift mit einer Hand an die SIAS der Patienten und mit der anderen das Tuber ischiadicum.

Zur Mobilisation drehen beide Hände des Therapeuten das Ilium nach dorsal.

Der Patient kann die Technik durch Anspannen der ischiocruralen Muskulatur verstärken.





Gegennutationstechnik

(bei Nutationsfehlstellung) aus Seitlage

Der Patient liegt auf der nicht betroffenen Seite. Das obenliegende Bein ist gestreckt, das untere gebeugt. Der Therapeut steht vor den Patienten und setzt eine Hand an das Becken des Patienten. Der andere Arm greift unter dem Oberschenkel hindurch ebenfalls an das Becken.

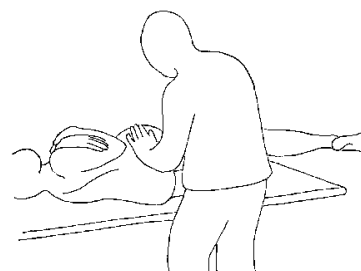
Zur Mobilisation wird nun das Ilium nach ventral rotiert und das obenliegende Bein in Extension gedrückt.



Variation: Bei gleicher Ausgangsstellung des Patienten, steht der Therapeut hinter dem Patienten. Eine Hand drückt nun die Crista iliaca nach ventral, die andere zieht das obere Bein nach dorsal.

Vorteil: Zur Erleichterung kann wiederum die M.E.T. über den M.rectus femoris eingesetzt werden.





Nutationstechnik

(bei Gegennutationsfehlstellung) aus Seitlage

Der Patient liegt auf der gesunden Seite, der Therapeut steht vor dem Patienten.

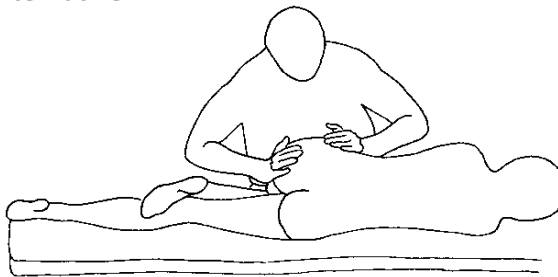
Das untere Bein wird gestreckt, das obere gebeugt und an die LWS des Therapeuten gelegt. Eine Hand wird an die SIAS, der andere Arm an das gesamte Ilium angelegt, beide Hände werden gefaltet.

Mobilisation: Das Ilium wird nach dorsal rotiert, der Patient kann über seine ischiocrurale Muskeln aktiv mithelfen.

Die beiden letzten Techniken ermöglichen weiterhin eine Minimierung der in die LWS weiterlaufenden Bewegung durch Verriegelung der LWS Gelenke.



Alternative

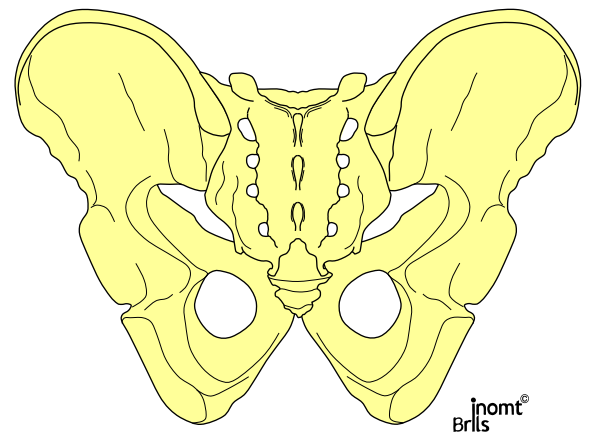


inomt®
Brlls

Nutationstechnik

(bei Gegennutationsfehlstellung)





Lovett'sche Regel

Lovett stellte 1905 vor dem Hintergrund der damaligen mechanisch-reduktionistischen Betrachtung des Menschen als „Maschine“ Überlegungen des Bewegungsverhaltens der Wirbelgelenke an. Seine Erkenntnisse und die auf diesen aufbauenden Theorien von Fryette wurden von zahlreichen Studien widerlegt.

Die von den Kostenträgern vorgegebenen Unterrichtsinhalte verlangen die Erwähnung der Gedanken von Lovett und Fryette im Rahmen der Weiterbildung „Manuelle Therapie“, die das INOMT aufgrund der eindeutigen Studienlage als obsolet betrachtet. Im Folgenden werden diese Überlegungen skizziert und im Anschluss die wissenschaftliche Diskussion umrissen.

Lovetts Gedankengänge:

Aufgrund der unterschiedlichen Bewegungsamplituden des ventralen Pfeilers gegenüber den Facettengelenken kommt es zu variablen Bewegungsausschlägen bei kombinierten Bewegungen.

Betrachtet man die lumbale Wirbelsäule in extendierter Haltung (physiologische Lordose), so stehen die Facettengelenke weit ineinander geschoben. Somit ist ihre Bewegungsmöglichkeit in die Lateralflexion nur noch bedingt möglich. Die Anteile des ventralen Pfeilers, die Wirbelkörper und Disken, entfernen sich an der Ventral-kante und können sich somit theoretisch weiter als der dorsale Pfeiler im Raum bewegen.

Wird nun eine Lateralflexion durchgeführt, kommt es durch die Kombination der beiden Bewegungen, Extension und Lateralflexion zu einem weitgehenden Schluss der Gelenkfacetten auf der Seite der Lateralflexion. Dieser Facettenschluss wird durch eine Rotation zur Gegenseite kompensiert, wodurch die weitere Bewegung ermöglicht wird.

Wird die lumbale Wirbelsäule flektiert, findet man ein umgekehrtes Bewegungsverhalten. Die Facettengelenke und damit die Wirbelbögen haben eine größere Bewegungsmöglichkeit als die Wirbelkörper. Erfolgt nun eine Lateralflexion, so muss auch hier eine rotatorische Kompensation erfolgen, diesmal in die gleichsinnige Richtung der Seitneigung.

In der thorakalen Wirbelsäule findet man das gleiche Phänomen. Hier scheinen aber nicht so sehr die frontal stehenden Facettengelenke, sondern die Lage der Kostotransversalgelenke den Ausschlag zu geben.

Zervikal spielen zum einen die von kranio-ventral nach kaudo-dorsal verlaufenden Facettengelenke und zum anderen die von kranial eingeleitete Zwangsrotation des Axis eine entscheidende Rolle.

Lovett	Extension	Flexion
HWS, ohne Kopfgelenke	Homolateral	Homolateral
BWS	Heterolateral	Homolateral
LWS	Heterolateral	Homolateral

Kritische Betrachtung von Lovett und Fryette

Die Kombination und vor allem Assoziation von Bewegungen der Wirbelsäule werden gekoppelte Bewegung genannt. 1905 publizierte Lovett seine Abhandlung über gekoppelte Bewegungen.

Lovett RW (1900) The mechanics of lateral curvature of the spine. Boston Medical & Surgical Journal 622-627.

Lovett RW (1905) The mechanism of the normal spine and its relation to scoliosis. Boston Medical & Surgical Journal 13:349-358.

Lovett RW (1916) Lateral Curvature of the Spine and Round Shoulders, Heinemann, London.

Fryette beschrieb ein Modell der gekoppelten Bewegungen der Wirbelsäule. Die Kopplung war abhängig vom Wirbelsäulensegment und der Haltung. Fryette bestätigte Lovett die thorakale und lumbale Wirbelsäule betreffend und ergänzte, dass in Flexion und Extension andere Regeln gelten.

Fryette beschrieb drei Regeln:

1. *Lateralflexion aus einer neutralen Flexions- Extensionsstellung geht mit einer heterolateralen Rotation einher.*
2. *Lateralflexion aus einer nicht neutralen Stellung, also in Flexion oder Extension, geht mit homolateraler Rotation einher.*
3. *Eine Bewegung in einer Ebene reduziert automatisch die Bewegungsmöglichkeit in anderen Ebenen.*

Fryette HH (1954) A discussion of the physiological movements of the spine. Principals of Osteopathic Technic. American Academy of Osteopathy. Newark, OH, pp15-21.

Nach einer ausführlichen Literaturstudie bezüglich gekoppelter Bewegungen konnte Brown feststellen, dass kein Konsens zu finden war.

Brown L (1988) An introduction to the treatment and examination of the spine by combined movements. Physiotherapy 74(7):347-354.

Brown L (1990) Treatment and examination of the spine by combined movements – 2. Physiotherapy 76(2):666-674.

Einige Autoren stellten fest, dass es überhaupt keine Kopplung gibt, und dass Lateralflexion und Rotation unabhängig voneinander stattfinden.

Schultz AB et al. (1979) Mechanical properties of human lumbar spine motion segments – Part 1, Journal of Biomechanical Engineering 101:46-52.

McGlashen KM et al. (1987) Load displacement behaviour of the human lumbo-sacral joint. Journal of Orthopaedic Research 5:488-497.

Viele Autoren stellten eine Kopplung zwischen Lateralflexion und Rotation in der lumbalen Wirbelsäule fest, waren sich aber selten einig über die Richtung der Kopplung, heterolateral oder homolateral.

Nagerl H et al. (1992) Elements of a general theory of joints. Anatomischer Anzeiger 174(1):66-75.

Koppelung der Bewegungen in Extension heterolateral und in Flexion homolateral.

Stoddard A (1969) Manual of Osteopathic Practice. Hutchinson Medical Publications, London, p289.

Verschiedene Autoren stellten nicht bestimmbare also variable Kopplung fest:

- Pearcy MJ et al. (1984) Axial rotation and lateral bending in the normal lumbar spine measured by tree-dimensional radiography. Spine 9(6):582-587.*
Plamondon et al. (1988) Application of a stereoradiographic method for the study of intervertebral motion. Spine 13(9):1027-1032.
Panjabi M et al. (1989) How does posture affect coupling in the lumbar spine? Spine 14(9):1002-1011.
Vicenzino G et al. (1993) Sideflexion induced lumbar spine conjunct rotation and ist influencing factors. Australian Physiotherapy 39(4):299-306.

Rotation und Lateralflexion der lumbalen Wirbelsäule sind gekoppelte Bewegungen, jedoch ist variabel, ob die Bewegungen hetero- oder homolateral gekoppelt sind.

- Plamondon et al. (1988) Application of a stereoradiographic method for the study of intervertebral motion. Spine 13(9):1027-1032.*

Die Kopplung der Bewegungen bei gesunden Probanden ist in verschiedenen Segmenten der lumbalen Wirbelsäule variabel.

- Pearcy MJ et al. (1984) Axial rotation and lateral bending in the normal lumbar spine measured by tree-dimensional radiography. Spine 9(6):582-587.*
Pearcy MJ et al. (1985) The effect of low back pain on lumbar spinal movements measured by tree-dimensional X-ray analysis. Spine 10(2):150-153.

Einige Individuen zeigten bei passiver Bewegung das umgekehrte Verhalten als bei aktiver Bewegung. Dies war vermehrt im Segment L4 und am meisten in L5 zu finden.

- Weitz EM (1981) The lateral bending sign. Spine 6(4):388-397.*
Pearcy MJ et al. (1984) Axial rotation and lateral bending in the normal lumbar spine measured by tree-dimensional radiography. Spine 9(6):582-587.

Die Kopplung der Bewegungen in der lumbalen Wirbelsäule ist immer vorhanden, aber komplexer als allgemein angenommen. Die Anwesenheit von Muskulatur ist keine Voraussetzung für das gekoppelte Bewegungsverhalten, aber Muskeln können das Kopplungsverhalten signifikant ändern. Die Kopplungsmuster sind abhängig von der Haltung und vom jeweiligen Segment. Es wurde weiter festgestellt, dass die Umkehrbarkeit nicht vorhanden war. Wenn zum Beispiel im Segment L4 eine Linksrotation ausgeführt wurde, ging diese mit einer Linkslateralflexion einher. Wurde aber eine Linkslateralflexion ausgeführt, ging dies mit einer Rechtsrotation einher! Interessant ist auch der Fakt, dass im Segment L2 die gekoppelte Lateralflexion in voller Extension ungefähr 0,5° betrug und in voller Flexion diese auf 2° anstieg.

- Panjabi M et al. (1989) How does posture affect coupling in the lumbar spine? Spine 14(9):1002-1011.*

Einige Studien zeigten, dass die gekoppelten Bewegungen von der Muskulatur unabhängig sind.

- Pope MH et al. (1977) Experimental measurements of vertebral motion under load. Orthopaedic Clinics of North America 8(1):155-167.*
Frymoyer JW et al. (1979) The mechanical and kinematic analysis of the lumbar spine in normal living human subjects in vivo. Journal of Biomechanics 12:165-172.
Vicenzino G et al. (1993) Sideflexion induced lumbar spine conjunct rotation and ist influencing factors. Australian Physiotherapy 39(4):299-306.

Das Segment L5 bewegt sich immer homolateral, unabhängig von Flexion oder Extension.

Vicenzino G et al. (1993) Sideflexion induced lumbar spine conjunct rotation and its influencing factors. Australian Physiotherapy 39(4):299-306.

Pearcy MJ et al. (1984) Axial rotation and lateral bending in the normal lumbar spine measured by tree-dimensional radiography. Spine 9(6):582-587.

Sicher ist, dass gekoppelte Bewegungen ein komplexes Phänomen darstellen, das nicht durch ein paar simple Regeln beschrieben werden kann.

Gibbons P et al. (1998) Muscle energy concepts and coupled motion of the spine. Manual Therapy 3(2):95-101.

Stoddard zeigte radiologisch, dass die Lateralflexion der Halswirbelsäule immer mit einer homolateralen Rotation einhergeht. Dies stimmt mit Lovett und Fryette überein. Mimura kam zu der gleichen Schlussfolgerung, stellte aber gleichzeitig fest, dass Flexion unterhalb des Segmentes C6 und Extension oberhalb des Segmentes C5 auftrat.

Stoddard A (1969) Manual of Osteopathic Practice. Hutchinson Medical Publications, London, p289.

Mimura M et al. (1989) Three dimensional motion analysis of the cervical spine with special reference to the axial rotation. Spine 14(12):135-139.

Gekoppelte Bewegungen sind in ihrer Größe und Richtung abhängig von:

- Facettengelenksasymmetrien
- Diskusdegeneration
- Diskushöhe
- Rückenschmerz
- Dem jeweiligen Segment
- Ausgangsstellung

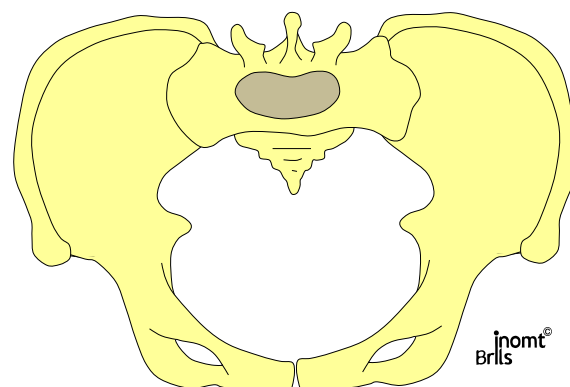
Schlussfolgerungen:

Gekoppelte Bewegungen findet man in allen Regionen der Wirbelsäule.

Gekoppelte Bewegungen finden unabhängig von muskulärer Aktivität statt, aber muskuläre Aktivität kann die Größe und Richtung der gekoppelten Bewegungen beeinflussen.

Die Kopplung von Lateralflexion und Rotation in der lumbalen Wirbelsäule ist variabel in Größe und Richtung, es gibt **keine** feste Regel, welche die Kopplung beschreibt.

Es gibt viele Variablen, welche die Richtung und Größe der gekoppelten Bewegungen beeinflussen.



Behandlung des „Upslip“ in Bauchlage

Wenn eine Mobilisationstechnik des ISG nicht den gewünschten Erfolg zeigt, kann dies an einer Fehlstellung des Iliums in Kranialisierung (oder Kaudalisierung des Sakrum) liegen. Dann wird versucht, das Ilium zu kaudalisieren.

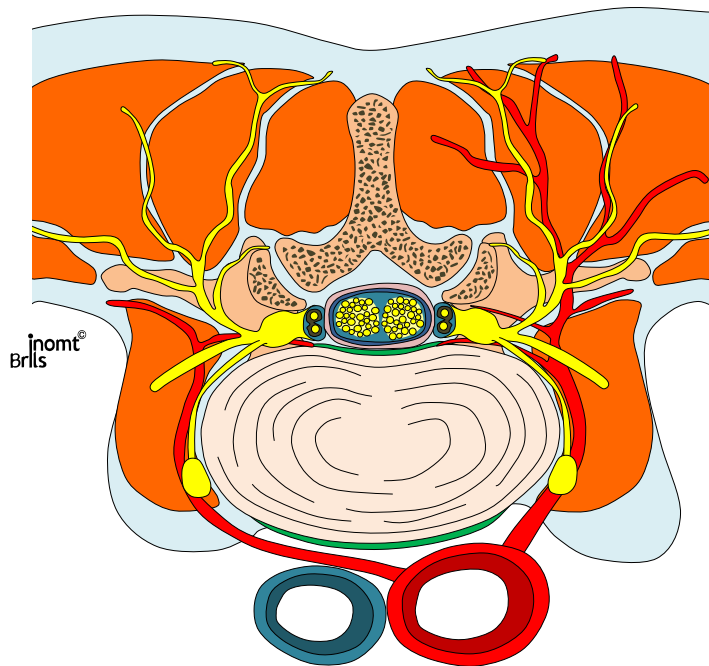
Ausführung:

Der Patient liegt auf dem Bauch. Der Therapeut nimmt das Bein der betroffenen Seite und stellt die Hüfte in Extension, Adduktion und Innenrotation ein. Der Therapeut fixiert das kontralaterale Bein mit seinem Oberschenkel. Dann wird für ca. 1 Minute ein kontinuierlicher Zug auf das Bein ausgeübt.

Nach der Kaudalisierung des Iliums muss selbstverständlich die Korrektur der Iliumrotation wiederholt werden.



Allgemeinteile



ZITAT:

*TU ERST DAS NOTWENDIGE, DANN
DAS MÖGLICHE, UND PLÖTZLICH
SCHAFFST DU DAS UNMÖGLICHE.*

FRANZ VON ASSISI

Neuroanatomie

Ein großer Teil der Pathologien, denen Arzt und Physiotherapeut täglich begegnen, geht von der Wirbelsäule und den sie umgebenden Strukturen aus. Dies können funktionelle Probleme, wie beispielsweise Überlastung oder falsche Beanspruchung im täglichen Leben, strukturelle Probleme, wie Bandscheibenprobleme oder Blockierungen, biokybernetische aspezifische Dysfunktionen von Facettengelenken oder auch Kombinationen dieser sein.

In jedem Falle ist es wichtig zu wissen, welche Probleme dem Patienten daraus entstehen, beziehungsweise welche Symptome dem Behandler oder Untersucher begegnen können.

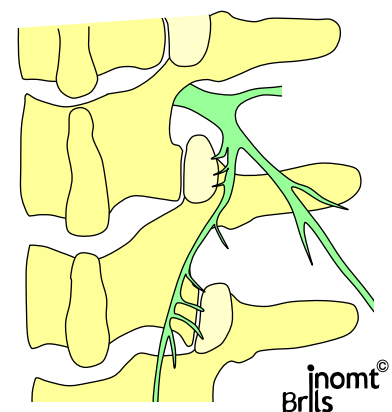
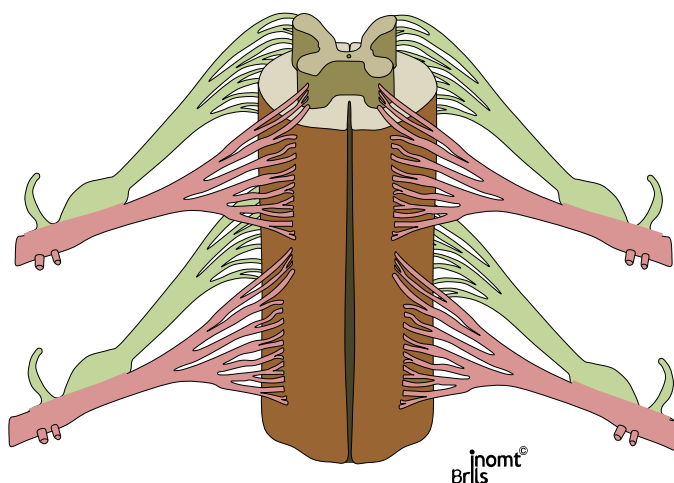
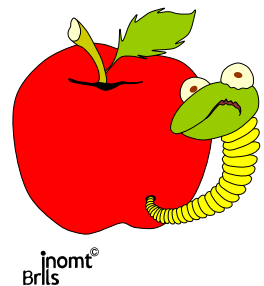
Um diese Symptome richtig einordnen und miteinander in Verbindung bringen zu können, ist eine umfassende Kenntnis der anatomischen Strukturen der Wirbelsäule und ihrer Innervation erforderlich.

Zwischen den Foramina intervertebralia der Wirbelsäule treten insgesamt 31 **Spinalnervenpaare** aus. 8 Paare im Bereich der zervikalen Wirbelsäule, 12 Paare auf thorakalem Niveau, jeweils 5 Paare lumbal und sakral, sowie ein Paar in Höhe des Os coccygeus.

Jedes Spinalnervenpaar versorgt einen bestimmten Teil an Muskulatur (**Myotom**), Haut (**Dermatom**), Bindegewebe (**Desmotom**), inneren Organen (**Viscerotom**) usw. Alle Anteile, die von einem einzelnen Spinalnervenpaar versorgt werden bilden ein Segment (**neurologisches Segment**).

Diese Segmentierung des Körpers findet sich bereits bei vielen einfachen Lebensformen, zum Beispiel bei Würmern, die eine ringförmige Segmentierung aufweisen. Dies bedeutet, dass ein bestimmtes Gebiet, welches rings um den Körper verläuft, von einem Spinalnervenpaar versorgt wird.

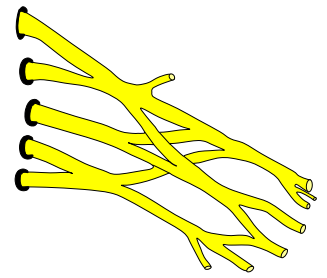
Diese ringförmige Struktur findet man beim Menschen nur noch ansatzweise und im Bereich der Brustwirbelsäule. Im zervikalen, lumbalen und sakralen Bereich vermischen sich die Spinalnerven mit denen anderer Niveaus und formen Plexüs, welche die Bestimmung und Trennung der einzelnen Segmente erschweren.



Doch bevor auf die Bedeutung der Plexūs genauer eingegangen wird, soll der einzelne Spinalnerv besprochen werden.

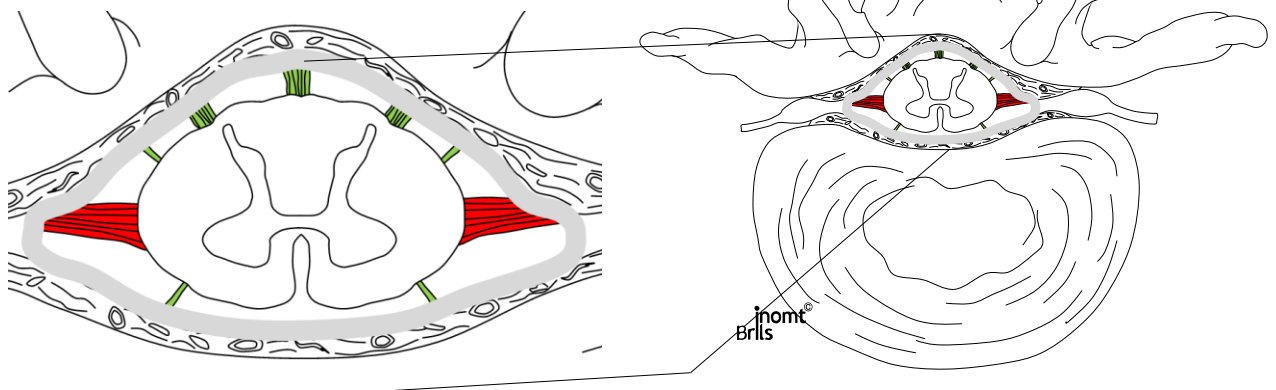
Durchschneidet man das Rückenmark auf Höhe einer Nervenwurzel in transversaler Ebene, werden folgende Strukturen erkannt:

Zunächst das **Rückenmark**, mit seiner **grauen** und **weißen Substanz**, welches von der **Pia mater spinalis** umschlossen ist. Als zweite Rückenmarkshaut folgt die **Arachnoidea spinalis**. Der Raum zwischen diesen beiden Häuten wird **Subarachnoidalraum** genannt und ist mit Flüssigkeit, dem **Liquor cerebrospinalis**, gefüllt. Direkt außen an der Arachnoidea liegt das dickere **innere Blatt** der **Dura mater spinalis** an. Das dünnere **äußere Blatt** der **Dura mater spinalis** bildet das Periostr des Wirbelkanals, der Zwischenraum zwischen den beiden Blättern der Dura ist mit Fettgewebe und vielen großen Venen gefüllt und wird als **Epiduralraum** oder **Periduralraum** bezeichnet, wobei er definitionsgemäß eigentlich Interduralraum heißen müsste. Zwischen Dura und Pia mater spannen sich die **Ligg. denticulata**, welche das Rückenmark in seiner Position im Spinalkanal fixieren.



inomt[®]
Brlls

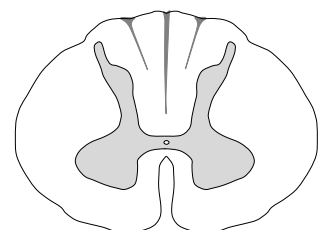
Rot: Ligg. denticulata
Grün: Andere aufgehängende Ligamente



Beidseits des Rückenmarks entspringen die vorderen und die hinteren Wurzeln der Spinalnerven. Die **hintere Wurzel** besteht aus afferenten Neuronen, die zum Rückenmark laufen. Sie weisen Verdickungen, die **Spinalganglien** auf. Diese werden aus den Zellkörpern der afferenten Neuronen gebildet. Es handelt sich also hauptsächlich um bipolare Neuronen, die ein Axon in die Peripherie und ein weiteres zum Hinterhorn des Rückenmarks abgeben.

Die **vordere Wurzel** wird zum größten Teil aus motorischen und vegetativen efferenten Neuronen gebildet. Man weiß jedoch, dass auch afferente Bahnen durch die vordere Wurzel zum Vorderhorn des Rückenmarks verlaufen.

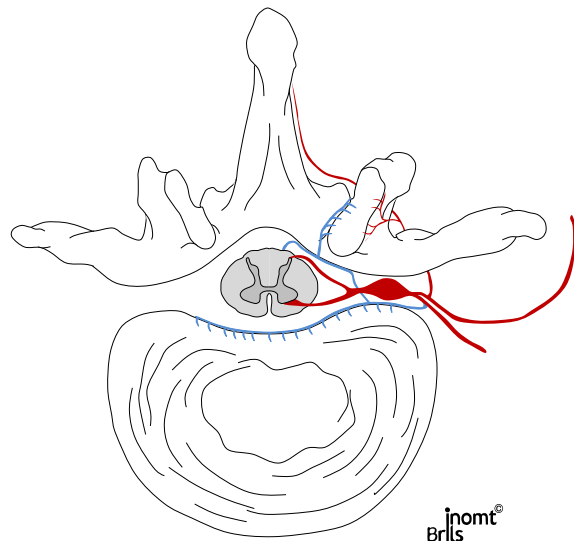
Beide Wurzeln vereinigen sich in Höhe des Foramen intervertebrale und formen den **Spinalnerv**. Der Spinalnerv wird von der **Duramanschette** umhüllt und geschützt, die aus Dura und Arachnoidea gebildet wird. Im weiteren Verlauf des Nervens gehen diese beiden Strukturen in das **Epineurium** und **Perineurium** über.



Rami

Der Spinalnerv verläuft nur über eine geringe Strecke als einheitliche Struktur und teilt sich dann in bis zu vier Teile auf.

1. Ramus ventralis
2. Ramus dorsalis
3. Ramus communicans albus
4. Ramus meningeus



1. Ramus ventralis

Der Ramus ventralis ist mit Ausnahme des Kopfgelenkbereiches der dickste Teil des Spinalnerven. Er bildet überall, außer im thorakalen Bereich, **Plexūs**, aus denen dann die peripheren Nerven hervorgehen. Diese **peripheren Nerven** setzen sich also aus Neuronen zusammen, die auf verschiedener Höhe aus dem Rückenmark austreten, wobei von multisegmentaler Innervation gesprochen wird.

Der Vorteil der **multisegmentalen Innervation** ist, dass der Ausfall eines spinalen Niveaus kompensiert werden kann.

Dies wird am Beispiel der **Kennmuskulatur** deutlich: der M. triceps brachii wird als ein Kennmuskel des Segments C 7 genannt, wird aber zusätzlich auch aus dem Segment C 8 versorgt. Fiele das Segment C 7 völlig aus, so hätte dies trotzdem keinen völligen Funktionsausfall, sondern lediglich eine Abschwächung des M. triceps brachii zur Folge. Ein Teil seiner Versorgung würde nämlich durch C 8 aufrechterhalten.

Der Ramus ventralis ist für die Versorgung der **allochthonen Muskulatur** zuständig, während der Ramus dorsalis die autochthone Rückenmuskulatur innerviert.

Ähnlich verhält es sich bei der Innervation der Haut, den Dermatomen. Man weiß, dass die **Dermatome** nicht exakt aneinander grenzen, sondern sich gegenseitig um mindestens **50 % überlappen**. So ragt zum Beispiel das Dermatom C 5 mindestens zu 50 % sowohl in das Dermatom C 4 als auch in das Dermatom C 6 hinein. Selbiges gilt selbstverständlich auch umgekehrt.

Dementsprechend grenzen eigentlich die Dermatome C4 und C6 aneinander. Jedes Stück Haut wird also aus mindestens zwei spinalen Niveaus innerviert. Somit kann durch den Ausfall eines Spinalnervens nie eine völlige Anästhesie, höchstens eine Hypästhesie entstehen.

Findet sich eine völlige Anästhesie, muss es sich entweder um den Ausfall mehrerer Segmente oder wahrscheinlicher um die Läsion eines peripheren Nervens handeln. Ist dieser derart geschädigt, dass keine afferente Leitung erfolgt, kann ein völliger Sensibilitätsverlust in seinem Hautgebiet entstehen.

Im thorakalen Bereich findet diese Plexusbildung des Ramus ventralis nicht statt, hier verläuft er **monosegmental** als **N. intercostalis**. Er versorgt unter anderem das Periost der beiden Rippen zwischen denen er verläuft und des Sternums, ein Hautgebiet, Bindegewebe und die Intercostalmuskulatur.

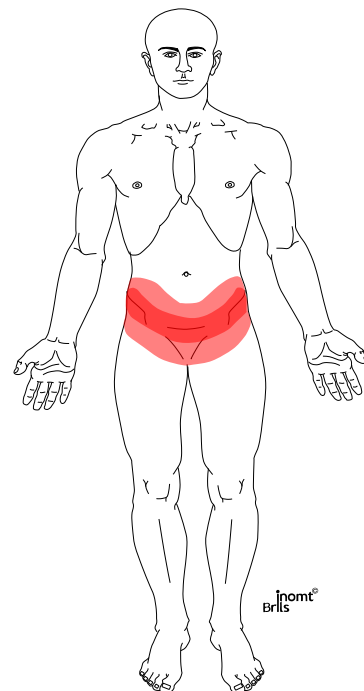
Bei einem Ausfall dieses Nerven würde also die Kennmuskulatur (Mm. intercostales) komplett versagen.

Hochthorakal ist diese Segmentierung allerdings durch Verbindungen des Ramus ventralis zu Nerven, welche den Arm versorgen, gestört. So beteiligt sich ein großer Anteil des ersten Intercostalnervens an der Bildung des **Plexus brachialis**. Teile des zweiten und zuweilen auch des dritten Intercostalnervens gehen Verbindungen mit dem N. cutaneus brachii medialis ein.

Dies kann zu diagnostischen Schwierigkeiten führen, da sich aufgrund dieser neuralen Verbindungen Probleme des Armes im Gebiet des Thorax manifestieren können und umgekehrt.

Auch der Ramus ventralis von **Th12** ist an der Bildung des **Plexus lumbalis** beteiligt.

Dermatom Th₁₂



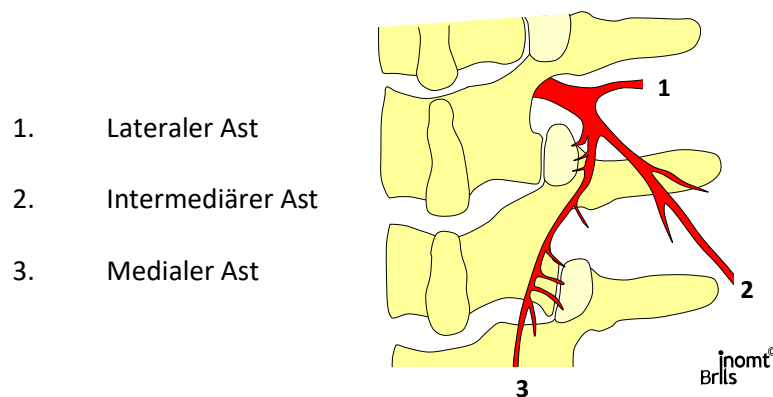
2. Ramus dorsalis

Der zweite vom Spinalnerven abgehende Ast ist der Ramus dorsalis. Er ist wesentlich dünner als der Ramus ventralis, da dieser mehr Strukturen zu versorgen hat. Die Ausnahme hierzu findet sich im Bereich der Kopfgelenke in Höhe C1 und C2. Hier findet man eine hohe Anzahl an motorisch und sensorisch reichlich versorgten kleinen Muskeln, so dass der Durchmesser des Ramus dorsalis hier größer ist.

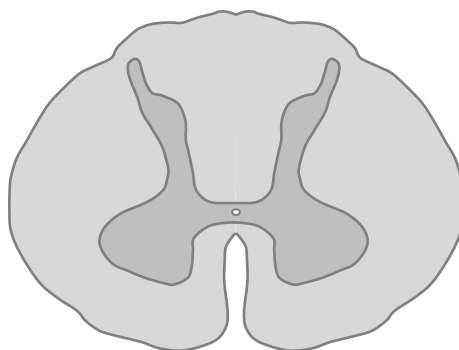
Der Ramus dorsalis von **C 1** bildet einen einzigen peripheren Nerven, den **N. suboccipitalis**, der als rein motorischer Nerv die Muskulatur im Bereich Occiput, Atlas und Axis versorgt.

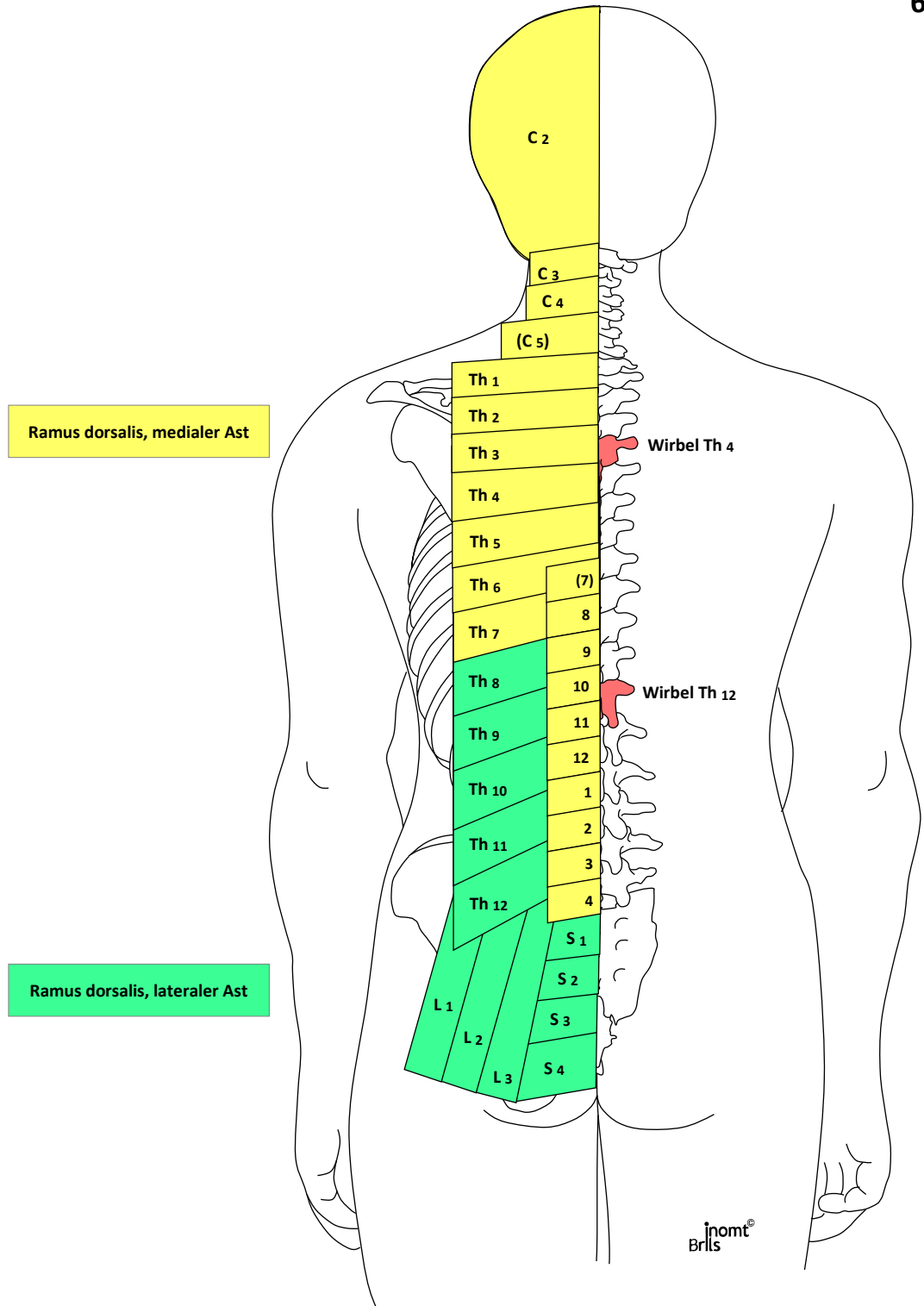
Auch aus dem Ramus dorsalis **C 2** geht ein einziger Nerv, nämlich der **N. occipitalis major**, hervor, der ein Hautgebiet vom Occiput bis zur Stirn versorgt.

Im thorakalen und lumbalen Bereich teilt sich der Ramus dorsalis in der Regel in drei sekundäre Äste auf.



Medialer und lateraler Ast des Ramus dorsalis bleiben monosegmental, wogegen der intermediäre Ast Ketten mit seinen Nachbarn formt. Dadurch ist das Fehlen dieses Anteils in manchen Segmenten erklärbar.





Frei nach folgenden Quellen:

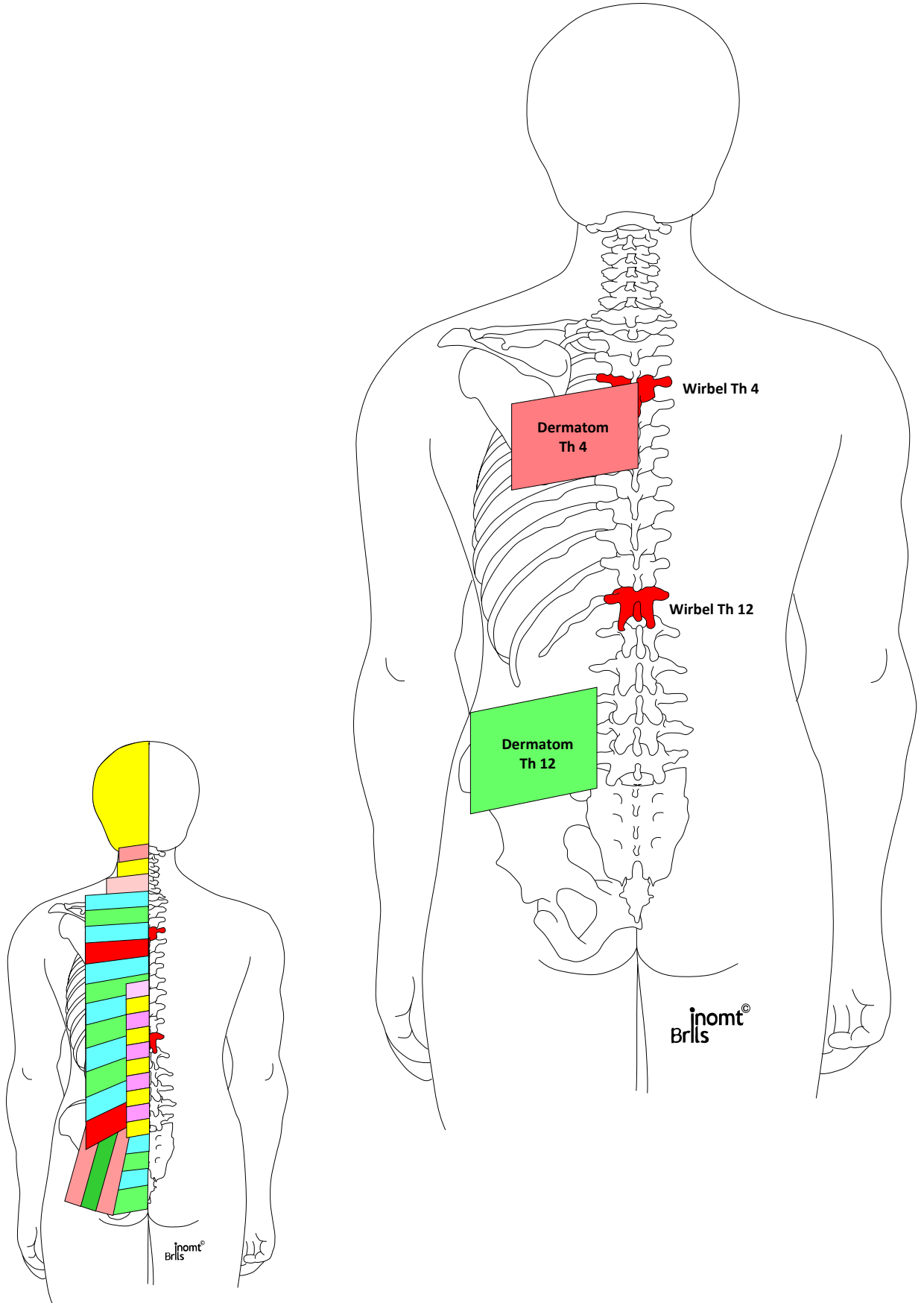
Williams et al. (1989) Gray's anatomy. Churchill Livingstone, Edinburgh. (Seite 1125).

Rohen et Al. (1988) Anatomie des Menschen. Schattauer, Stuttgart.

Rauber/Kopsch (1988) Anatomie des Menschen, Band IV, Topographie der Organsysteme, Systematik der peripheren Leitungsbahnen. Thieme, Stuttgart. (Seite 250).

Netter FH (1987) Farbatlanten der Medizin. Band 5, Nervensystem I. Thieme, Stuttgart. (Seite 115).

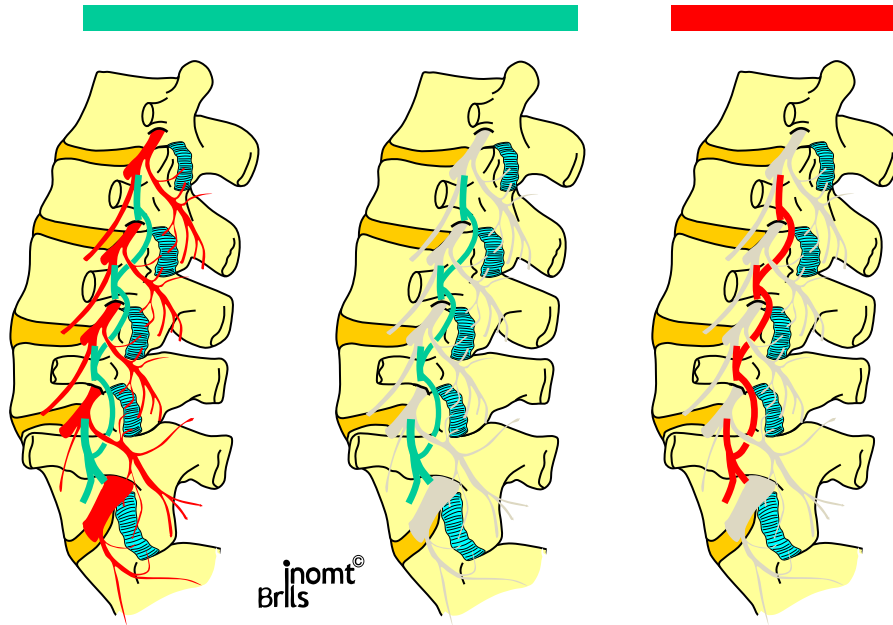
Bogduk N and Twomey LT (1991) Clinical anatomy of the lumbar spine. Melbourne. (Seite 113).



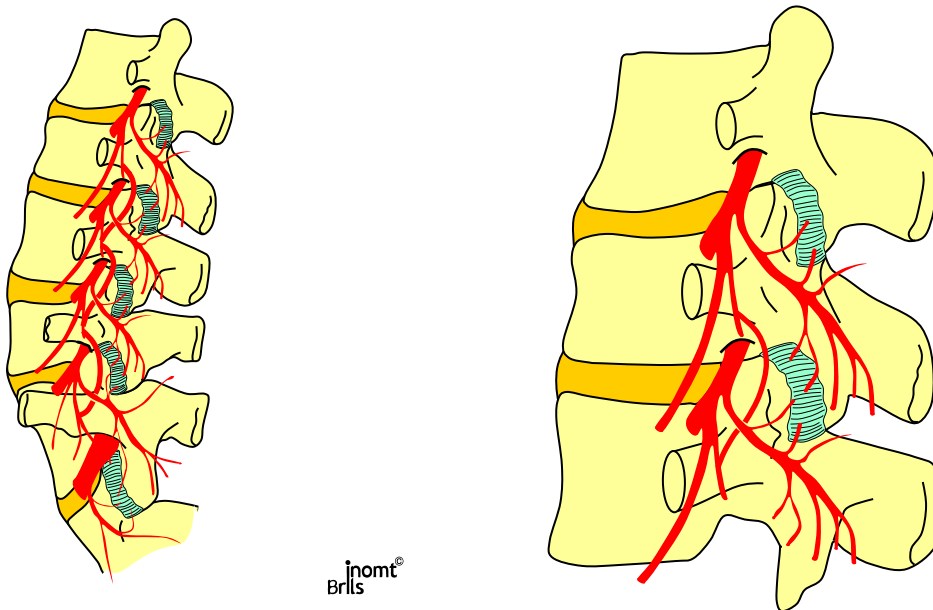
Ramus intermedius

Frei nach:

Bogduk N, Wilson AS, Tynan W (1982) The human lumbar dorsal rami. J Anat 134:383-397.



Nervales Gewebe



Medialer Ast:

Der mediale Ast innerviert zwei Facettengelenke, nämlich das jeweils über (bedingt) und unter ihm gelegene (bezogen auf seine Austrittshöhe). Ein Facettengelenk wird also von zwei medialen Ästen versorgt, deshalb kann ein **Facettenproblem nicht monosegmental** ausstrahlen.

Weiterhin versorgt der mediale Ast Teile des **M. interspinalis** und das **Lig. interspinale**, sowie das **Lig. intertransversarius**. Auch ein Hautareal wird vom medialen Ast des Ramus dorsalis sensibel und vegetativ versorgt. Dieses **Hautgebiet** hat in etwa die Größe eines halben Fünfeuroscheins und liegt ungefähr unter dem Proc. spinosus desjenigen Wirbelsäulenabschnittes aus dem sein Ramus dorsalis entspringt.

Intermediärer Ast:

Der intermediäre Ast, der manchmal auch als Teil des lateralen Astes angelegt ist, versorgt kein Hautgebiet. Er beschränkt sich auf die Innervation der **autochthonen Rückenmuskulatur**.

Auffällig ist, dass die intermediären Ästen sich untereinander verbinden, mehrere Niveaus bilden somit einen Längsplexus. Aus diesem Grund ist es nicht möglich, den M. erector spinae selektiv auf ein Segment begrenzt anspannen zu lassen.

Lateraler Ast:

Der letzte Teil des Ramus dorsalis ist der laterale Ast, der **inkonstant** über den Verlauf der Wirbelsäule angelegt ist. Der laterale Ast von **L5 fehlt** immer, wohl durch seinen hypothetischen Verlauf zu begründet.

Dieser müsste von seinem Foramen intervertebrale aus nach oben über die Crista iliaca laufen und über diese wieder nach unten abknicken. Aufgrund dieses Verlaufes wurde dieser Nerv so anfällig für Verletzungen, dass er im Laufe der Phylogenetik wohl zurückgebildet wurde.

Der laterale Ast von **L4** ist zwar angelegt, versorgt aber **kein Hautgebiet**. Auch die lateralen Äste von **L3 und L2** sind **nicht immer** an der Hautversorgung beteiligt.

Untersuchungen von Bogduk und Twomey (1991) ergaben, dass nur bei 13 % der Bevölkerung L1, L2 und L3 die Hautversorgung übernehmen. Bei 27 % sind L1 und L2 beteiligt und bei 60 % ist es nur L1.

Das vom lateralen Ast versorgte Hautgebiet liegt kaudaler als das Gebiet des medialen Astes. Der Abstand zwischen den Hautarealen des medialen und lateralen Astes eines Segmentes vergrößert sich nach kaudal.

Das Absacken der Hautversorgung des lateralen Astes begründet sich aus der Notwendigkeit der Hautinnervation des Gesäßes. Das Fehlen der Hautversorgung der lateralen Äste von L4 und L5 zwang die darüber liegenden Segmente nach kaudal zu wandern.

Betrachtet man ein gesamtes **Dermatom**, also das Hautgebiet eines Segments, so bemerkt man, dass es aus mehreren Anteilen besteht. Zum einen aus dem vom Ramus ventralis versorgten Gebiet und zum anderen aus zwei Gebieten, die der Ramus dorsalis mit seinem medialen und seinem lateralen Ast innerviert. Es sind also **meist drei Hautgebiete** zu beachten und zwar auf jeder Körperseite.

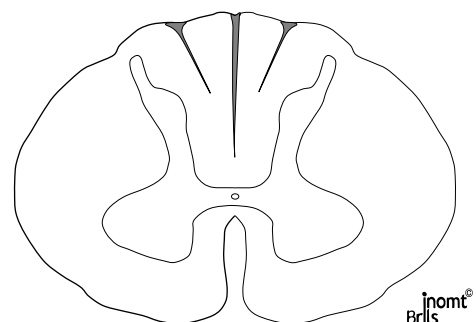
Auch ein Teil der **autochthonen Rückenmuskulatur** wird vom lateralen Ast des Ramus dorsalis innerviert.

3. Ramus meningeus

Um die Versorgung der **im Wirbelkanal befindlichen Strukturen** zu gewährleisten, läuft der Ramus meningeus durch das Foramen intervertebrale in das Innere der Wirbelsäule zurück. Wegen dieser Umkehr wird dieser auch als **Nervus recurrens** oder **Nervus sinuvertebralis** bezeichnet.

Der Ramus meningeus teilt sich primär in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast, diese verzweigen sich weiter und bilden eine Art **Netzwerk** mit den Rami meningei anderer Segmente. Auf diese Art entsteht im Inneren der Wirbelsäule eine polysegmentale Innervation, die sich am Beispiel der Dura mater über **6 Segmente** erstrecken kann.

Der Ramus meningeus hält sich nicht an die Seitenregel und **überkreuzt** die Mittellinie, wodurch bei einigen Krankheitsbildern bilaterale Symptome entstehen können.



4. Ramus communicans albus

Dieser Ast ist nur in den Segmenten C8 – L2/3, deren Seithörner einen Nucleus intermediolateralis aufweisen, angelegt. Jedes orthosympathische Neuron, das im Seithorn des Rückenmarks beginnt, verläuft mit der vorderen Wurzel aus dem Rückenmark und biegt nach dem Austritt durch das Foramen intervertebrale in Richtung Grenzstrang ab. Die Verbindung zwischen vorderer Wurzel und Grenzstrang nennt man Ramus communicans albus.

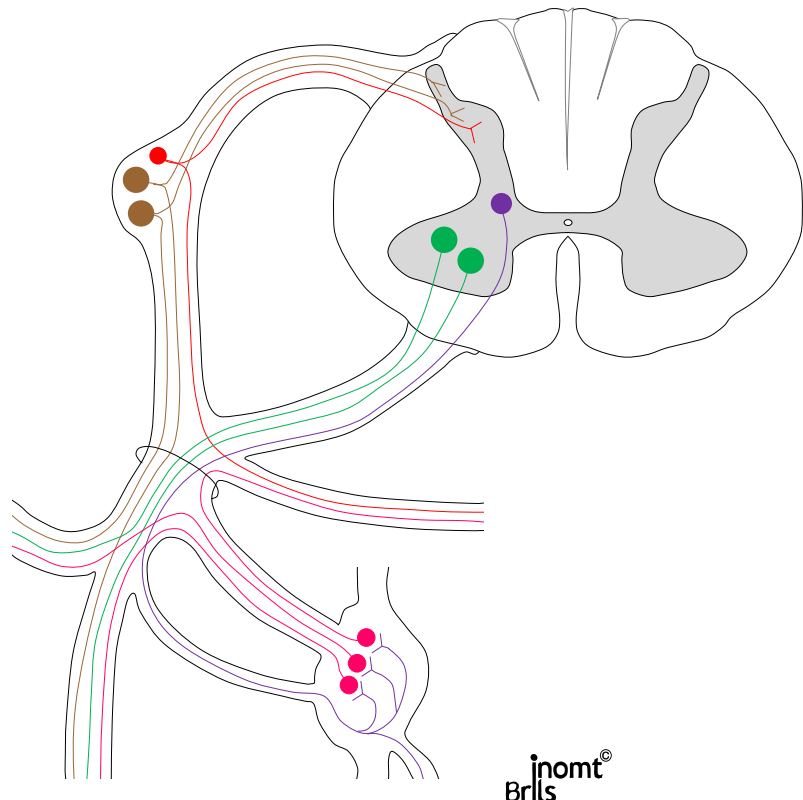
Da in allen Anteilen des Spinalnervens unmyelinisierte, **postganglionäre**, vegetativ orthosympathische C-Fasern zu finden sind, müssen alle Spinalnervenanteile über eine Verbindung zum Grenzstrang und dessen Ganglien verfügen. Diese vom Grenzstrang zurück zum Spinalnerven ziehende Bahn nennt man **Ramus communicans griseus** und besteht in allen Segmenten.

Der **Grenzstrang** verläuft paravertebral im Bereich zwischen Processus transversus und Wirbelkörper, thorakal liegt er den kostovertebralen Gelenken an.

Aus dem Grenzstrang verlaufen unterschiedliche Nerven in verschiedene Richtungen, neben den schon erwähnten Anteilen zum Spinalnerven bestehen zudem Verbindungen zu den **inneren Organen**. Über diese als **Nn. splanchnii** bezeichneten neuralen Verbindungen verlaufen nicht nur vegetativ orthosympathische Neurone, sondern auch afferente Bahnen.

Außerdem gibt es auch Verbindungen vom Grenzstrang zum ventralen Bereich der Wirbelsäule, z.B. zum **Lig. longitudinale anterius**.

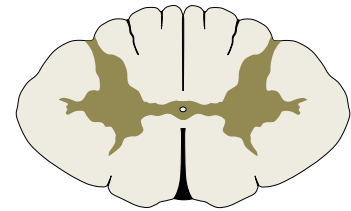
Es darf nicht vergessen werden, dass die Betrachtung eines **topographischen Nervens** in erster Linie dessen bindegewebige Hülle, die **Neurofaszie**, erkennen lässt. Welche Neuronen durch diese Hülle als laufen, hängt von den Anforderungen der Zielorgane ab.



Zusammenfassung der Innervationsgebiete der den Rücken versorgenden Äste

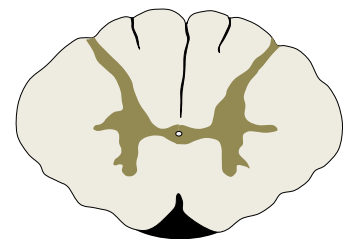
Ramus meningeus

- Wirbelkörper
- Diskus
- Lig. longitudinale post.
- Meningen
- Rückenmark
- Facettengelenke
- Gefäße



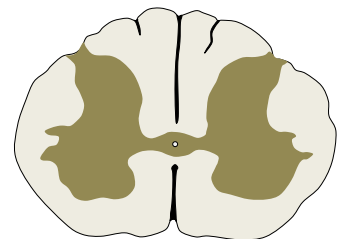
Ramus dorsalis medialer Ast

- Facettengelenke (2 Stück)
- Autochthone Rückenmuskulatur
- Periost
- Gefäße
- Haut (siehe Dermatomtafel)
- Bänder
- Fascia thorakolumbalis



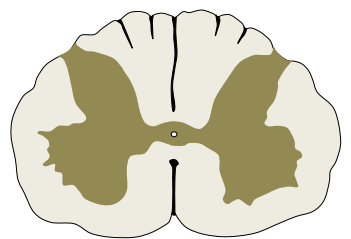
Ramus dorsalis lateraler Ast (fehlt bei L5)

- Autochthone Rückenmuskulatur
- Haut (siehe Dermatomtafel)
- Gefäße
- Fascia thorakolumbalis



Ramus dorsalis intermediärer Ast

- Autochthone Rückenmuskulatur
- Gefäße



Neuroanatomie und -pathologie

inomt®
Brlls

Zum besseren Verständnis der Symptomatik des Patienten bedarf es eines Basiswissens der Neuroanatomie!

Didaktisch kann man das Nervensystem u.a. in ein peripheres (PNS) und ein zentrales (ZNS) Nervensystem aufteilen. Das **ZNS** besteht aus Telencephalon, Diencephalon, Mesencephalon, Metencephalon, der Medulla oblongata (die letzten drei Genannten werden als Hirnstamm zusammengefasst) und der Medulla spinalis.

Der weitere Abschnitt befasst sich mit der **Medulla spinalis**, auch **Rückenmark** genannt. Dort gibt es eine weiße Substanz (**Substantia alba**), in der die verschiedenen Nervenbahnen verlaufen. Die weißliche Färbung entsteht durch die **Myelinschicht**, welche diese Bahnen umgibt, Aufgabe dieser Myelinisierung ist die Isolation und eine schnellere saltatorische Leitung. Daneben gibt es im Rückenmark eine graue Substanz (**Substantia grisea**), hierin befinden sich u.a. die Ursprungskerne der motorischen (Vorderhorn) und sympathischen (Seithorn) Nerven, aber auch noch andere **Zellkörper** von Neuronen (z.B. die der Interneuronen).

Das Rückenmark ist von drei verschiedenen „**Rückenmarkshäuten**“ umgeben: direkt auf dem Rückenmark liegt die **Pia mater spinalis**, hier liegen die Rückenmark versorgenden Blutgefäße. Auf dieser befindet sich die **Arachnoidea spinalis** mit dem **Subarachnoidalraum**, in dem **der Liquor cerebrospinalis** fließt. Diese spezielle Flüssigkeit hat u.a. eine wichtige biomechanische Funktion, durch die wässrige Lagerung soll sie das Rückenmark schützen und gleichzeitig ein **reibungsloses Bewegen** des Rückenmarks innerhalb der Wirbelsäule gewährleisten. Weitere Aufgaben sind **Ernährungs- und Kommunikationsfunktionen**, hier sei nur an die Atmungssteuerung durch PH- Wertänderung oder an die **Verteilung von Opiaten** aus dem periaquäduktalen Grau erinnert. Der Liquor wird im Plexus choroideus des ersten Ventrikel gebildet und über die Arachnoidalzotten, welche sich überwiegend im Kranium, aber auch im Bereich der Spinalwurzel befinden, resorbiert. Arachnoidea und Pia mater sind durch das **Septum dorsale** und die **Ligg. denticulata** miteinander verbunden.

Die äußerste Schicht bildet die **Dura mater spinalis**. Diese Dura mater besteht eigentlich aus 2 Schichten: einer **viszeralen Schicht** (die eigentliche Dura mater spinalis) und einer **parietalen Schicht** (u.a. Lig. longitudinale post. und Ligg. flava), der Raum zwischen diesen beiden Schichten ist mit Fettgewebe und vielen großen Venen gefüllt und wird **Epi- oder Periduralraum** genannt.

Das Rückenmark ist im Bereich der zervikalen und lumbosakralen Ursprungskerne dicker als im Bereich der thorakalen. Eine mögliche Ursache hierfür ist, dass im thorakalen Bereich weniger Afferenz verschaltet wird und es viel weniger motorische Kerne gibt. Die graue Substanz ist dort also deutlich geringer.

Das Rückenmark reicht ungefähr bis zum Wirbelkörper L2 und heißt in dieser Höhe **Conus medullaris**, danach geht es in das **Filum terminale** über. Dieses Filum terminale **internum** wird durch die Arachnoidea geformt. Ungefähr auf Höhe des Wirbelkörpers S2 verbindet sich dieses arachnoidale Ende mit dem des Durasacks und heißt dann Filum terminale **externum**. Das Filum terminale externum läuft durch den **Hiatus sacralis** und setzt daraufhin als **Lig. sacrococcygeum posterius profundum** am Os coccygeus an.

Neben periostalen Verbindungen am Foramen magnum und am Steißbein finden sich die stärksten **ligamentären Fixationen** auf Höhe von **TH4, L4 und S2**. Diese Fixpunkte zeigen am häufigsten Auffälligkeiten bei neuromeningealen Spannungserhöhungen.

Seitlich am Rückenmark gibt es ventral und dorsal je eine Art Leiste, aus der dünne Fäden kommen. Diese Fäden heißen **Fila radicularia** und sind Nervenbahnen, zwei bis 12 dieser Fila radicularia formen zusammen ventral die **Radix ventralis** und dorsal die **Radix dorsalis**.

Die ursprüngliche **Bell-Magendie-Regel** besagt, dass die sensiblen **afferenten** Fasern in der Radix **dorsalis** verlaufen und die **effferenten** Fasern in der Radix **ventralis**. Diese Aussage kann nicht unkommentiert bleiben. Alle das Rückenmark verlassenden Fasern myelinisiert und somit die Radix ventralis nur aus „weißen“ Fasern bestehen. Coggeshall (1973) durchtrennte die **Radix ventralis** und untersuchte diese genauer. Dabei entdeckte er bis zu **30% graue Fasern** (nozizeptive Afferenzen und vegetative Efferenzen) und **widerlegte** so diese Bell-Magendie-Regel. Die **aktualisierte** Bell-Margendi Regel besagt, dass in der Vorderwurzel hauptsächlich efferente und in der Hinterwurzel überwiegend afferente Neuronen verlaufen.

In **der Radix dorsalis** befindet sich eine Verdickung: das **Spinalganglion** mit den Zellkernen der afferenten peripheren Nerven. Nach dem Spinalganglion verbinden sich Radix ventralis und Radix dorsalis und formen (in Höhe des Foramen intervertebrale) den **N. spinalis**.

Der N. spinalis teilt sich direkt nach dem Austritt durch das Foramen intervertebrale in die verschiedenen Äste :

Als erster Ast zweigt der **Ramus meningeus** ab, er wird auch als N. recurrens, N. sinuvertebralis oder als N. von Luschka beschrieben. Der Ramus meningeus zieht nach der Abspaltung vom N. spinalis ventral von diesem wieder zurück durch das Foramen intervertebrale, bleibt dabei extradural und läuft in den Wirbelkanal. Dabei innerviert er eigentlich sämtliche Strukturen, an denen er vorbeizieht.

Unmittelbar lateral des Lig. longitudinale post. teilt sich der Ramus meningeus in aufsteigende, absteigende und transversale Filamente, die sich mit analogen Endfilamenten der oberen, unteren und gegenseitigen Rami meningei vernetzen. Zu jedem lumbalen Segment gehören deshalb Fasern von mindestens drei maximal sechs Rami meningei pro Seite.

Der Ramus meningeus innerviert folgende Strukturen:

Ligamenta flava

Ligamentum longitudinale post.

Periost des Foramen intervertebrale

Periost des Wirbelkörper

Periost des Arcus vertebrae (anteriore Seite)

Epiduraler Venenplexus (daher der Name N. sinuvertebralis)

Dura mater (daher der Name N. meningeus)

Dura-Manschette

Anulus fibrosus der Disci intervertebrales

Gleich nach der Abzweigung des Ramus meningeus zweigt der **Ramus dorsalis** vom Spinalnerv ab. Dieser verläuft zuerst etwas lateral und kaudal und schließlich durch ein Foramen des Lig. intertransversale nach dorsal. Danach verästelt er sich in seinen medialen, lateralen und einen kleinen intermediären Ast. Der Spinalnerv von L5 hat nur den medialen Ast des Ramus dorsalis.

Der **mediale Ast** des Ramus dorsalis innerviert folgende Strukturen:

Mm. multifidi und Mm. Interspinales. (eine rein segmentale Innervation für die Muskeln)

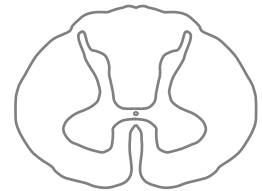
Periost des Arcus vertebrae und Processus spinosus

Hautgebiet neben diesem Processus spinosus

Kaudaler Teil des Facettengelenks, der neben dem Foramen, aus dem der Spinalnerv austritt, liegt

Kranialer Teil des Facettengelenks unterhalb des Segments, aus dem der Nerv austritt

Lig. interspinale und Lig. flavum



Der **intermediäre Ast** des Ramus dorsalis formt mit seinen Nachbarn einen intersegmentalen Plexus und innerviert nur die autochthonen Rückenmuskeln.

Ab ca. Th7 versorgt der **laterale Ast** ein Hautgebiet neben dem des medialen Asts. Die Haut des Gesäßes wird in 60 % der Fälle durch den lateralen Ast von L1 innerviert, in 27 % von L1 und L2, und in nur 13 % der Fälle von L1, L2 und L3.

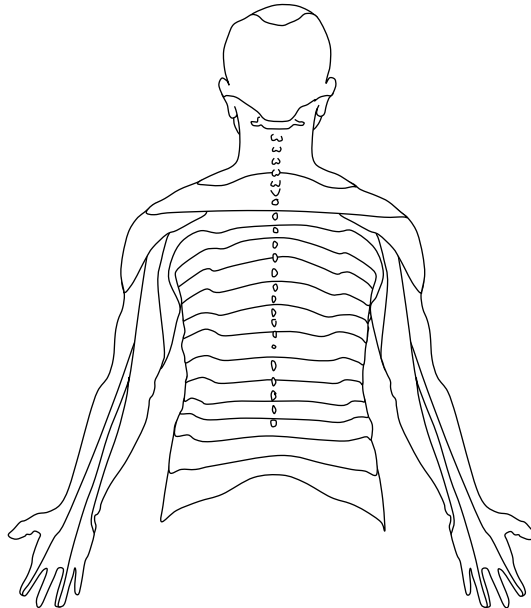
Von den Spinalnerven **C8 bis L2** geht ein **Ramus communicans albus** ab, ein präsynaptischer sympathisch vegetativer Nerv. Seine **präganglionären** Neurone entspringen den **Nuclei intermediolaterales** und **intermediomediales** und den **Nuclei calati**; das sind die Ursprungskerne des **segmentalen (ortho-)sympathischen Nervensystems**. Der Ramus communicans albus zieht zum **Grenzstrang**, dort wandern seine präganglionären Fasern entweder nach kranial oder kaudal oder verlassen ihn auch auf dem gleichen Niveau. Vor dem Austreten aus dem Grenzstrang verschaltet er sich auf **20 bis 100 postganglionäre** Neurone (**Divergenz**). Der Ramus communicans albus erhielt seinen Namen aufgrund der leichten Myelinisierung seiner Neurone (B-Fasern) und dadurch erscheint dadurch weißlich. Der Ramus communicans griseus ist kaum myelinisiert und sieht dadurch grau aus.

Dieser **Ramus communicans griseus** zieht dann vom Grenzstrang zurück zum Spinalnerv und mit dessen Fasern in die Peripherie. Weitere präganglionäre sympathische Fasern durchlaufen ohne Verschaltung den Grenzstrang und gelangen zu den **praevertebralen Ganglien** entlang der Bauchaorta und deren Ästen. Dort verschalten sie sich auf die postganglionären Neurone und gelangen entlang der Blutgefäße zu den Zielgeweben. Auf diesen Wegen erreichen die postganglionären sympathischen Nerven alle Strukturen des menschlichen Körpers. **Alles im Körper steht unter vegetativer Kontrolle!**

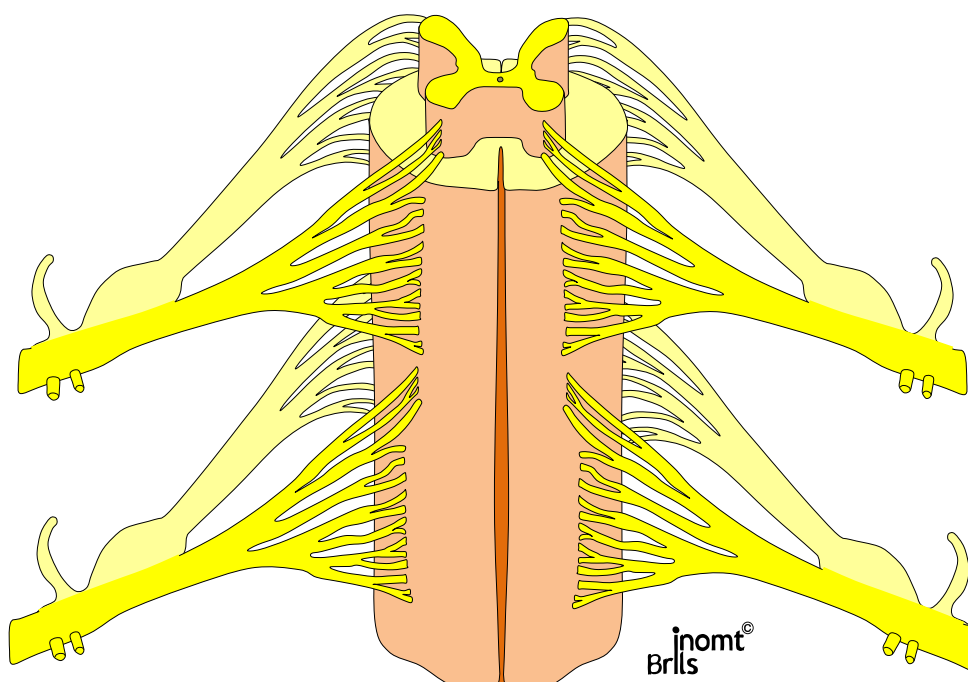
Die **größte** Abzweigung des Spinalnervs ist der **Ramus ventralis** (Ausnahme: N.spinalis C1 ; dort ist der Ramus dorsalis größer, s.o.).

Dieser Ramus ventralis wird **thorakal** zum **N. intercostalis**. Lumbal und zervikal formt er mit weiteren Ventral-Ästen anderer Segmente Plexus. Aus diesen Plexus entspringen dann die peripheren Nerven, der zur oberen oder unteren Extremität ziehen.

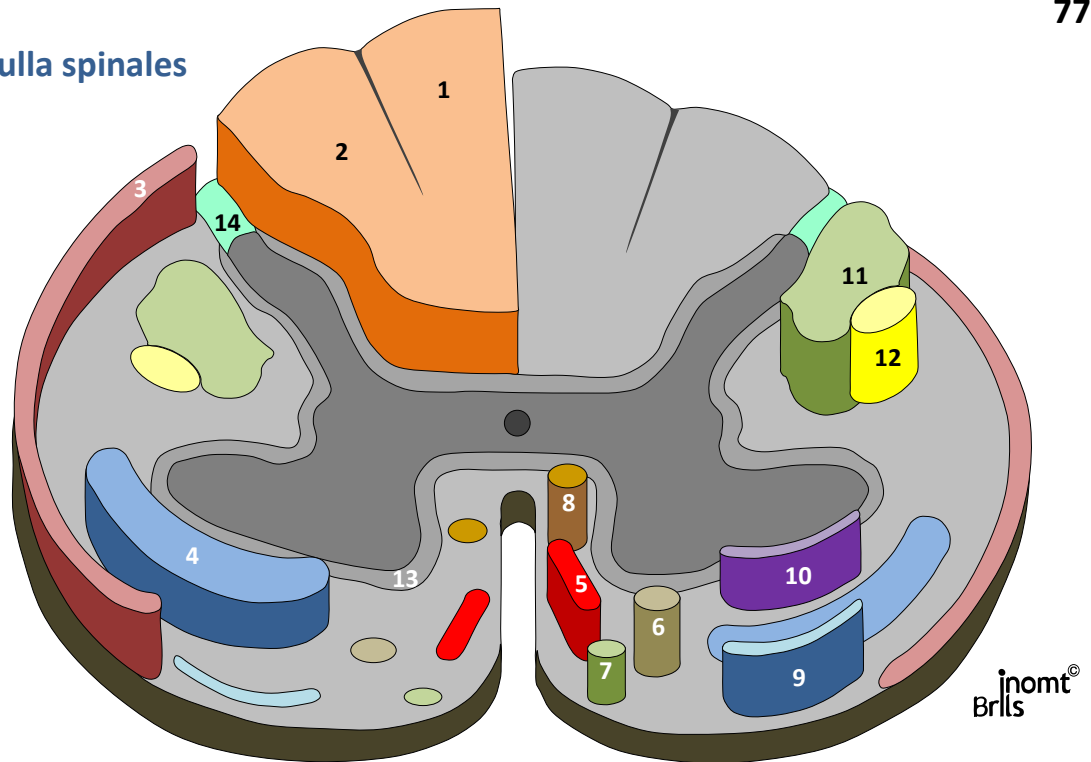
Der Name eines peripheren Nervens bezeichnet strenggenommen nur dessen Hülle, in der die verschiedenen Neuronen liegen. Der Nerv besteht immer aus vegetativer Efferenz und sensorischer Afferenz, manchmal enthält er auch motorische Efferenz.



Durch die Plexusbildung besteht ein peripherer Nerv, der zu den Extremitäten zieht, meist aus Neuronen mehrerer Spinalnerven. Dadurch können die Zugkräfte eines peripheren Nervens auf mehrere Spinalnerven verteilt und somit gemindert werden. Eine Schädigung des Rückenmarks wird so eher vermieden.



Tractūs medulla spinales



inomt®
Brlls

1	Fasciculus gracilis
2	Fasciculus cuneatus
3	Tractus spinocerebellaris
4	Tractus spinothalamicus
5	Tractus corticospinalis ventralis
6	Tractus reticulospinalis medialis (pontine)
7	Tractus tectospinalis
8	Fasciculus longitudinalis medialis
9	Tractus vestibulospinalis lateralis
10	Tractus reticulospinalis
11	Tractus corticospinalis lateralis
12	Tractus rubrospinalis
13	Fasciculus proprius
14	Lissauer Tract

Neurofasziale Strukturen

Wie erwähnt wird das Rückenmark von den Rückenmarkshäuten umgeben, Pia mater spinalis, Arachnoidea spinalis und Dura mater spinalis. Auch der periphere Nerv hat verschiedene bindegewebige Hüllen.

Das Axon wird von **Schwann'schen – Zellen** umgeben, bei nicht myelinisierten Fasern umhüllt eine Schwann'sche-Zelle gleichzeitig mehrere Axone, während bei myelinisierten Fasern die Schwann'sche-Zelle nur ein Axon umhüllt.

Die Schwann'sche - Zelle wiederum wird vom **Endoneurium** umgeben, es besteht aus vornehmlich longitudinal angelegtem Bindegewebe mit einem sehr hohen Elastinanteil. Es trennt die einzelnen Neurone voneinander und gewährleistet dadurch eine konstante Nervenfasernumgebung.

Mehrere dieser Neurone formen gemeinsam einen **Faszikel**, der vom **Perineurium** umgeben wird. Das eine den Zugkräften gegenüber sehr widerstandsfähige Struktur ist, da seine Lamellen hauptsächlich aus Kollagen und nur zur einem geringen Anteil aus Elastin bestehen.

Die dritte Schicht ist das **Epineurium**, es steht in Kontinuität mit der Dura mater und besteht aus dem Epineurium **internum** (**epifaszikuläres** Epineurium) und **externum**. Das Epineurium internum ermöglicht das Gleiten zwischen 2 Faszikeln, hier befinden sich die Vasa nervosae und die Nn. nervosae. Das Epineurium externum bildet eine abgrenzende Schicht und unterscheidet sich deutlich von dem den topographischen Nerven umgebenden faszialen Gewebe. Das Epineurium, die Menge der Neurone pro Faszikel und auch die Menge der Faszikel schützen den topographischen Nerv und die darin enthaltenden Neurone vor Kompression.

Außen um das Epineurium externum liegt eine weitere sehr lockere Gewebsschicht: das **Mesoneurium**. Es erlaubt dem topographischen Nerven ein ungehindertes Gleiten gegenüber den angrenzenden Geweben.

Der periphere Nerv ist durch den Bau seiner neurofaszialen Hüllen sehr gut gegen Druckkräfte geschützt, die bedrohlichste Belastung für den Nerv stellen Zugkräfte dar. Das **Perineurium** schützt zwar das Neuron, jedoch nicht die Vasa nervosae. Ab einer **8%en Verlängerung** des Nervs kommt es zu einer Verlangsamung hauptsächlich des intranervalen venösen Blutflusses und zu einem **völligen Erliegen** der arteriellen, venösen und kapillaren intranervalen Perfusion ab etwa **15%er Verlängerung**. Ohne genügend Durchblutung gibt es zu wenig Sauerstoff für den Nerv. Das Nervensystem hat einen hohen Sauerstoffbedarf, in **Ruhe** verbraucht es etwa **20 bis 25%** des im Blut vorhandenen Sauerstoffs. Für den Stoffwechselbedarf normaler neurologischer Funktionen ist eine ununterbrochene Blutzufuhr unerlässlich, da die physiologische Nervenfunktion stark von Sauerstoff abhängig ist. Nicht nur der arterielle Zufluss, sondern auch der venöse Abfluss ist für Nerven elementar, denn ohne ausreichenden Abfluss sammeln sich zu viele Metabolite („Dreck“) im Gewebe, die zu Schwellungen und Entzündungen führen können. Eine **optimale Durchblutung** des Nervensystems ist also eine primäre Voraussetzung für das Funktionieren des Nervensystems und somit auch für die **Physiotherapie relevant**. Deshalb erscheint es hier sinnvoll, über diese Durchblutung zu schreiben.

Nervenzwurzel:

Dieser Übergangsbereich zwischen dem zentralen und peripheren Nervensystem ist von seinem Aufbau nicht mit den peripheren Nerven oder der Rückenmarkshäute zu vergleichen. Es gibt scheinbar keinen direkten fließenden Übergang zwischen den meningealen Hüllen und den derben peripheren Schichten. Der Wurzelbereich ist mit einer leicht-maschigen "radikulären Pia" und arachnoidalen Anteilen überzogen. Da die Hüllstrukturen nur sehr gering ausgeprägt sind, benötigt der Wurzelbereich einen anderen Mechanismus zum Schutz vor mechanischer Belastung insbesondere vor Zugreizen. Vom Wirbelkanal aus wird die Nervenzwurzel von der Duramanschette begleitet und hat somit eine Verbindung durch epidurales Gewebe zum Wirbelkörperperiost. Von peripher strahlt das derbe Epineurium externum in das Periost des Foramen intervertebrale und absorbiert so den peripheren Zug. Die Verbindungen dieser beiden Hüllen zum Foramen intervertebrale werden als **Operculum von Forestier bezeichnet**. Diese können in zwei Kompartimente, ein äußeres und ein inneres, unterteilt werden, zwischen denen die eintreffenden Kräfte nicht weitergeleitet werden. Neben dem mechanischen Schutz der Nervenzwurzel sorgt dieser Aufbau für eine Pumpfunktion und damit für die Unterstützung des venösen Systems, dies ist aufgrund der Klappenlosigkeit der Venen in diesem Bereich eine sehr wichtige Funktion.

Durchblutung des Rückenmarks

Das Rückenmark wird von drei longitudinal verlaufenden Gefäßen versorgt: einer A. spinalis anterior (welche 75 % des Rückenmarkes mit Blut versorgt) und zwei Aa. spinales posteriores.

Zervikal entspringt die **A. spinalis anterior** aus den beiden Aa. vertebrales, die jeweils einen Ast, die A. vertebrospinalis, abgeben, die sich ungefähr in Höhe von C5 zu der A. spinalis anterior verbinden.

Die Aa. spinales anteriores et posteriores werden auf unterschiedlichen Segmenthöhen durch die **Aa. radicales ventrales et dorsales** mit Blut versorgt, diese Aa. radicales gelangen durch die Foramina intervertebrales zum Rückenmark. Anzahl (im Schnitt acht) und Lokalisationen dieser Aa. radicales variieren individuell sehr stark. Meistens gibt es **2 - 3** große Aa. radicales (<700µm), die dann als **A. radicularis magna** bezeichnet werden. Diese befinden sich meist in Höhe von C5 und Th10 - Th12, die letzte wird auch **Arteria von Adamkiewicz** genannt. Dies zeigt die Bedeutung dieses Segmentes nicht nur in seiner neurovegetativen Steuerungsfunktion, sondern auch seinen versorgenden Aufgaben. So sind die Auswirkungen funktioneller Störungen auf die lumbale Wirbelsäule und die gesamte untere Extremität erklärlich. **Kritische Versorgungssegmente** scheinen sich im Bereich **TH4** und **L1** zu liegen, was eine Erklärung für die häufige Betroffenheit dieser Wirbelsäulenabschnitte liefern könnte.

Das versorgende Gefäßsystem verläuft in longitudinaler und horizontaler Richtung und ist so vor übermäßiger Zugbelastung relativ gut geschützt und kann somit in jeder Stellung des Rückenmarkes seiner Funktion nachkommen. Darüber hinaus besitzt es viele Anastomosen, so dass das Blut in alle Richtungen fließen kann und eventuelle Verschlüsse gut kompensiert werden können.

Es gibt vier Typen der Aa. radicales anteriores et posteriores:

Das Gefäß tritt in das Foramen intervertebrale ein, läuft bis zur Mittellinie des Rückenmarks und gibt einen Teil des Blutes an die Aa. spinales anteriores et posteriores ab.

Das Gefäß erreicht nahezu die Mittellinie, liefert aber keinen Beitrag an die Aa. spinales anteriores et posteriores; es versorgt also lediglich die Radix und minimal das Rückenmark.

Es erreicht das Rückenmark, läuft aber nur bis zum Ursprung der Radix und versorgt das Rückenmark überhaupt nicht.

Das Gefäß erreicht das Rückenmark nicht, es tritt also nur in den Wirbelkanal ein ohne dort weiterzulaufen.

Vorkommen der unterschiedlichen Gefäßtypen:

Den **ersten** Gefäßtyp findet man hauptsächlich zervikal und thorakal, der **zweite** Typ existiert vor allem in den zervikothorakalen und thorakolumbalen Übergängen.

Der untere thorakale Bereich und der Anfang der Cauda equina werden vom **dritten** Gefäßtyp versorgt. Die restliche Cauda equina wird über den **vierten** Typus durchblutet, wobei die **distalen 2/3 der Radix** durch die **segmentalen Arterien** versorgt werden. Das **proximale Drittel** wird durch die Arteria von Adamkiewicz versorgt. Daraus folgt, dass **Radiculopathien der unteren Segmente** nicht unbedingt eine segmentale Ursache haben müssen, sie können auch im Bereich Th10–12 entstehen, da dort ein Teil der Durchblutung entspringt.

Radix:

Die arterielle Versorgung der Nervenwurzel erfolgt über verschiedene Wege.

- A. spinalis posterior: Radix dorsalis
- A. spinalis anterior: Radix ventralis
- Aa. radicales: sehr variable Versorgungsgebiete
 - Aa. spinales anterioris et posteriores, Radices ventralis et dorsalis

Peripherer Nerv:

Die arterielle Versorgung peripherer Nerven erfolgt über deren interneurale Gefäße, die von extraneuralen Gefäßen, die ihren Eintritt an wenig bewegten Stellen in den Nervenstrang finden, da so ein Schutz vor mechanischer Deformierung durch das Epineurium gewährleistet ist. Das gleiche Prinzip findet sich beim Durchtritt durch das Perineurium, so dass hier ebenfalls ein Schutz vor Kompression gegeben ist.

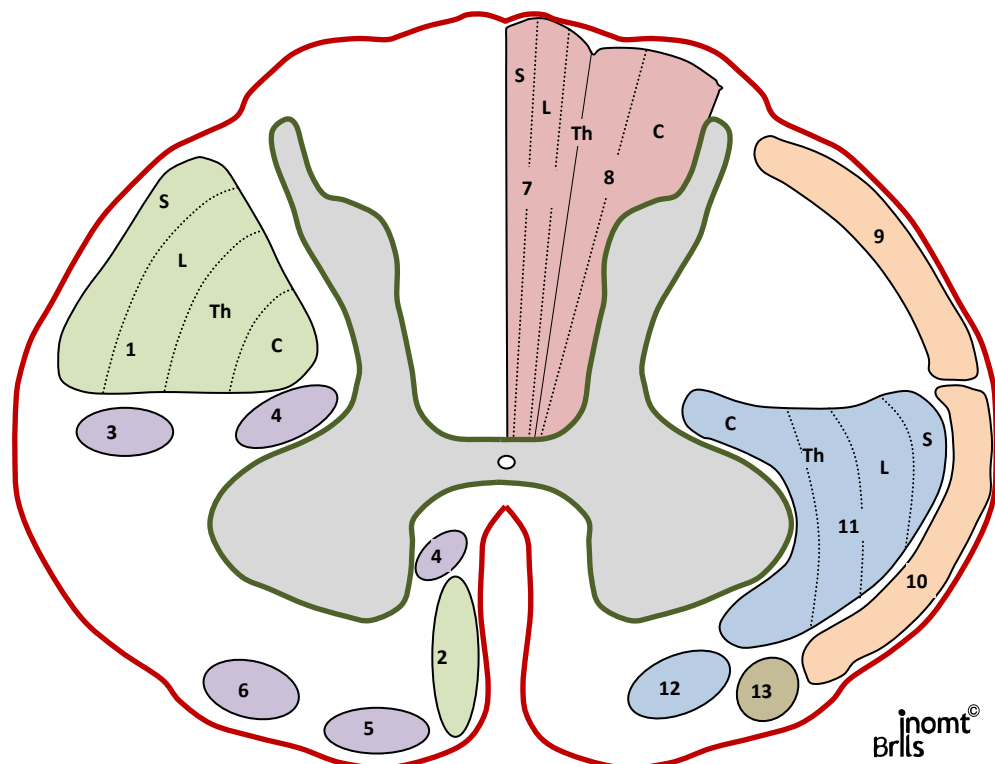
Zusammenfassend kann werden, dass die Aa. radicales durch die Aa. vertebrales, Aa. cervicales profundae, Aa. intercostales profundae und die Aa. lumbales gespeist werden. Allerdings kommt auf Höhe von **L5** keine A. lumbalis vor, statt dessen bestehen dort drei andere Möglichkeiten der Versorgung über die A. ilio-lumbalis, A. sacralis lateralis oder medialis. Dies sind jedoch **indirekte** Versorgungswege, die Durchblutung und damit die Ernährung der 5. lumbalen Bandscheibe sind also schlechter als die der übrigen Disken gesichert. Möglicherweise ist dies ein Grund, weshalb diese Bandscheibe so häufig Pathologien entwickelt.

Die **venöse Drainage** wird durch drei venöse Plexūs gesichert, die mit den drei longitudinalen Venen, **Vv. spinales posteriores et anteriores, V. spinalis posterolateralis und V. spinalis anterolateralis**, in Verbindung stehen. Die drei Plexūs (**Plexus medullaris, Plexūs venosi vertebrales externa et interna**) stehen untereinander ebenfalls in Verbindung. Dieses Venensystem hat **keine Klappen**, so dass das Blut auch hier in beide Richtungen fließen kann. Maßgeblich für eine gute Drainage ist wahrscheinlich Bewegung, die eine Art Pumpmechanismus in Gang gesetzt wird. Bei keiner oder zu wenig Bewegung entstehen Stauungen, wodurch das Gewebe schlechter drainiert wird. Das wiederum führt zu Reizzuständen (z.B. Entzündungen oder Minderversorgung) des Nervengewebes.

Innervation des Nervensystems

Es handelt sich hierbei insbesondere um die Innervation der Bindegewebshüllen und der den Nerven versorgenden Gefäße.

Dura:	R. meningeus
Radix:	R. meningeus - Nn. nervorum - Perivaskuläre Neurone
Peripherer Nerv:	Nn. nervorum - Perivaskuläre Nerven



Neurologische Untersuchung

1. Allgemein
2. Parameter zur Diagnostik
3. problemauslösende Strukturen
4. Differenzierung : Nervenwurzel / Peripherer Nerv

1. Allgemein

Der Physiotherapeut kann das Nervensystem auf verschiedene Art und Weise untersuchen:

Funktion:

Die Leitungsfähigkeit kann untersucht werden, z.B. Motorik, Sensibilität.

Mobilität (Beweglichkeit):

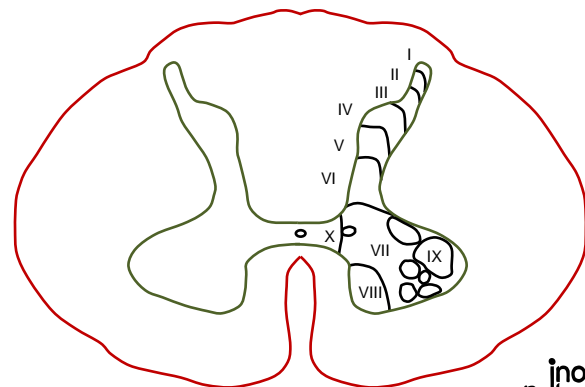
Spannung und Elastizität des Nervensystems können untersucht werden, z.B. Neural-Tension Tests.

Palpation:

Das Nervensystem kann palpiert werden, z.B. periphere Nerven.

Zielsetzung der neurologischen Untersuchung:

- Sie dient der Differenzierung der problemauslösenden Struktur für sensible, motorische und oder vegetative Störungen.
- Sie kann uns Hinweise über die Lokalisation der Pathologie geben.
- Sie dient bei wiederholten Untersuchungen der Behandlungskontrolle.



inomt®
Brills

2. Parameter zur Diagnostik

a) Sensibilität

Sensibilität kann unterscheiden werden in:

- 1 **Epikritische** Sensibilität (**gnostische** Sensibilität) =
Mechanozeption, Lageempfinden, 2-Punkt Diskrimination, Temperatur
 - 2 **Protopathische** Sensibilität (**vitale** Sensibilität) =
Schmerz, Temperatur, grober Tastsinn
- Berührungempfinden
 - Schmerzempfinden, mittels spitzem Gegenstand
 - Temperaturempfinden
 - Vibrationempfinden

b) Reflexe

- Eigenreflexe, z.B. Patellasehnenreflex, Achillessehnenreflex
- Fremdrelexe, z. B. Bauchdeckenreflex, Cremasterreflex
- Pathologische Befunde, z.B. Areflexie, Hyporeflexie, Hyperreflexie
- Pathologischer Reflex, z.B. Babinski positiv

c) Motorik

Getestet wird die maximale Kraft:

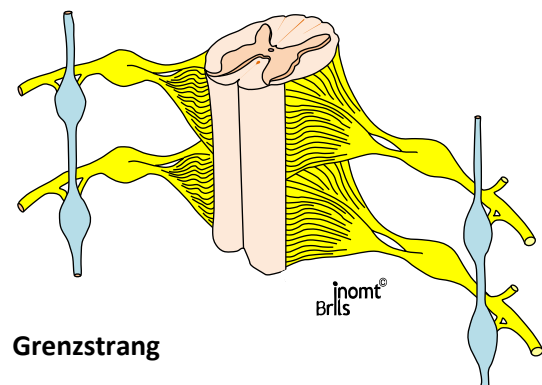
1. der Kennmuskeln (für segmentale Störungen)
2. der vom peripheren Nerv innervierten Muskeln

Pathologische Befunde:

- Paresen/ pathologische Hypotonie
- Atrophien
- Abschwächung der Kennmuskulatur
- Spastik/ pathologische Hypertonie

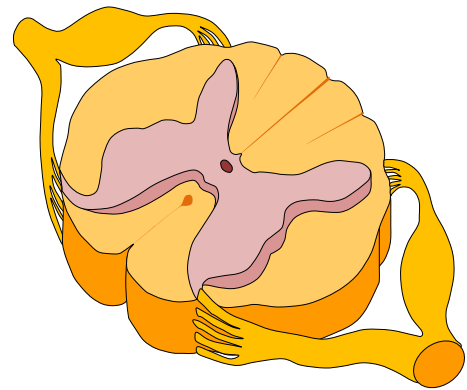
d) Vegetative Funktionen

- Schweißsekretion/ Sudomotorik
- Piloarreaktion
- Vasomotorik
- Faszialer Tonus
- Trophik
- pathologische Befunde:
 - Anhidrose/ Hyperhidrose
 - Durchblutungsstörungen
 - Missempfindungen, Parästhesien
 - Schmerz, Hypästhesien



3. Problemauslösende Strukturen

- a) Dura
- b) Rückenmark
- c) Nervenwurzel (Radices anterior et posterior)
- d) Cauda equina
- e) Peripherer Nerv
- f) Ganglion spinale



inomt®
Brils

a) Durazeichen

- Lasègue, Bragard, Neri
- SLR positiv
- Dura- und Spannungstest
- Beidseitige und multisegmentale Ausstrahlung

b) Rückenmarkszeichen

- Z.B. bilaterales Kribbeln in den Extremitäten
- Positiver Babinski
- Lhérmitte Zeichen positiv
(Parästhesien in den oberen Extremitäten und im Rücken bei starker Beugung des Kopfes nach vorn)

-> **Plus – Symptomatik!**

c) Wurzelzeichen

- Kennmuskelschwäche
- Reflexabschwächung
- Sensible Störungen, dermatomgebunden
- Husten, Niesen und Pressen positiv (HNP: Hernia nuclei pulposi)
- Bei einer Wurzelkompression treten selten Komplettausfälle wegen der meist multisegmentalen Innervation der peripheren Strukturen auf

-> **Minus – Symptomatik!**

d) Cauda equina - Zeichen

- Blasen- und Mastdarmstörungen
- Reithosenanästhesie
- Sensibilitätsstörungen in den Unterschenkeln
- Motorische Ausfälle an der unteren Extremität

e) Beeinträchtigung des peripheren Nervs

- Periphere Innervationsstörung nur im Versorgungsgebiet des Nervens (z.B. schlaffe Lähmung)
- Störungen vegetativer Funktionen
- Tinel – Zeichen positiv

-> Minus – Symptomatik!

Zu 3 C: Untersuchung von Motorik, Reflexen und Sensibilität

Kennfunktionen/Kennmuskeln:

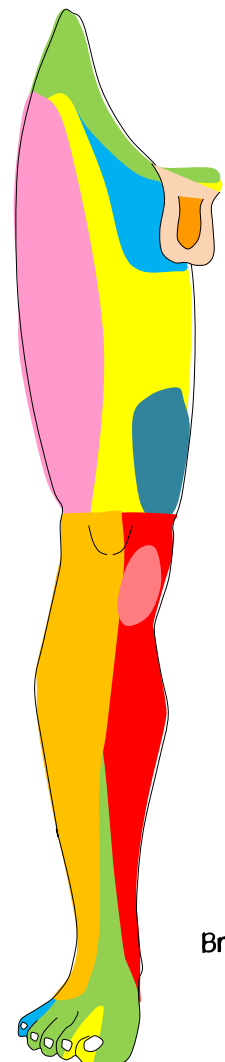
L1, L2, L3	Hüftgelenksflexion (M. iliopsoas)
L2, L3	Hüftadduktion
L3, L4	Kniestreckung (M. quadriceps femoris)
L4, L5	Fußhebung (M. tibialis anterior)
L5	Großzehenextension (M. extensor hallucis longus), Hüftabduktion
L5, S1	Fußpronation (Mm. peronei)
S1, S2	Plantarflexion (M. triceps surae)
S1, S2	Mm. ischiocrurales
S3, S4, S5	Beckenbodenmuskulatur

Reflexe:

L3, L4:	Patellasehnenreflex
S1, S2:	Achillessehnenreflex

Sensibilität:

Periphere Innervation



inomt®
Brlls

4. Differenzierung : Nervenwurzel – Peripherer Nerv

Charakteristika des Nervenwurzelsyndroms :

- Schmerzausstrahlung und Sensibilitätsausfälle im Dermatombereich
- Eher Schmerz als Sensibilitätsausfälle
- Kennmuskulaturabschwächung oder -ausfall (selten Ausfall)
- Reflexstörungen entsprechend der Schädigung der Wurzel: Hyporeflexie, Areflexie.
- Fehlen von vegetativen Ausfallerscheinungen!

Charakteristika der peripheren Nervenläsion:

- Eher Taubheit als Schmerz im Innervationsbereich des peripheren Nerven
- Motorische Störungen (Abschwächung oder schlaffe Lähmung)
- Hyporeflexie, Areflexie
- vegetative Störungen!

Nervenkompressionssyndrome:

- Kompressionssyndrome peripherer Nerven
- Nerveneinklemmung
- Einklemmungsneuropathien
- „Entrapementneuropathie“
- Engpasssyndrom

W Tackmann, H-P Richter, M. Stöhr (1989) Kompressionssyndrome peripherer Nerven. Springer Verlag, Berlin

M. Mumenthaler, H. Schliack (1985) Läsionen peripherer Nerven, Thieme Verlag, Stuttgart

Klinische pathogenetische Faktoren

Was ist betroffen?

Gemischter Nerv
Sensibler Nerv
Motorischer Nerv
Wurzel
Ganglion
Dura
Rückenmark

Strukturidentifikation

Wo wird getroffen?

Welcher Anteil von nervalem Gewebe ist betroffen?

Wie lange besteht die Kompression?

Wie schnell ist die Kompression entstanden?

Wie stark ist die Kompression?

Topographische Lokalisation

Qualitative Lokalisation

Dauer

Geschwindigkeit

Intensität

Dünne marklose Fasern

Gleichmäßige Erregbarkeit der Axonmembran

Kontinuierliche Erregungsausbreitung

Niedrige Impulsleitung

Na⁺-Einstrom niedrig

Anstiegssteilheit des Aktionspotentials 400 μ s

Aktionspotential ist länger, 1,6 ms

Sicherheit der Impulsübertragung hoch

Dicke markhaltige Fasern

Nur Ranvier'sche Schnürringe besitzen Na⁺-Kanäle

Saltatorische Erregungsausbreitung

Hohe Impulsleitung

Na⁺-Einstrom hoch

Anstiegssteilheit des Aktionspotentials 70 μ s

Aktionspotential ist kürzer, 0,3 ms

Sicherheit der Impulsübertragung niedrig

Funktionelle Veränderungen

Neurapraxie: Eine vorübergehende Blockade der Nervenleitung ohne dass es zu einer Durchtrennung der Axone oder deren Nervenhüllen kommt (Leitungsblock)

1. Impulsleitungsstörungen, Leitgeschwindigkeitsreduzierung, Erregungsleitungsstörungen, Leitungsverzögerung, Impulsleitgeschwindigkeitsstörung
2. Erhöhung der Refraktärzeit mit der Folge, dass die Impulsserien und deren Frequenzen verringert werden.
3. Erhöhung des Interstimulusintervalls
4. Im Faserkollektiv führt die unterschiedliche Leitgeschwindigkeitsreduzierung in verschiedenen Fasern zu einer Desynchronisation der Impulswelle mit zeitlicher Dispersion.
5. Des Weiteren kommt es zu einer Amplitudenreduktion des Summenpotentials
6. Änderungen der Membranerregbarkeit in Form von Refraktärität, Supernormalität und Subnormalität
7. „neurogener jitter“ (Zappeligkeit)
8. Ephaptische Impulsübertragung durch Demyelinisierung (artifizielle Synapse nach Granit et al., 1944)

Anatomisch – Morphologische – Strukturelle Veränderungen

Axonotmesis: Kontinuitätsunterbrechung der Axone bei erhaltenen Nervenhüllen

Neurotmesis: Komplette Durchtrennung der Nervenfaser mitsamt der Nerven-hüllen

- paranodale oder segmentale Demyelinisierung
- Axondegeneration
- Wallersche Degeneration
- Remyelinisierung
- Axonregeneration
- Echte Reinnervation
- Kollaterale Axonsprossungen mit Reinnervation

Ursachen der Leitungsverzögerung und Leitungsblocks

1. Stromverluste durch mangelhafte Isolation
2. Verminderte Membranerregbarkeit
3. Lokale Verringerung des Axondurchmessers (Erhöhung des Längswiderstandes des Neurons)
4. Verminderter Durchmesser der Markscheide
5. Verkürzung der Internodien (Internodalsegmente)
6. Kontinuierliche Impulsleitung in demyelinisierten Abschnitten
7. Energiemangel durch intranervale Blutstromdrosselung – metabolische Störung – Anoxie
8. Erhöhung der Refraktärzeit – nur noch intermittierendes Weiterleiten von Impulsserien
9. Intra- und perineurale Verschiebung der Elektrolytenkonzentrationen
10. Störung des Axontransportes – metabolische Störung
11. Erniedrigung der extraneuralen Na^+ -Konzentration – Inaktivierung des Na^+ -Systems
12. Herabsetzung des Ruhemembranpotentials

Eine verminderte extrazelluläre Ca^{++} -Konzentration setzt die Schwellenerregbarkeit herab.

Nervenschäden treten durch Ischämie als Folge eines Verschlusses oder sogar einer Ruptur der intraneuralen Blutgefäße auf.

Kollaterale Sprossungsvorgänge sorgen für eine Reinnervation von denervierten Muskelfasern über die erhalten gebliebenen motorische Axone. Dies bedeutet, dass die motorischen Einheiten größer werden, das Territorium der motorischen Axone vergrößert sich. Dies führt zu einer Verbesserung/Vergrößerung der Kraftentfaltung einer motorischen Einheit. Da die Impulsleitung in den kollateralen Axonsprossen langsamer verläuft als in den regulären Axonendigungen, verlängert sich die Kontraktionszeit im Muskel. Der Muskel ist langsamer und verliert an Koordination.

Durch die „Instabilität“ oder Inkontinuität der Impulsleitung in Axonsprossen kann die motorische Antwort von Reiz zu Reiz variieren („neurogener jitter“ – „Zappeligkeit“).

Pathologische Spontanaktivität der Muskulatur

Zuckungen – Fibrillationen – Myoklonien – Pseudomyotone Entladungen (repetitive Entladungen)

Druckprogressivität

Motorische, sensible und vegetative Funktionsstörungen
Plussymptomatik – Minussymptomatik

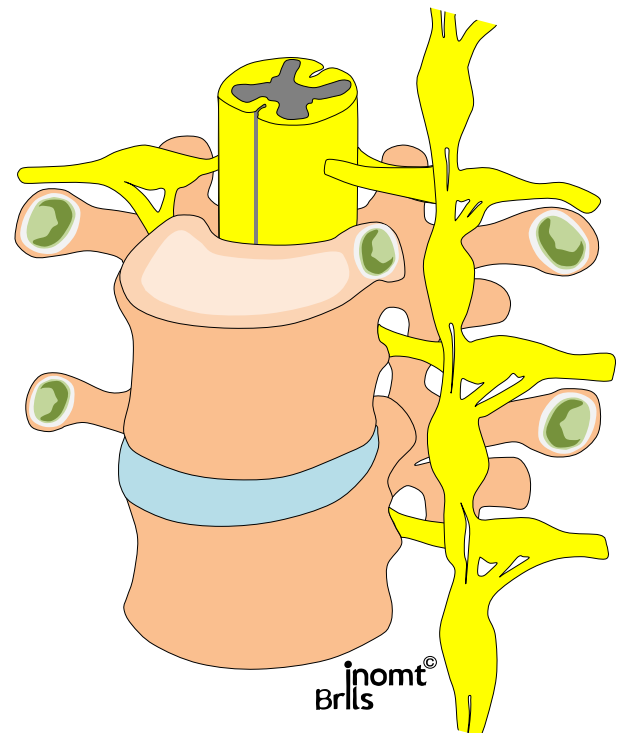
1. Keine Symptomatik
2. Spontane bzw. induzierte ektopische Impulsentstehung mit motorischer und insbesondere sensibler Reizsymptomatik.
3. Ektopische Impulsentstehung markhaltiger Fasern – Plussymptomatik – Paraesthesien, erhöhte Erregbarkeit von Axonen an Stellen lokaler Demyelinisierung bei intaktem Axon
4. Ektopische Impulsentstehung markloser Fasern – Plussymptomatik – Schmerzen
5. Leitungsverzögerung
6. Sensible Ausfallsymptomatik – Minussymptomatik – Schmerzen durch Deafferentierung
7. Leitungsblock
8. Wallersche Degeneration mit „sprouting“, Axonsprossung – neuronale Zunahme

Faserpopulation

0 mV

20mV

80 mV



Veränderung der Kapillarisation

Anatomisch: z.B. bei Diabetes mellitus und der daraus resultierenden Polyneuropathie.

Mechanischer Druck auf den Nerven

Zugbelastung des Nerven: Durch die Spannungserhöhung in den bindegewebigen Hüllschichten kommt es bei „Dehnung“ zu einer deutlichen Änderung der Kapillarisation. Untersuchungen des N. ischiadicus bei Kaninchen ergaben bei 8% Dehnung beginnende Veränderungen und bei 15% das vollständige Erliegen der Durchblutung.

Funktionelle vasomotorische Veränderungen

Eine Grenzstrangreizung führt zu einer bis zu 90%en Reduktion des Blutflusses.

Hormonell: Eine Noradrenalin Gabe in die Aorta reduziert den Blutfluss um bis zu 40%.

Die Veränderung der Kapillarisation führt zu einer Ischämie, diese führt zunächst zu einem Funktionsverlust der Neurone. Insbesondere die dick-myelinisierten Neurone sind hiervon betroffen, da diese eine hohe Arbeitsfrequenz besitzen. Dies bedeutet eine energieaufwendige häufige Aktivierung der $Na^+ - K^+$ Pumpe, die durch O_2 abhängige Mitochondrienaktivität (5000 — 10000) gesteuert wird. Die hieraus entstehende neurologische Symptomatik ist reversibel. Handelt es sich um eine längere Reduzierung der Durchblutung kann es zu Demyelinisierungsprozessen (Nekrose der Schwann'schen Zellen) und zur Axonschädigung kommen. Daraus resultieren dann irreversible Symptome.

NICHT OXIDATIVE GLYCOLYSE -> PH-ÄNDERUNG -> NEKROSE

Neben den neuralen Strukturen werde auch die Bindegewebshüllen geschädigt. Besonders die strukturelle Veränderung der kollagenen Fasern und der damit verbundene Mobilitätsverlust sind für uns von klinischer Bedeutung.

Peripherer Nerv

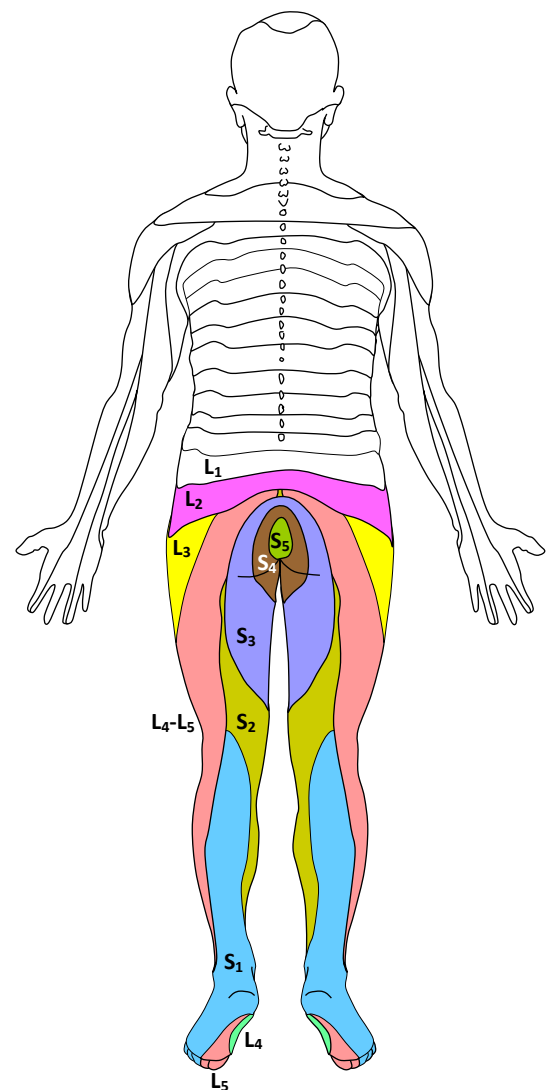
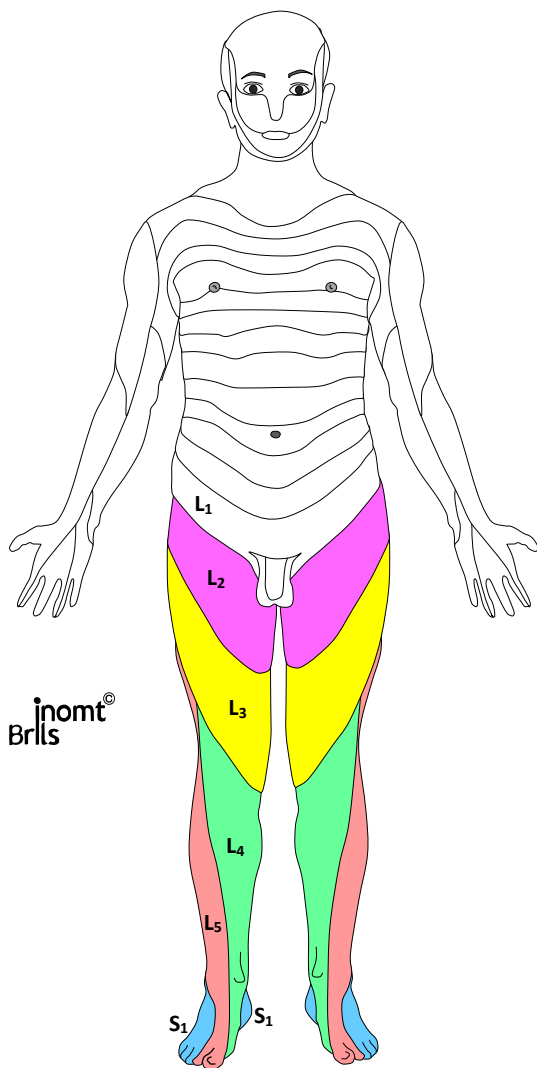
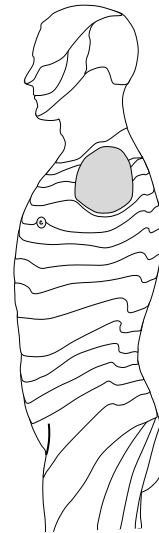
Kommt es zu einem Bewegungsverlust der neuromeningealen Strukturen untereinander oder zu ihrer Umgebung, sind physiologische Bewegungsabläufe im gesamten Organismus gestört. Jede Bewegung ist ein komplexes Geschehen, welche das Nervensystem nicht nur als steuernde Komponente, sondern auch dessen Flexibilität und Mobilität benötigt. Kommt es zu einem Verlust des Gleitverhaltens, so können beim Patienten unterschiedlichste Symptome auftreten.

- Schmerzhafte Bewegung
- Bewegungseinschränkung
- Sensibilisierung ganzer Gebiete
- Neurologische Symptomatik während Bewegung oder auch in Ruhe

Da es sich beim Nervensystem um ein kontinuierliches System handelt, können sich Störungen auch an von der Pathologie weit entfernten Stellen auswirken.

Gründe für einen Mobilitätsverlust im nervalen System

Raumfordernde Prozesse
 Tumore
 Diskus Protrusionen
 Osteophyten
 Umgebungsverletzungen
 Hämatome
 Narbengewebe
 Traumatissierung der Neurofaszien
 Ödembildung mit Fibrinosierung
 Wachstumsschübe bei Jugendlichen
 Strukturelle Veränderung durch Immobilisation
 Vegetative Orthosympatiktone Lage



FREI NACH: HANSEN K, SCHLIACK H: (1962)
 SEGMENTALE INNERVATION. IHRE BEDEUTUNG FÜR KLINIK UND PRAXIS.
 GEORG THIEME VERLAG, STUTTGART

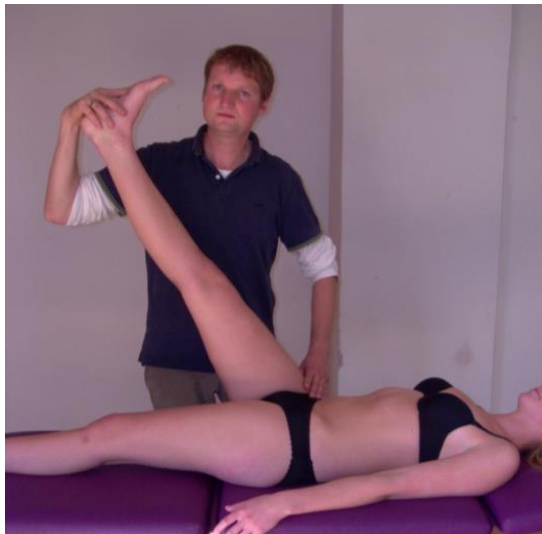
Neuromeningeale Dehntests

Ziel dieser Untersuchung ist die Überprüfung der neuromeningealen Gleitfähigkeit. Die Reproduzierbarkeit der Symptomatik des Patienten steht in der Bewertung der Untersuchung im Vordergrund. Auch hier darf nicht von "Normbewegungen" ausgegangen werden.

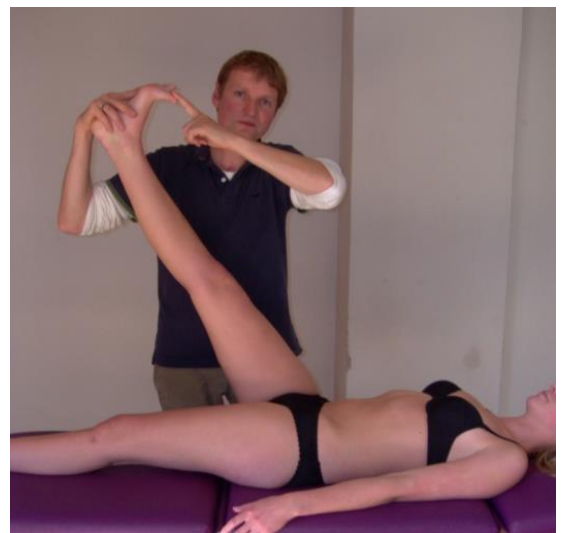
SLR-Test



Test nach Bragard



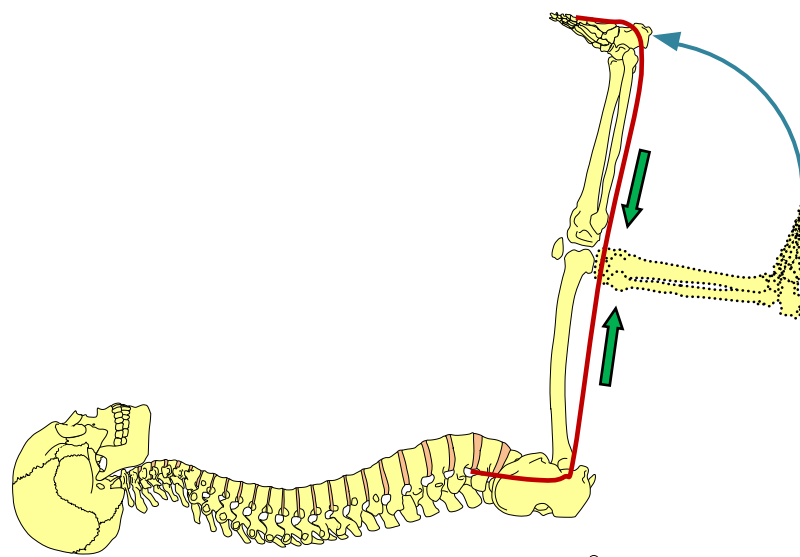
Test nach Turyn



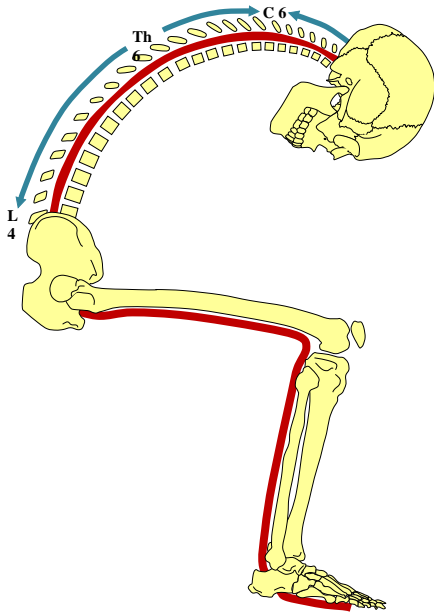
Siehe Turyn plus Hüftadduktion



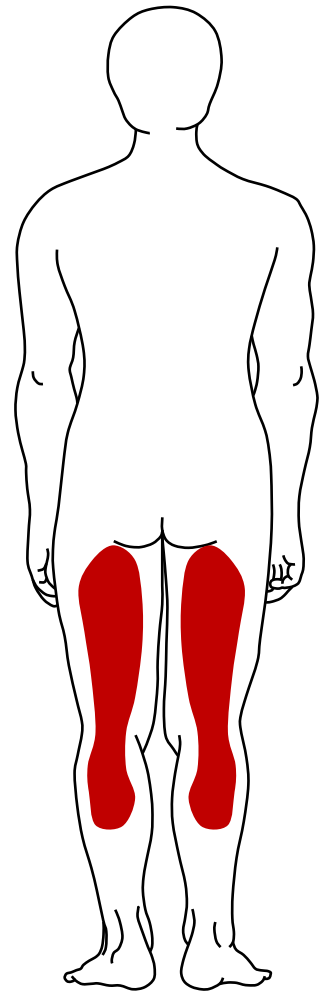
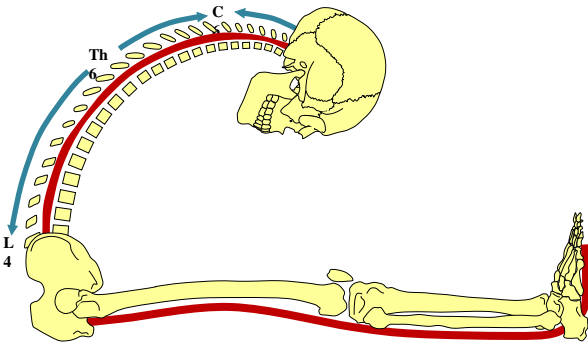
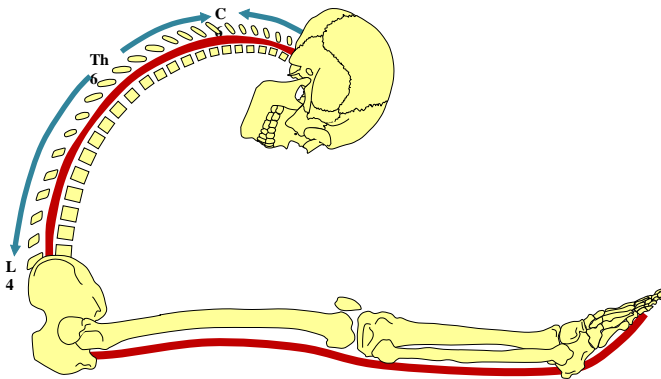
Siehe Oben plus Flexion HWS



inomt®
Brils



inomt®
Brills



Die lumbale Bandscheibe

Einführung

Das beste Verständnis für den besonderen Bau des Discus intervertebralis ergibt sich aus der Betrachtung seiner Funktionen.

Die Aufgaben der Bandscheibe sind im Einzelnen:

- Gewichtsübernahme und - Verteilung
- Mobilität
- Stabilität
- Pufferfunktion
- Abstandhalter zwischen den Wirbelkörpern

Die Bandscheibe stellt einen guten Kompromiss für die Kombination von Mobilität und Stabilität dar.

Die Tatsache, dass je zwei Wirbel mit einer möglichst **großen Fläche** miteinander in Kontakt treten, garantiert eine **optimale Kraftübertragung**. Die Kraft wird nicht punktuell, sondern auf die gesamte Oberfläche der Wirbel verteilt, wodurch Belastungsspitzen auf einzelne Bereiche der Korticalis minimiert werden. Dadurch wird die Korticalis mit einer relativ dünnen und leichten Bauweise ihren Aufgaben gerecht.

Die große Auflagefläche ermöglicht eine hohe Stabilität ohne Verluste der gleichzeitig erforderlichen Mobilität. Diese Funktionseinheit aus Wirbelkörpern und zwischengelagerter Bandscheibe stellt eine **synchondrotische Verbindung** dar und bietet den Vorteil der Deformierung bei Belastungsänderung und ermöglicht gegeneinander gerichtete Kippbewegungen zweier Wirbel, weshalb sie auch als **Synchondrosis intervertebralis** bezeichnet wird.

Bau des Discus intervertebralis

Makroskopisch wird die Bandscheibe meist in zwei sich in ihrer Funktion ergänzende Bestandteile unterteilt, den inneren **Nucleus pulposus** und den äußeren **Anulus fibrosus**.

Es scheint sinnvoll, auch die Deck- und Tragplatten (**vertebrale Endplatten**) als Teil des Diskus zu betrachten, da sie weder funktionell, noch histologisch von diesem zu trennen sind.

Überhaupt lässt sich die Trennung der einzelnen Anteile des Diskus schwer nachvollziehen, da sie sich aus den gleichen Komponenten zusammensetzen und fließend ineinander übergehen.

Nucleus pulposus

Der Nucleus pulposus besteht zu **70 – 90 %** aus **Wasser**, wobei diese Menge deutlich vom Alter der untersuchten Person abhängt. Den höchsten Wassergehalt findet man im Zentrum des Nucleus, an seinen Randgebieten ist er „faseriger“.

Ursache hierfür ist die höhere Konzentration an **Proteoglykanen** in der Mitte des Diskus. Diese Moleküle sind für die Wasseranziehung und vor allem die Wasserbindung zuständig.

Um den Wassergehalt des Diskus garantieren zu können, beträgt die Menge der Proteoglykane etwa **65% des Trockengewichts** eines Diskus, das entspricht etwa 6,5 - 19,5% des wässrigen Zustands. 75% dieser Proteoglykane erscheinen in ungebundener Form als sogenannte „**Proteoglykan – Einheiten**“ („units“). Das restliche Viertel bildet mit Hyaluronan/ Hyaluronsäure **Aggregate**, die allerdings meist kleiner bleiben als beispielsweise im Bindegewebe des Gelenkknorpels.

Diese negativ geladenen Makromoleküle werden durch positiv geladene **Kollagenfibrillen (Typ II)** zusammengehalten. Kollagen macht etwa **15 – 20% der Trockenmasse** eines Nucleus aus.

Die restlichen Trockenbestandteile des Nucleus sind wenige Elastinfasern und nicht kollagene Eiweiße, sowie einige Knorpelzellen, die hauptsächlich in der Nähe der vertebraalen Endplatten vorkommen.

Die Funktion des Nucleus ergibt sich vor allem aus den **physikalischen Eigenschaften des Wassers**, aus dem dieser größtenteils besteht. Wasser lässt sich schlecht ausdehnen noch komprimieren. Wirkt auf Wasser Druck ein, wird dieser in alle Richtungen weitergegeben. Diese Tatsache spielt beim Mechanismus der Kraftübertragung eine wichtige Rolle.

Anulus fibrosus

Auch der Anulus fibrosus besteht hauptsächlich aus **Wasser**, in etwa **60 – 70%** absolut, wobei der höchste Wasseranteil in Richtung des Zentrums der Bandscheibe zu finden ist.

Den größten Anteil am Trockengewicht des Anulus fibrosus hat **Kollagen vom Typ I** mit **50 – 60%**. Etwa **20%** machen wasserbindende **Proteoglykane** aus, von denen im Anulus fibrosus etwa die **Hälfte in Aggregatform** gebunden sind.

Der Hauptunterschied zwischen Anulus und Nucleus besteht in der sehr **spezifischen Anordnung der Anulusfasern**.

Diese bilden 10 – 20 konzentrisch angeordnete **Lamellen**, deren Fasern laut Bogduk etwa **65° - 70° zur Vertikalen** geneigt sind. Die Richtung wechselt bei jeder Schicht, so dass jede zweite Schicht exakt den gleichen Faserverlauf aufweist.

Die **äußeren** Faserringe strahlen direkt in die Ringapophyse ein und fixieren somit die Bandscheibe an den beiden benachbarten Wirbeln. Man spricht auch von der **ligamentären Portion** des Anulus.

Die **inneren** Fasern verdrehen sich spiralförmig ineinander, bilden einen Teil der vertebraalen Endplatten und kapseln den Nucleus pulposus ein (**kapsuläre Portion**, nuclear envelope).

Zwischen den einzelnen Anulusfasern liegt ein **Gel** aus Proteoglykanen und Wasser, das die einzelnen Lamellen etwas spannt und ihnen Stabilität verleiht. So wird verhindert, dass die einzelnen Lamellen einknicken.

Im **äußeren** Bereich des Anulus werden **Fibroblasten** gefunden, im **zentralen** Bereich **Chondrozyten**, beide sind für die Synthese von Kollagen und Proteoglykanen verantwortlich.

Zusätzlich enthält der Anulus noch **elastische Fasern**, die hauptsächlich an der Verbindung zur vertebraalen Endplatte lokalisiert sind.

Vertebraale Endplatte

Die vertebraalen Endplatten oder Deck – und Tragplatten, sind 0,6 – 1 mm dicke **Knorpelschichten**, welche die Mulde innerhalb der Ringapophyse ausfüllen. Sie bestehen sowohl aus **hyalinem** Knorpel, der dem Knochen zugewandt liegt, als auch aus **Faserknorpel**, der aus zentralen Fasern des Anulus fibrosus gebildet wird.

Der hyaline Teil der Endplatte ist nur bei sehr kleinen Kindern deutlich vorhanden. Da er später ein Hindernis bei der Diffusion von Nährstoffen darstellen würde, bildet er sich zugunsten des Faserknorpels zurück.

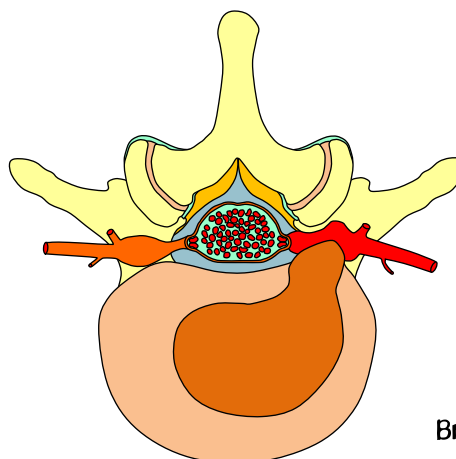
Gewichtsübertragung

Das Prinzip der optimalen Kraftübertragung ist das Gesamtgewicht auf eine möglichst große Fläche zu verteilen.

Allerdings kann der Anulus fibrosus diese Funktion aufgrund seines Baus nicht isoliert erfüllen. Seine Lamellen würden unter dem Druck nachgeben und nach außen gedrückt werden.

Aufgrund seines hohen **Quelldrucks** wirken etwa 75% des Gewichts axial auf den **Nucleus pulposus**. Dieser gibt die Kraft aber nicht ausschließlich an den nächsten Wirbel weiter, sondern überträgt sie auch radiär auf den Anulus, dessen Fasern so vorgespannt werden. In vorgespanntem Zustand können diese dann auch die Funktion der Kraftübertragung mit übernehmen.

Bandscheibenvorfall



Ernährung der Bandscheibe

Da der Diskus nur bei Kleinkindern eine rudimentäre Durchblutung aufweist, muss sein Stoffwechsel beim Erwachsenen durch **Diffusion** gewährleistet werden.

Die Ernährung des Diskus erfolgt hauptsächlich vom Wirbelkörper aus, dessen Oberfläche weist zahlreiche Vertiefungen auf und vergrößert so seine Oberfläche und damit die Diffusionsfläche. Unter diesen Vertiefungen enden Blutgefäße. Die Diffusion wird dadurch erleichtert, dass alle Teile des Diskus aus den gleichen Materialien bestehen (auch deswegen bildete sich der hyaline Knorpel zurück).

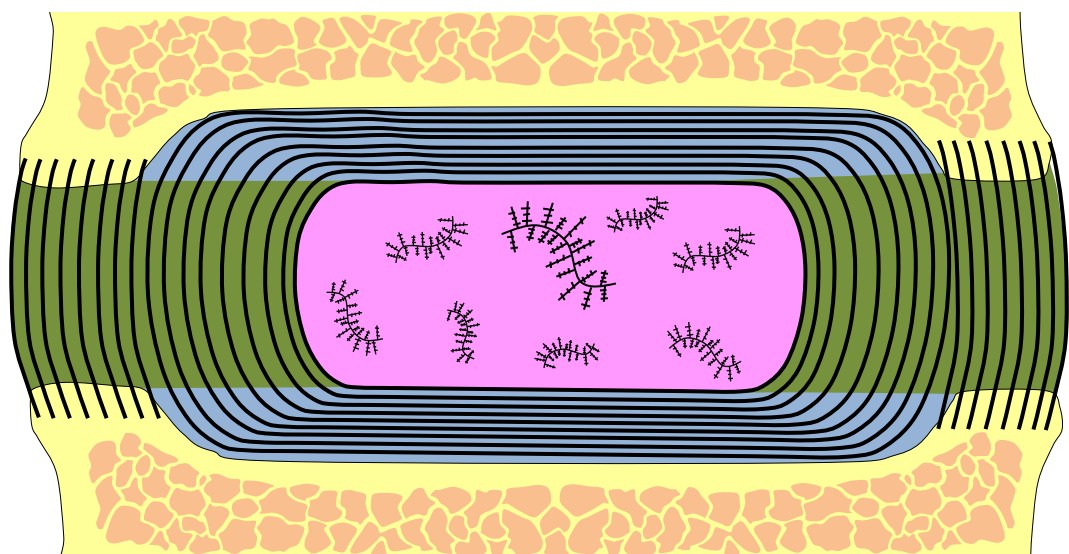
Bandscheibenprobleme

Die meisten bandscheibenbedingten Rückenprobleme treten zwischen dem **35. – 60. Lebensjahr** auf. Diese Häufung ist vor allem durch altersbedingte Veränderungen innerhalb der Bandscheibe zu erklären.

Die Reißfestigkeit des Anulus fibrosus nimmt kontinuierlich ab, so dass die meisten Bandscheibenprobleme eigentlich bei sehr alten Menschen zu erwarten sein müssten. Dass dem nicht so ist, liegt hauptsächlich am Nucleus pulposus.

Ab einem bestimmten Alter werden spezielle Proteoglykane (Chondroitinsulfat) durch andere, nämlich Keratansulfat, ersetzt. Auch die Gesamtmenge an Proteoglykanen nimmt ab, dadurch sinkt die negative (wasserbindende) Ladung des Diskus. Vor allem sinkt sie jedoch, weil viel mehr und dickeres Kollagen eingebaut wird.

Insgesamt wird der Nucleus immer „anulusähnlicher“, also weniger „wässrig“ und verliert dadurch seine Tendenz den Anulus zu durchbrechen.



Innervation der Bandscheibe

Über die Innervation des Discus intervertebralis bestand lange Zeit Zweifel. Erst durch die 1982 publizierte Untersuchung von N. Bogduk konnte die Anwesenheit von Neuronen nachgewiesen werden. Dieser Nachweis wurde für das äußere Drittel des Anulus geführt.

Eine Untersuchung von Freemont & Peacock beschäftigte sich mit der Frage inwieweit Rückenschmerz mit der Innervation des Diskus in Zusammenhang stehen. Im Ergebnis zeigte sich, dass bei **Patienten** mit diskogen verursachten Rückenschmerzen 63% eine Innervation aufwiesen. Diese Rate bezog sich auf nicht betroffene Segmente. Im betroffenen Segment stieg die Quote auf 80%.

Eine **Kontrollgruppe** von gesunden Probanden zeigte dagegen nur eine Innervationsrate von 26% im äußeren Anulusbereich.

Ausschließlich bei Rückenschmerzpatienten war auch eine Innervation des inneren Drittels des Anulus (46%) und sogar bei 22% im Nucleus zu finden. Mit dieser Untersuchung werden einige Fragen mit klinischer Bedeutung aufgeworfen:

1. Gibt es eine **genetische Disposition** der „Schwachstelle Rücken“ bezüglich der Innervation (Hat jemand Rückenschmerzen, weil dessen Diskus innerviert sind?)

Wenn dies so wäre, könnte man alle therapeutischen Bemühungen in Frage stellen.

2. Entsteht eine **Innervationsänderung durch Gewebstraumatisierung** ?

Dies erscheint uns logischer, da aufgrund einer Verletzung eine physiologische Reaktion hervorgerufen wird. Bei der eingeleiteten Wundheilung kommt es im Rahmen der Wiederherstellung zu einer **Neoangiogenese**, also neuerlichem Einsprossen von Gefäßen. Parallel dazu ist ein **Einwandern von Neuronen** zu beobachten, welches durch Zytokine wie dem „nerve growth factor“ (NGF) hervorgerufen wird.

Dies muss man dann in der Therapie berücksichtigen!

Ein Therapieziel muss die Vermeidung rezidivierender Verletzungen sein, um neue Wachstumsreize für Neurone zu verhindern, die das Gewebe weiter sensibilisieren würden.

Dies kann nur erreicht werden, wenn die physiologischen Aspekte der **Wundheilung des Bindegewebes** berücksichtigt werden, und es auf seine normale Belastung vorbereitet und trainiert wird (**Funktionelles Rehabilitationstraining!**).

Die drei Syndrome

1. Haltungssyndrom
2. Dysfunktionssyndrom
3. Derangementsyndrom

Bei der Untersuchung der Wirbelsäule werden die Beschwerden mechanischen Ursprungs in eines der 3 folgenden Symptome eingeteilt:

1. Das Haltungssyndrom

Symptome / Anamnese / Behandlung

Alle schmerzempfindlichen Strukturen der Wirbelsäule können haltungsbedingte Schmerzen verursachen. Diese treten dann auf, wenn diese Strukturen unter längerer Belastung (v. a. Zugbelastung) stehen. Dadurch wird eine mechanische Deformierung von Weichteilen (z. B. Bänder) verursacht, welche zur Schmerzauslösung führt. Es handelt sich also um anormale Belastung auf normales Gewebe.

Symptome:

- Zentrale oder symmetrische Schmerzen (selten einseitig oder asymmetrisch)
- Keine Schmerzausstrahlung
- Eher schleichende Entwicklung
- Schmerz nicht durch bestimmte Bewegungen auslösbar
- Keine neurologischen Ausfälle
- Immer intermittierender Schmerz
- Keine pathologischen Veränderungen, z. B. Bewegungseinschränkungen im Befund
- Zeitfaktor als wichtiges Kriterium
- Verbesserung bei Bewegung / Aktivität
- Verschlechterung bei statischer Belastung, z. B. sitzen
- Keine auffälligen Laborbefunde

Anamnese:

- Meist junge Patienten (30 Jahre und jünger)
- Patient mit häufig sitzender Tätigkeit haben weniger Probleme, wenn sie z. B. am Wochenende aktiv werden
- Allgemein schlechte Haltungsgewohnheiten
- Häufig Patient mit allgemein schlechter Fitness

Behandlung:

- Aufklärung des Patienten über den Zusammenhang zwischen seiner Haltung und seinem Schmerz
- Haltungskorrektur
- Prophylaxen
- Muskuläres Koordinations- & Aufbautraining

2. Das Dysfunktionssyndrom

Definition / Symptome / Anamnese / Behandlung

Dysfunktion lässt sich mit „nicht richtig funktionieren“ übersetzen.

Bei der Dysfunktion werden die Symptome (z. B. Schmerz) durch die „Dehnung“ von verkürztem Gewebe verursacht. Das verkürzte Gewebe kann z. B. das Bindegewebe eines peripheren Nervens, der Dura oder von Bändern sein. Die Verkürzung kann z. B. durch eine Verklebung infolge einer Entzündung (Adhäsion), infolge einer Fibrose oder einer (Bandscheiben-)OP auftreten.

Das Ausführen einer normalen Bewegung setzt das verkürzte Gewebe (eher als im normalen Zustand) einer Zugbeanspruchung aus.

Die Folge ist eine verfrühte A δ -mechanozeptive Meldung, welche als Schmerz wahrgenommen wird.

Definition:

Als Resultat von Traumen oder eines Derangements kommt es zu „Verkürzungen“ und „Verklebungen“, welche Beweglichkeit bzw. Mobilität einschränken. Bei endgradigen Bewegungen erfolgt eine Schmerzmeldung.

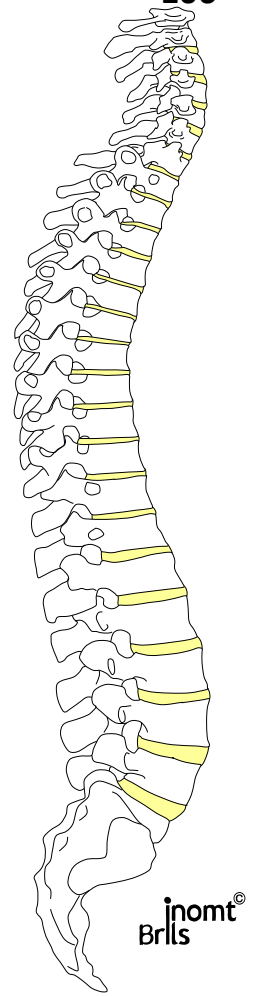
Des Weiteren kann eine veränderte Meldeaktivität des sensorischen Systems, z. B. durch eine vegetative Regulationsstörung, ein Dysfunktionssyndrom hervorrufen.

Symptome:

- Symmetrischer oder asymmetrischer Schmerz
- Bewegungseinschränkung durch verkürzte Strukturen
- Intermittierender Schmerz
- Schmerz am Bewegungsende
- Schmerz verschwindet, wenn man in die Ausgangsstellung zurückgeht/ wenn die Dehnung nachlässt
- Schmerzausstrahlung ins Bein nur bei adhärenter Nervenwurzel
- Evtl. Deviation bei Bewegung, weil verkürzte Strukturen wie ein Anker wirken
- Wiederholte Bewegungen verschlechtern die Symptome nicht
- Kurzfristige Veränderungen der Symptome durch die Therapie sind eher nicht zu erwarten
- Verbesserung bei:
 - Aktivität
 - Vermeidung endgradiger Bewegungen, z. B. Gehen ohne Symptomatik möglich, wenn nicht zu große Schritte gemacht werden oder keine ausgeprägte Dysfunktion vorliegt
- Verschlechterung bei:
 - Tätigkeiten oder Haltungen, die endgradige Bewegungen erfordern, z. B. Aufschlag beim Tennis, Kajak fahren

Anamnese:

- Schlechte Haltungsgewohnheiten
- Evtl. Trauma in der Vorgeschichte, z. B. BS-OP oder BS-Problem
- Häufig ältere Personen betroffen (Dysfunktion braucht Zeit, sich zu entwickeln)
- Bei schlechter Haltung als Ursache der Dysfunktion ist eher ein symmetrischer Bewegungsverlust zu erwarten
- Bei Trauma oder Derangement als Ursache ist eher asymmetrischer Bewegungsverlust zu erwarten



Behandlung:

Die Behandlung erfolgt in die dysfunktionelle Richtung.

Bei einer strukturellen Störung ist die zeitliche Prognose an die Gewebsphysiologie gebunden. Bei einer veränderten Meldeaktivität des sensorischen Systems ist über die „Gate-control-Mechanismen“ eine schnelle Einflussnahme auf die Symptome des Patienten zu erwarten.

Wirbelsäulen-Syndrome	Biokybernetische Arthrofasziale Dysfunktionen	Therapie
Haltungssyndrom		Funktionell-aktive Bewegung
Dysfunktionssyndrom	Spezifische Dysfunktion	Spezifische Behandlungsrichtung
Derangementsyndrom		Symptomreduzierende Richtung
Sonstiges	Blockierung Aspezifische Dysfunktion Kapselmuster	Traktion Vegetativ regulierend Ursachenbezogen

3. Das Derangementsyndrom

Definition / Symptome / Anamnese / Behandlung

„Derangement“ (engl.) = Entgleisung, Störung, Durcheinander

Am häufigsten und intensivsten wird ein Derangement durch eine mechanische Störung im Discus intervertebralis verursacht.

- z. B. durch eine Verlagerung des Nucleus pulposus im Anulus
- z. B. kann eine Protrusion die normale Ruheposition zweier Wirbel deutlich stören

Folge: Haltung in Kyphose oder mit lateraler Translation

Die Folge der Verlagerung des Nucleus pulposus ist eine mechanische Deformierung schmerzempfindlicher Strukturen. z. B.

- dorsaler Bereich des Discus intervertebralis
- Lig. longitudinale posterior
- Dura
- Nervenwurzel

Definition:

Ein Derangement ist eine Situation, bei der die normale Position zweier benachbarter Wirbel als Resultat einer Lageveränderung des Nucleus innerhalb des Discus gestört ist.

Dies führt dazu, dass die Gelenkflächen bei Bewegungen nicht den normalen Bewegungsweg nehmen können und infolge dessen sichtbare Abweichungen resultieren.

- z. B. Deviation bei Flexion

Symptome:

- Schmerzverteilung zentral, symmetrisch oder asymmetrisch
- Mit oder ohne Ausstrahlung
- Beginn plötzlich (aber auch langsam ansteigender Schmerz)
- Meist konstanter Schmerz, der in der Intensität variiert
- Zentralisation / Peripheralisation
- Häufig Schmerzanstieg am Morgen (Quelldruck der BS größer)
- Neurologische Zeichen
- Motorische oder sensible Störungen, evtl. radikuläre Symptomatik
- Schmerz kann durch wiederholte Bewegungen schnell verändert werden
- Verbesserung bei posteriorem Derangement durch Gehen
- Verbesserung bei anteriorem Derangement durch Sitzen in Kyphose und bei Wirbelsäulenflexion

Anamnese:

- Häufig Patienten zwischen 20 und 60 Jahren
- Schlechte Haltungsgewohnheiten, z. B. Sitzen in Kyphose
- Arbeiten in Flexionshaltung, z. B. Sitzen oder Automechaniker in vorgebeugter Haltung

Behandlung:

- Reduktion des Derangements
- Erhalten der Reduktion
- Wiederherstellung der Funktion
- Rezidivprophylaxe

Einteilung der Derangements: LWS

Posterior

DER 1:

- zentraler oder symmetrischer LBP
- selten Gesäß- oder Oberschenkelschmerzen
- keine Deformierung

DER 2:

- zentraler oder symmetrischer LBP
- mit oder ohne Gesäß- und/oder Oberschenkelschmerzen
- flache oder kyphotische Deformierung

Postero- (lateral)

DER 3:

- unilateraler oder asymmetrischer LBP
- mit oder ohne Gesäß- und/oder Oberschenkelschmerzen
- keine Schmerzausstrahlung unterhalb des Knies
- keine Deformierung

DER 4:

- unilateraler oder asymmetrischer LBP
- mit oder ohne Gesäß- und/oder Oberschenkelschmerzen
- keine Schmerzausstrahlung unterhalb des Knies
- mit „lateral shift“

DER 5:

- unilateraler oder asymmetrischer LBP
- mit oder ohne Gesäß- und/oder Oberschenkelschmerzen
- Schmerzausstrahlung bis unterhalb des Knies
- keine Deformierung

DER 6:

- unilateraler oder asymmetrischer LBP
- mit oder ohne Gesäß- und/oder Oberschenkelschmerzen
- Schmerzausstrahlung bis unterhalb des Knies
- mit „lateral shift“

Anterior oder antero-lateral

DER 7:

- symmetrischer oder asymmetrischer LBP
- mit oder ohne Gesäß- und/oder Oberschenkelschmerzen
- keine Schmerzausstrahlung unterhalb des Knies
- übermäßige und/oder blockierte lordotische Deformierung

LBP = Low Back Pain = LWS-Schmerz

Biokybernetische arthrofasziale Dysfunktionen (BAD)

Blockierung: Afunktionelle mechanisch-strukturell bedingte Bewegungsstörung des Gelenks. Bsp.: meniskoide Einklemmung eines Zygapophysialgelenks, Meniskusvorderhornriss im Knie

Spezifische Dysfunktion

Propriozeptiv-steuerungsbedingte (biokybernetische) Störung mit A δ -Schmerz am aktuell möglichen Bewegungsende, jeweils nur eine Richtung pro Achse ist betroffen, Bsp.: Zygapophysialgelenksstörung

Aspezifische Dysfunktion

Vegetative Dysregulierung des Gelenks. Bsp.: Parietale Ausbreitung eines viszeralen Problems

Wirbelsäulen-Syndrome

Biokybernetische arthrofasziale Dysfunktionen

Therapie

Haltungssyndrom	funktionell-aktive Bewegung
Dysfunktionssyndrom	
spezifische Dysfunktion	spezifische Behandlungsrichtung
aspezifische Dysfunktion	vegetativ regulierend ursachenbezogen
Derangementsyndrom	symptomreduzierende Richtung

Sonstiges

Blockierung	Mobilisation/ Dekoaptation
Kapselmuster	Traktion

Therapie LWS

Im Anschluss an die Befunderhebung wird versucht, die Ergebnisse zu einem Gesamtbild zusammenzufügen und daraus eine Arbeitshypothese abzuleiten, welche die Grundlage der Therapie darstellt.

Begründet sich die Symptomatik des Patienten in einer **Verschiebung des Nucleus**, dann könnte man die Ziele der Therapie wie folgt formulieren:

- Zentralisation der Nucleus
- Erhalten der Zentralisation
- Wiederherstellung des Funktionsmechanismus in Kraft und Bewegung

Die Zentralisation des Nucleus kann mittels „schließender Techniken“ erreicht werden. Hauptsächlich bieten sich hierfür Extension (bzw. Flexion bei anteriorem Derangement) und Rotation der Wirbelsäule an. Die Zentralisation zeigt sich in einer Reduktion des Schmerzes und einer Zunahme der Beweglichkeit der Wirbelsäule. Das Zentralisieren des Nucleus ist ein rein mechanisches Geschehen, das durch die langsame Bewegung des Nucleusmaterials ermöglicht wird.

Um die erreichte Zentralisation erhalten zu können, ist ein stabiler Anulus fibrosus wichtig. Die Fasern des Anulus waren verletzt, wodurch sich der Nucleus erst verschieben konnte. Durch das Zentralisieren des Nucleus können sich diese Fasern wieder regenerieren. Dabei müssen die Zeiten und Bedingungen der Wundheilung berücksichtigt werden. Wird zu früh oder zu viel bewegt, reißen die neugebildeten, noch nicht sehr stabilen Fasern erneut.

Wird zu spät oder zu wenig bewegt, entsteht eine Narbe, welche die normale Flexibilität verhindert und so zu einer Dysfunktion führen kann. Entsprechend den Wundheilungsphasen ergeben sich die Belastungsverhältnisse im Gewebe. Die ersten 24 – 48 Stunden nach der Traumatisierung ist das Gewebe zu entlasten. Die Entlastung ist auch an die Zentralisation des Nucleus gebunden, da dieser sonst Mikrotraumata setzt und so die Exsudation (akute entzündliche Phase) unterhält.

Nach erreichter Schmerzfreiheit muss nun die Funktion des Diskus wiederhergestellt werden.

Entstehen die Probleme durch eine Dysfunktion, funktioniert eine Struktur unphysiologisch, wodurch die normale Belastung schon zu einer (drohenden) traumatischen Überbelastung wird. Der Körper meldet dies mittels Nozizeption und Schmerz. Bei diesen Patienten sind die Therapieziele die Elongation und Mobilisation und/ oder Kräftigung der betroffenen Struktur, wodurch diese flexibler und widerstandsfähiger wird.

Ist diese Dysfunktion rein segmentalen Ursprungs (Facettengelenkblockierung), ist eine spezifische segmentale Mobilisationstechnik oder eine aspezifische Technik, wie die M.E.T., anzuwenden.

Therapietechniken nach Cyriax und McKenzie bei Bandscheibenproblemen Korrekturtechniken

McKenzie war ein Schüler von Cyriax und hat auf dessen Lehren aufbauend sein System der „Mechanischen Diagnose und Therapie“ (MDT) entwickelt. Auch Cyriax behandelte von ihm als „weiche Protrusio“ bezeichneten Derangements mit der Extensionstherapie, jedoch in eher passiv gehaltener Ausführung. „Harte Protrusio“ wurden von Cyriax manipuliert. Die sich anschließenden Korrekturtechniken entsprechen der Darstellung McKenzies.

A. Shiftkorrektur im Stand

Der Therapeut steht auf der Seite, zu welcher der Patient geneigt ist. Mit der Schulter fixiert er den Oberkörper des Patienten und umfasst mit beiden Händen dessen Becken.

Die Shiftkorrektur erfolgt, indem gleichzeitig der Oberkörper des Patienten weggeschoben und das Becken herangezogen wird.

Bei vermehrter Ausstrahlung wird die Lordose des Patienten betont. Hilft auch dies nicht, muss die Korrektur abgebrochen werden.

B. Shiftkorrektur in Rückenlage

Der Patient liegt auf dem Rücken. Der Therapeut steht auf der Seitneigung des Patienten abgewandten Seite.

Die Hüftgelenke des Patienten werden gebeugt und das therapeutennahe Knie über das andere geschlagen.

Dann werden die Knie langsam auseinander gedrückt und so der Shift korrigiert.

1. Reduktionstechniken

Bauchlage

Bei einem größeren Derangement kann die Bauchlage vielleicht nicht eingenommen werden, dann könnte man versuchen, diese Technik mit einigen kleinen Kissen unter dem Bauch zu beginnen. Da es allerdings das Ziel dieser Technik ist in die Extension zu kommen, sollten die Kissen, sobald der Patient dies toleriert, langsam entfernt werden. Die Bauchlage sollte von allen LWS-Patienten schnellstmöglich eingenommen werden können.

Ausnahmen sind:

- Eine größere Lateralverschiebung (Shift), die vorher nicht korrigiert wurde.
- Wenn durch die Extension, welche in Bauchlage auftritt, die Nervenwurzel vermehrt komprimiert wird. Bei einem anterioren Derangement.

Die Bauchlage soll für 5 – 10 Minuten eingenommen werden. Hierbei sollte die Symptomatik des Patienten sich zentralisieren.

Bei einem Patienten mit einer Extensionsdysfunktion kann ein großer Bewegungsverlust das Einnehmen der Bauchlage für mehr als 5 Minuten verhindern.

Die Bauchlage muss abgebrochen werden, wenn der Schmerz sich in die Peripherie verlagert.

2. Unterarmstütz

Der Patient versucht langsam in den Unterarmstütz zu kommen. Diese Position sollte dann 5 – 10 Minuten beibehalten werden. Wie bei der ersten Technik soll auch hierbei eine Zentralisation eintreten.

3. Handstütz

Aus der Bauchlage drückt der Patient seinen Oberkörper jetzt langsam hoch. Das Hochstützen sollte nur über die Arme erfolgen, nicht über die Rücken- und Gesäßmuskulatur. Das Becken soll dabei locker auf der Bank liegen bleiben. Die Technik sollte etwa 10 – 15 x intermittierend ausgeführt werden, wobei das Bewegungsausmaß kontinuierlich gesteigert wird. Die Symptomatik des Patienten soll sich auch hierbei zentralisieren.

4. Handstütz mit Fixation

Es handelt sich um die gleiche Technik wie bei 3, jedoch wird der kaudale Wirbel des zu extendierenden Segments entweder manuell oder mit Gurt fixiert.

5. Gehaltene Extension

Der Patient liegt in Bauchlage auf einer Behandlungsliege mit einem höhenverstellbaren Kopfteil, welches über einen Zeitraum von mehreren Minuten bis zur maximalen möglichen Extension angehoben wird. Diese Stellung sollte 2 – 10 Minuten beibehalten werden und dann langsam über einen Zeitraum von 2 – 3 Minuten wieder abgesenkt werden.

6. Extensionsmobilisation

Der Patient liegt auf dem Bauch. Der Therapeut legt seine ulnare Handkante (Kleinfingerballen) auf dem kaudalen Spinosus des entsprechenden Bewegungssegments. Das Segment wird etwa 10 x mit zunehmendem Druck in Richtung Extension mobilisiert. Die Mobilisation wird in Abhängigkeit der Schmerzen des Patienten durchgeführt und kann sich über mehrere Segmente erstrecken.

Sollten die Spinosi des Patienten zu druckempfindlich sein, ist es auch möglich, lateral vom Spinosus die Procc. transversi zu lokalisieren und über diese den Druck in Richtung Extension auszuüben.

7. Rotationsmobilisation in Extension

Bei dieser Technik wird einseitig Druck auf den Proc. transversus des betroffenen Segments ausgeübt. In welche Richtung diese Mobilisation zuerst durchgeführt wird, muss vorher getestet werden. Auch diese Technik kann über mehrere Segmente angewandt werden.

8. Rotationsmobilisation mit Traktion

Der Patient liegt auf seiner schmerzfreien Seite. Das unterliegende Bein ist gestreckt, das obere etwa 70° in der Hüfte gebeugt.

Der Therapeut steht hinter dem Patienten, eine Hand liegt auf dem Trochanter major, die andere Hand auf der Schulter des Patienten. Der Thorax des Patienten wird jetzt nach dorsal und die Hüfte nach ventral gedreht, so dass eine Rotation der Wirbelsäule entsteht. Die Wirbelsäule wird soweit gedreht, wie der Schmerz des Patienten es zulässt.

Nun drückt der Therapeut die Schulter nach kranial und die Hüfte nach kaudal (die Hände werden auseinanderbewegt), sodass eine Art von Traktion in der lumbalen Wirbelsäule entsteht.

9. Rotationsmobilisation

Ausgangstellung und Ausführung wie bei Technik 8. Bei dieser Mobilisation wird das Becken des Patienten weiter nach ventral bewegt, wodurch die Rotation noch mehr betont wird.

10. Rotationsmobilisation (reversed)

Der Patient liegt auf seiner schmerzfreien Seite. Das untenliegende Bein ist gebeugt, das oberliegende ist gestreckt. Jetzt bewegt der Therapeut die Schulter des Patienten nach ventral und die Hüfte nach dorsal. Es entsteht wieder eine Rotation, jedoch diesmal in die andere Richtung.

Manche Patienten reagieren besser auf diese Technik als auf die beiden vorhergehenden. Entscheidend ist niemals die Reihenfolge der Techniken, sondern deren Wirkung, also die Schmerzreduktion beim Patienten.

11. Gehaltene Rotationsmobilisation in Flexion

Der Patient liegt in Rückenlage, beide Beine sind angewinkelt. Der Therapeut steht neben der Liege und fixiert die gegenüberliegende Schulter des Patienten auf der Liege. Beide Knie des Patienten werden dann in Richtung des Therapeuten bewegt. Die Beine des Patienten ruhen auf den Oberschenkeln des Therapeuten.

12. Flexion im Liegen

Der Patient liegt in Rückenlage, beide Beine sind aufgestellt. Aus dieser Stellung werden die Knie zur Brust gezogen, dabei werden die Knie mit den Händen umfasst, um so einen Überdruck erzeugen zu können. Die Technik sollte etwa 10 – 15 x intermittierend ausgeführt werden, wobei das Bewegungsausmaß kontinuierlich gesteigert wird. Diese Technik darf bei einem Derangement erst angewandt werden, sobald die Extension ohne Schmerz und Einschränkung möglich ist. Nach einer Flexionstechnik sollte, um Rezidiven vorzubeugen, immer eine Extensionstechnik angewandt werden.

13. Flexion im Stand

Aus dem aufrechten Stand soll sich der Patient 10 – 15 x nach vorne beugen. Diese Ausgangsstellung erhöht die Belastung weiter.

Selbst-Shiftkorrektur im Stand



<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
---	---

Muskel - Energie - Technik (M. E. T.)

Bei dieser von Dr. F. Mitchell beschriebenen Behandlungstechnik handelt es sich um eine aspezifische Mobilisation bei facettären Bewegungseinschränkungen.

Hierbei kommt es weniger durch die mechanische Kraftentfaltung als vielmehr aufgrund der dem Organismus übermittelten Information zu einer Selbstregulation des Systems.

Als Hauptinformationsträger werden zum einen das Gelenk an sich, zum anderen die muskulären Afferenzen genutzt.

Um keine gegensinnige Wirkung zu erzielen, darf bei dieser Technik keinerlei Nozizeption entstehen, da sonst über spinale und spinal - vegetative Reflexaktivitäten zu einer erhöhten orthosympathischen Aktivität entsteht und somit keinerlei Verbesserung der Gelenkfunktion zu erwarten ist.

Vorteil dieser Technik ist, dass die Kraft vom Patienten selbst und nicht vom Therapeuten dosiert wird, so dass keine Traumatisierung zu erwarten ist.

Ausführung:

1. Der Patient wird so gelagert, dass sein blockiertes Gelenk an das pathologische Bewegungsende gebracht wird. Dabei sollten keine Schmerzen auftreten.
2. Aus dieser Position heraus lässt man den Patienten isometrisch in beide Rotationsrichtungen anspannen. Der Patient soll dann entscheiden, welche Spannungsrichtung für ihn angenehmer war.
3. Nun lässt man den Patienten gegen den Widerstand des Therapeuten ca. 6 Sekunden lang in die zuvor ermittelte angenehmere Richtung anspannen. Danach soll der Patient völlig entspannen und schließlich aktiv in die Bewegungseinschränkung weiter bewegen. Dies darf nur schmerzfrei erfolgen. Der Therapeut darf die Bewegung begleiten, sie aber nicht passiv ausführen. Dieser Punkt wird 6 - 7 Mal wiederholt. Anschließend sollte eine neue Endstellung möglich sein.
4. Im nächsten Schritt wird der Patient aufgefordert in die vorher unangenehmere Richtung anzuspannen, wenn dies schmerzfrei möglich ist. Auch hier beträgt die Dauer der Anspannung ca. 6 Sekunden. Nach der Anspannung bewegt der Patient erneut weiter in Richtung der Bewegungseinschränkung. Auch dieser Schritt wird 6 - 7 Mal ausgeführt.
5. Aus der jetzt eingenommenen Endstellung soll der Patient wieder vorsichtig in die Nullstellung zurückgebracht werden. Dies erfolgt über einen Führungswiderstand des Therapeuten. Man lässt den Patienten Stück für Stück in die Nullstellung und wieder zurück in die Einschränkungsrichtung ziehen, bis die Mittelstellung erreicht wird.
6. Nach der Mobilisation durch die M.E.T. sollte eine gezielte Stabilisation erfolgen.

Beachte:

Vor der M.E.T. sollten das blockierte Segment und die eingeschränkten Richtungen genau festgelegt werden.

Der Patient wird exakt gelagert.

Der Patient arbeitet mit wenig Kraft.

Die Behandlung ist schmerzfrei!!!!

Der Patient soll in den Pausen gut entspannen.

Die Behandlung soll langsam, weich und fließend erfolgen.

Stabilisation

Die Stabilität eines Gelenkes wird durch unterschiedliche Faktoren gewährleistet. Zunächst durch die knöchernen Strukturen, hier gibt es deutliche Unterschiede im Aufbau einzelner Gelenke. Beispielsweise ist das Hüftgelenk deutlich durch die Form seiner Artikulationspartner geschützt („Nussgelenk“), wogegen das Kniegelenk keinerlei knöcherner Stabilisation durch seine Gelenkpartner erfährt.

Auch die kapsulo-ligamentären Strukturen gewährleisten die Stabilität eines Gelenkes. Hier sind es vor allen Dingen die kollagenen Fasern in der Membrana fibrosa, welche in ihrer Funktion von extra- und intrakapsulär liegenden Ligamenten unterstützt werden.

Die um das Gelenk liegenden Muskelmanschetten bilden den dritten Pfeiler der Stabilisation des Gelenkes. Während die beiden ersten Gruppen semi-passive Stabilisatoren darstellen, wird die Muskulatur als aktiver Stabilisator bezeichnet. Alle drei Faktoren bestimmen das rotatorische Gleitverhalten im Gelenk.

Wichtig ist das koordinative Zusammenspiel der einzelnen Komponenten. Aus diesem Grund muss die arthro-kinematische Steuerung genauer betrachtet werden. Den größten steuernden Einfluss auf dieses Zusammenspiel hat die Membrana fibrosa der Gelenkkapsel, da sie die größte Menge und Dichte an Propriosensoren beherbergt.

Diese reagieren auf Druck- und Zugbelastungen (Druck provoziert über die Verschiebung der Synovialflüssigkeit eine Spannungserhöhung der Gelenkkapsel), sowie auf Bewegung im Gelenk.

Die Informationen gelangen über afferente Fasern zum Hinterhornkomplex, werden direkt auf das Vorderhorn umgeschaltet und rufen so Tonusänderungen der Muskulatur hervor. Es muss bedacht werden, dass auf spinalem Niveau nicht nur die Gelenkafferenz Einfluss auf den Reflextonus ausübt, sondern jede Afferenz dazu beiträgt (z.B. Appendizitis mit brettharter Bauchmuskulatur). Kommt es zu einer Störung in diesen Regelkreisen, kann das Gelenk nicht optimal funktionieren.

Bei normalem Bewegungsablauf sorgt die Muskulatur für die Stabilität im Gelenk. So haben die ligamentären Strukturen nur in Extremsituationen echte Haltearbeit zu verrichten. Sie sind primär dazu bestimmt, eine Bewegung zu begleiten und zu steuern (Kybernetik). Kommt es durch Traumatisierungen zu Verletzungen dieser kapsulo-ligamentären Strukturen, ist der koordinative Ablauf gestört, und es kommt zu verlangsamten Reaktionen der Muskulatur, wodurch Gelenkinstabilitäten entstehen.

Aber nicht nur Verletzungen der Gelenkkapsel, sondern auch nervale Erkrankungen können diese Symptome hervorrufen. So treten beispielsweise auch bei Verletzungen des N. obturatorius Affferenzstörungen im Bereich des hinteren medialen Ecks der Kniegelenkkapsel und somit Instabilitätszeichen auf.

Instabilitäten können auch bei Wurzelproblematiken auftreten. Ein typisches Beispiel hierfür sind Patienten mit einer Symptomatik der Wurzel L5, die über ständiges Umknicken klagen, obwohl keine muskulären Ausfallserscheinungen zu finden sind.

Die Therapie muss sich mit dem gesamten Komplex Arthron / Vertebrae beschäftigen. Ein Therapieziel muss die Vorbereitung der Muskulatur auf ihre Funktion sein, daraus resultiert, dass der Patient ein muskuläres Aufbautraining durchführen muss.

Der Muskel muss in jeder seiner Funktionen trainiert werden. Dazu gehören statische Haltearbeit in allen Gelenkpositionen, sowie dynamisch konzentrische und dynamisch exzentrische Kontraktionen.

Um eine ausreichende Stabilität zu erreichen, darf nicht nur die Ausdauer des Muskels trainiert werden, sondern auch dessen Schnellkraft und Koordination. Dieses Training sollte in jeder Ausgangsposition durchgeführt werden, insbesondere in gelenkspezifischen und alltagsspezifischen Funktionen.

Steuerung der Muskulatur im motorischen System

Die Steuerung der motorischen Endplatten erfolgt über die im Vorderhorn befindlichen Motoneuronen. Man unterscheidet verschiedene Arten, die im Wesentlichen in ihrer Größe und Leitgeschwindigkeit variieren.

Man findet $A\alpha_1$ Neurone deren Aufgabe in der Innervation von phasischen Muskelfasern liegt, diese haben eine Leitgeschwindigkeit von ca. 120 m/sec. $A\alpha_2$ Neurone innervieren die tonischen Muskelfasern, sie sind kleiner und leiten mit ca. 80 – 100 m/sec. Die Intermediärfasern werden durch $A\beta$ Neuronen aktiviert.

Die efferente Innervation der Muskelspindel erfolgt über A-Gamma-Motoneurone mit einer Leitgeschwindigkeit von ca. 40 – 60 m/sec. Ihre Aufgabe besteht in der Regulation der Empfindlichkeit der intrafusalen Kernketten- (A-Gamma-2) und Kernsackfasern (A-Gamma-1).

Auf jedes dieser Motorneurone verschaltet eine große Anzahl von Synapsen (6000–19000), die für die Auslösung des Aktionspotentials verantwortlich sind. Das Motorneuron unterscheidet mittels der benutzten Neurotransmitter und der unterschiedlichen Rezeptoren über die stimulierende oder inhibierende Wirkung des eintreffenden Impulses. Erreicht die Nervenzelle den kritischen Schwellenwert, so entsteht nach dem „Alles oder Nichts Prinzips“ ein Aktionspotential.

Auf das Motoneuron im Vorderhorn werden auf spinaler Ebene alle segmentalen Afferenzen über Verschaltungen im Hinterhorn weitergeleitet. Eine Ausnahme bildet der myostatische monosynaptische Eigenreflex über Afferenzen der Muskelspindel.

Die im Vorderhorn liegenden Renshaw-Zellen haben eine inhibierende Wirkung auf das Motorneuron, Ihre Aktivierung erfolgt über das Motorneuron selbst.

Die von Orbelli beschriebene erhöhte motorische Aktivität nach Reizung des Grenzstranges ist unter anderem auf den aktivierenden Einfluss direkter postganglionärer sympathischer Innervation zurückzuführen.

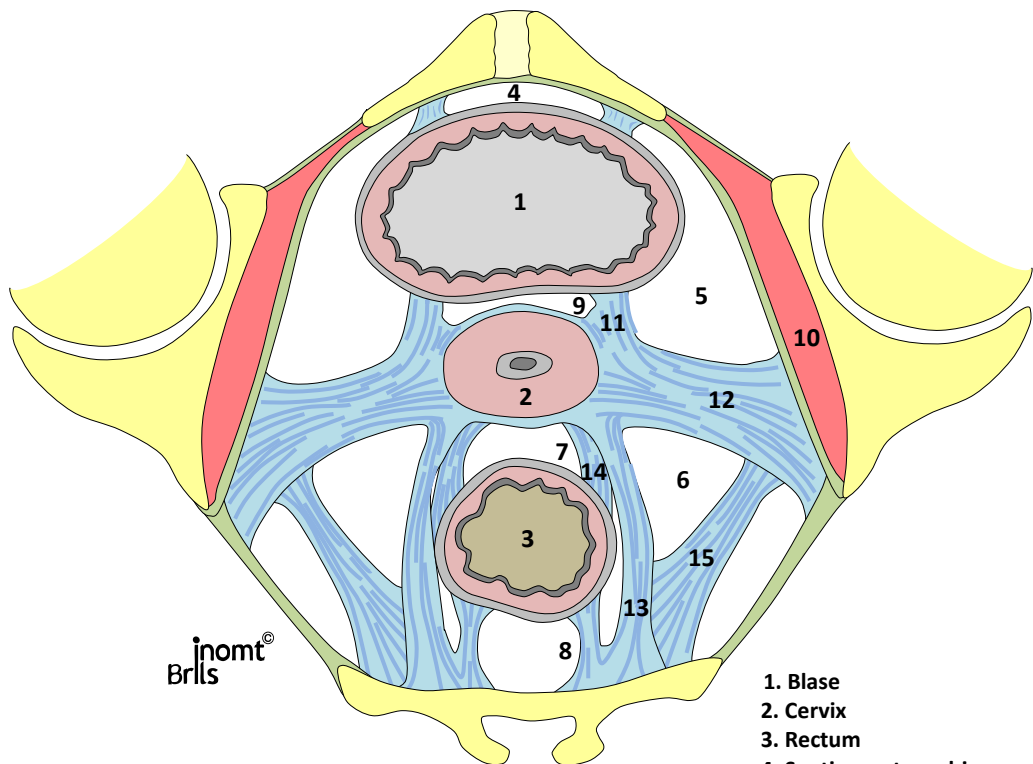
Neben den spinalen Verschaltungen finden sich Neuronenendigungen, die ihren Ursprung in zentralen Arealen haben. Es handelt sich hierbei um pyramidale und extrapyramidale Bahnen.

Das Cerebellum, als eine sehr wichtige Institution der motorischen Koordination, sammelt alle afferenten Informationen und setzt sie zu einem Gesamtbild zusammen. Es erhält seine Informationen über die Lage und die Bewegung des Körpers, bzw. Kopfes im Raum, aus den spinocerebellären Bahnen und über die verschiedenen Hirnnerven (vestibulär, Sehen, Hören, Riechen, Schmecken).

Das Totalbild entscheidet über die Bewegungsabläufe. Nur die Vorstellung einer Bewegung reicht schon aus, um eine Tonusänderung in den gesamten Bewegungsketten hervorzurufen. Dies zeigt das enge Zusammenspiel zwischen Cerebellum und Neokortex.

Arbeitsblatt Osteopathie

Beispiel



inomt®
Brlls

1. Blase
2. Cervix
3. Rectum
4. Spatium retropubicum
5. Spatium praevesicale
6. Spatium pararectale
7. Spatium rectovaginale
8. Spatium praesacrale
9. Spatium vesicovaginale
10. M. obturatorius internus
11. Lig. vesicocervicale
12. Lig. cardinale uteri
13. Lig. sacrouterinum
14. Lig. sacrouterinum tiefe Fasern
15. Lig. sacrospinale