

SKOLIOSE

Aktueller Stand der Forschung – wieso, weshalb, warum?

Dr. med. Moritz C. Deml
Oberarzt Wirbelsäulenchirurgie
moritz.deml@insel.ch

Skoliose – was ist das?

3-Dimensionale Wirbelsäulen-Deformität

- Seitverschiebung und Rotation der Wirbelkörper

Sekundäre Skoliosen



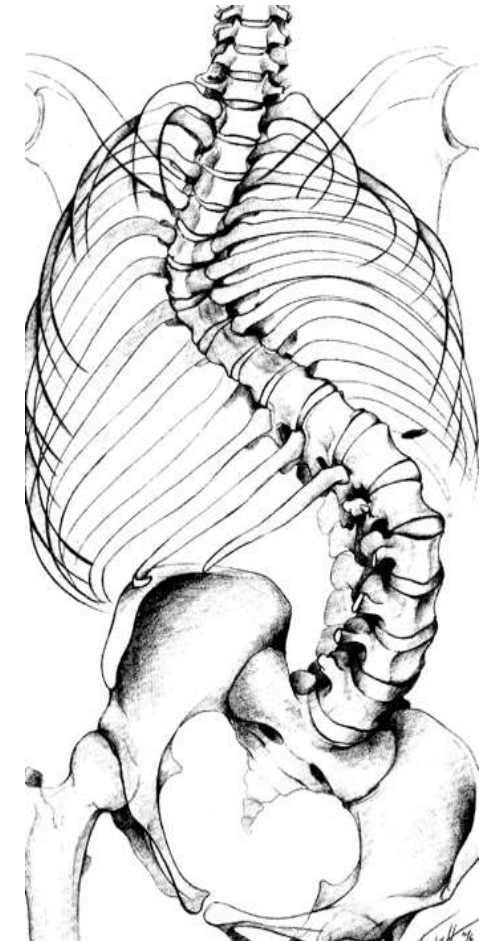
Ursache bekannt

- *Neuromuskulär*
- *Syndromal*
- *Kongenital*

Primäre = Idiopathische Skoliose 70-90%



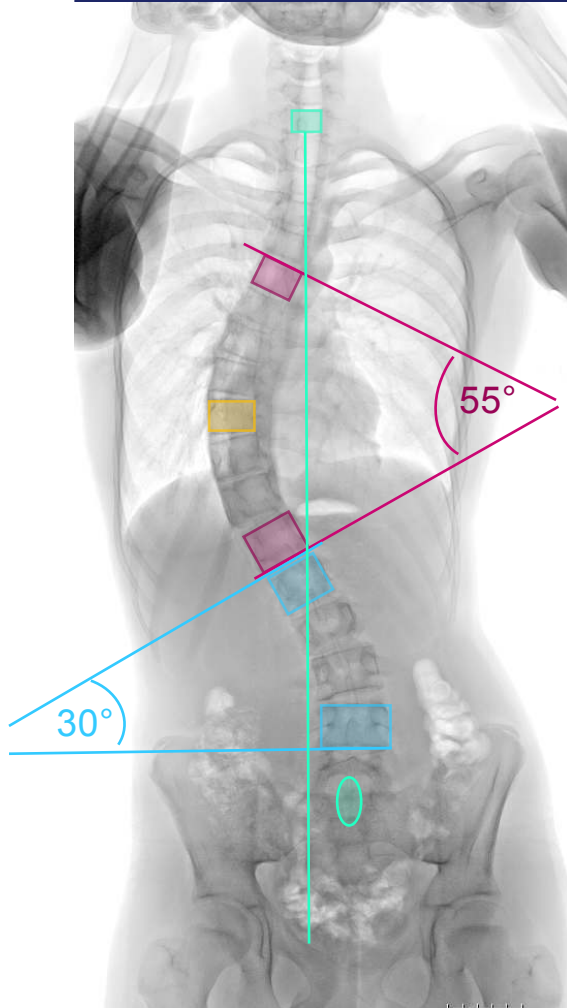
Ursache unbekannt



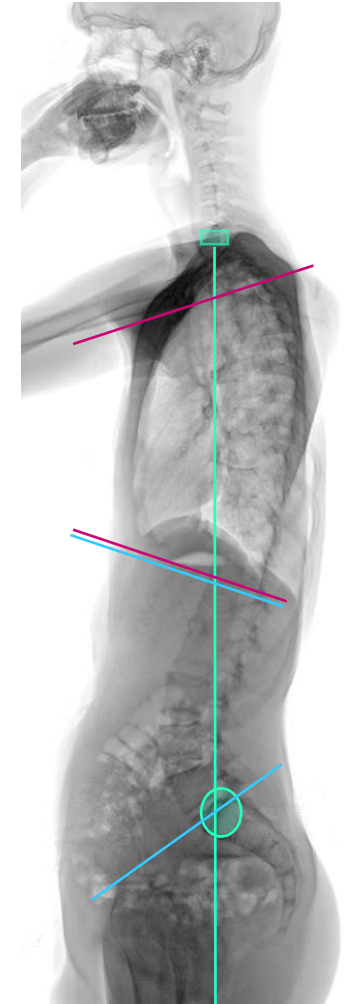
Primäre = Idiopathische Skoliose

- *Early onset Skoliose (<10 Jahre)*
- **Adoleszente idiopathische Skoliose (>10 Jahre)**
 - *Entstehen im jugendlichen Wachstumsschub*
 - *Bis zu 3% der Schulkinder weltweit betroffen (Cobb >10°) (>20°: 0.3-0.5%; >30° = 0.2-0.3%)*
- Mädchen – Jungs : 1:1.5 für alle Skoliosen (>15° Cobb-Winkel: 6:1)
- Körper-Dysbalance, Chronische Schmerzen, Lungenfunktions-einschränkungen und weitere

Skoliose – wie misst man das?



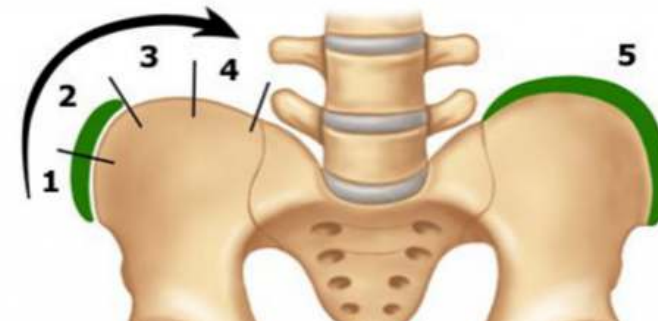
- Cobbwinkel-Messung
 - 2 mal Neutralwirbel
 - Winkel zwischen Deck- und Bodenplatte
- Lokalisation der Kurve
 - Thorakal / Lumbal
 - Scheitelwirbel
- Wie viele Kurven? Balance?
- Seitliches/Sagittales Profil
 - C7 – Lot
 - Thorakale Kyphose
 - Lumbale Lordose



Skoliose – Schweregrad/Ausprägung

Cobb degrees

Low	Up to 20
Moderate	21–35
Moderate to severe	36–40
Severe	41–50
Severe to very severe	51–55
Very severe	56 or more

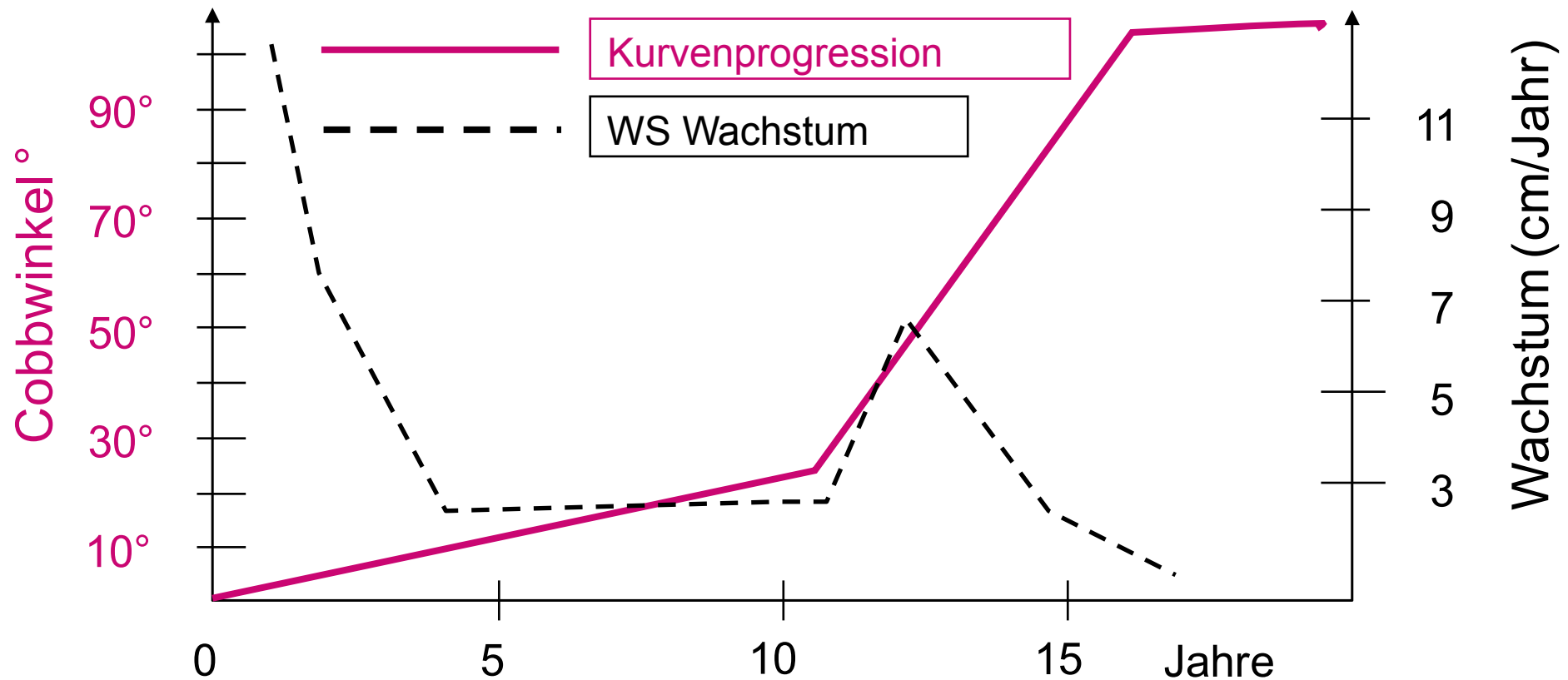


Wahrscheinlichkeit für Kurven-Progression (%)

Cobb-Winkel bei Diagnosestellung	Alter bei Diagnosestellung (y)		
	10-12	13-15	16
<19°	25%	10%	0%
20-29°	60%	40%	10%
30-59°	90%	70%	30%
>60°	100%	90%	70%

(Nachemson, SRS 1982)

Kurvenprogression – wann?



Cobb < 30° nehmen nach Wachstumsabschluss selten zu

Cobb 50-80° nehmen mit hoher Wahrscheinlichkeit auch nach dem Wachstumsabschluss zu

Skoliose - Ursachen

Wissenschaftliche Artikel - heute

PubMed.gov US National Library of Medicine National Institutes of Health

PubMed | scoliosis | Search

Create RSS Create alert Advanced Help

Article types
Clinical Trial
Review
Customize ...

Text availability
Abstract
Free full text
Full text

Publication dates
5 years
10 years
Custom range...

Species

Format: Summary ▾ **Sort by:** Best Match ▾ **Per page:** 20 ▾ **Send to** ▾ **Filters:** [Manage Filters](#)

Sort by:
Best match | [Most recent](#)

Search results
Items: 1 to 20 of 23777

<< First < Prev Page 1 of 1189 Next > Last >>

Results by year

[Idiopathic scoliosis](#)

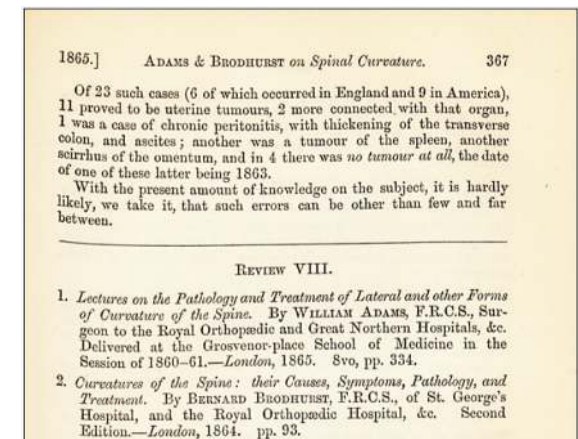
1. [Yaman O, Dalbayrak S.](#)
Turk Neurosurg. 2014;24(5):646-57. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.88
PMID: 25269032 **Free Article**
[Similar articles](#)

Year	Number of Results
2018	1,321

Skoliose – Ursachen – Gewebe ?

Muskulatur

- 1865 – Adams – vermutet Ursache in der Muskulatur
- 1976, 1998 und 2015 bestätigt durch Biopsien an den Muskeln
 - Veränderungen der Muskelzellzusammensetzungen
- 2009 – Calmodulin Spiegel-Veränderungen
 - Regulationsprotein für die Kontraktionskraft der Muskeln
 - melatoninabhängig



Skoliose – Ursachen – Gewebe ?

Muskulatur II

- 2018 – Geringerer Anteil Typ I Muskelfasern
 - Geringe Ermüdungsresistenz

Typ-1-Fasern:

- langsam
- wenig Kraft
- ausdauernd
- viele Mitochondrien
- Myoglobin
- Fettverbrennung
- schmaler Durchmesser

Typ-2-Fasern:

- schnell
- viel Kraft
- rasch(er) ermüdbar
- weniger Mitochondrien
- weniger Myoglobin
- Zuckerverwertung
- breiter Durchmesser



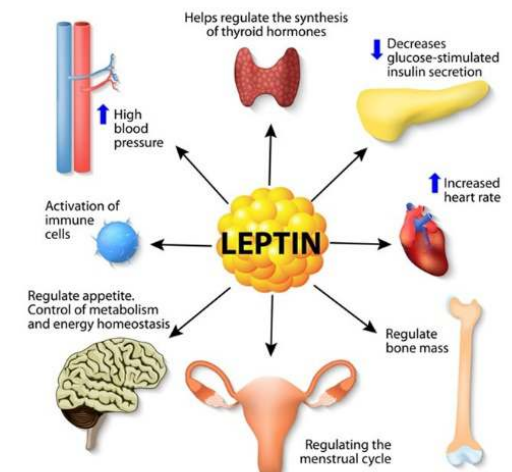
Skoliose – Ursachen – Gewebe ?

Nerven

- Dysfunktion des sympathischen Nervensystems

Hormone

- Wachstumshormone – eher nicht
- Leptin - “Hungerhormon” – fraglich erniedrigt
- Östrogen - fraglich!



Chagas, 1998
Spencer, J Neurol Sci.; 1976
Acarogul 2009
Cju 2008

Skoliose – Ursachen – Gewebe ?

Knochen

- Verändertes Wachstum der vorderen Wirbelkörperanteile/Wachstumsgfuge
- Verminderte Knochendichte

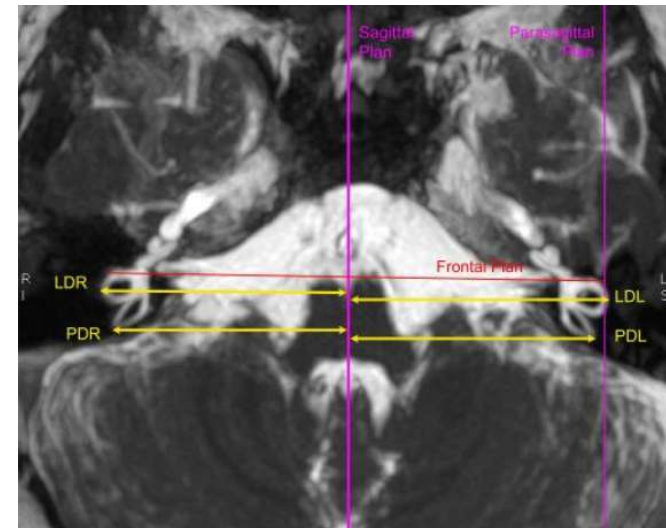
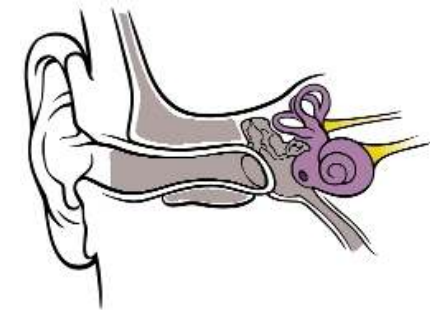
Knorpel

- Veränderte Entwicklung der Bandscheiben
- Veränderungen des Wachstums der Bandscheibe – Einfluss auf Knochenwachstum

Skoliose – Ursachen – Organe?

Gleichgewichtsorgane im Innenohr

- Vermehrt Asymmetrie der vor allem linksseitigen Gleichgewichtsorgane
- Theoretisch bereits in utero bestimmt



Skoliose – Ursachen – Gewebe ?

Ursache – Skoliose ?

Skoliose – Ursachen – Gene ?

- 11% erstgradig Verwandte sind betroffen
- 2.4 und 1.4% zweit- und drittgeradig Verwandte sind betroffen
- Genomweite Studien
 - keine sichere kausale Mutation
- Komplexe genetische Ursache

Wise et al., 2000 [16]	6p, 10q, 18q
Chan et al., 2002 [43]	19p13.37
Miller et al., 2005 [41]	6, 9, 16, 17
Gao et al., 2007 [44]	8q12
Ocaka et al., 2008 [1]	9q31-q34.2, 17q25.3-qtel
Raggio et al., 2009 [45]	12p23
Gurnett et al., 2009 [46]	18q12.1-12.2
Clough et al., 2010 [42]	17p11
Takahashi et al., 2011 [50]	10q24.31
Kou et al., 2013 [53]	6q24.1
Zhu et al., 2015 [54]	1p36.32, 2q36.1, 18q21.33, 10q24.32

Skoliose – Ursache – Gene?

Eineiige Zwillingsstudien

- Cobb-Winkel $> 10^\circ$ (Danish Twin Registry)
- Bei ca. 40% der Zwillingspaare (0.40 (0.10–0.70)) hatten beide Zwillinge eine ähnliche Skoliose
- Bei Zweieiigen Zwillingspaaren 5-10% (0.05 (–0.05 to 0.15))

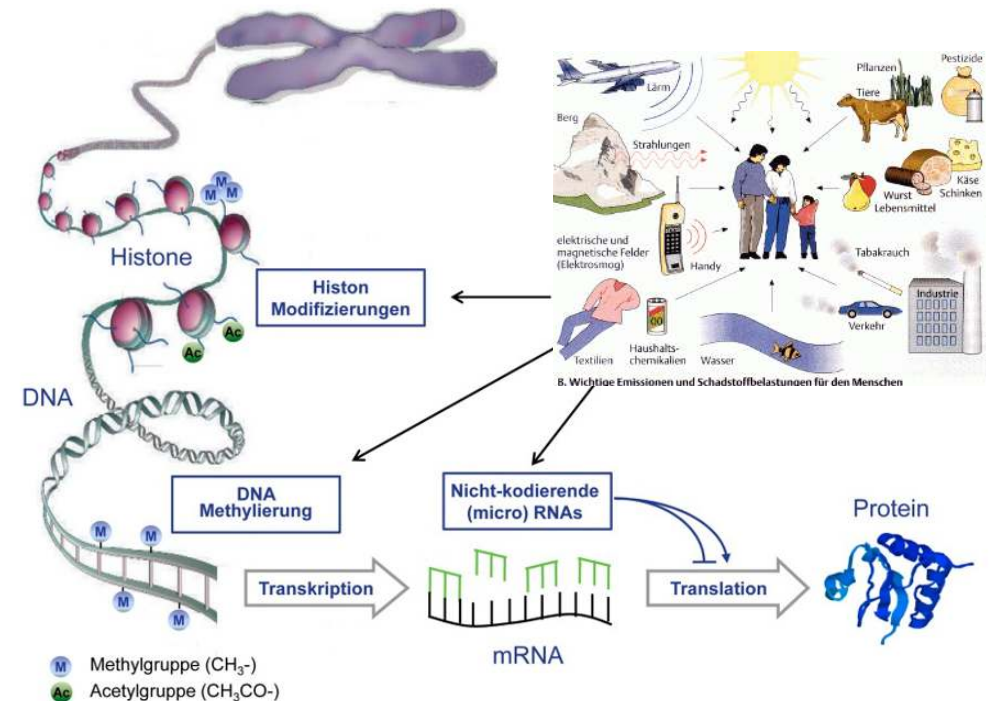


“Thus, genetics, while imperative for the determination of AIS, does not entirely contribute toward the pathological development of the disease.”

Skoliose – Epigenetik

Genaktivierung

- DNA – Methylierung
- Spezifisch für jedes Lebewesen
- Veränderbar durch äussere Einflüsse
- z.B. Umweltfaktoren, Ernährung, Viren, Bakterien



Ernährung – unklar

- Tiermodell – starke Evidence
- Ernährung der Mutter während/vor der Schwangerschaft
- Fraglicher Einfluss ausreichender Versorgung mit - Zink, Selen, Vitamin A, Folsäure, Vitamin D und Calcium


Plötzlicher Anstieg idiop. Skoliosen in Jamaica nach 1965

- Wachstumshormone/Endokrine als Futterergänzungsmittel in Rinder- und Hühnerzucht
- 10 Jahre später: Anstieg der Inzidenz idiopathischer Skoliosen
- Nehmen seit 1983 wieder ab!

Beheizte Innenschwimmbäder mit Chlor Benutzung im frühen Säuglingsalter

- Chemische-Chlorverbindungen können toxische Wirkung auf die frühkindliche neurologische Gehirnentwicklung haben
- Weitere Umwelttoxine nicht bekannt

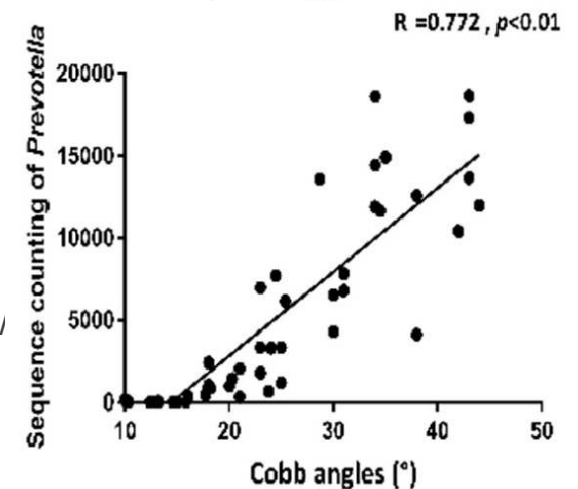
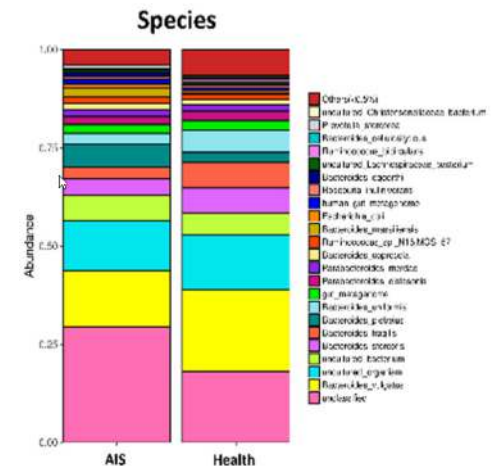
Bewegung/Physiotherapie

- Weniger Skoliosen bei Teilnehmern von Tanzsport, Skaten, Gymnastik, Karate/Kampfsport und Reitern
- 
- Physiotherapie/Bewegungstherapie obligatorisch in der Skoliosetherapie!

Skoliose – Mikrobiom

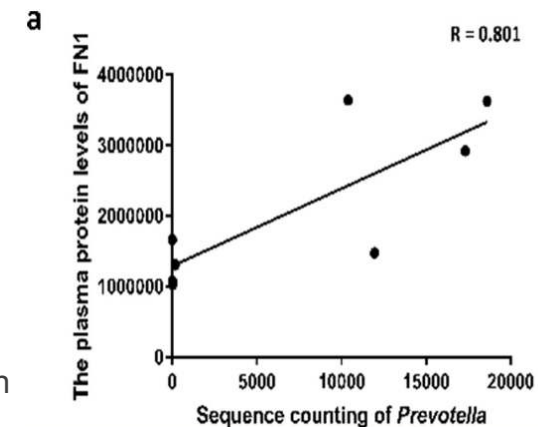
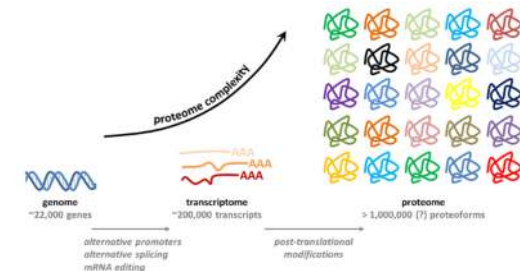
Mikrobiom

- Gesamtheit aller symbiotischen und pathologischen Mikroorganismen in unserem Darm/Körper
- Unterstützung des Darms beim Abbau von Nahrung und der Synthese s.g. essentieller Aminosäuren und Vitamine
- Stuhlproben von 51 Skoliose-Patienten und 34 gleichaltrigen gesunden Patienten
- Darm-Bakterien-Verteilung aber nicht die Diversität/Anzahl an Bakterien unterschied sich signifikant
- Vorkommen von Prevotella in Skoliose Pat. ca. 13% vers. 1% in gesunden Patienten ($P < 0.05$)
- Positive Korrelation zwischen Vorkommen von Prevotella und der Ausprägung des Cobb-Winkels! ($R = 0.772$, $P < 0.01$)
- Zwar konnte Prevotella bei pflanzenreicher Ernährung vermehrt festgestellt werden, aber es wird auch mit chronischen infammatorischen Prozessen (Rheuma/Bechterew/Parodontitis) in Verbindung gebracht



Proteomics

- Untersuchung der gesamten, durch die Zellen synthetisierten Proteine eines Lebewesens
- *Prevotella* – erhöhte Blutkonzentration von Fibronectin (FN1)
- Fibronectin – Osteoblasten (Knochenzellen), Chondroblasten (Knorpelzellen) und Mesenchymalen Stammzellen
- Mutation/Veränderung von FN1 kann zu schweren Skiosen führen
- *Prevotella* – erniedrigt VDAC1 und AHNAK
- VDAC1 – Teil der Mitochondrien-Membran -> Bindung der Mitochondrien an die Muskelzellen
- Muskeldysfunktion wird als eine der Ursachen der Skoliose vermutet!
- AHNAK korreliert ebenfalls mit Muskelschwäche – s.g. Myopathien und ist an der Muskelregeneration beteiligt
- “*Prevotella* may modulate the levels of circulating plasma proteins associated with the development of AIS.”
- “This suggests that the gut microbiota may participate in the AIS process through the modulation of some plasma proteins associated with the development and function of skeletal tissues.”

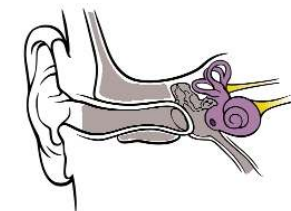
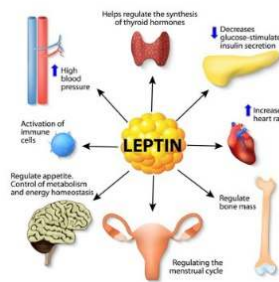
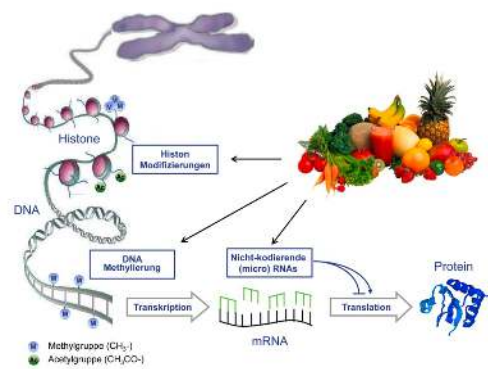


Skoliose – Ursachen?

Youtube: Wie Bakterien über deinen Körper regieren - Das Mikrobiom

Wir kommen näher...

Ursache – Skoliose ?



Skoliose – Ursachen?

“Komplexe Erkrankungen werden durch die Kombination von genetischen Veränderungen, Umwelteinflüssen und Lifestyle Faktoren verursacht, von denen die meisten bisher nicht vollends verstanden sind!”

Merci....