

Skolioseoperation Sehnenverlängerung

Carol-C. Hasler, Orthopädie
Universitätskinderspital beider Basel

Skoliose seitliche Verkrümmung $>10^\circ$ Cobbwinkel



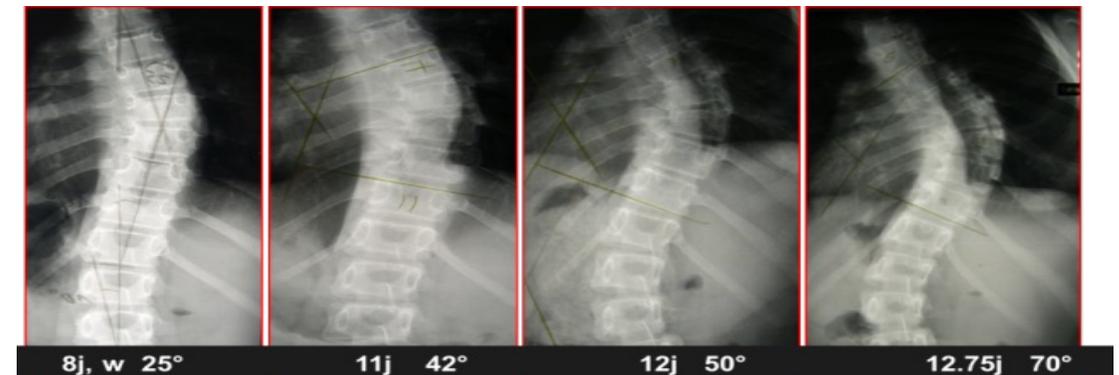
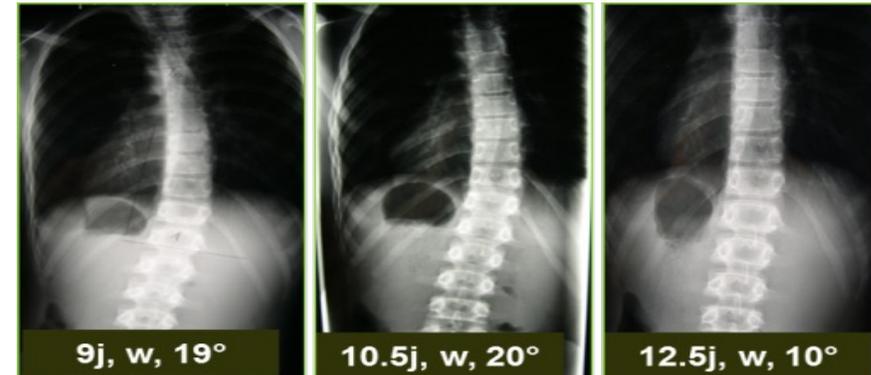
Je grösser die Krümmung desto unbeweglicher wird sie



Skoliosen

- Angeboren kongenital
- Idiopathisch früh (EOS), Pubertät «Wachstumsstörung»
- Neuromuskulär

- Natürlicher Verlauf
- Nicht voraussehbar
- >40-50°: Zunahme im Erwachsenenalter



Neuromuskuläre Skoliosen

Cerebral palsy	1974
Myelodysplasia	575
Muscular dystrophy	446
SMA	280
Cord injury	127
Rett	92
Friedreich	51
<i>From the M&M database 2004-2007</i>	



Skoliose bei M.Duchenne

>90% nach dem 10.Lebensjahr nach Verlust der Gehfähigkeit
mit heutiger medikamentöser Therapie wahrscheinlich weniger
Eigene Patienten: durchschnittlich 14.3 Jahren (10.75 – 17.5 Jahre)

Anatomisch normal gebaute Wirbelsäule

Strukturelle Skoliose lässt sich im Liegen oder
durch äusseren Druck (z.Bsp Physiotherapie, Korsett)
nicht mehr begradigen lässt



Sitzfähigkeit, Kommunikation, Arm-Handfunktion, Schmerz, Lebensqualität



**Eltern, Geschwister,
LehrerInnen, TherapeutInnen,
Orthopädietechnik
Ernährungsberatung
Kinder- und HausarztInnen,**

EOS Röntgen

85% weniger Strahlung als konventionelles Röntgen

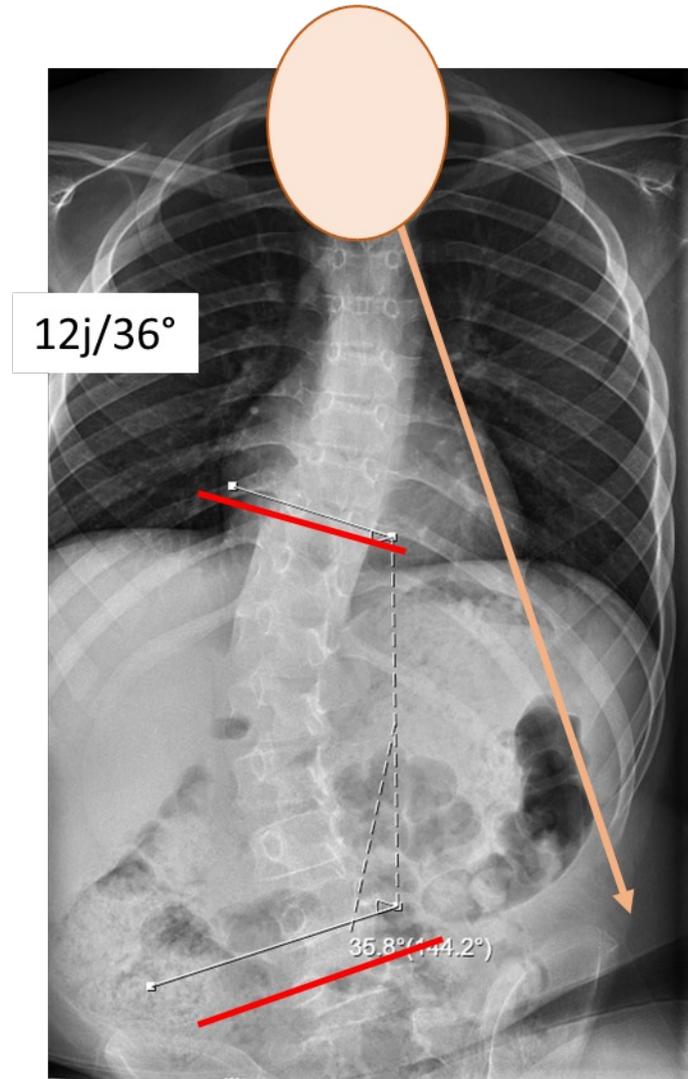
Microdosis Protokolle entsprechen einer Woche terrestrischer Strahlung

Ganzkörperaufnahmen möglich

Aufnahmezeit 15-20 Sekunden simultan von vorne und von der Seite



Strukturelle Skoliose – Was nun ?



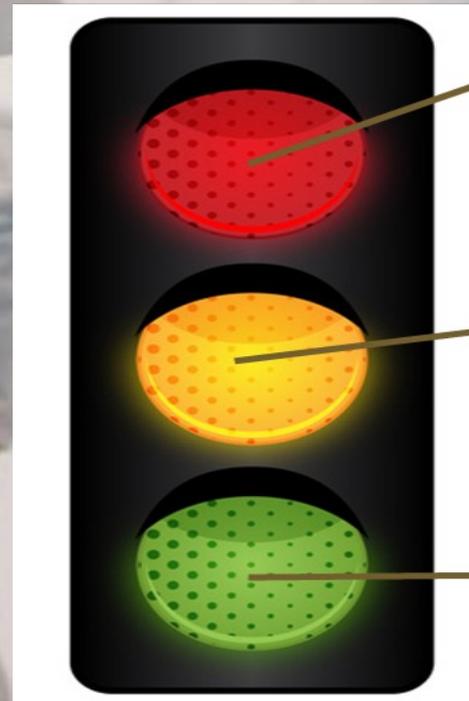
Von Anfang an interdisziplinär ! Zur selben Zeit im selben Raum

Kranker Patient mit einem Wirbelsäulenproblem



Anästhesie
Intensivmedizin
Orthopädie
Pulmologie
Kardiologie
Endokrinologie
Physiotherapie

Röntgen jährlich nach Verlust der Gehfähigkeit



Verlaufskontrollen / Präoperative Abklärungen

Auswirkung der Wirbelsäulenverkrümmung und der Grundkrankheit

Herz: Echokardiographie

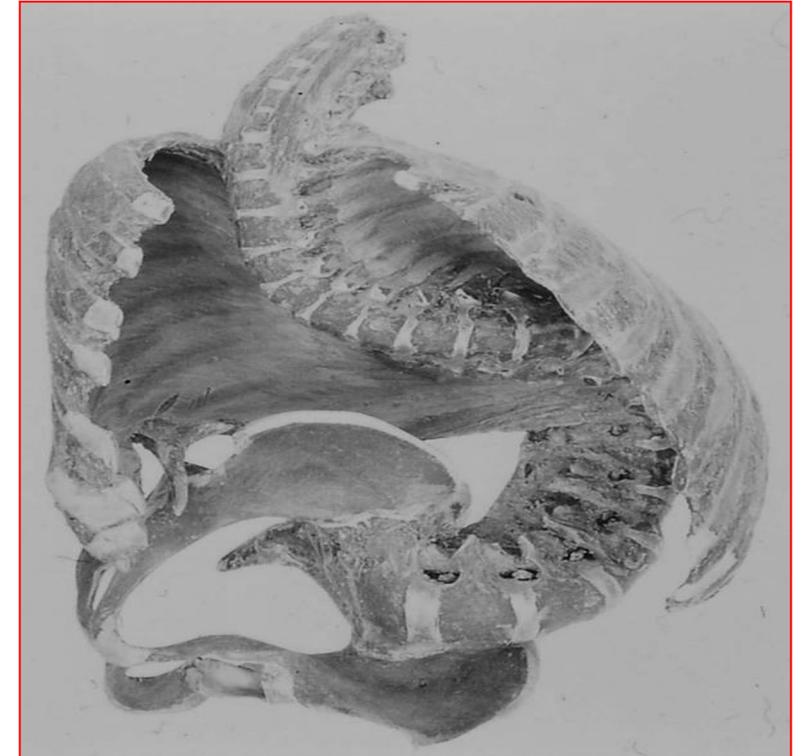
Lungenfunktion

Polysomnographie Schlafuntersuchung

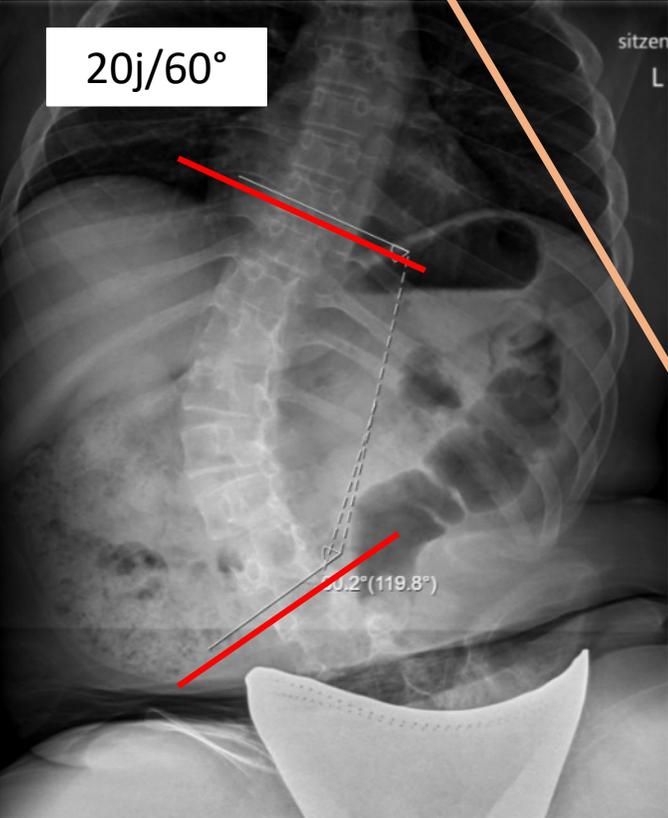
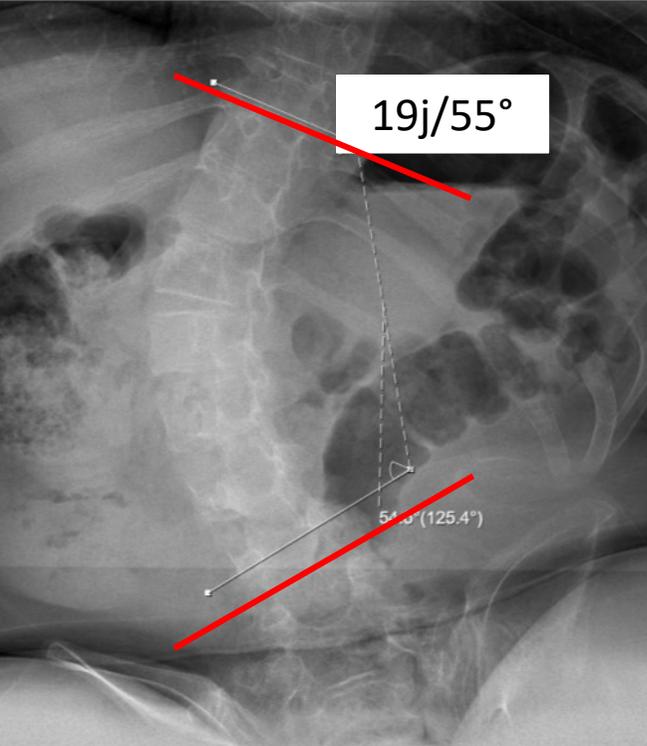
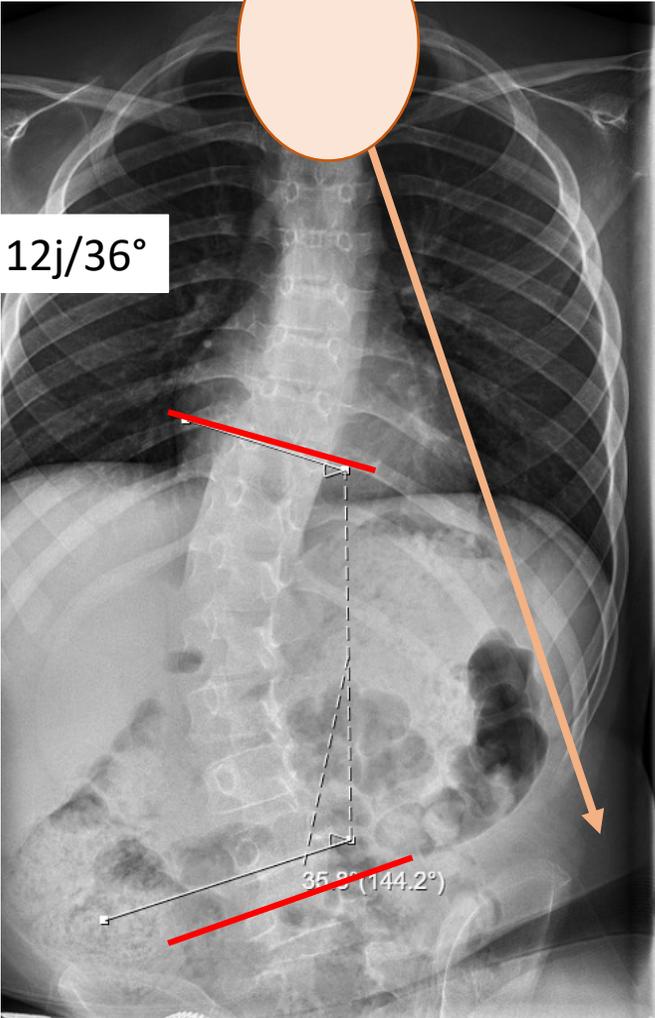
Osteoporose

verminderte Belastung, Glucocorticoide, Ernährung
Biphosphonatgabe?

Magentresonanztomographie Rückenmark



Strukturelle Skoliose - Verlauf ohne Operation



Therapiemöglichkeiten

Korsette nicht effektiv u.a. wegen Weichteilen, Atmung



Physiotherapie unterstützend inkl. Atmung, vermag aber Skolioseverlauf nicht zu beeinflussen

Operation

Einfluss auf die Lungenfunktion nicht ganz klar. Wahrscheinlich Verzögerung der Abnahme

Verbesserung Sitzfähigkeit, Lebensqualität, Rückenschmerzen

Armfunktion

Längerer Rumpf: Essen erschwert

Weniger Seitbeweglichkeit: Sport/Hockey ?



Wann operieren ?

Steroide, bessere Verlaufskontrollen der Herzlungenfunktion

Früher

12.-14 J. bevor Herz-Lungenfunktion Situation sich verschlechtert

Ab 20° Verkrümmung, d.h. früher als man sonst eine Skoliose operiert



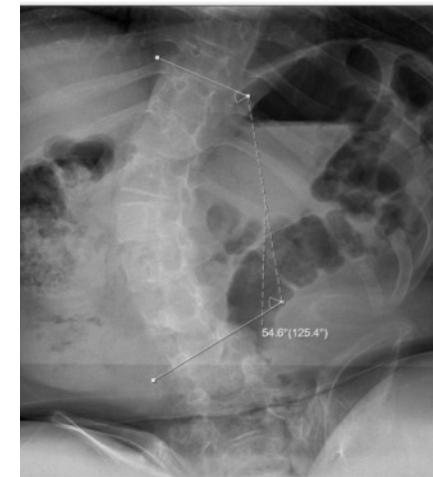
- Vergleichbares Risiko für periop Komplikationen
- «Watchful waiting» falls <50° und Herz-Lungenfunktion stabil
- Steroid Therapie: mehr Blutung/Transfusionen, Infekte

Asma A Spine Deform 2022

Heute

Später, wenn regelmässiges Monitoring und interdisziplinäre Sprechstunden mit Spezialisten / Erfahrung

Sicher wenn Skoliose >50° (wie bei anderen Ursachen auch)



Risikofaktoren

Kortikosteroide

Osteoporose (Implantstabilität), Frakturgefahr (Lagerung, postop Reha)

Infektionen

Adipositas

Verminderte Herz- / Lungenfunktion <35% FVC: pulmonale Risiken höher,
Verminderung durch PT Atemtherapie

Blutungsneigung verminderte Kontraktilität der Skelettmuskulatur, der
Gefässwände, Verringerte Thrombozyten

Suthar J Pediatr Endocrinol Metab 2021

SPINAL DEFORMITY SURGERY TEAM CHECKLIST

The materials presented within this checklist comprise a suggested list of items for those centers performing spinal deformity surgery to consider as initiatives or ongoing efforts to improve safety. The material is not intended to represent the only, nor necessarily best, methods or procedures appropriate for the medical situations discussed, but rather is intended to present a suggested approach, that may be helpful to centers performing spinal deformity surgery.



PRE-ANESTHESIA INDUCTION

- Confirmation of identity by patient or guardian
- Confirm postop bed availability (ICU, PICU)
- Surgical site marked per hospital policy
- All piercings & jewelry removed
- Review TXA contraindication
- Malignant Hyperthermia risk?
- Allergies, and Latex Allergy?
- Patient and family questions answered.
- No skin infections. No Respiratory symptoms.
- Presence of implantable devices (pacemaker, vagal nerve stimulator, etc) & safety with neuro-monitoring
- Surgical/ post-surgical plan reviewed w patient/family
- Surgical and blood consent completed
- Family member names & mobile number
- Chlorhexidine (CHG) wipe to surgical site
- Hospital admin tasks (H+P update, Admit & OR orders)
- Confirm blood availability

BEFORE TURNING

- Preop imaging available and correct orientation
- Confirm vertebral numbering / transitional anatomy / side L/R
- Urinary catheter placed with good urine flow
- Pneumatic boots applied and turned on when applicable
- Evoked Potential Wire Placement Done
- BIS Monitor on forehead if applicable
- Airway secured/taped
- Two bite blocks secured between molars
- Ensure all lines, urinary catheter, wires are free

POSITIONING LATERAL

- Confirm side
- Axillary roll
- Knees
- Peroneal nerve/brachial plexus
- Arms

POSITIONING PRONE

- Face/Neck
- Eyes, nose, lips, bite block, ears
- Chest roll in proper position/ breasts are not compressed
- Arms positioned with attention to ulnar nerve and brachial plexus
- Iliac crest in proper position, avoid too much pressure on abdomen
- Abdomen free including g button/pumps, G-Tubes, ITB pumps
- Genitals/urinary catheter free of pressure
- Ensure all IVs, wires, and urinary catheter secured out of the way below the table for imaging machines
- Patellae free and knees in slight flexion
- Final assessment Pt on bed/Reverse Trendelenburg if applicable

PREP AND DRAPE

- Consider alcohol/soap prewash of the patient
- Ensure prep is dry on field or sheets below for proper septic and fire risk if applicable
- Confirm patient stretcher location is outside door & labeled

PRE-INCISION TIMEOUT

- Follow institution guideline for timeout.

Consider the following:

- Welcome & Team introductions name and role
- Briefing begins: Surgical Plan, EBL, ANTICIPATED CRITICAL EVENTS
- Review Preop Imaging: ID, levels, Transitional Anatomy
- RECONFIRM Patient name, DOB confirmed with Anesthesia
- Surgery consent read aloud, Confirm Site marking & Approach
- Antibiotic given within institution parameters
- Neuromonitoring being performed & baseline readings, confirmation from technologist that everything working properly and OK to proceed with surgery
- Any other team concerns. Consider encouraging all team members to speak up if there is a concern or question

INTRA-OP

- Confirmation of correct spinal levels during exposure
- Apply neuromonitoring emergency checklist if needed

BEFORE CLOSURE

- Imaging confirmation of implant positions
- Final tightening of implants confirmed
- Irrigate wound copiously
- Consider use of intra-wound antibiotics and/or intra-wound antibacterial soap if applicable
- Drain placement if needed
- Confirm neuromonitoring at least until fascial closure
- Instrument, sponge & needle count correct

TURN TO SUPINE

- Inspect eyes, tongue, and body
- Moving both upper and lower extremities before leaving OR (if feasible)

SIGN-OUT / DEBRIEF

- Complications
- Final instrument, sponge & needle count correct
- Name of procedure. Any deviations from surgical plan?
- Any equipment problems?
- Postoperative plan: Key concerns for management

SRS disclaims any and all liability for all claims that may arise out of the use of the suggested checklist. This list is highly recommended but does not imply a standard of care or constitute a legal standard.



Operationsrisiken

Höhere Risiken als bei anderen neuromuskulären Skoliosen
Chirurgisch anspruchsvollere Weichteilpräparation

Pneumonien, postoperative Beatmung lange Intensivstationsaufenthalte
Intra- und postop Arrhythmien, Herzinsuffizienz
Infektionen: in der Lit bis 20%

Verlust Fähigkeit selbständig zu essen (längerer Rumpf)
Lähmungsrisiko sehr klein (nicht höher als bei anderen Skoliose Op)

Tiefe Infektion Risiko Nr.1

Complications in the Surgical Treatment of 19,360 Cases of Pediatric Scoliosis

A Review of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Database

TABLE 1. Complications Associated With the Surgical Treatment of Pediatric Patients

N	Total 19,360	Idiopathic 11,227	Congenital 2012	Neuromuscular 4657	Other* 1464
Total complicationst	10.2% (1971)	6.3% (710)	10.6% (213)	17.9% (835)	14.5% (213)
New neurological deficit†	1.0% (199)	0.8% (86)	2.0% (41)	1.1% (49)	1.6% (23)
Death†	0.1% (26)	0.02% (2)	0.3% (6)	0.3% (16)	0.1% (2)
Superficial wound infection†	1.0% (184)	0.5% (61)	1.3% (27)	1.7% (79)	1.2% (17)
Deep wound infection†	1.7% (321)	0.8% (95)	0.9% (18)	3.8% (177)	2.1% (31)
Pulmonary (not embolism)†	1.0% (202)	0.6% (63)	1.1% (23)	1.9% (90)	1.8% (26)
Non-fatal hematologic†	0.5% (93)	0.2% (25)	0.1% (3)	1.2% (57)	0.5% (8)
Durotomy†	0.4% (76)	0.2% (22)	0.4% (8)	0.9% (42)	0.3% (4)
Implant related†	1.5% (296)	1.1% (120)	1.5% (31)	2.1% (100)	3.1% (45)
Deep venous thrombosis‡	0.01% (2)	<0.01% (1)	0.05% (1)	0% (0)	0% (0)
Pulmonary embolus‡	0.04% (7)	0.04% (5)	0% (0)	0.04% (2)	0% (0)
Epidural hematoma‡	0.02% (3)	<0.01% (1)	0% (0)	0.02% (1)	0.1% (1)

Ventrikuloperitonealer Shunt, Urininfekte

Bluttransfusion Unterdrückung der Lymphozyten Antwort

Langzeit Kortikoide

Reames et al SPINE 2011

Infektophylaxe

Präop Urinkulturen, Bad/Waschen mit Desinfektionsmittel

IV Antibiotikaprophylaxe Doppelantibiose gegen gram negative Keime, wenn bis L5/Becken

Optimale Lagerung, Kurze Operationszeit Zwei Chirurgen, Traktion, Spezialteams, bessere Implantate/Instrumente, Navigation

Blutung minimieren - Transfusionen vermeiden Chirurgisch oder mit Medikamenten *Antifibrinolytika*

Beckenfixierung nur wenn nötig

Sprechzeiten gering halten

Spülungen alle 30min (Timer)

Handschuhwechsel alle 2-3 Std

Türöffnungen vermeiden Anzahl Personen im Op kleinhalten, Personenverkehr mehr Sicherheit – Navigation, Cord monitoring - bedeutet mehr Geräte, Personen, weniger Platz

Vitale MG Best practice guideline for Surgical Site Infections JPO 2013

Frühere Op Technik

Aufwändig, lange Op Zeiten, Blutung, Sterilität, längere Liegezeiten

Hospitalisation 4-6 Wochen

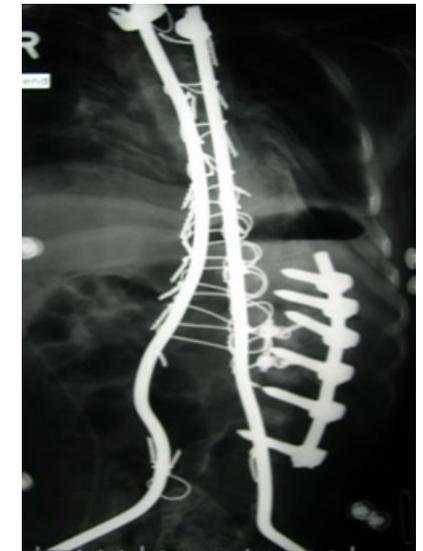
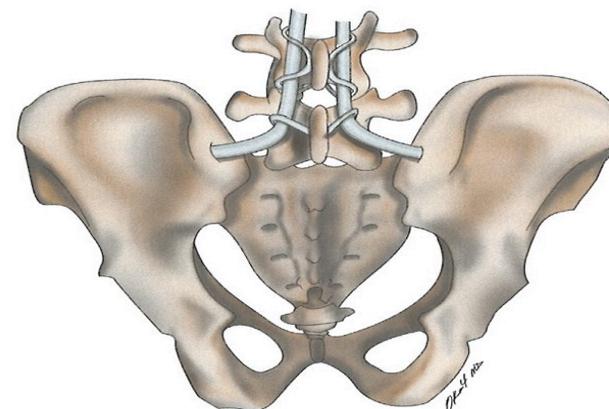
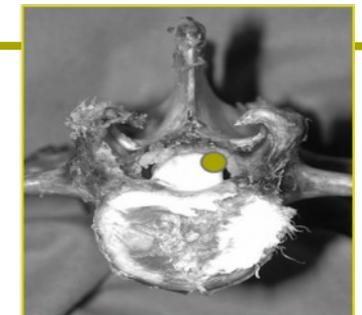
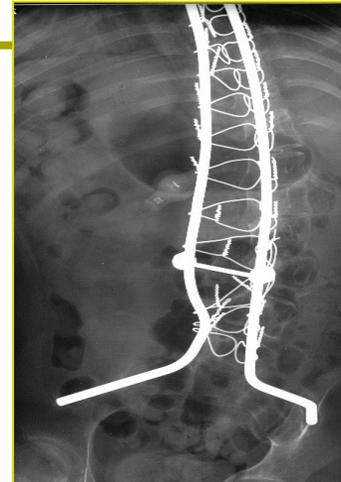
Blutung 1.5- 3L, multiple Transfusionsen

Postop Pneumonien >10%

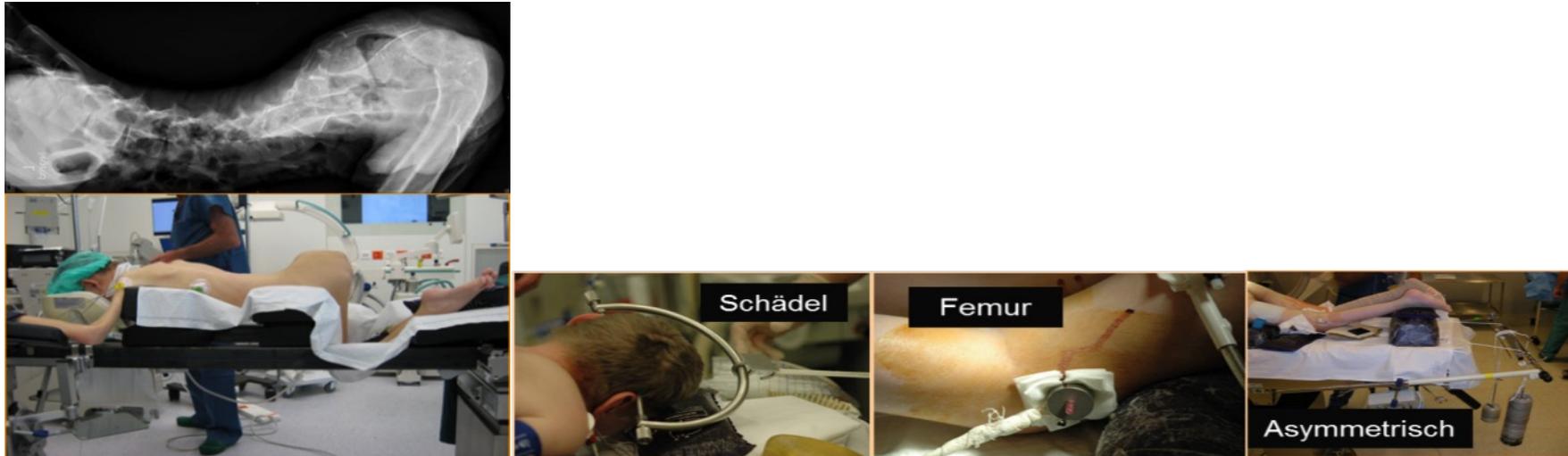
Kombiniert vordere/hintere Eingriffe

Hohe Rate Stabbrüche und Implantatdislokationen

Allen & Ferguson CORR 1988 *The Galveston experience*
Saer Spine 1990 *Long scoliosis fusion*



Op Technik heute



Traktion

Langsames Dehnen

Schneller Exposition, weniger Blutung, weniger Infekt

Weniger akute Korrektur (Neurale Strukturen, Implantatverankerung)

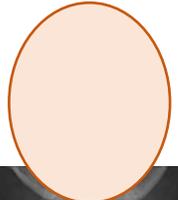
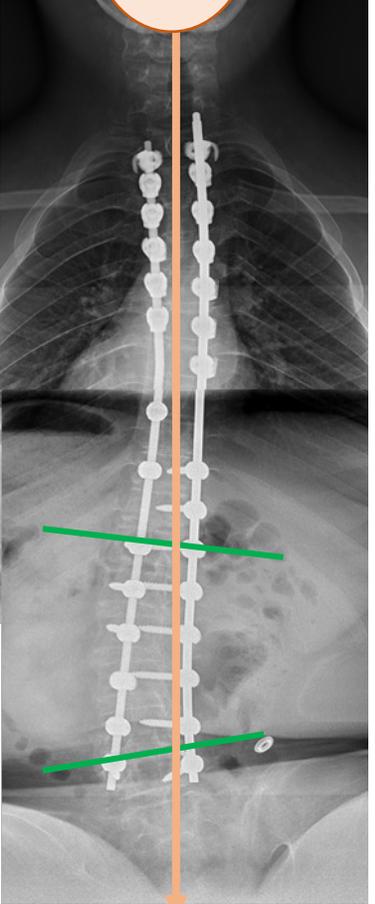
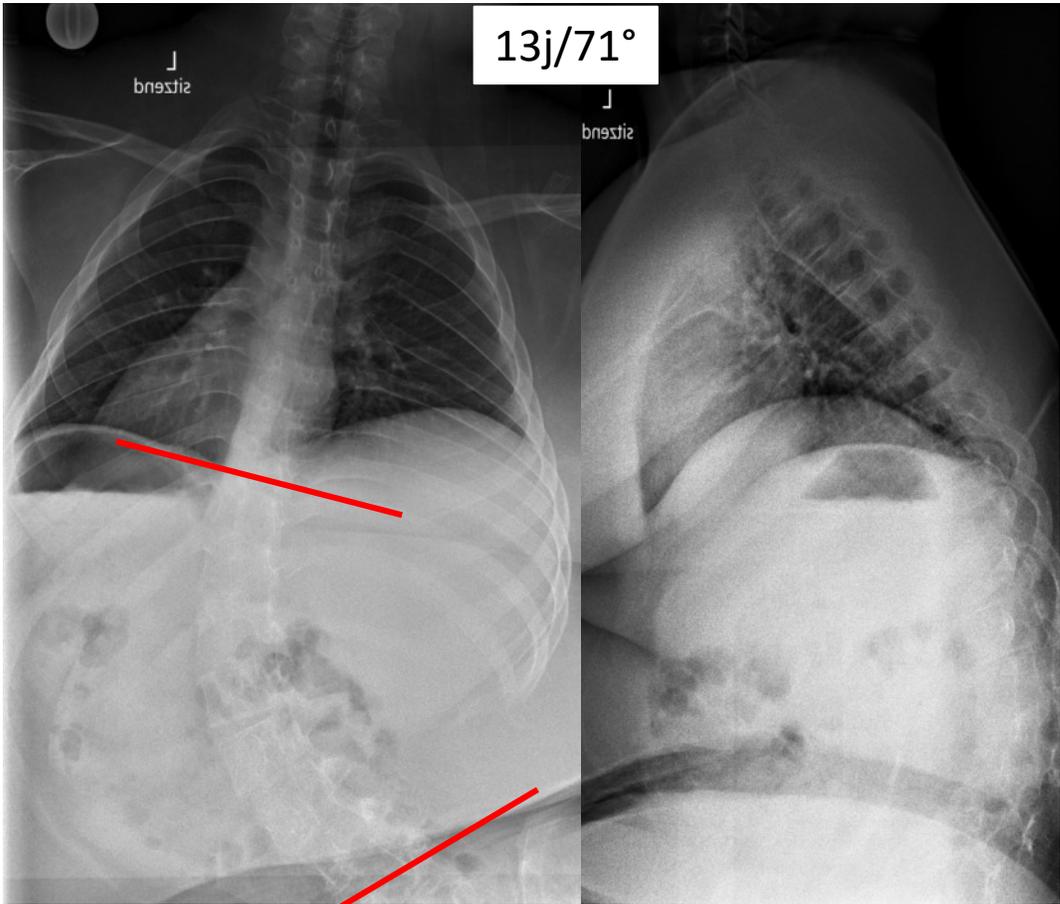
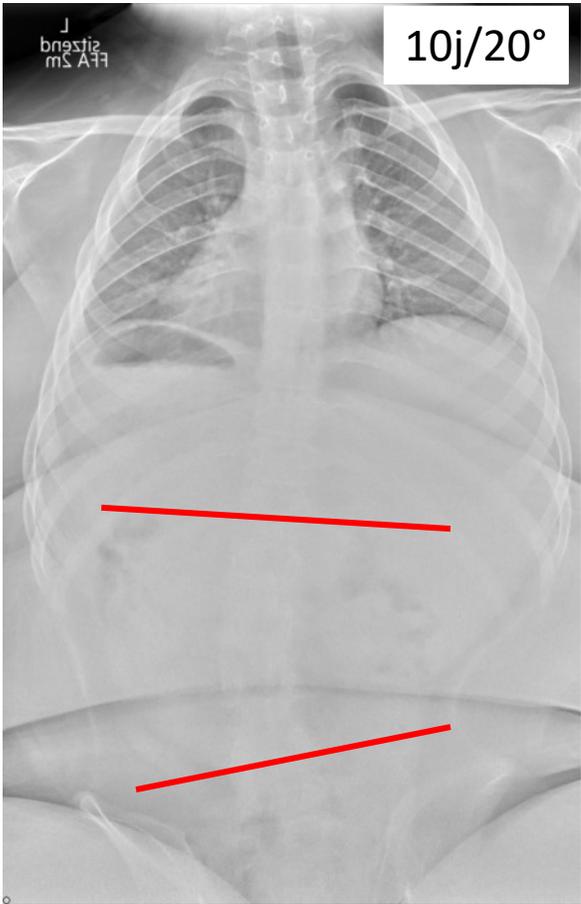
2 Wirbelsäulenchirurgen parallel



Op Zeit	5.25h	→	3.3h
Blutverlust	1.2L	→	0.8L
Komplikationsrate	33%	→	8%
Spitalaufenthalt	6.5 Tage	→	5.35 Tage

Shrader 2018 J Spine Deformity *The effect of two attending surgeons on the outcomes of posterior spine fusion in children with cerebral palsy*

Späte Operation / bis L5



Intraoperative Überwachung des Rückenmarks

IOM Intraoperative monitoring

SCM Spinal cord monitoring

Wie funktioniert eine Rückenmarksüberwachung ?

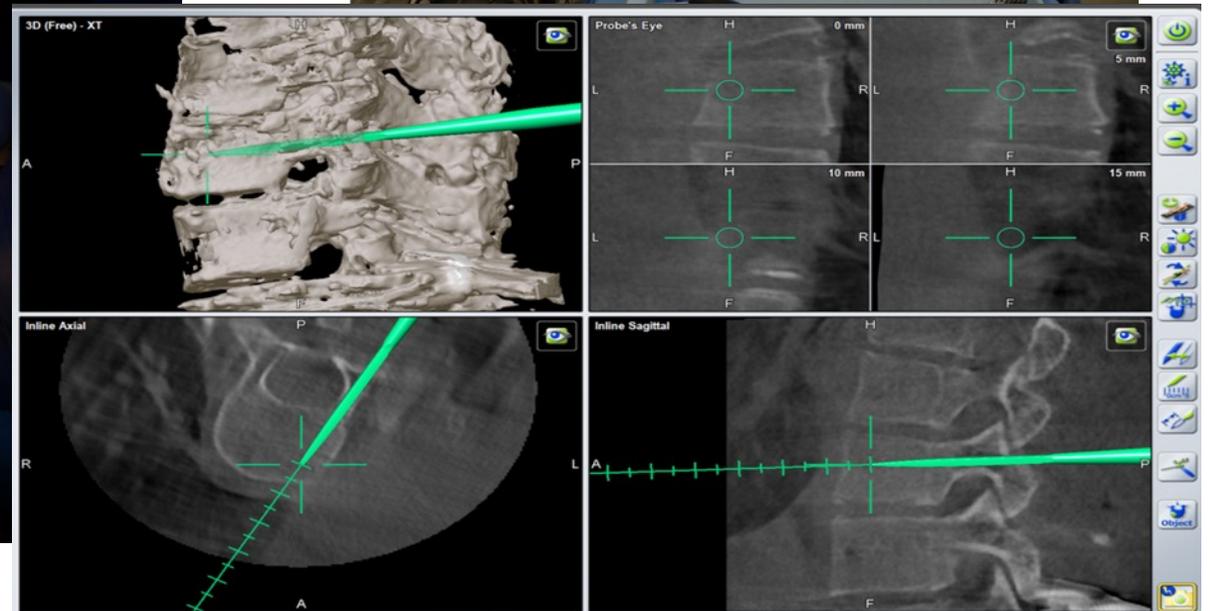
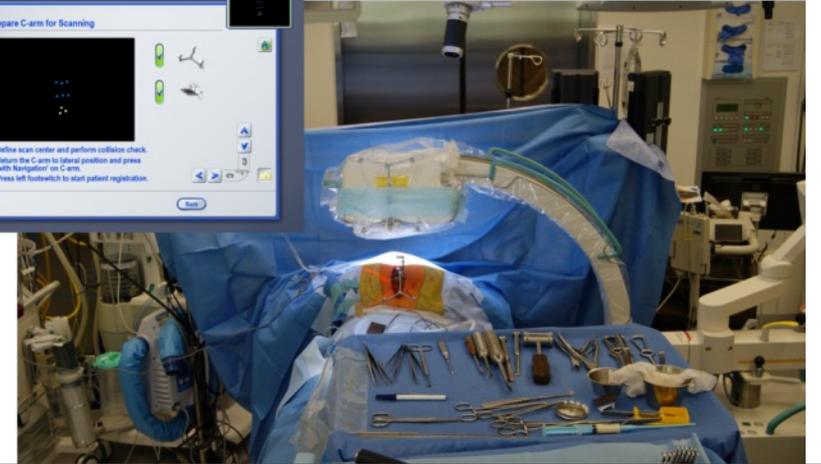
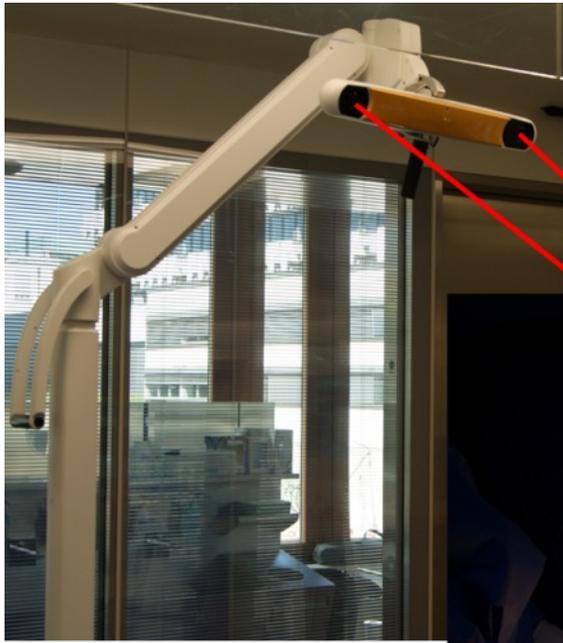
Tc-MEP / SSEP

Zuverlässigkeit bei Duchenne Patienten ?

- Verminderte Amplituden, wenn Ableitung im Wadenmuskel (M.Gastrocnemius) und vorderen Schienbeinmuskel (M.tibialis), zuverlässig im Abstreizmuskel der Grosszehe (M.abductor hallucis)
- ***IOM ist auch bei Duchenne Patienten wertvoll und soll routinemässig von einem erfahrenen Team eingesetzt werden***



Navigation – sicherer und schneller



Das Becken mitfixieren ?

Eigene Patienten: $\frac{1}{3}$ zum Becken fixiert, bei $\frac{2}{3}$ zu L5

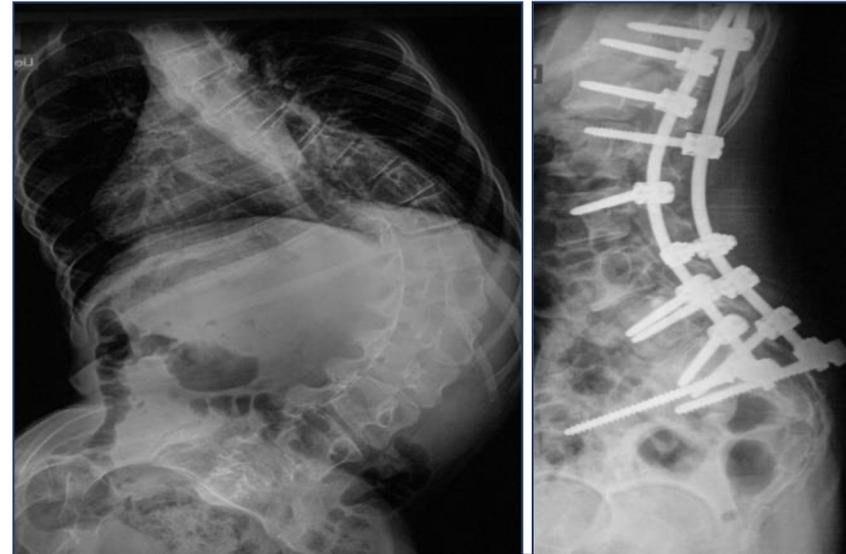
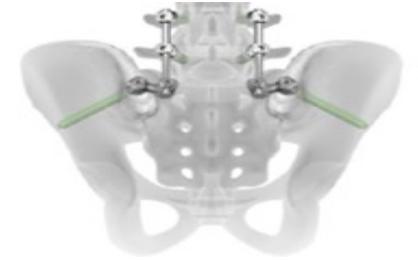
Längere Op Zeit, höheres Infektrisiko

Nein, falls:

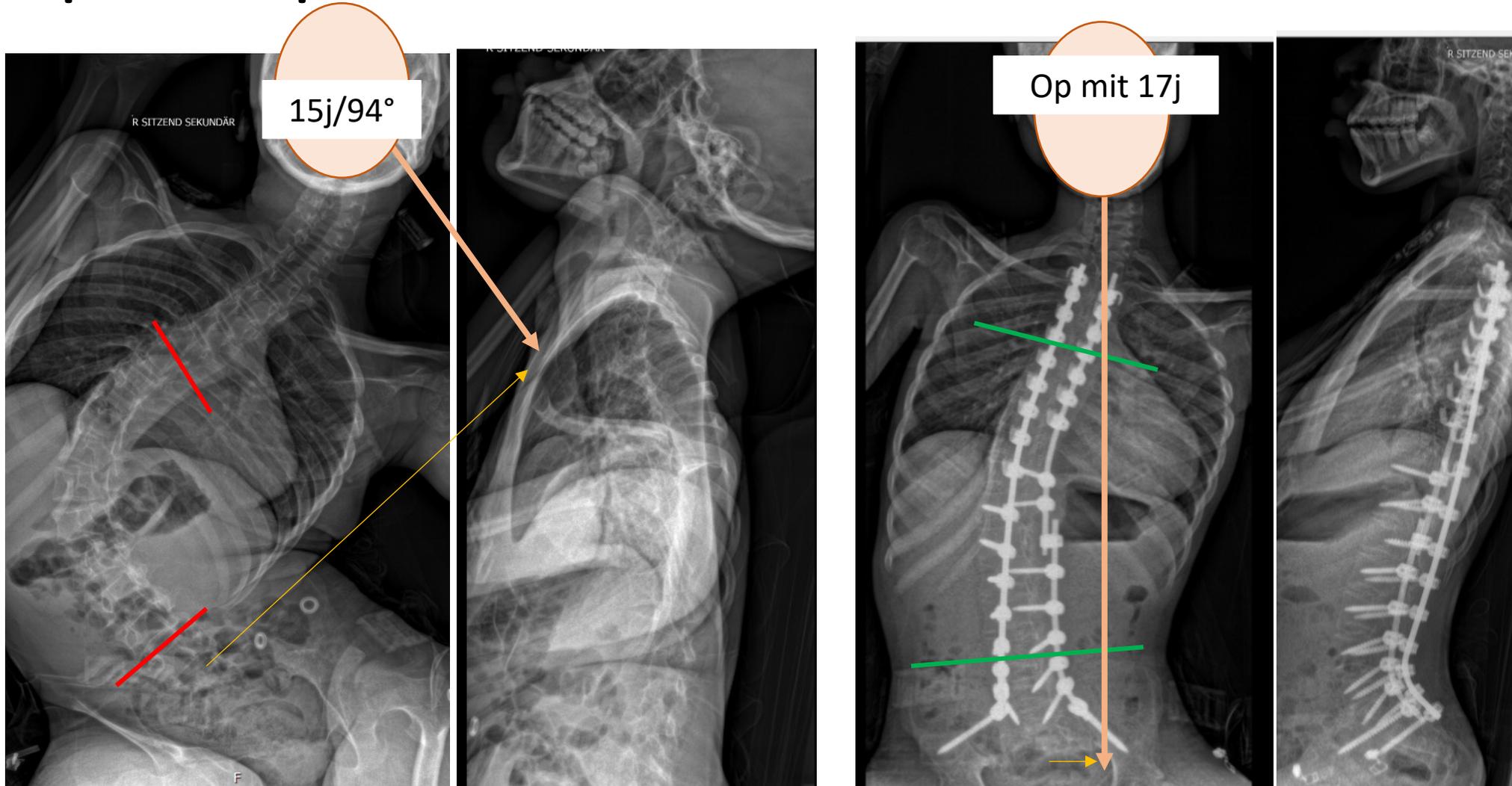
Apex L2 oder höher

Kippung L5 weniger als 15°

Beckenkipfung weniger als 20° ?



Späte Operation / bis Becken



Sehnenverlängerung

Nach Verlust der Gehfähigkeit:

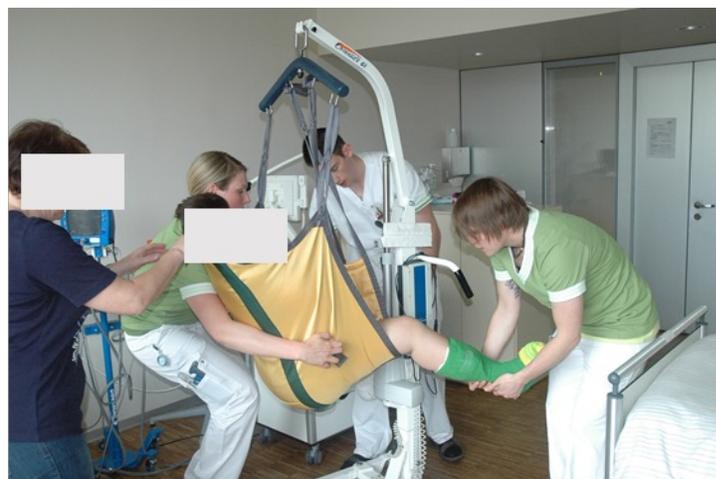
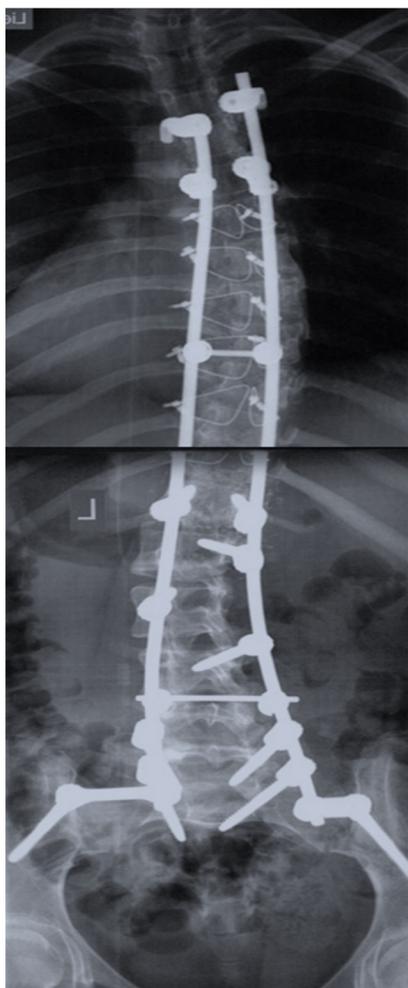
Kontrakturen Hüft-, Kniegelenke, Füße:
Spitzfuss, Hohlfuss

Primär: Physiotherapie, Orthesen



Stabile Fixation

Frühere Mobilisation, keine Bettruhe, kein Korsett
Intrastruktur, Personal Erfahrung, Anzahl Personen



15 Jahre Entwicklung seltener, später und besser operieren

- 3D Instrumentierung, strahlungsarme Bildgebung
- Stabilere Fixation, schnellere Mobilisation
- **Sicherheitsstandards, interdisziplinäre präoperative Abklärung**
- Intraoperative Navigation, weniger implantatassoziierte Komplikationen
- **Standardisierte** Infektprophylaxe
- Präoperatives MRT, intraoperatives multimodales Spinal Cord Monitoring
- Osteotomietechniken, **intraoperative Traktion**
- **Op-Team mit 2 erfahrenen Wirbelsäulenchirurgen**, kürzere Op-Zeiten, geringer Blutverlust



Neuromuskuläre Skoliosen			
Autor: C.Hasler	Datum: 09/2019	Ersetzt: Neu	Ablage:
Geltungsbereich: Orthopädie	Fachliche Verantwortung: C.Hasler	Vernehmlassung durch: D.Studer	
Gültig ab:	Gültigkeitsdauer: 2 Jahre		

Mögliche Ursachen der neuromuskulären Skoliosen
Cerebralparese, Myopathien, Syndrome, Myelomeningozelen

Diagnostik s. SOP D. Brandenberg
Bei jeder Neuzuweisung eines Patienten 45min Ersttermin an einem MDR Orthopädie (Prof. C.Hasler und/oder J.Hammer), Anästhesie (Prof. Th. Dr. R.Furlano), Orthopädietechnik. Die Zuweisungen erfolgen in der Massnahmen wie Physiotherapie.

Aufklärungsmaterial
3D Wirbelsäulenmodell (im Hals Röntgenbilder von Operierten. Ev. Treffen mit schon Operierten

Kostenträger
Invalideversicherung (für in der IV Anmeldung (Formulare im Aufklärungsmaterial)

Operative Therapie

- 1. Aufklärungsgespräch**
Gesprächsführung durch Oberarzt
a. In der Sprechstunde: genaues Indikation und Alternativen zur Operation, Risiken und Komplikationen, Sportfähigkeit, entsprechende Abrechnung nach Organisation eines Dolmetschers
- 2. Operationsplanung und präoperative Abklärungen**
Kopie des SS Eintrages mit ausgefülltem Op Anmeldeformular an: Case Managerin Frau Alice Boshard 4 28 00
a. MRT der ganzen Wirbelsäule ca. 2-3 Monate präoperativ im UKBB bei neuromuskulären Patienten meist in Narkose, da die Untersuchung 45min - 60min dauert
b. Funktionsaufnahmen: immer Traktionsaufnahmen (ggf. in gleicher Narkose wie MRT)
c. Lungenfunktion/Polysomnographie gemäss Anordnung von PD D. Trachsel im Rahmen eines kurzstationären Aufenthaltes (<3 Monate präop, s. DRG)
d. Echokardiographie: ambulante oder im Rahmen des obengenannten Aufenthaltes
e. Neurostatus: bei Eintritt oder im Vorfeld der Op falls noch nicht schlüssig abgeklärt, z.Bsp bei V.a. Syndrom, Myopathie etc. Routinemässige Ableitungen von ambulanten SSEP sind nicht indiziert
f. Photodokumentation: am Eintrittstag und 1 Jahr postop
- 3. Präoperative Planung auf Schema**
Implantatplanung, Festlegung der Strahlentherapie, Vortag ex an Op Pflegeteam übergeben
- 4. Spinal Cord Monitoring**
ICMSP und SSEP werden nach Narkoseinduktion, d.h. auch vor Anlage der Skull femoral traction: Kopf: Gardner W bis 50% KG (2x25%, im Schritt 6-10kg pro Gewichtsverteilung
Erst nach Dokumentation regelrechter Wirbelsäulentic (bei ventralen Spinal Stützen etc bereistellen durch Anästhesie und daher von Beginn an anwesend. Falls können, müssen die Eltern vor Beginn d Gesprächsdokumentation im Phoenix I Aufklärung so angesprochen und dokumentiert
Besonders zu beachten sind:
a. Arme rechtwinklig, Armlagerungsschulter
b. Kein Druck auf Bauch (Vena cava und
c. Patellae frei
d. Kein Druck auf Spinae
e. Mammae soweit wie möglich entlasten



f. Bei Hüftbeugekontrakturen müssen die Knie möglichst freihängend in zwangloser Hüftflexion gelagert werden, damit keine Hyperlordose der LWS induziert wird.
g. Einrichten der Lampen und der Op-Feld Kamera
h. Aufrufen der richtigen Röntgenbilder
i. Einrichten der Wand- und Pendel-Monitore (Röntgenbilder, BV Bilder und Op-Feldkamera)

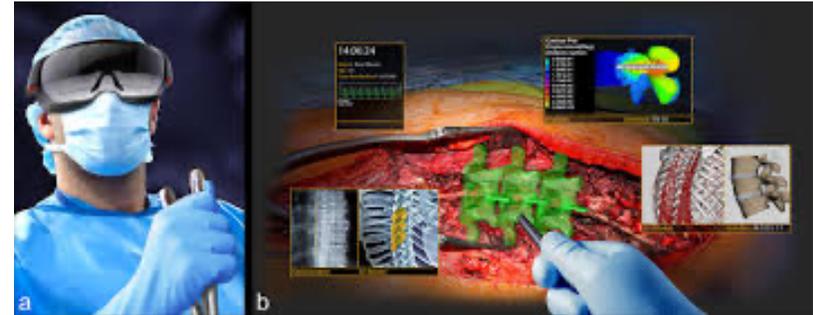
5. Op Vorbereitung
Desinfiziert und abgedeckt wird durch den Oberarzt oder Chefarzt (s. ppt)
Antibiotikaprophylaxe innerhalb 30min vor Op Beginn, Wiederholung alle ca. 4 Stunden
1 Cellsaverschlauch, 1 normale Saugvorrichtung, 1 bipolarer Kauter, 1 monopolarer Kauter
1 Peak Carbon blade
Während der Op wird mehrmals gespült: a. Protoson (antiseptische Lösung) nicht mit Cellsaverschlauch absaugen! b. NaCl Nachspülung
Entfernen der Skull femoral traction: Schanzschrauben zuerst auf einer Seite hautnah abschneiden, Eintrittsstelle und pin desinfizieren und dann erst zurückziehen

6. Verbandstechnik
Op site postop visible Wabenverband, wird möglichst 3-5 Tage belassen. Insbesondere ist auf eine mechanische Klebebarriere zwischen kaudalem Inzisionsende und dem Anus zu achten, um ein Aufsteigen von Colibakterien zu verhindern. Dies muss postop täglich durch das Op-Team kontrolliert werden, bis die Wunde trocken ist.
7. Verordnungen schriftlich auf postop Blatt links. Physioverordnung
8. Operationsbericht Vorlagen unter G-/Orthopädie/Alle/Vorlagen
9. Postoperative Prozedere: Neurostatus innerhalb 24h postoperativ, Redondrainagen nach 24-48h entfernen (Redons ohne Sog), Mobilisation ab sofort nach Massgabe der Beschwerden, Sportfreigabe nach 6 Monaten
s. auch SOP Austrittsmanagement
10. Nachkontrollen mit Röntgen GWS ap/lat nach 3 Monaten, 6 Monaten, 1 Jahr (dann zusätzlich Photodokumentation) und 2 Jahre postop

Hinterlegte Dokumentationen
Power point Präsentation Op Abdecktechnik
Power point Referat Hasler Neuromuskuläre Skoliosen
Pdf skull femoral traction

Wirbelsäulenoperationen Zukunft

- Risikoprofilierung, Vorhersagen
- Minimal invasive Techniken
- Augmented reality, Roboterunterstützung
- Outcomeforschung, Lebensqualität *PROMS*



Vielen Dank !