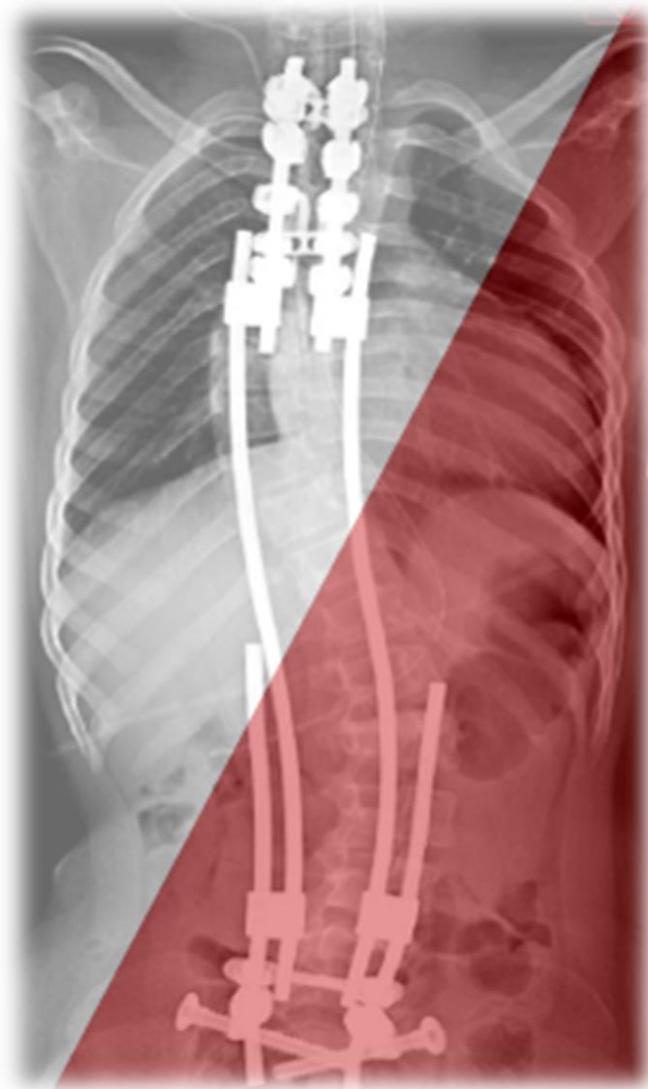


MINIMALINVASIVE BIPOLARE TECHNIK ZUR BEHANDLUNG VON WIRBELSÄULENDEFORMITÄTEN BEI KINDERN UND HERANWACHSENDEN





Einführung

Unabhängig von der Ätiologie sind einige Formen der früh einsetzenden Skoliose bei Kleinkindern progressiv und resistent gegenüber konservativer Behandlung, so dass eine Operation erforderlich ist. Eine Operation ist auch bei vernachlässigten und komplexen Wirbelsäulendeformitäten bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen angezeigt.

Heutzutage ist die posteriore vertebrale Arthrodese die "Goldstandard"-Technik. Diese traditionellen Techniken ermöglichen eine Detorsion und Translation der Wirbel durch eine vollständige segmentale Instrumentierung, was zu einer sofortigen und endgültigen Korrektur der Deformität führt. Allerdings können diese Methoden den Patienten neurologischen und hämorrhagischen Risiken aussetzen.

Bei schweren und starren Krümmungen können ein anteriores Release, Wirbelosteotomien oder sogar Vertebroktomien angezeigt sein, um eine maximale Beweglichkeit und die bestmögliche Sofortkorrektur der Krümmung zu erreichen.

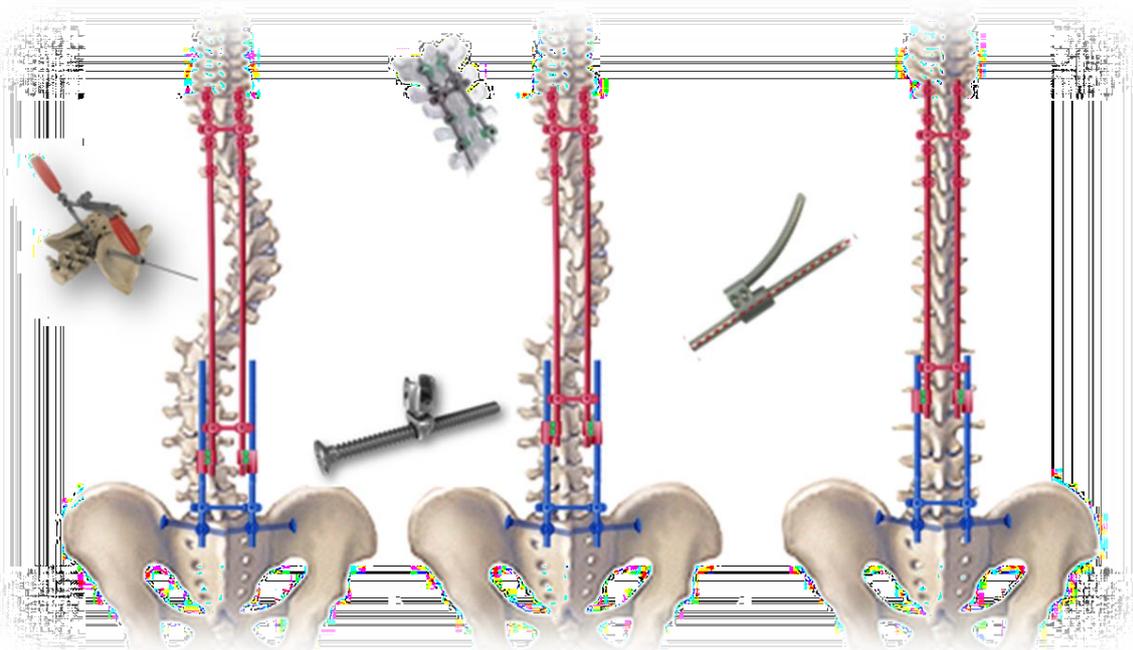
Deformität, da die Wirbelversteifung eine endgültige Operation ist.

Die höhere Implantatdichte und die Invasivität der Osteotomien können zu höheren chirurgischen Risiken führen, insbesondere zu hämorrhagischen und neurologischen Risiken.

Im Gegensatz zu diesen risikoreichen Methoden und um die chirurgischen Risiken bei komplexen Wirbelsäulendeformitäten zu reduzieren, wurde ab 2010 die minimalinvasive bipolare Technik entwickelt. Mit der minimalinvasiven bipolaren Technik wird eine globale und progressive Detorsion der gesamten Wirbelsäule erreicht, die zu einer Wiederherstellung ihrer ursprünglichen Form führt, und zwar sekundär zur Korrektur des Rumpfkollapses aufgrund der konstanten Spannung, die von den Stäben zwischen den beiden Enden des Konstrukts aufrechterhalten wird.

Die Wirbelsäule besteht aus verschiedenen Komponenten, die als knöcherne Strukturen (Wirbel) und Weichgewebe (Bandscheiben, Bänder) zusammenwirken und der Wirbelsäule ein viskoelastisches Verhalten verleihen, wenn sie Zugkräften ausgesetzt ist. Die progressive Entspannung unter permanenter Traktion führt zu einer allmählichen Detorsion der Wirbelsäulendeformität.

Die bipolare Methode besteht darin, eine teleskopische Konstruktion durchzuführen, die die Krümmung überbrückt und eine konstante Spannung zwischen den beiden Extremitäten (kephalad in rot und kaudal in blau) aufrechterhält und bei Bedarf eine relative Dehnung zwischen den beiden "Polen" ermöglicht.





Wichtigste Anforderungen

Um jedoch eine progressive bipolare Detorsion und eine stabile Streckung der Wirbelsäule zu erreichen, müssen vier wesentliche Bedingungen erfüllt sein:

- Die Konstruktion muss starke und stabile Verankerungen an den Extremitäten aufweisen
 - Doppelte supra-laminare Pedikelhaken auf jeder Seite von vier oder fünf benachbarten Wirbeln für den Brustbereich, die als unabhängiger fester Rahmen zusammengefügt sind
 - Ilio-sakrale Fixierung oder Gruppe von 2 bis 3 Ebenen pedikulärer Lumbalschrauben für die kaudale Verankerung
- Die Verbindung zwischen den Befestigungspunkten muss eine solide, aber flexible Brücke bilden.
 - Konstruktionen mit einem oder zwei Stäben
 - Verschiedene Stangenmaterialien und Durchmesseroptionen
 - Die Konstruktionsstrategie wird durch die Pathologie, den Schweregrad, die Symptome und die Komorbiditäten des Patienten bestimmt
- Die Zwischenzone (Scheitelpunkt der Verformung) darf nicht freigelegt und instrumentiert werden
 - Konservierung von biologischem Gewebe
 - Risikominderung bei der Autofusion
 - Keine riskanten Manöver oder Osteotomien im am stärksten deformierten Bereich der Wirbelsäule
- Die Spannung zwischen den beiden Extremitäten des Konstrukts muss dauerhaft aufrechterhalten werden
 - Bei Verwendung von standardmäßigen E.SPINE®-Dominos können alle 12 bis 18 Monate Operationen zur Neuausrichtung des Konstrukts geplant werden.
 - Die selbstexpandierbare NEMOST-Vorrichtung erfasst die vorhandene Beweglichkeit, um die Traktion in der Wirbelsäule automatisch aufrechtzuerhalten





Vorbereitung und Installation des Patienten

Der Eingriff sollte vorzugsweise unter intraoperativem Zug durchgeführt werden.

Die Belastung sollte 20 % des Körpergewichts nicht überschreiten.

Die Traktion wird durchgeführt, wenn der Patient noch auf dem Rücken liegt.

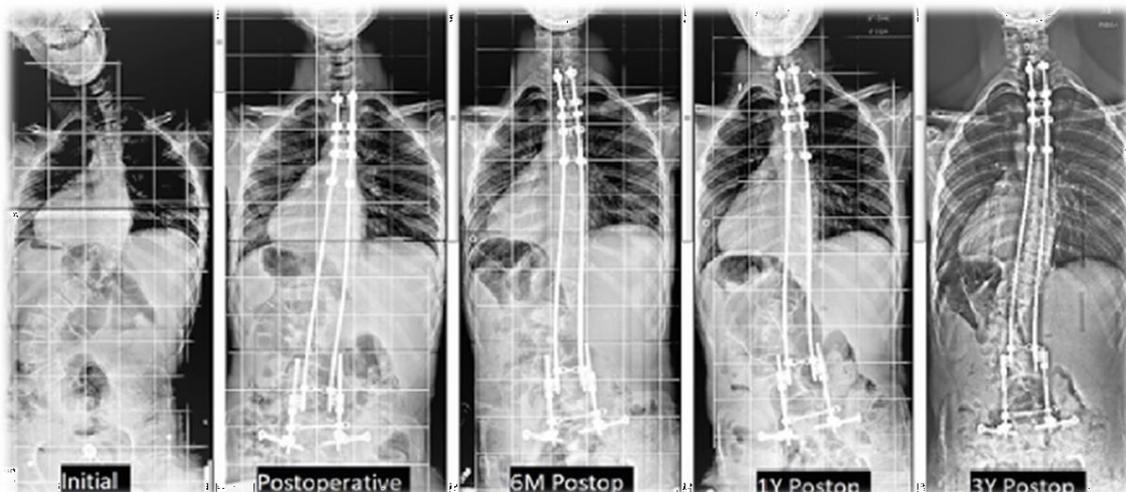
- Die Befestigung am Schädel erfolgt mit einem Gardner-Rahmen, einem Schädelhalo oder einem Mayfield-Rahmen
- Die Befestigung an den unteren Gliedmaßen erfolgt mit Stiefeln oder Klebebändern

Die Traktion wird unter der Kontrolle der somatisch (PES) und motorisch (PEM) evozierten Potenziale durchgeführt. Die Traktion kann asymmetrisch oder bei ausgeprägtem Beckenschiefstand auch einseitig sein.

Der Patient wird dann auf den Rücken gelegt, wobei darauf zu achten ist, dass der Bauch frei von jeglichem Stützpunkt bleibt.



Beispiel: Konsekutive Röntgenbilder eines neuromuskulären Skoliosefalls bei einem 17-Jährigen, der mit dem selbstexpandierenden Gerät NEMOST operiert wurde. Sie zeigen die spontane Expansion des Geräts im Laufe der Zeit in Kombination mit der minimalinvasiven bipolaren Technik





Schritt 1: Kaudale Verankerung

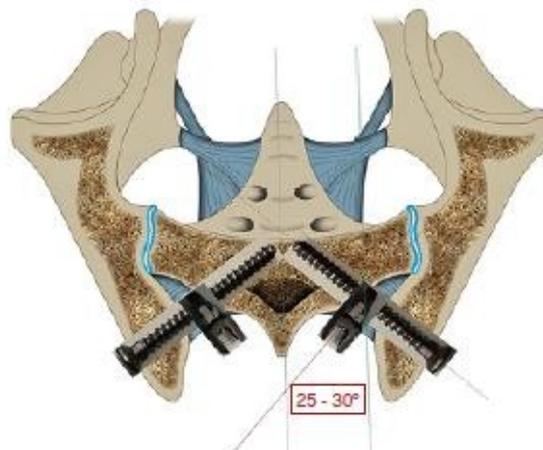
Bei der neuromuskulären Skoliose wird die Beckenfixation mit iliosakralen Schrauben durchgeführt, die eine hohe Stabilität und einen hohen Widerstand gegen ein Abrutschen bieten.

Bei idiopathischer und syndromaler Skoliose wird die distale Fixierung mit Pedikelschrauben in zwei oder drei Ebenen auf jeder Seite durchgeführt.

Option 1 : Implantation der ilio-sakralen Fixierung E.SPINE® TANIT

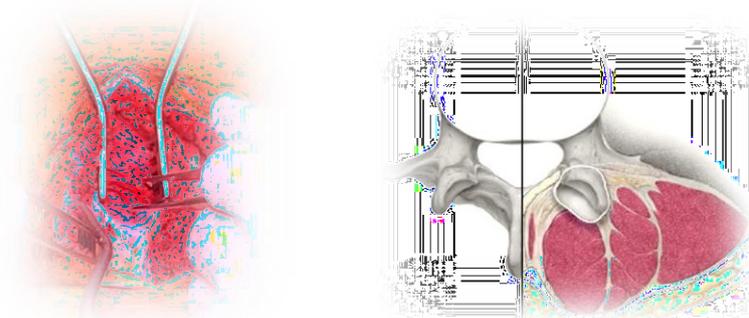
Es ist wichtig, sich auf die E.SPINE® TANIT Operationstechnik zu beziehen, um die genaue Beschreibung der Instrumentenabfolge und Details zu erhalten.

Die iliosakralen Schrauben haben einen vollständigen knöchernen Weg von der Ala iliaca bis zum S1-Körper und durchqueren dabei drei oder sogar vier Kortikales. Ihre Position ist senkrecht zu den Stäben, in denen sie in der Mitte der Stäbe durch verriegelte Verbinder befestigt sind. Die bilateralen ilio-sakralen Schrauben bilden mit dem Crosslink ein Dreieckskonstrukt, das eine sehr widerstandsfähige Fixierung gegen Ausziehkräfte darstellt, selbst bei sehr fragilem Knochen.



Die Inzisionsstelle wird durch die horizontale Linie lokalisiert, die durch die Oberseite der Beckenkämme verläuft. Der mediane Einschnitt verläuft 4-5 cm über und unter dieser Linie.

Nach beidseitiger Ablösung unter der Faszie wird ein paramedianer transmuskulärer Zugang (nach Wiltse) zwischen dem Longissimus und dem Multifidus durchgeführt.



Der seitliche Teil des hinteren Bogens von L5 muss bis zur Transversale sowie die hintere Fläche von S1 freigelegt werden, um die L5/S1-Gelenkfacette und das erste Sakralforamen zu lokalisieren.

Um den Eintrittspunkt des Verbinders zu finden, wird mit einem Osteotom auf halber Strecke zwischen dem unteren Rand der Gelenkfacette von L5 und dem oberen Rand des Sakralforamens ein Loch gebohrt. Leicht versetzt um 2 bis 3 mm in Richtung der Darmbeinflügel.



Der Konnektor wird am Implantathalter befestigt. Dank einer quadratischen Führungsvorrichtung, die am Implantathalter angebracht ist, wird die Ausrichtung des Iliosakralgelenks durch die Abwinkelung des Implantathalters in einem Winkel von 25 bis 30° zur Mittellinie bestimmt.



Es steht eine vollständige Palette von ilio-sakralen Verbindern zur Verfügung, die den anatomischen Gegebenheiten des Patienten, den physiologischen Belastungen und der Korrekturtechnik am besten entsprechen.

Die transversale Position der ilio-sakralen Schraube zu den Flexions-/Extensionskräften ermöglicht es, den hohen Auszugskräften zu widerstehen, denen die Baugruppe aufgrund der großen Hebelarme ausgesetzt ist.

Die seitliche Verankerung der ilio-sakralen Schrauben im Becken ermöglicht eine gute Kontrolle der koronalen Ebene, insbesondere bei einem Beckenschiefstand.

Schließlich ermöglicht die Stabilität der ilio-sakralen Fixierung, dass der Aufbau als Drehpunkt für Repositionsmanöver verwendet werden kann, ohne die Verankerung im Knochen zu beeinträchtigen.



Die Konstruktion des externen Führungsrahmens hilft bei der Lokalisierung des zukünftigen Eintrittspunktes der iliosakralen Schraube. Das Rohr, das in Kontakt mit der Haut gebracht wird, gibt die Position des zu realisierenden 11 bis 12 mm langen horizontalen Einschnitts an. Die Trokarspitze wird in Kontakt mit der Oberfläche des Darmbeinflügels gedrückt, um die Muskeln zu dehnen.

Der Rahmen ist nun fest verriegelt und dient als Führung für die restliche Platzierung der iliosakralen Schrauben.

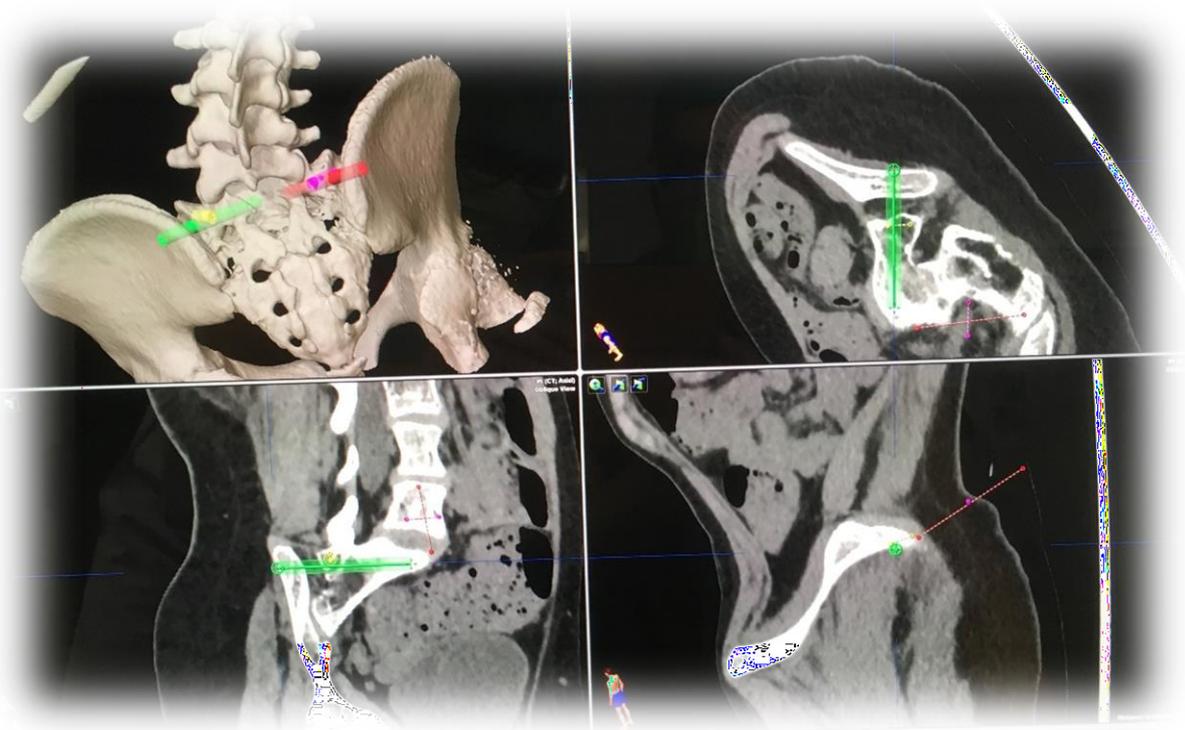
Durch dieses Führungsrohr wird eine Abfolge von Instrumenten verwendet, um den Eintrittspunkt der Schraube mit einer kanülierten Ahle vorzubereiten, gefolgt von einem kanülierten Gewindeschneider, um die ersten Gewinde innerhalb des Darmbeinflügels und den ersten Rappen im Kreuzbein vorzubereiten.



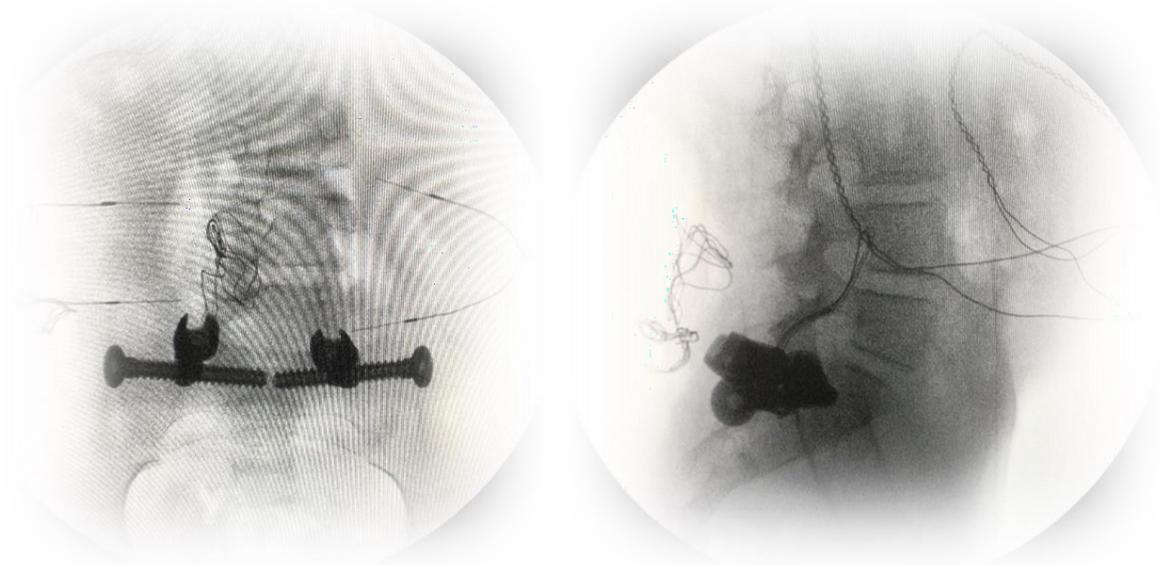
Ein "Diapason"-Hammer wird verwendet, um den Kontakt der glatten und runden Spitze des Führungsdrahtes mit der vorderen Kortikaliswand des Sakralwirbelkörpers festzustellen.



Alternativ kann die intraoperative Navigation zur Planung, Führung und Kontrolle der Schraubenposition eingesetzt werden.



Wenn die gesamte Führungsvorrichtung demontiert ist, kann eine Röntgenkontrolle durchgeführt werden, um beide Seiten der Implantation zu überprüfen.

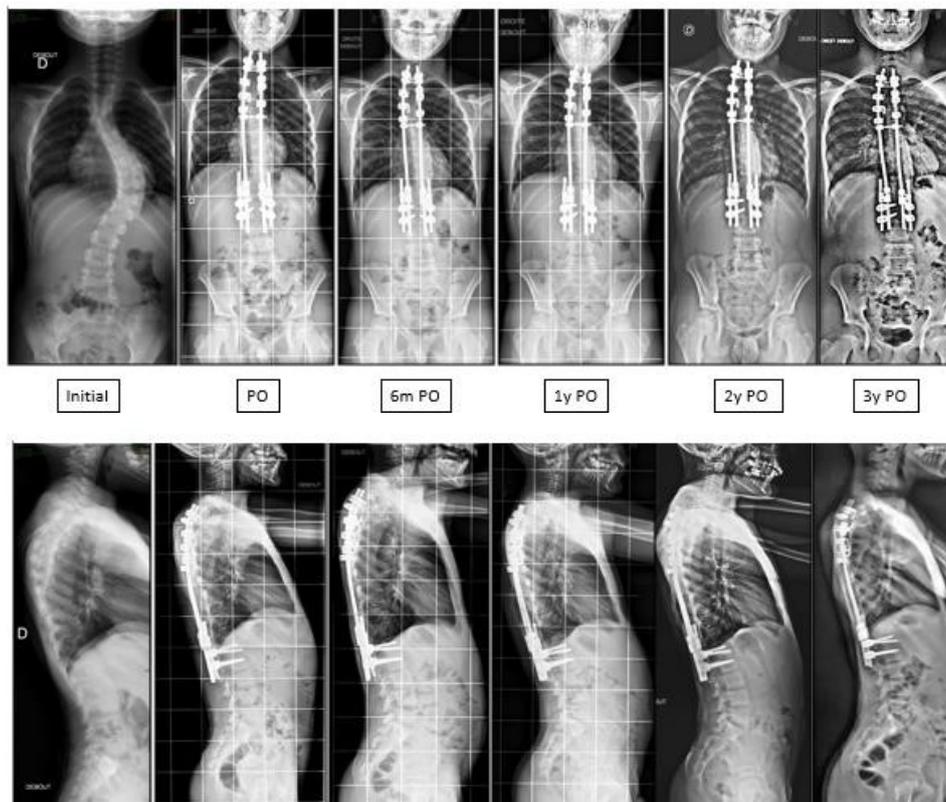


Ein letzter, sehr wichtiger Schritt besteht darin, die Verriegelungsschraube am unteren Ende des Verbinders festzuziehen, um ihn dauerhaft mit der iliosakralen Schraube zu sichern und gleichzeitig die Polyaxialität des Verbinders zu erhalten.



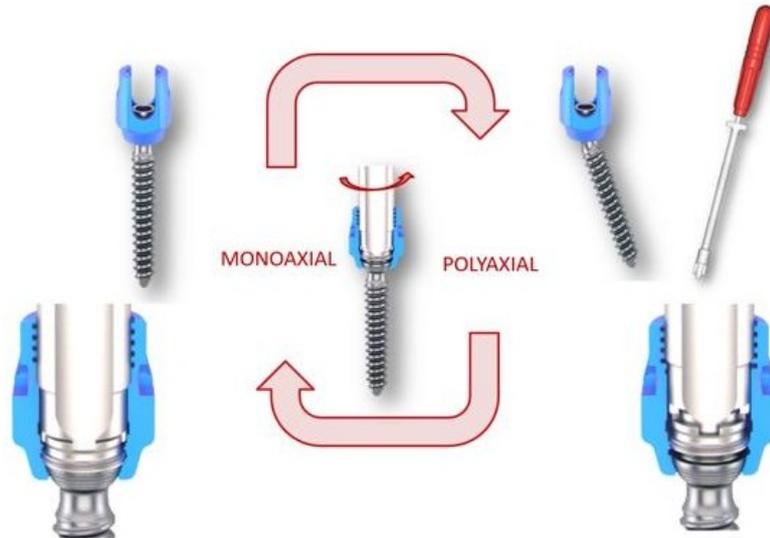
Option 2: Implantation von lumbalen Pedikelschrauben

Bei idiopathischen und syndromalen Skiosen kann die distale Fixierung im Lendenbereich enden. Die Fixierung erfolgt dann mit Pedikelschrauben in zwei oder drei Ebenen auf jeder Seite.



Beispiel einer vernachlässigten infantilen Skoliose bei einem 14 Jahre alten Jungen, der nach 4 Wochen Halo-Traktion operiert wurde

Die E.SPINE® Pedikelschraube bietet eine Doppelfunktion mit ein und demselben Implantat. Die Schraube kann in situ umgewandelt werden als



Bei einer monoaxialen Schraube werden die Korrekturkräfte über den langen Hebelarm direkt auf den Wirbel übertragen durch das Gewinde der Schraube, das durch den Pedikel in den vorderen Wirbelkörper führt. Der Chirurg kann dann die Position des Wirbels in den drei Ebenen besser kontrollieren.

Poly-Axial-Schrauben haben den Vorteil, dass sie Fehlstellungen oder Biegefehler der Stäbe in komplexen

Es ist wichtig, dass Sie sich auf die E.SPINE® Operationstechnik beziehen, um eine genaue Beschreibung der chirurgischen Abläufe und der Verwendung der Instrumente zu erhalten.



Schritt 2: Cephaladische Verankerung

Es ist wichtig, die genaue Beschreibung der Abläufe und die Details der Instrumentenverwendung in der E.SPINE® Operationstechnik nachzulesen.

Nahe der Mittellinie wird in Höhe des ersten Brustwirbels ein Einschnitt vorgenommen. Die hinteren Bögen von T1 bis T5 werden subperiostal freigelegt, wobei das Ligamentum interspinale erhalten bleibt.

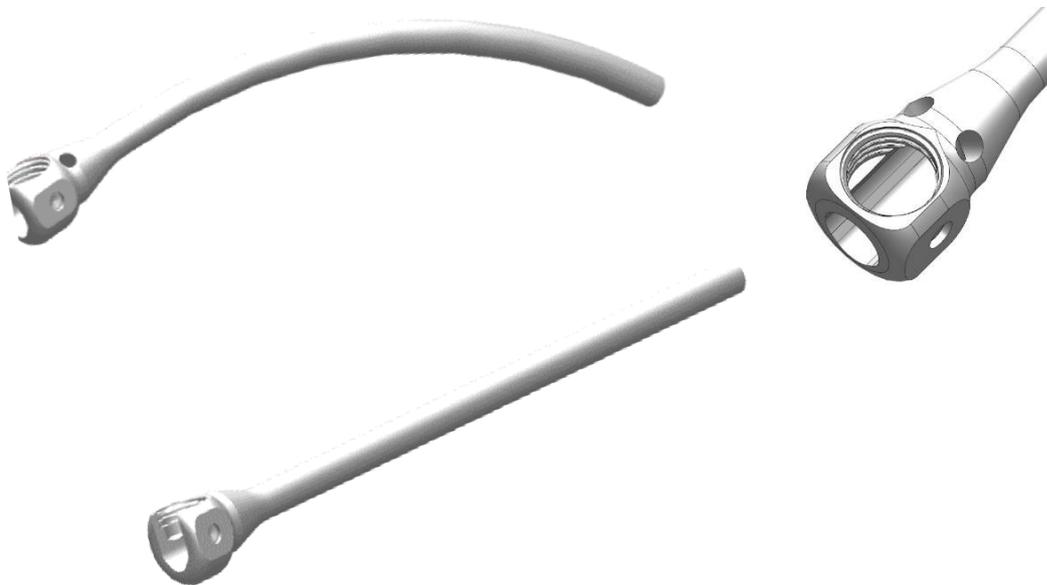
Bi-vertebrale pediculo-laminare Krallen werden in T1-T2 und T4-T5 durchgeführt, wobei der T3-Wirbel frei bleibt.

Die Hakenkrallen greifen den hinteren Wirbelbogen und verringern das Risiko einer Implantatdislokation und einer proximalen Junktionskyphose, insbesondere bei langen Konstruktionen, selbst bei hyperkyphotischen Deformitäten.

Die Installation der Haken erfolgt vorzugsweise durch direkte Montage auf dem durch den Stopfen stabilisierten Hakenschieber, ohne vorherige Knochenpräparation oder Öffnung des Wirbelkanals, um das Knochenkapital zu erhalten und eine solide Fixierung zu gewährleisten.



Auf beiden Seiten werden die beiden Hakenkrallen mit speziellen, vorgebogenen oder geraden Verbindungsstangen verbunden, die in verschiedenen Größen erhältlich sind.



Zusätzliches Biegen zur Anpassung an die lokale Deformität kann erforderlich sein.

Es ist notwendig, die Hakenkrallen mit der Ablenk- und Kompressionszange zu schließen und vorzuspannen.



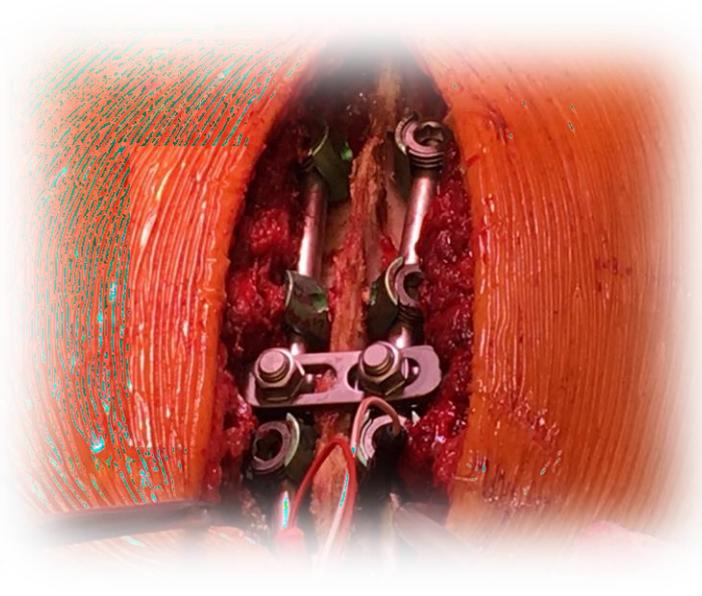
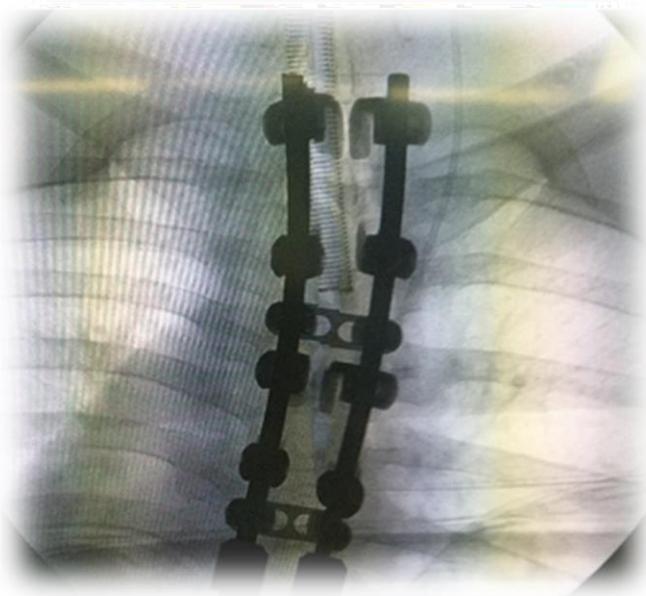
Komprimierung des Pedikels und des Laminarhakens bei T1-T2



Distraktion der beiden Pediculo-Laminar-Klauen im T3-Bereich

Der Zusammenbau wird durch die Anbringung von Querverbindungen gefestigt. Die erste proximal, an der Stelle des T3-Wirbels frei gelassen und die zweite unter dem T5-Wirbel.

So erhält man einen sehr soliden Rahmen, der vom Rest der Konstruktion unabhängig ist. Dieser erste thorakale "Pfosten" trägt zur Mobilisierung des Rumpfes bei, indem er das Risiko von Hakenbewegungen einschränkt und es ermöglicht, den gesamten Korrekturaufwand auf alle Ankerpunkte zu verteilen.



Beispiel: 8 Jahre alter Patient mit schwerer sagittaler und koronaler Dysbalance

Pre-Op-Bilder



Post-Op-Bilder



1 Tag nach der Operation





Schritt 3: Anschluss des Brustkorbs an die "Stange der Becken- oder Lendenwirbelsäulen-"Pol"

Für eine genaue Beschreibung der Abläufe und der Verwendung der Instrumente ist es wichtig, die E.SPINE® und E.SPINE® TANIT Operationstechniken zu lesen.

Auswahl und Länge der Ruten

Die kephaladen und kaudalen Anker an den beiden Enden des Konstrukts müssen durch eine solide Brücke verbunden werden, die mit zwei vorgebogenen Stäben auf jeder Seite hergestellt wird: ein langer medialer Stab, der oben am Hakenblock befestigt ist, und ein kurzer vorgebogener lateraler Stab, der unten an den Pedikelschrauben oder ilio-sakralen Verbindern befestigt ist. Die beiden Stäbe sind durch Dominosteine miteinander verbunden.



Lange Stangen mit einem Durchmesser von 5,5 mm und 6 mm sind in einer Form vorgebogen, die den physiologischen Winkeln nahe kommt, und werden sowohl aus TA6V4 als auch aus CrCo-Material hergestellt. Gerade Stäbe sind weiterhin erhältlich, wenn sie für den jeweiligen Patientenfall besser geeignet sind.



Die kleinen Stäbe (nur mit einem Durchmesser von 5,5 mm sowohl in TA6V4 als auch in CrCo erhältlich) sind ebenfalls vorgebogen geliefert. Sie weisen einen lordotischen distalen Teil und einen geraden proximalen Teil auf, damit sie nach dem Einsetzen nicht unter die Haut ragen.

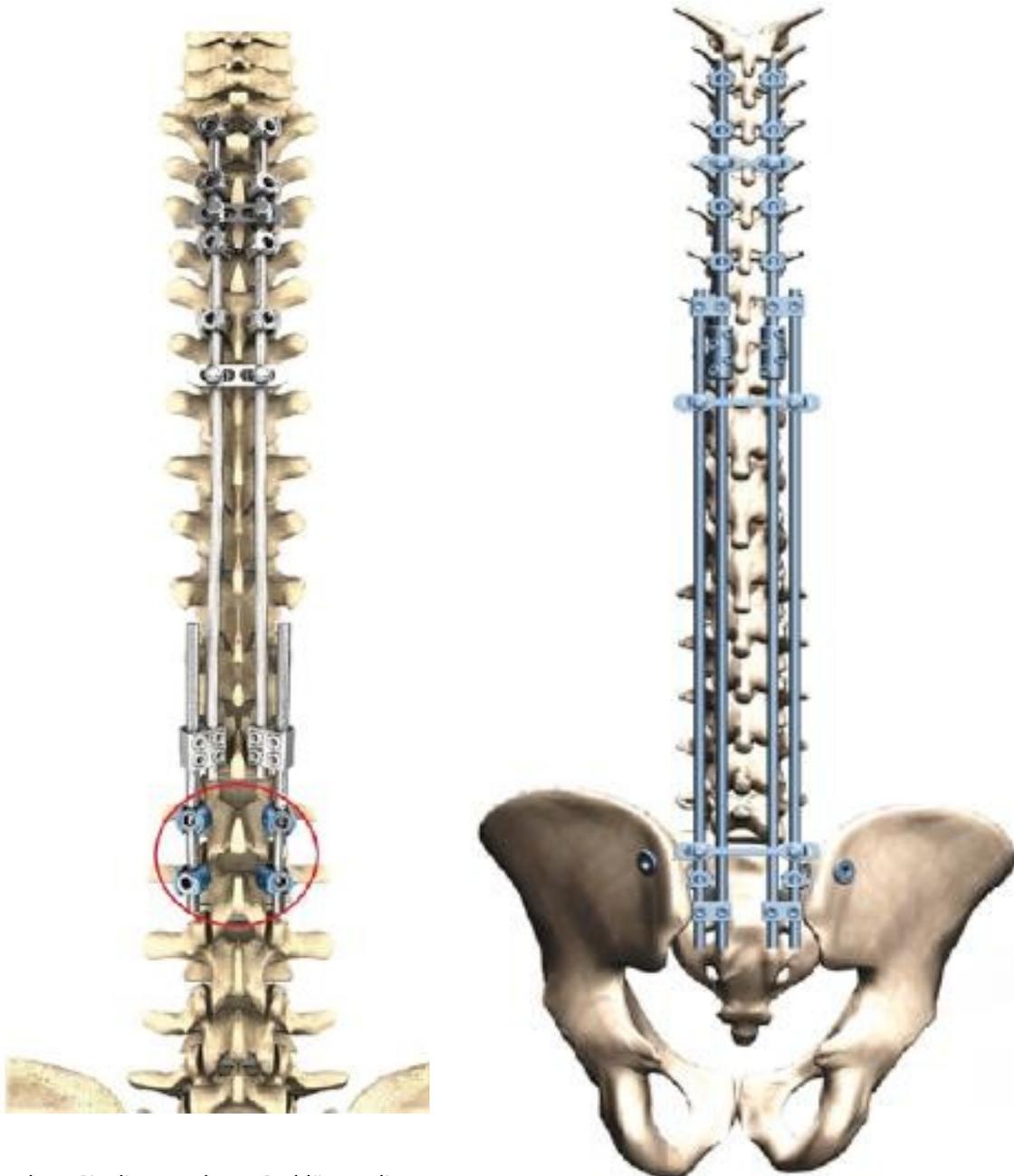
Die Länge der Stäbe wird so gewählt, dass die Verbindung vom "End-to-End"-Stabverbinder zu den iliosakralen Verbindern oder lumbalen Schrauben möglich ist.

Kurze Stäbe sollten so lang sein, dass die ilio-sakralen Verbindern oder die lumbalen Schrauben mit den langen Stäben verbunden werden können und je nach Alter des Kindes eine Überlappung von 5 bis 8 cm als "Reservoir für das Wachstum der Wirbelsäule" möglich ist. Der kurze Stab kann noch länger gewählt werden, wenn die lokale Lordose keine optimale Position der Dominos im Lendenbereich zulässt oder ein signifikanter kyphotischer Effekt während des Wachstums oder der Dehnung des Konstrukts zu erwarten ist.

Die Krümmung der Wirbelsäule kann eine gewisse Anpassung der Biegung der Stäbe erfordern. Insbesondere in der Frontalebene, um eine harmonische Form in Bezug auf die Deformität selbst zu erhalten.

Bei Patienten mit einem Körpergewicht von mehr als 40 kg wird die Verwendung von am Becken befestigten Kobalt-Chrom-Stäben empfohlen, um das Bruchrisiko zu verringern, insbesondere bei gehfähigen und hypertonen neuromuskulären Patienten.

Bei dynamischen Patienten kann auch eine Vier-Stab-Konstruktion mit bis zum Becken fixierten Kobalt-Chrom-Stäben durchgeführt werden.



Beachten Sie die extra kurze Stablänge, die für die Dehnung der Konstruktion vorgesehen ist.

Beispiel für eine 4-Stab-Konstruktion, die den hohen Brustbereich erweitert

Transmuskuläre Stangeneinführung

Die langen Stäbe werden transmuskulär von einer Inzision zur anderen geführt, normalerweise von oben nach unten, um eine Punktion des Thorax zu vermeiden. Ihr Weg kann mit einer Bengoléa-Pinzette vorbereitet werden.



Blick auf beide Einschnitte

Der erste lange Stab wird in der Konkavität der Hauptkrümmung oder auf der Seite des größten Beckenschiefstandes platziert.

Es ist wichtig, die Ausrichtung der Stäbe zu kontrollieren, damit sie in der richtigen Ebene positioniert werden und somit die lasergravierten Linien entlang der vorgebogenen langen Stäbe.

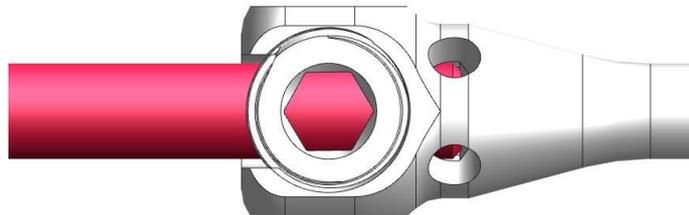
Die Dominosteine mit doppeltem Lauf werden dann auf die kleinen, in ihrem geraden Teil vorgebogenen Stäbe gesteckt, wobei eine Reserve von 5 bis 8 cm verbleibt (bei der Auswahl der Länge dieser Stäbe wurde dies bereits berücksichtigt). Die kurzen Stäbe werden in das äußere Loch der Dominosteine (linke und rechte Seite) gesteckt.

E.SPINE® bietet ein komplettes Sortiment an geschlossenen, offenen Dominosteinen sowie Zylindern zum Verbinden von 5,5 mm oder 5,5 mm und 6 mm Stäben an.



Die mit den Dominosteinen versehenen kurzen Stäbe werden dann an Ort und Stelle mit den langen Stäben verbunden. Die Stellschrauben der Dominosteine sollten fast frei bleiben, um die Verbindung der verschiedenen Komponenten untereinander zu erleichtern. Überprüfen Sie noch einmal die richtige Ausrichtung aller Stäbe im entsprechenden Biegeplan. Die Dominosteine sollten nun in ihrer zukünftigen Ausrichtung fixiert werden.

Zurück zur proximalen Inzision müssen die langen Stäbe in die "End-to-End"-Stabverbinder eingeführt werden. Sicherstellen, dass beide Enden der Stäbe tief in die Verbinder eingeführt sind. Das freie Ende der Stäbe muss im geschlossenen Bereich des Verbinders festgehalten werden. Anschließend werden die Stellschrauben an beiden Verbindern festgezogen.

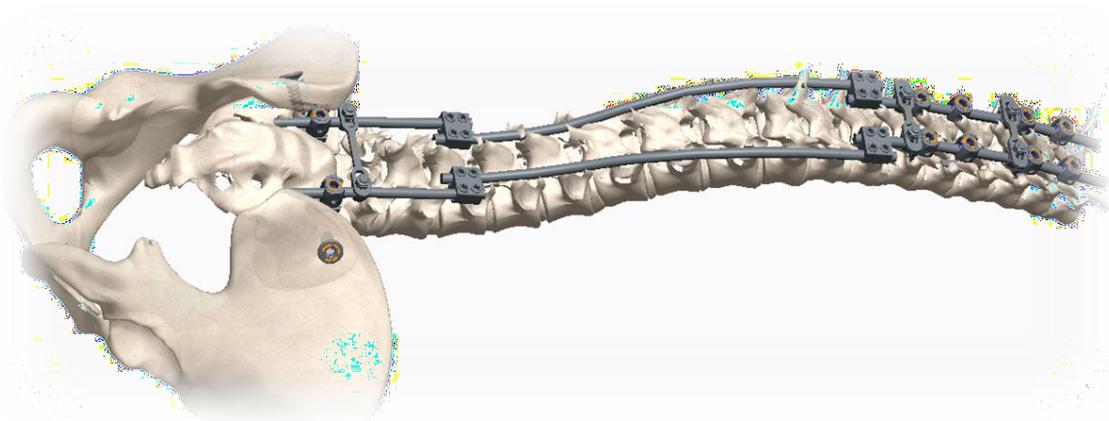


Zurück zur distalen Inzision werden die kurzen Stäbe in die iliosakralen Verbinder oder lumbalen Schrauben eingeführt. Entweder durch Schieben von oben nach unten für die geschlossenen Konnektoren, entweder unter Verwendung der Stabschieber- oder Überredungsinstrumente von E.SPINE® für die offenen Konnektoren oder unter Verwendung des Gewindeteils der Repositionskonnektoren.



WICHTIG :

In jedem Fall muss das Konstrukt bei einem thorako-lumbalen Konstrukt durch zwei proximale Querverbindungen und bei einem thorako-sakralen Konstrukt durch mindestens drei Querverbindungen, zwei proximale und eine distale, so nahe wie möglich an den ilio-sakralen Verbindungsstellen verstärkt werden.





Schritt 4: Korrektur der Deformität

Für eine genaue Beschreibung der Abläufe und der Verwendung der Instrumente ist es wichtig, die E.SPINE® und E.SPINE® TANIT Operationstechniken zu lesen.

Sobald die kleinen Lumbalstangen fest mit den Verbindungsstücken verbunden sind, können Korrekturmanöver durchgeführt werden.

- ✓ Eine Distraction wird auf der Seite der Konkavität zwischen dem ilio-sakralen Verbindungsstück und dem angrenzenden Domino vorgenommen
- ✓ Auf der anderen Seite:
 - Eine moderatere Distraction, wenn kein Beckenschiefstand vorliegt
 - Eine Kompression, wenn der Beckenschiefstand trotz Distraction auf der konkaven Seite fortbesteht

Denken Sie daran, dass eine letzte Querverbindung an den kleinen Lumbalstäben so nahe wie möglich an den ilio-sakralen Verbindern angebracht wird, um eine Triangulierung der Beckenverankerungen zu schaffen und den Aufbau deutlich zu verstärken. Vorteilhaft ist, dass diese Querverbindung durch das Ligamentum interspinale hindurch und ohne Durchtrennung des Bandes angebracht wird.



Postoperative Nachsorge

Die auf diese Weise durchgeführte bipolare Konstruktion ist fest und stabil genug, um das Tragen eines Gipses oder einer Schiene nach der Operation zu vermeiden.

Das Sitzen wird schnell, sobald es der Zustand des Kindes zulässt, ohne äußere Unterstützung erlaubt.

Bei Kindern, die ihren Kopf nicht gut kontrollieren können, kann ein Schaumstoff- oder halbstarrer Kragen angelegt werden, um den Patienten zu vertikalisieren. Verlängerungsoperationen werden später alle 12 bis 24 Monate durchgeführt, je nach Alter der Patienten und dem Ausmaß der Restdeformation.

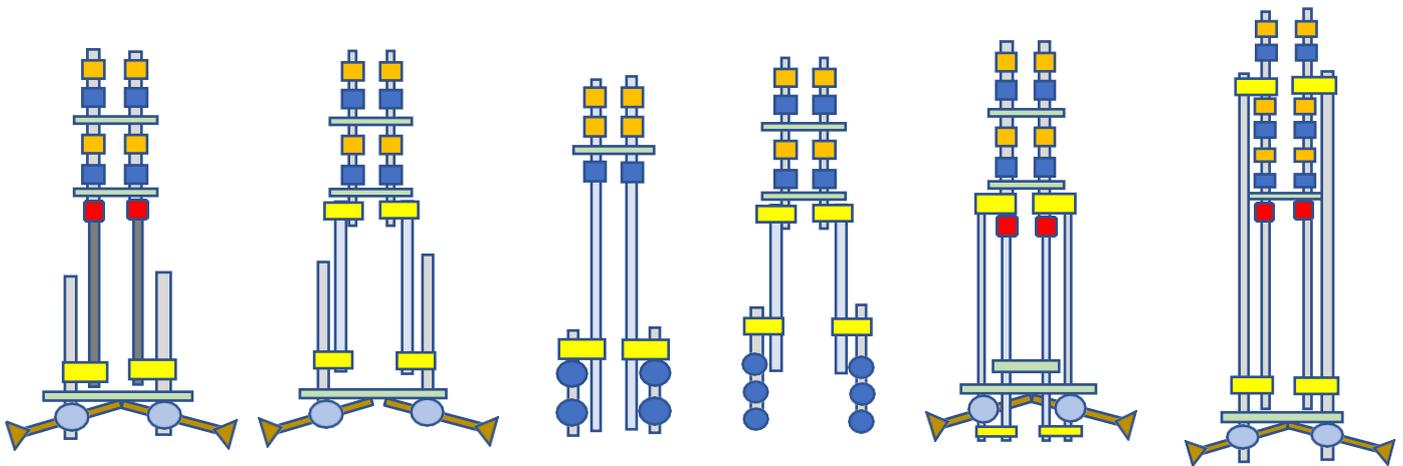




Variationen und Modularität der Konstrukte

Die Palette der angebotenen Dominos, die verschiedenen Stabdurchmesser (5,5 und 6 mm) sowie die verschiedenen Materialien (TA6V und CrCo) ermöglichen es, die Art der Montage sowie ihre mechanischen Eigenschaften je nach der zu behandelnden Pathologie zu variieren.

Beispiel für Konstruktionsvariabilität



NEMOST Selbstdehnbarer Stab

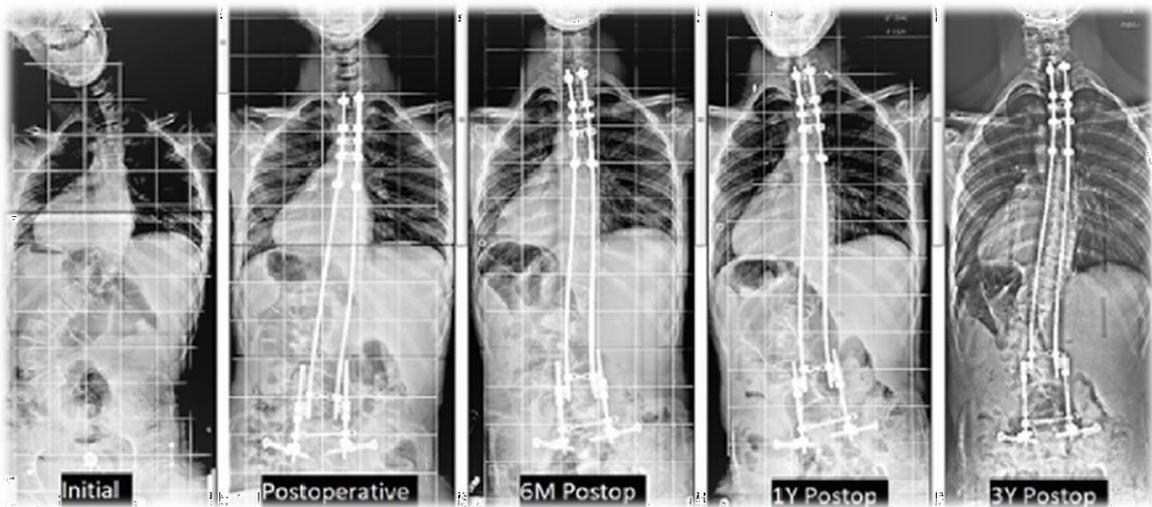
Die wiederholte Verlängerung des Stabes ist der größte Nachteil der Methode mit Standard-Dominostäben. Der selbstausdehnende Einweg-Stab NEMOST wurde so konzipiert, dass er sich bei Bedarf spontan oder durch externe axiale Zugmanöver ausdehnt.



Das NEMOST-Gerät besteht aus zwei Stäben. Einem ersten langen glatten Abschnitt, der mit einem 50 oder 80 mm langen gekerbten Bereich kombiniert ist, der die Verlängerungsreserve des Geräts darstellt.

Das Domino-Verbindungsstück gleitet allmählich entlang des gekerbten Teils der Stange in einer einzigen Richtung in 1-mm-Schritten. Ein mechanisches System verhindert, dass der Dominostein rückwärts gleitet. Der glatte Teil des Stabes kann über seine gesamte Länge nach Bedarf gebogen werden, um sich der Restdeformität anzupassen und übermäßige Zwänge für die Wirbelsäulenanker zu vermeiden.

Beispiel: Konsekutive Röntgenbilder eines neuromuskulären Skoliosefalls bei einem 17-Jährigen, der mit dem selbstexpandierenden Gerät NEMOST operiert wurde, zeigen die spontane Expansion des Geräts im Laufe der Zeit.



Bibliographische Referenzen

Miladi L, Gaume M, Khouri N, Johnson M, Topouchian V, Glorion C. Minimal-invasive Chirurgie bei neuromuskulärer Skoliose: Ergebnisse und Komplikationen in einer Serie von einhundert Patienten. Spine (Phila Pa 1976).

Charlie Bouthors, Mathilde Gaume, Christophe Glorion, and Lotfi Miladi, .Outcomes at Skeletal Maturity of 34 Children with Scoliosis Treated With a Traditional Single Growing Rod. Spine (Phila Pa 1976). 2019 Dec 1;44(23):1630-1637.

M. Gaume, S. Persohn, C. Vergari, C. Glorion, W. Skalli, L. Miladi: Biomechanische Kadaverstudie zur proximalen Fixierung in einem minimalinvasiven bipolaren Konstrukt. Spine Deformity. 2020 Feb;8(1):33-38.

L.T. Miladi , I B Ghanem, M M Draoui. Ilio-sakrale Schraubenfixierung für Beckenschiefstand bei neuromuskulärer Skoliose. A Long-Term Follow-Up Study. Spine (Phila Pa 1976). 1997 Aug 1;22(15):1722-9.

...