RÉFÉRENCES

1. Lauder A, Richard MJ. Management of distal humerus fractures. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2020. doi: 10.1007/s00590-020-02626-1.Review.
2. Barco R, Streubel PN, Morrey BF, Sanchez-Sotelo J. Total Elbow Arthroplasty for Distal Humeral Fractures: A Ten-Year-Minimum Follow-up Study. J Bone Joint Surg Am. 2017;99:1524-1531. doi: 10.2106/JBJS.16.01222.
3. Sys G, Eykens H, Lenaerts G, Shumelinsky F, Robbrecht C, Poffyn B. Accuracy assessment of surgical planning and three-dimensional-printed patient-specific guides for orthopaedic osteotomies. Proc Inst Mech Eng H. 2017;231:499-508. doi: 10.1177/0954411917702177.

Correction des scolioses par modulation de croissance. État des lieux

Simon Vandergugten, Philippe Mahaudens, Nadia Irda, Ludovic Kaminski, Xavier Banse, Pierre-Louis Docquier, Vincent Cunin

La scoliose idiopathique est une pathologie qui survient pendant la croissance. Lorsqu'elle évolue au-delà d'un certain angle, elle peut, à moyen et long terme, retentir sévèrement sur la qualité de vie par évolution arthrosique et diminution de la fonction respiratoire. Cela justifie un dépistage précoce, un suivi régulier, la mise en place d'un traitement par corset si la scoliose évolue et, lorsque la scoliose est trop sévère, un traitement chirurgical. Le traitement chirurgical de référence est l'arthrodèse vertébrale. Il permet de redresser la colonne vertébrale mais fusionne définitivement les vertèbres scoliotiques entre elles. Cette fusion est synonyme d'une perte de fonction de mobilité de la colonne vertébrale mais également, un retentissement sur la participation à l'équilibre postural de la colonne vertébrale. Des pathologies aux jonctions entre le segment rigide arthrodésé et les segments laissés souples au-dessus ou au-dessous de l'arthrodèse peuvent apparaitre et imposer des chirurgies itératives de même que l'usure à long terme du segment lombaire non arthrodésé.

La modulation de croissance rachidienne est une intervention chirurgicale alternative à l'arthrodèse. Elle utilise le potentiel de croissance de l'enfant porteur d'une scoliose pour participer à la correction de la déformation. Elle reprend les principes d'une épiphysiodèse convexe mais en utilisant une instrumentation souple sans greffe. Elle s'inspire du traitement par modulation de croissance réalisé pour corriger par épiphysiodèse asymétrique sans greffe, un défaut d'axe du genou à l'aide d'une plaque en 8.

PRINCIPES DE LA MODULATION DE CROISSANCE PAR LIGAMENT VERTÉBRAL ANTÉRIEUR

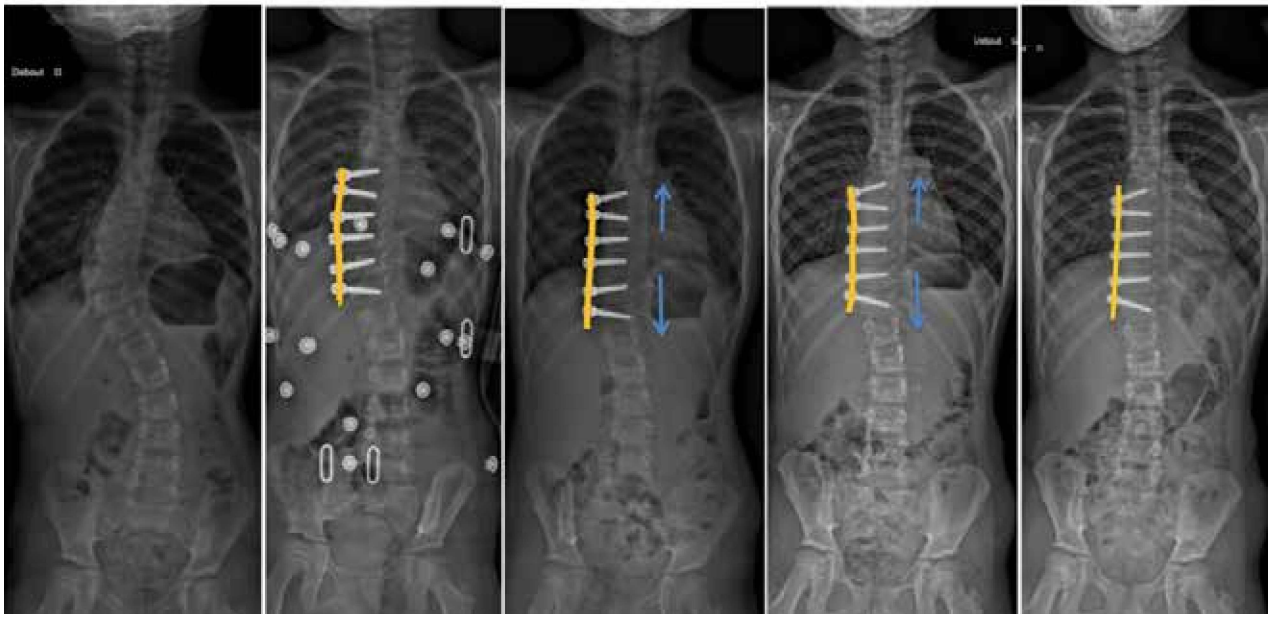
La modulation de croissance par ligament antérieur (*Vertebral Body Tethering*) consiste à positionner un ligament inextensible sur la convexité d'une scoliose et d'unir ce ligament avec les corps vertébraux par l'intermédiaire de vis corporéale (Figure 8).

Figure 8. Ligament fixé par des vis sur la face latérale des corps vertébraux



Ce montage permet de réduire la déformation scoliotique par mise en compression des vis le long du ligament, au moment de la chirurgie. Ensuite le ligament doit permettre de brider la croissance de la convexité en laissant la croissance se poursuivre dans la concavité permettant une correction progressive de la scoliose en fonction de la croissance restante du rachis (Figure 9).

Figure 9. Correction progressive d'une scoliose traitée par modulation de croissance



Techniquement il est possible et avantageux de réaliser cette chirurgie de façon miniinvasive afin de respecter au maximum la fonction de la colonne vertébrale et de perturber le moins possible le fonctionnement du thorax. Ainsi les vis sont mises en place sous thoracoscopie pour les scolioses thoraciques et il est le plus souvent possible sans ouvrir le diaphragme d'instrumenter jusqu'en L1 vers le bas tandis que vers le haut, il est difficile de remonter au-dessus de T4. Le ligament est ensuite solidarisé aux têtes de vis et mis sous tension. Il est impératif pour réaliser cette procédure d'exclure le poumon du côté de la convexité. Elle nécessite donc des protocoles d'anesthésie spécifiques. Le point d'entrée des vis sur la face latérale convexe des vertèbres et leur direction sont contrôlées par radioscopie peropératoire. L'idéal étant de planifier la taille et direction des implants sur l'IRM préopératoire et utiliser une navigation peropératoire qui a le désavantage de nécessiter un CT-Scanner peropératoire. Des incisions de 2 cm sont réalisées sur la ligne axillaire moyenne chez un patient en décubitus latéral. Chaque incision permettant d'accéder à deux ou trois espaces intercostaux et à instrumenter deux ou trois vertèbres.

INDICATIONS

L'indication de référence est une scoliose idiopathique ou équivalente, suffisamment évoluée pour que l'on puisse considérer que cette scoliose va nécessiter la réalisation d'une arthrodèse. Elle nécessite également un potentiel de croissance suffisant pour espérer moduler la croissance. Actuellement :

- angle de Cobb au-delà de 40°, mais en dessous de 70°. Entre 30 et 40° lorsqu'existe des signes de gravité : scoliose déséquilibrée, forte rotation vertébrale, évolutivité malgré un traitement orthopédique bien conduit ;
- courbure suffisamment souple (correction idéalement d'au moins 50% sur les bendings) ;
- maturation osseuse inférieure ou égale à Risser 1, âge osseux supérieur ou égal à 9/10 ans chez les filles, 11/12 ans chez les garçons.

Enfin, on rappelle que le traitement orthopédique reste le traitement le moins invasif qui a fait la preuve de son efficacité. Il n'est pas question de réaliser une modulation de croissance pour une scoliose de moins de 30° en remplacement d'un traitement par corset. Cette attitude évoluera peut-être avec les progrès réalisés dans l'évaluation du pronostic de l'évolutivité des scolioses notamment grâce aux indices évolutifs corrélés aux indices de torsion vertébrale.

RISQUES ET COMPLICATIONS

Deux complications chirurgicales gravissimes sont théoriques et n'ont pas été rapportées dans les séries de patients publiées : 1. Traumatisme médullaire par vissage intracanalaire. Le point de pénétration doit se situer devant les têtes de côtes. Mais l'appréciation de la direction à prendre dans le corps vertébral peut être rendue difficile par la rotation vertébrale. 2. Traumatisme vasculaire et en particulier lésion de l'aorte qui chemine sur la face antéro-latérale gauche des corps vertébraux. Une imagerie IRM préopératoire permet de bien visualiser les rapports de l'aorte avec les corps vertébraux. Les vis doivent être de longueur adaptée avec une extrémité mousse.

Le patient présente en postopératoire un pneumo/hémothorax, un drain pleural est systématiquement mis en place. Enfin, il n'est pas rare d'observer de manière immédiate ou différée le balayage d'une vis par défaut

d'ancrage des vis. Ce problème est normalement contré par l'usage de vis à filetage adapté et une mise en tension modérée du câble.

À moyen terme, les risques de la technique sont : la rupture du câble et l'hypercorrection.

À plus long terme, on peut craindre également : une dégénérescence discale liée à l'hyperpression qui s'exerce sur les disque et complications respiratoires à long terme liées au matériel ou aux adhérences liées à la chirurgie.

RECUL

La description initiale du premier cas a été rapportée par Crawford et Lenke en 2010. Il s'agissait d'un enfant opéré à l'âge de huit ans pour une scoliose idiopathique thoracique droite de 40°. L'angle de Cobb était à 25° en postopératoire, 18° à 2 ans et 6° résiduel 4 ans après la chirurgie. Des clichés en bending latéral ont confirmé la mobilité des disques et des vertèbres dans la zone instrumentée.

Le devenir de ce patient pendant le reste de la poussée de croissance pubertaire n'est pas décrit dans l'article et n'a pas été publié depuis. Son évolution est intéressante puisqu'il a évolué vers une hypercorrection et a dû être opéré par arthrodèse d'une scoliose thoracique gauche.

Le second et le troisième article sont issus de l'équipe de Philadelphie et rapporte les résultats à 1 puis à 2 ans post-opératoires. Onze patients ont été opérés avec un angle de Cobb moyen de 44° à un score de Risser de 0,6 en moyenne. Le Cobb post-opératoire immédiat était de 20° et l'angle moyen à 2 ans était de 13,5°. Cyphose thoracique préopératoire moyenne 21°, 22° à 2 ans. Rotation 12° au scoliomètre en préopératoire, 7° au recul. Aucune complication grave n'a été rapportée. Deux patients ont dû être réopérés pour détendre le ligament du fait d'une hypercorrection.

Newton a rapporté récemment son expérience à propos de 17 patients avec au moins 2 ans de recul. L'angle de Cobb préopératoire était de 52°, le score de Risser était toujours à 0. L'angle de Cobb post-opératoire immédiat était en moyenne à 31° et 27° au dernier recul. Dix patients ont dû être réopérés. Quatre pour ablation du ligament pour correction complète ou hypercorrection. Un pour ajouter un ligament en lombaire. Un pour remplacement d'un ligament qui s'était rompu. Enfin quatre patients ont nécessité une arthrodèse vertébrale devant la poursuite évolutive de la scoliose. Huit patients étaient suspects de rupture de ligament.

CONCLUSION

La modulation de croissance par hauban vertébral antérieur est une technique très séduisante : notre expérience et celle de la littérature montre des corrections de scoliose qui vont jusqu'à une disparition totale de la courbure avec conservation d'une mobilité attestée par l'examen clinique et des clichés radiographiques dynamiques ; mais qui manque encore de recul. De nombreuses questions et hypothèses nécessiteront plusieurs années d'évaluations. Mais il n'est pas possible d'ignorer le caractère palliatif de l'arthrodèse vertébrale postérieure et de s'en contenter. La recherche doit poursuivre un objectif plus satisfaisant pour mieux prendre en charge les scolioses. Les progrès de la génétique et de l'imagerie permettront peut-être un jour, au moins un dépistage plus précoce des patients à risques. En cas d'évolution vers un tableau de scoliose chirurgicale la modulation de croissance propose une alternative qui apparaît aujourd'hui très intéressante. Elle donne un jour nouveau à la prise en charge de la scoliose avec des perspectives qui pourraient être très favorables pour les patients. Pour mieux comprendre les échecs observés chez certains patients, pour étayer, ou freiner, l'enthousiasme initial des promoteurs de cette technique et pour mieux en cerner les indications, il est indispensable de mettre en place des protocoles d'évaluations multicentriques de la modulation de croissance vertébrale antérieure.

RÉFÉRENCES

1 Jobidon-Lavergne H, Kadoury S, Knez D, Aubin CÉ. Biomechanically driven intraoperative spine registration during navigated anterior vertebral body tethering. Phys Med Biol. 2019;64:115008.

2 Aoun SG, El Ahmadieh TY, Vance AZ, Neeley O, Morrill KC. The Use of Prone Magnetic Resonance Imaging to Rule Out Tethered Cord in Patients With Structural Spine Anomalies: A Diagnostic Technical Note for Surgical Decision-making. Cureus. 2019;11:e4221.

3 Chen E, Sites BD, Rubenberg LA, Meador GD, Braun JT, Schroeck H. Characterizing Anesthetic Management and Perioperative Outcomes Associated with a Novel, Fusionless Scoliosis Surgery in Adolescents. AANA J. 2019;87:404-410.

4 Newton PO, Kluck DG, Saito W, Yaszay B, Bartley CE, Bastrom TP. Anterior Spinal Growth Tethering for Skeletally Immature Patients with Scoliosis: A Retrospective Look Two to Four Years Postoperatively. J Bone Joint Surg Am. 2018;100:1691-1697.

5 Cobetto N, Aubin CE, Parent S. Surgical Planning and Follow-up of Anterior Vertebral Body Growth Modulation in Pediatric Idiopathic Scoliosis Using a Patient-Specific Finite Element Model Integrating Growth Modulation. Spine Deform. 2018;6:344-350.