

INFORMATIONS CLEFS

- En cas de suspicion clinique de scoliose, le bilan radiographique standard consiste en une radiographie de colonne totale (*full spine*) de face et de profil, en position debout.
- La position adoptée par le patient lors de la radiographie peut influencer l'aspect de la colonne et doit être prise en compte lors de l'interprétation des clichés.
- L'angle de Cobb n'est pas une mesure très précise, une marge d'erreur d'environ 5° étant reconnue.
- Lors du suivi du patient, les mêmes vertèbres limites doivent être utilisées pour suivre l'évolution de l'angle de Cobb. Si une ou les vertèbres limites change(nt), une modification de la statique rachidienne doit être suspectée.
- Outre l'angle de Cobb, d'autres facteurs doivent également être considérés pour évaluer l'évolutivité d'une scoliose : rotation vertébrale, équilibre rachidien global dans le plan frontal, caractère inclus ou exclu du bassin, courbures sagittales.
- Les signes de maturité osseuse doivent être recherchés sur les radiographies et confrontés à la clinique afin de positionner le patient le plus précisément possible sur sa courbe de croissance.
- Toute RMN demandée dans un contexte de scoliose est une « RMN médullaire avec fosse postérieure ».
- Pour les scolioses congénitales, un bilan complémentaire doit être prescrit à la recherche d'autres anomalies associées. Il doit comporter au minimum une échographie abdominale (reins) et une échographie cardiaque. La RMN peut être discutée en fonction du contexte clinique.

IMAGE CLEF



Figure 1
Courbure thoracique droite dont les vertèbres limites sont T5 et T12. L'angle de Cobb est évalué à 20°

BILAN RADIOGRAPHIQUE

Lorsqu'une scoliose est suspectée à l'examen clinique, un bilan radiographique standard doit être réalisé. Celui-ci consiste en une radiographie de colonne totale (*full spine*) de face et de profil, en position debout.

Il faut noter que ce chapitre reprend uniquement les mesures les plus souvent utilisées en pratique clinique. D'autres mesures sont décrites et sont plus du domaine du spécialiste (1).

QUALITÉ DES CLICHÉS RADIOGRAPHIQUES

Il s'agit de clichés « colonne totale », montrant en proximal la colonne cervicale et, en distal, tout le bassin avec les têtes fémorales, tant sur les radiographies de face que de profil. L'entière du grill costal doit être visible sur chaque cliché. Les clichés étagés de la colonne vertébrale rendent impossible l'évaluation de la statique rachidienne globale.

La position adoptée par le patient lors de la radiographie peut influencer l'aspect de la colonne et doit être prise en compte lors de l'interprétation des clichés.

La position actuellement recommandée est debout, patient regardant droit devant, pieds écartés pour être dans l'alignement des épaules, genoux en extension, membres supérieurs fléchis de telle sorte que les poings viennent à hauteur des clavicules et que les bras soient à 45° par rapport à la verticale du corps (1).

Dans certains cas particuliers, les radiographies seront demandées en position assise (exemples : patient non-marcheur, pathologie d'un ou des membres inférieurs ayant une répercussion sur la statique pelvienne et rachidienne) ou couchée (exemple : patient avec une maladie neuromusculaire, dont la position assise n'est pas stable).

Si le patient, dans une tentative de se tenir bien droit, lève une épaule et s'incline d'un côté, une « fausse courbure » peut se dessiner sur la radiographie de face. Dans ce cas, il n'y aura pas de rotation vertébrale et le sens de la courbure pourra s'expliquer par la position adoptée par le patient.

Si la radiographie n'est pas strictement de face, un aspect de « fausse rotation vertébrale » pourra être induit. Il s'agira alors le plus souvent d'une rotation vertébrale présentant le même aspect tout le long de la colonne. La symétrie des trous obturateurs au niveau du bassin peut aider à vérifier que le bassin est bien de face. Il faut cependant noter que si le bassin joue un rôle dans la déformation scoliothique (notion de vertèbre pelvienne), il y aura une asymétrie des trous obturateurs qui ne sera pas liée à la position du patient pendant la radiographie, mais bien à la déformation scoliothique.

INTERPRÉTATION DU CLICHÉ DE FACE

1. Il est recommandé de compter le nombre de vertèbres thoraciques et lombaires, ainsi que les côtes. Cette première étape permet de mettre en évidence une anomalie congénitale de type hémivertèbre. Même dans les scolioses idiopathiques, les anomalies de type « anomalies jonctionnelles » (sacralisation de la 5^e vertèbre lombaire, lombalisation de la 1^e vertèbre sacrée) ou « anomalies de nombre » (11 paires de côtes, 6 vertèbres lombaires) ne sont pas rares et doivent être reconnues, surtout dans l'éventualité d'un traitement chirurgical.

Il faut regarder chaque corps vertébral depuis la colonne cervicale jusqu'au sacrum : s'assurer qu'il y a une paire de pédicules correspondant à chaque corps vertébral, que la forme des corps vertébraux est normale. Cet examen permet d'identifier une éventuelle anomalie congénitale. Ainsi un pédicule isolé doit faire suspecter une hémivertèbre. L'absence d'un disque intervertébral doit faire suspecter la présence d'une barre.

2. Il faut mesurer une éventuelle inégalité de longueur des membres inférieurs au niveau des têtes fémorales et juger de sa répercussion sur la statique rachidienne (obliquité du disque L5-S1 et de la dernière vertèbre lombaire, présence d'une courbure sans rotation vertébrale).

3. Lorsque une courbure scoliothique est présente, il faut identifier ses vertèbres limites. Il s'agit de la vertèbre la plus oblique, située de part et d'autre de la courbure scoliothique considérée. Elles servent de référence pour la mesure de l'angle de Cobb. Une courbure scoliothique est définie par la localisation de son apex (qui peut correspondre à un corps vertébral ou un disque intervertébral) et le côté de

la convexité. Ainsi une courbure cervicale a son apex situé entre C2 (2^e vertèbre cervicale) et C6 tandis qu'une courbure cervicothoracique a son apex entre C7 et T1 (1^e vertèbre thoracique). Un courbure thoracique a son apex localisé entre T2 et le disque intervertébral T11-T12, une courbure thoracolombaire a son apex localisé entre T12 et L1 (1^{ère} vertèbre lombaire) et une courbure lombaire entre le disque intervertébral L1-L2 et L4 (FIG. 1).

4. La valeur angulaire de chaque courbure scoliothique est déterminée selon la technique de Cobb. Il s'agit de l'angle formé par la tangente au plateau supérieur de la vertèbre limite supérieure et la tangente au plateau inférieur de la vertèbre limite inférieure (FIG. 1).

Lorsque les plateaux vertébraux ne sont pas bien visibles, une astuce consiste à utiliser une ligne passant par le bord supérieur ou inférieur des pédicules.

Il faut noter que cet angle de Cobb n'est pas une mesure très précise et qu'une marge d'erreur d'environ 5° est reconnue (2). Lors du suivi du patient, les mêmes vertèbres limites doivent être utilisées pour suivre l'évolution de l'angle de Cobb. Si une ou les vertèbres limites change(nt), une modification de la statique rachidienne doit être suspectée (aggravation de la courbure scoliothique, position différente du patient).

Chez le jeune enfant, Mehta a décrit un angle qui permettrait d'évaluer le risque évolutif de la scoliose (3). Cet angle est difficile à mesurer. Je pense personnellement que l'évaluation du risque évolutif de la scoliose doit plutôt reposer sur la considération d'un ensemble de facteurs que sont le contexte clinique, le type de courbure, l'importance de la scoliose (valeur angulaire, rotation vertébrale) et son évolution.

5. Recherche d'une rotation vertébrale : la rotation vertébrale qui caractérise les scolioses idiopathiques est responsable de l'apparition d'une asymétrie au niveau des pédicules, le pédicule côté convexe de la courbure scoliothique se rapprochant progressivement du milieu du corps vertébral tandis que le pédicule côté concave se rapproche de plus en plus du bord latéral du corps vertébral, jusqu'à disparaître lorsque la rotation vertébrale est sévère. Dans les scolioses idiopathiques, cette rotation vertébrale se fait toujours dans le même sens, tel que décrit précédemment. Une rotation vertébrale inverse doit faire suspecter une mauvaise

position du patient lors de la radiographie ou une pathologie sous-jacente. Cette rotation vertébrale augmente progressivement comme on s'éloigne de chaque vertèbre limite et est maximale à l'apex de la courbure scoliothique. Plus la rotation vertébrale est marquée, plus la scoliose est sévère. La classification de Nash et Moe permet d'évaluer la sévérité de cette rotation vertébrale au niveau de la vertèbre apicale (Tableau 1, FIG. 2).

La présence ou non d'une rotation vertébrale permet de distinguer la « courbure scoliothique vraie » (scoliose idiopathique) d'une « courbure compensatoire », cette dernière ne montrant pas de rotation vertébrale (FIG. 3). Il faut cependant noter qu'avec le temps, une courbure compensatoire peut se structuraliser et une rotation vertébrale peut apparaître.

GRADES	
Neutre (0)	pédicules symétriques (pas de rotation vertébrale)
I	pédicule concave touche le bord du corps vertébral pédicule convexe est dans le 1 ^{er} tiers, mais touche la ligne
II	pédicule concave est en train disparaître pédicule convexe est dans le 2 ^e tiers
III	pédicule concave n'est plus visible pédicule convexe est au milieu du corps vertébral
IV	pédicule concave n'est plus visible pédicule convexe est passé au-delà du milieu du corps vertébral

Tableau 1 - Classification de Nash-Moe pour l'évaluation de la rotation vertébrale

CÔTÉ CONCAVE

CÔTÉ CONVEXE

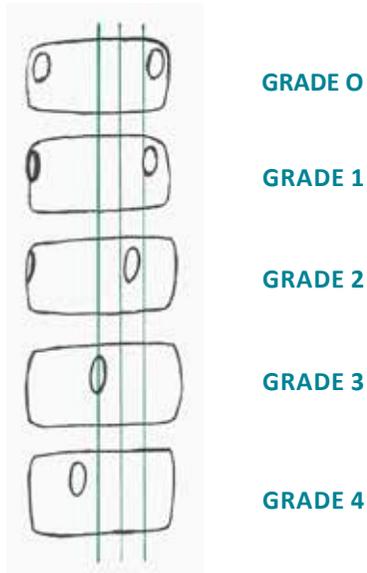


Figure 2 - Évaluation de la rotation vertébrale selon Nash-Moe. L' hémicorps vertébral (du côté convexe) de la vertèbre apicale est divisé en trois tiers. Cinq grades sont décrits en fonction de la position des pédicules.

6. Mesure de l'équilibre rachidien global : il est évalué par la distance séparant une verticale tracée depuis le milieu de la 7^e vertèbre cervicale et le milieu de la 1^e vertèbre sacrée (FIG. 4). Une distance de maximum 20 mm vers la gauche ou la droite est considérée comme physiologique.

7. Caractère inclus ou exclu du bassin : il est important d'évaluer si le bassin participe ou non à la déformation scoliotique, surtout pour les scolioses à double courbure thoracique ou double majeure associant une courbure thoracique et une courbure (thoraco-)lombaire. Lorsque la crête iliaque est plus haute du côté de la convexité de la courbure thoracique principale, le bassin fait partie de la courbure lombaire et est dit « inclus ». Dans le cas contraire (bassin horizontal ou crête iliaque plus haute du côté de la concavité de la courbure thoracique principale), le bassin est « exclu » (4).

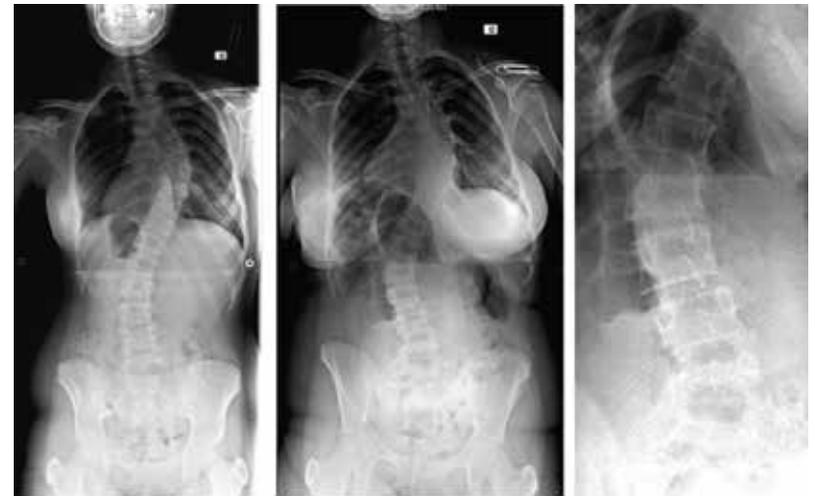


Figure 3 - Sur le cliché de gauche, il s'agit d'une courbure thoracique droite avec une courbure lombaire gauche compensatoire. Sur le cliché de droite, il s'agit d'une scoliose double majeure, avec courbures thoracique droite et thoracolombaire gauche, une rotation vertébrale étant présente au niveau des deux courbures

8. Recherche des signes de maturité squelettique :

- état ouvert ou fermé des cartilages triradiés (au niveau des cotyles) et céphaliques (têtes fémorales) ;
- signe de Risser : la progression de l'ossification des crêtes iliaques est classée en 6 stades, le « stade 0 » correspondant à l'absence de signe d'ossification et le « stade 5 » au stade adulte, l'ossification étant complètement fusionnée avec la crête iliaque sous-jacente. Les stades « 1, 2, 3, 4 » correspondent respectivement à une image d'ossification présente dans le « 1^{er} quart, 2^e quart, 3^e quart, et 4^e quart » de la crête iliaque, en partant de son extrémité antérieure, vers son extrémité distale (FIG. 5).



Figure 4
Déséquilibre rachidien global vers la droite
évalué à 31 mm.

Lorsque ces signes associés à l'examen clinique ne permettent pas de se faire une idée précise de la croissance résiduelle du patient, un âge osseux peut être demandé. Il consistera en une radiographie de la main et du coude gauches. Il est important de noter que l'âge osseux peut être très différent de l'âge chronologique et qu'il n'évolue pas toujours de façon linéaire comme l'âge chronologique.

La Figure 6 reprend les différents signes radiographiques de maturité osseuse en fonction de l'âge osseux chez la fille et le garçon. Sur la partie ascendante du pic pubertaire, l'évaluation de l'ossification de l'olécrâne est plus précise que l'étude de la main. Sur le versant descendant du pic pubertaire, le signe de Risser doit être complété par l'étude de l'âge osseux au niveau de la main gauche.

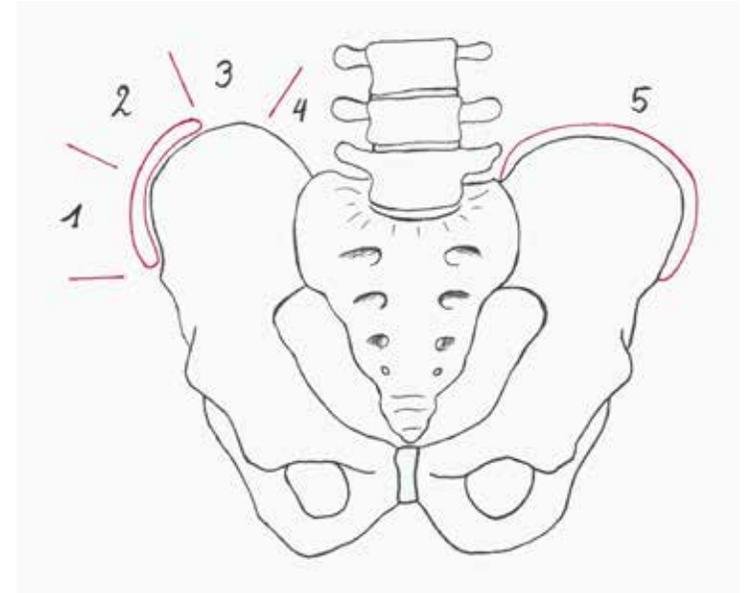


Figure 5 - Stades de Risser. Le stade Risser 5 peut être atteint vers 22-23 ans. Parfois, il n'est jamais atteint.

INTERPRÉTATION DU CLICHÉ DE PROFIL

Les principales mesures réalisées sont :

1. **mesure de la cyphose thoracique** : la cyphose thoracique physiologique mesurée entre le plateau supérieur de la 4^e vertèbre thoracique (T4) et le plateau inférieur de T12 est comprise entre 20° et 40°. Dans les scolioses idiopathiques avec courbure thoracique, une hypocyphose thoracique est fréquemment observée ;
2. **mesure de la lordose lombaire** : elle doit être comprise entre 30° et 50° si elle est mesurée entre le plateau supérieur de la 1^e vertèbre lombaire (L1) et le plateau inférieur de L5. La colonne doit être droite au niveau de la jonction thoracolombaire ;
3. **localisation de l'apex** de la cyphose thoracique ;

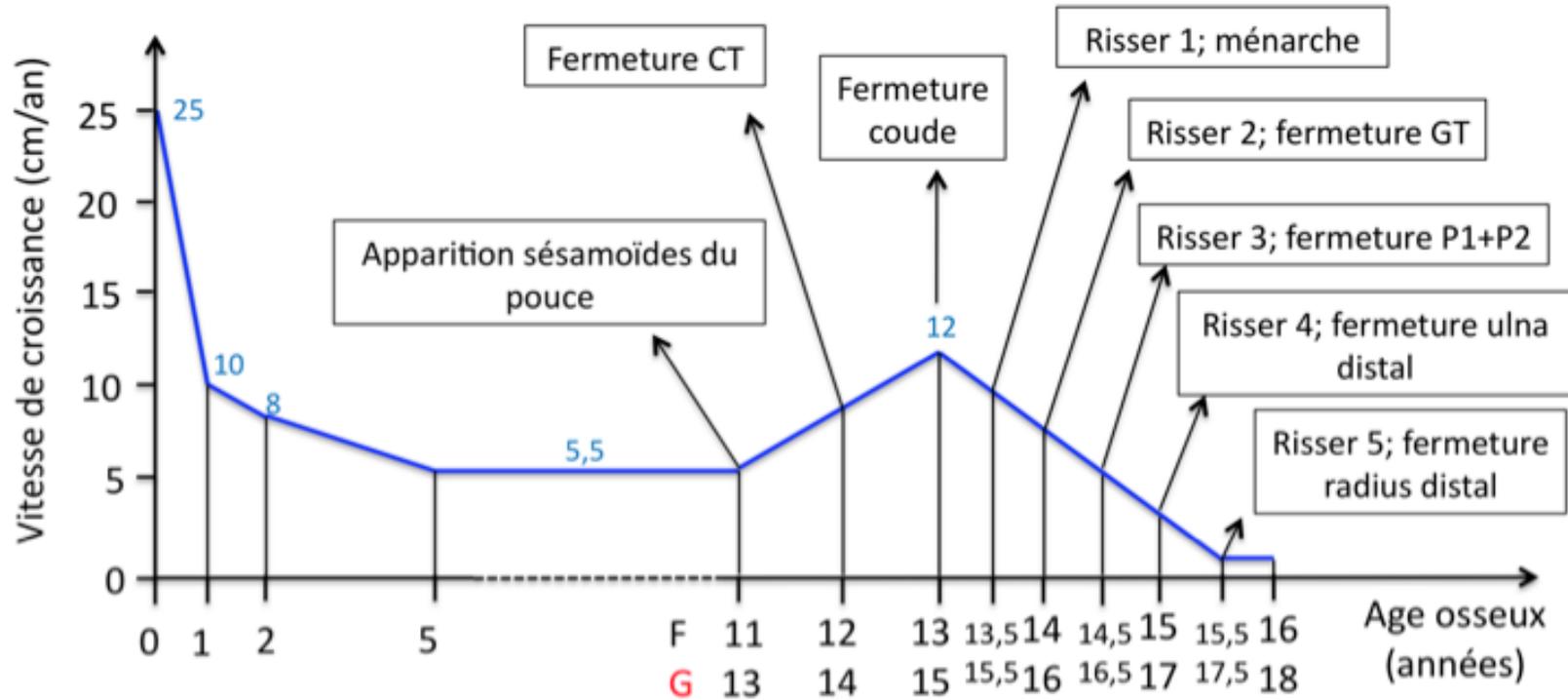


Figure 6 - Différents signes radiographiques de maturité osseuse en fonction de l'âge osseux
 CT= Cartilage Triradié ; GT= Grand Trochanter ; P1=1° Phalange ; P2=2° phalange

- mesure de l'équilibre rachidien sagittal global** : il s'agit de la distance entre la verticale tracée depuis le centre du corps vertébral de la 7^e vertèbre cervicale et le coin postéro-supérieur du plateau sacré. Si on tient compte de la colonne cervicale, une verticale tracée depuis le conduit auditif externe doit passer par le centre de la tête fémorale ;
- Recherche d'un spondylolisthésis en lombaire** ;
- Risser** : il est intéressant de noter que le Risser 4 est souvent plus facilement

visualisé sur la radiographie de profil.
 Les hémivertèbres sont souvent responsables d'une cyphose locale, l'apex de la cyphose correspondant à l'hémivertèbre

AUTRES EXAMENS COMPLÉMENTAIRES

Toute plainte douloureuse doit faire rechercher une cause sous-jacente. Ramierez et al. (5) ont montré qu'environ 23 % des patients présentant une scoliose idiopathique se plaignaient de douleurs. Une cause sous-jacente (spondylolyse, maladie de Scheuermann, syringomyélie, hernie discale, moelle attachée, tumeur médullaire) a été diagnostiquée chez seulement 9 % des patients douloureux. La plupart des plaintes douloureuses semblent donc d'origine musculaire. La nécessité de prescrire un bilan complémentaire pour expliquer les douleurs dépend de l'anamnèse et de l'examen clinique.

Une scintigraphie sera le plus souvent demandée en cas de douleurs rachidiennes continues, non mécaniques. Une tumeur osseuse peut être responsable d'une scoliose. La scintigraphie permettra de localiser un éventuel foyer de fixation qui devra ensuite faire l'objet d'une imagerie, le plus souvent par scanner.

Une résonance magnétique nucléaire (RMN) médullaire avec fosse postérieure doit être prescrite en cas de :

- anomalie à l'examen clinique (pieds creux, anomalie neurologique, stigmate cutané en regard de la colonne) ;
- courbure thoracique gauche pour une late-onset scoliosis ;
- courbure thoracique droite pour une early-onset scoliosis.

Chez l'enfant très jeune, une RMN nécessite une anesthésie générale. Pour cette raison, la nécessité de réaliser une RMN pour la seule raison d'une courbure thoracique droite est sujette à discussion. Personnellement, je demande une RMN si il y a un contexte surajouté à cette scoliose (exemples : anomalie à l'examen neurologique, développement anormal de l'enfant) ou si la scoliose est sévère et/ou évolutive malgré un traitement bien mené.

- tout autre courbure scoliothique « inhabituelle » ;
- scoliose qui s'aggrave alors que l'enfant n'est pas dans une phase de croissance rapide ;
- anomalie à la radiographie faisant suspecter une anomalie intramédullaire comme, par exemple, l'image d'un éperon osseux suggérant une diastéma-

tomyélie ;

- traitement chirurgical planifié.

D'autres examens seront demandés en fonction du contexte :

- biologie sanguine si suspicion de tumeur ou infection ;
- bilan respiratoire, principalement pour les early-onset scoliosis et les scolioses neuromusculaires sévères ;
- radiographies obliques de la colonne lombosacrée en cas de suspicion de spondylolyse ;
- radiographies centrées sur une région spécifique du rachis pour mieux comprendre des anomalies congénitales.

BILAN SPÉCIFIQUE AUX SCOLIOSES CONGÉNITALES

Les scolioses congénitales étant liées à une « erreur » lors de la formation du fœtus, des anomalies touchant d'autres systèmes peuvent y être associées et doivent être recherchées :

- **RMN médullaire avec fosse postérieure** : la même remarque que celle faite pour les early-onset scoliosis avec courbure thoracique droite doit être faite, étant donné la nécessité d'une anesthésie générale chez l'enfant très jeune. Il faut noter qu'avant l'âge de 6 mois, les éléments postérieurs des vertèbres sont cartilagineux, rendant possible l'imagerie de la moelle épinière par l'échographie ;
- **échographie rénale** : une anomalie du système génitourinaire est associée aux malformations vertébrales dans 30 % des cas ;
- **échographie cardiaque** : une anomalie cardiaque peut également être associée aux anomalies congénitales de la colonne ;
- **un scanner permettant de mieux comprendre les anomalies congénitales** est demandé uniquement lorsqu'un traitement chirurgical est envisagé ou lorsqu'on est face à des anomalies complexes responsables d'une scoliose sévère et/ou évolutive. Il faut noter que plus l'enfant est jeune, plus les vertèbres sont cartilagineuses, y compris les anomalies congénitales de type « barre ». Un scanner peut donc ne pas montrer directement une barre si elle est cartila-

gineuse. Sa présence sera suspectée par le fait qu'il y a un amincissement ou un aspect particulier de l'espace discal. De même chez le jeune enfant, il est difficile de faire la différence entre un signal discal et un signal de barre cartilagineuse unilatérale à la RMN.

BILAN RADIOGRAPHIQUE DYNAMIQUE

Ce bilan est principalement demandé lorsqu'un traitement chirurgical est envisagé, quel que soit le type de scoliose. Il permet la planification du geste chirurgical. Ce bilan consiste en une radiographie de colonne totale de face en traction, idéalement sur table de traction, ainsi que des radiographies en inclinaison latérale maximale (appelées « bending ») pour étudier la réductibilité de chaque courbure scoliotique ainsi que la souplesse des disques intervertébraux (FIG. 7). Ces bending sont idéalement réalisés patient en décubitus dorsal, par une personne compétente comprenant la déformation scoliotique du patient, étant donné l'im-

portance de bien positionner les points d'appui lors de ce test. Les clichés réalisés patient debout effectuant lui-même une inclinaison latérale du tronc sont moins pertinents.

Chez le patient non-marcheur présentant une scoliose neuromusculaire, il est important d'étudier l'équilibre du bassin et la réductibilité d'un bassin oblique.

En cas d'hypercyphose thoracique, une radiographie de colonne de profil sur bilot (localisé à l'apex de la cyphose), patient en décubitus dorsal, est réalisée pour étudier la réductibilité de l'hypercyphose.

CLASSIFICATIONS

Différentes classifications des scolioses idiopathiques, basées sur le bilan radiographique, existent. La plus utilisée actuellement dans la littérature est celle dé-

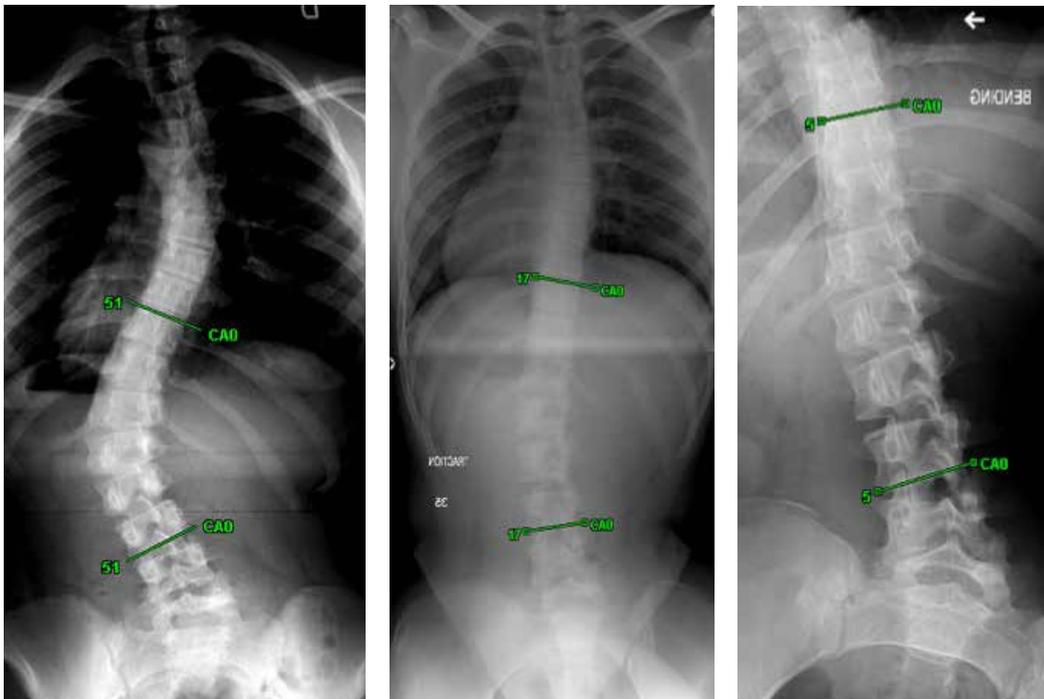


Figure 7

Scoliose avec courbure thoracique droite et courbure thoracolombaire (TL) gauche principale. Le cliché au centre montre la bonne réduction des deux courbures en traction. La radiographie à droite est réalisée en bending gauche pour étudier la réductibilité de la courbure TL.

crite par Lenke (6). Elle est cependant compliquée et d'usage difficile en pratique clinique courante. Le but de cette classification est de pouvoir uniformiser l'étendue de l'arthrodèse en fonction du type de scoliose. Cet objectif n'est cependant pas encore atteint et cette classification a déjà fait l'objet de modifications depuis sa première description. Il faut aussi noter qu'elle ne tient compte ni de l'équilibre des épaules, ni de l'équilibre du bassin, ni de la rotation vertébrale, paramètres qui sont pourtant importants à prendre en compte (4).

La classification des scolioses congénitales a déjà été présentée dans le chapitre « Scolioses : définition, classifications, bilan clinique ».

RÉFÉRENCES

1. MF O'Brien, TR Kuklo, KM Blanke, Lenke LG. **Spinal Deformity Study Group. Radiographic Measurement Manual.** Medtronic Sofamor Danek USA, Inc.

Ce livre décrit de façon très didactique les différentes mesures radiographiques pouvant être réalisées lors de l'étude d'une déformation scoliotique. La classification de Lenke y est également décrite.

2. Pruijs JE, et al. **Variation in Cobb angle measurements in scoliosis.** Skelet Radiol 1994;23:517.
3. Mehta MH. **The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis.** JBJS Br 1972;54:230-243.
4. Bergoin M, Gennari JM, Tallet JM. **Taking the shoulders and pelvis into account in the preoperative classification of idiopathic scoliosis in adolescents and young adults (a constructive critique of King's and Lenke's systems of classification).** Eur Spine J 2011;20:1780-7.
5. Ramirez N1, Johnston CE, Browne RH. **The prevalence of back pain in children who have idiopathic scoliosis.** J Bone Joint Surg Am. 1997;79(3):364-8.
6. Lenke LG, Btez RR, Harms J, et al. **Adolescent idiopathic scoliosis : A new classi-**

fication to determine extent of spinal arthrodesis. JBJS Am 2001;83:1169-81.

