

Spondylolisthésis par lyse isthmique

J.-M. Vital, M. Pedram

Le mot spondylolisthésis signifie glissement antérieur permanent du corps vertébral, le plus souvent de L5, plus rarement de L4 ou des vertèbres lombaires plus hautes. Dans les classifications, on oppose les spondylolisthésis par lyse isthmique avec fracture de la pars interarticularis, acquis le plus souvent par microtraumatismes répétés subis pendant l'enfance, et les spondylolisthésis congénitaux où des anomalies de formation de l'arc postérieur se compliquent souvent d'une fracture isthmique. D'autres causes de spondylolisthésis lombaire bas (macrotraumatique, dégénérative, tumorale ou iatrogène chirurgicale) ne sont pas décrites ici. En termes d'étiopathogénie, la lyse isthmique admet un facteur génétique puisque la population de race blanche est plus touchée que la population de race noire, mais nettement moins affectée que certaines populations comme les Esquimaux par exemple. Le facteur mécanique de constitution de la lyse est évident puisque seuls les bipèdes lordosés en région lombaire sont touchés après l'acquisition de la marche et que la répétition des microtraumatismes sportifs en hyperextension augmente considérablement la fréquence de la lyse. Sur le plan clinique, les formes asymptomatiques sont fréquentes. La lombalgie aiguë peut correspondre à l'épisode de fracture initiale. À un stade plus tardif, on observe une lombalgie chronique basse, parfois une sciatalgie, par compression de la racine L5 le plus souvent. Dans les formes graves dysplasiques, on peut observer une véritable cyphose lombosacrée avec rétroversion du bassin, rétraction des ischiojambiers et flessum des genoux. Sur le plan radiologique, le diagnostic de lyse isthmique se fait sur des clichés lombaires de trois quarts, des coupes tomодensitométriques perpendiculaires à l'isthme et une scintigraphie osseuse en phase précoce. Le spondylolisthésis est évalué sur des clichés de profil qui apprécient, dans un but pronostique, autant le degré de glissement que l'angle de cyphose lombosacrée. L'imagerie par résonance magnétique permet de suspecter une lyse récente, d'évaluer l'état des disques encadrant le spondylolisthésis et de reconnaître une cause compressive radiculaire. L'évolution naturelle du spondylolisthésis par lyse isthmique dépend de l'affaissement éventuel du disque intervertébral ; celle du spondylolisthésis dysplasique est plus sévère car elle touche des jeunes peu matures et la déformation suit les lois de croissance ostéocartilagineuse. Enfin, sur le plan thérapeutique, le traitement orthopédique avec corset immobilisant une cuisse pour éviter le mouvement de la charnière lombosacrée peut être proposé dans les formes récentes. La reconstruction isthmique peut être envisagée chez des jeunes sportifs peu enclins à la réduction d'activité physique. Au stade de spondylolisthésis, le traitement conservateur avec immobilisation par simple corset, infiltrations et traitement physique peut toujours être proposé. En cas d'échec ou en présence de radiculalgie compressive, on propose une chirurgie de décompression-arthrodèse réalisée le plus souvent par voie postérieure. Le double abord antérieur et postérieur doit être discuté dans les formes graves dysplasiques de l'adolescent, à fort potentiel d'aggravation en cyphose.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Lyse isthmique ; Spondylolisthésis par lyse ; Spondylolisthésis dysplasique

Plan

■ Introduction	2	■ Clinique	5
■ Classification des spondylolisthésis	2	Dystocie	5
Classification de Wiltse et Newman	2	Lombalgie basse	5
Classification de Marchetti	2	Tension des ischiojambiers	6
Étiologies, mécanismes des spondylolisthésis lombaires bas	2	Radiculalgies	6
		Déformation en cyphose lombosacrée	7
		Marche	7

■ Radiologie et autres examens complémentaires	8
Bilan radiologique	8
Paramètres sur le cliché de profil ou sagittaux	8
Spondylolisthésis et équilibre sagittal	8
Tomodensitométrie	10
Imagerie par résonance magnétique	11
Autres examens	11
■ Situations anatomiques particulières	12
■ Évolution naturelle (avant traitement)	12
Études longitudinales	12
Évolution dans les formes lytiques vers le glissement	12
Évolution dans les formes dysplasiques	12
■ Prise en charge thérapeutique	12
Traitement conservateur	12
Traitement chirurgical	15
■ Conclusion	18

■ Introduction

Le mot spondylolisthésis (SPL) signifie glissement antérieur permanent du corps vertébral, accompagné des pédicules, processus transverses, et des articulaires supérieures. Ce glissement est possible s'il existe une solution de continuité (ou lyse) ou un allongement de l'isthme (ou pars interarticularis). La lordose lombaire spécifique du bipède entraîne une inclinaison de la vertèbre L5 sur l'horizontale et donc, de l'isthme, ce qui l'expose, nous y reviendrons, aux forces de cisaillement et donc, de rupture par microtraumatismes répétés.

Le déplacement vers l'arrière de L5 par rapport au sacrum se dénomme rétrolisthésis et survient dans un contexte dégénératif par pincement discal.

Nous allons voir dans le premier chapitre de classification des SPL que la lyse isthmique, qui est la cause la plus fréquente, est due à des microtraumatismes répétés, mais peut compliquer une anomalie congénitale, notamment un allongement de l'isthme. Nous décrirons donc les SPL par lyse isthmique ou par allongement, mais ne parlerons pas des SPL dégénératifs, tumoraux ou post-traumatiques aigus.

■ Classification des spondylolisthésis

Classification de Wiltse et Newman ^[1]

Elle date de 1976 et oppose six types. Le type 1, dit congénital ou dysplasique, se caractérise par une dysplasie de l'arc postérieur avec des articulaires fuyantes, trop coronales (type A), ou trop sagittales (type B). Un spina bifida est souvent associé. Il y a une instabilité vis-à-vis des forces de cisaillement et donc, glissement avec allongement de l'isthme et parfois rupture de cet isthme allongé. La rupture est alors la conséquence et non la cause du glissement. L'important déplacement touchant des structures ostéocartilagineuses encore malléables entraîne une dysplasie secondaire du corps de S1 (déformation en dôme du plateau sacré) et du corps de L5 (déformation trapézoïdale). L'effet coupe-cigare de la queue de cheval est possible, du fait de la continuité de l'arc postérieur.

Le type 2 est dit « isthmique pur » avec une lyse qui ne peut être congénitale puisqu'il n'y a qu'un seul noyau d'ossification du massif articulaire. Il existe un sous-groupe A avec lyse acquise, nous y reviendrons, et un sous-groupe B avec allongement par consolidation d'une lyse, hypothèse moins probable que la rupture d'un isthme allongé décrite plus haut.

Les types 3 (dégénératif), 4 (macrotraumatique), 5 (pathologique par tumeur notamment) et 6 (iatrogène et surtout, postchirurgical), ne sont pas décrits ici.

Classification de Marchetti ^[2]

Plus récente, elle nous paraît plus près de la réalité. Marchetti oppose deux grands types : le type 1 correspond au SPL « développemental » ou de croissance avec des anomalies congénitales de l'arc postérieur qui est dysplasique. Il existe deux sous-groupes dans ce type 1 : le sous-groupe A avec une lyse se surajoutant à l'anomalie congénitale (Fig. 1), et le type B avec allongement isthmique pur.

Le type 2 est le SPL acquis avec quatre sous-groupes. Le sous-groupe A est dit traumatique, le traumatisme touchant un arc postérieur normal à la naissance ; il peut s'agir d'un macrotraumatisme (A1) ou, beaucoup plus fréquemment, nous y reviendrons, de microtraumatismes répétés conduisant à une fracture de fatigue (A2). Le sous-groupe B est iatrogène, le sous-groupe C pathologique (dans le cadre de la tumeur ou, comme décrit précédemment par Tabrizi, ^[3] de l'ostéoporose) et enfin le sous-type D est dégénératif.

En fait, entre la lyse isthmique pure microtraumatique et l'allongement pur congénital, on peut décrire toutes les formes anatomiques intermédiaires.

Étiologies, mécanismes des spondylolisthésis lombaires bas

Il faut opposer dans ce chapitre le SPL dysplasique par allongement isthmique, pur ou compliqué de lyse, et le SPL par lyse isthmique pure en sachant, nous l'avons dit, qu'il y a des formes intermédiaires.

Génétique

Sur le plan génétique, on observe 5 à 6 % de SPL par lyse dans la population adulte de race blanche contre 1,95 % dans la population de race noire. La fréquence est de 30 à 60 % chez les Esquimaux (Tower ^[4]). La fréquence au sein d'une même famille est de 26 % pour Wiltse, ^[5] 15 % pour Wynne-Davies ^[6] et 17 à 34 % pour Frederickson. ^[7] La transmission se ferait selon un mode multifactoriel à expression variable ou mode dominant à faible pénétrance.

D'après Wiltse, ^[5] il existerait dans le type 1 de Marchetti une dysplasie héréditaire dans le modèle cartilagineux de l'arc postérieur.

Spondylolisthésis par lyse isthmique pure

Il n'existe pas à la naissance : Roche et Rowe ^[8] n'en ont trouvé aucun sur 500 cadavres de nouveau-nés. En fait, Neugebauer, ^[9] dès 1882, décrivait chez un nouveau-né un déficit congénital de l'arc postérieur, Borkow ^[10] une lyse chez un nouveau-né de 3 mois, mais dans un contexte malformatif. Embryologiquement, le defect congénital isthmique est difficilement explicable puisqu'il n'existe qu'un seul noyau primaire de l'arc postérieur droit et gauche et des noyaux d'ossification secondaire pour la formation des pointes des articulaires, des épineuses et des transverses. Pour Willis ^[11] la moitié proximale du noyau d'ossification primaire donne naissance au pédicule et à l'articulaire supérieure et la moitié distale, à la seconde moitié de l'arc postérieur.

L'acquisition de lordose conduit à une inclinaison du plateau sacré et donc de la vertèbre L5, exposant l'isthme au cisaillement entre l'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente et l'articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente ; c'est la théorie trophoblastique confortée par le fait qu'il n'y a pas de lyse isthmique chez les quadrupèdes et les grands singes qui ne sont pas assez lordosés. Rosenberg, ^[12] sur 190 enfants et adultes, non marchants et ne pouvant se verticaliser, n'a trouvé aucun cas de lyse isthmique, sauf chez les athétosiques qui ont des mouvements incontrôlés du tronc. L'acquisition de lordose explique que la fréquence isthmique soit de 3 % entre 2 et 4 ans et passe à 5-6 % entre 5 et 7 ans, ^[13] chiffre qui n'évolue pas par la suite puisqu'il est le même à l'âge adulte. Dans le même ordre d'idée, Al Khawashki ^[14] a montré que l'hyperlordose pouvait entraîner une lyse de l'arc postérieur d'un SPL dysplasique.

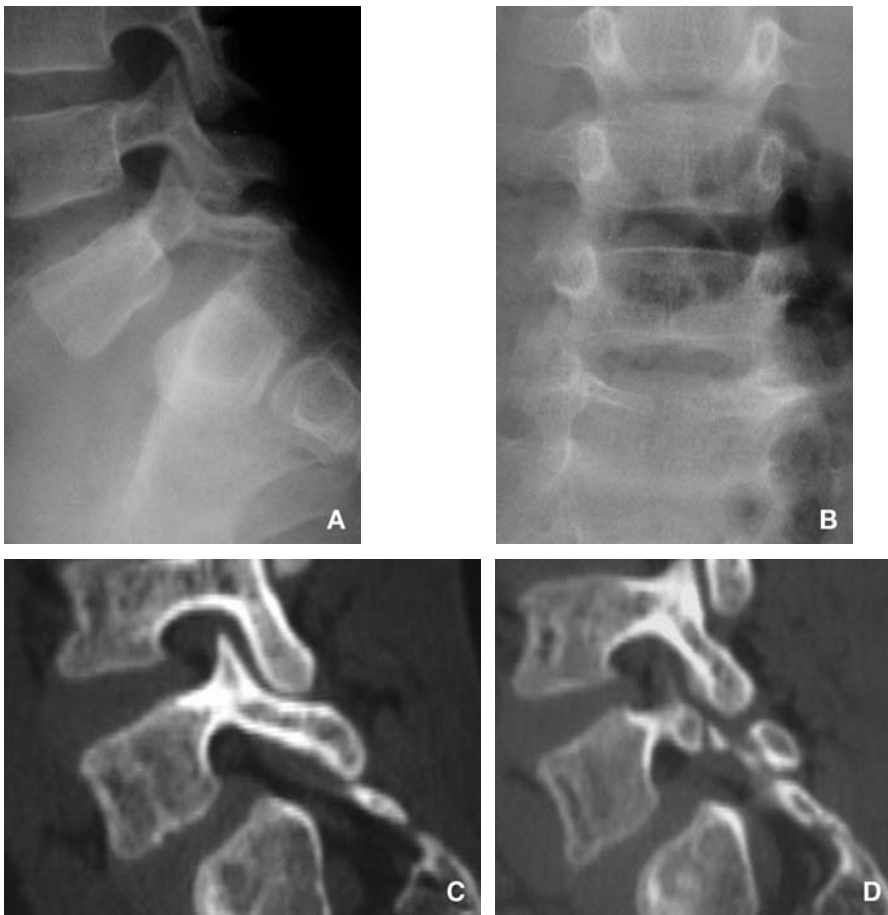


Figure 1. Spondylolisthésis dysplasique.
A. Radiographie de profil montrant l'allongement isthmique.
B. Radiographie de face montrant le spina bifida.
C. Coupe scanographique montrant d'un côté l'allongement pur.
D. De l'autre, l'allongement et la lyse.

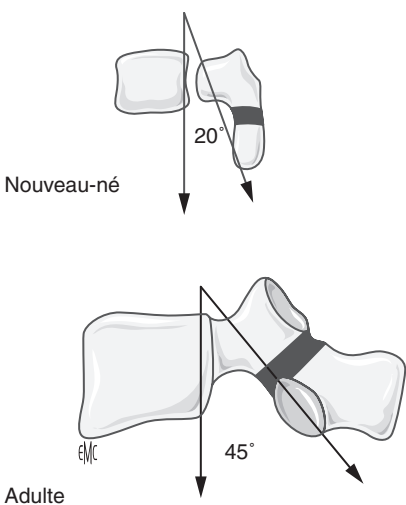


Figure 2. Angle de Louis. a. Chez le nouveau-né et chez l'adulte.

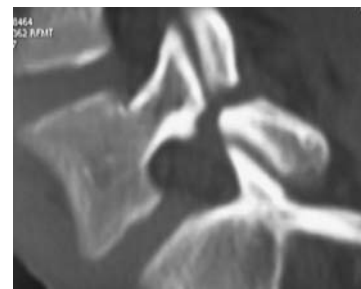


Figure 3. Cisaillement de l'isthme entre l'articulation inférieure de L4 et l'articulation supérieure de L5 (coupe sagittale en tomographie assistée par ordinateur).

Il faut des microtraumatismes répétés pour obtenir la fracture de fatigue de l'isthme, structure corticale reconnue très résistante par Cyron [15] et Farfan. [16] D'après ce dernier, il y a mise en traction de la partie antéro-inférieure de l'isthme, augmentée par la mise en charge et l'extension, ce qui explique l'apparition de la lyse à l'âge de la marche et l'augmentation de sa fréquence jusqu'à 6-8 ans. Louis [17] a par ailleurs décrit l'angle isthmique entre le mur postérieur de L5 et l'axe isthmique : il est égal à 20° chez le nouveau-né et augmente jusqu'à 45° chez l'adulte (Fig. 2), ce qui augmente l'effet coupe-cigare réalisé par l'articulaire inférieure de L4 et la supérieure de S1 (Fig. 3).

Cette fracture de fatigue a très peu tendance à constituer un cal périosté et à consolider probablement car l'os est très cortical mais aussi, en raison de facteurs d'équilibre défavorables sur lesquels nous reviendrons dans le bilan radiologique (Fig. 4).

La consolidation conduisant à un allongement isthmique est possible, mais plus rare que la rupture d'un isthme allongé. Les microtraumatismes en extension et en charge se retrouvent en pratique sportive et le travail de Rossi [18] fait à ce sujet référence. Mille quatre cent trente examens radiologiques ont été réalisés chez des athlètes de haut niveau, âgés de 15 à 25 ans. Il a été découvert 15 % de lyse vraie et 5 % de listhésis de bas grade. La fréquence de la lyse isthmique varie avec le type d'activité : 63,3 % chez les plongeurs, 36,2 % chez les haltérophiles, 33,3 % chez les lutteurs, 32,8 % chez les gymnastes. La maladie de Scheuermann est très souvent observée chez les jeunes sportifs et compliquée dans 32 à 50 % des cas de lyse isthmique d'après Ogilvie [19] (Fig. 5). Les activités sportives en charge et hyperextension entraînent donc régulièrement une lyse isthmique, mais dans notre expérience, toutes les structures de l'arc postérieur comme les pédicules ou les lames peuvent se fracturer. On peut observer des lésions asymétriques (isthmique d'un côté et pédiculaire de l'autre par exemple (Fig. 6). Guillodo [20] a ainsi décrit des lésions successives pédiculaires, isthmiques et croisées sur L5. Par ailleurs, la rupture isthmique peut se faire en deux temps : du côté opposé à la première lyse, les contraintes vont entraîner une densification pédiculo-isthmique visible sur des clichés de face (anisocorie de Maldaque [21]) en tomographie assistée par ordinateur, très souvent associée à une

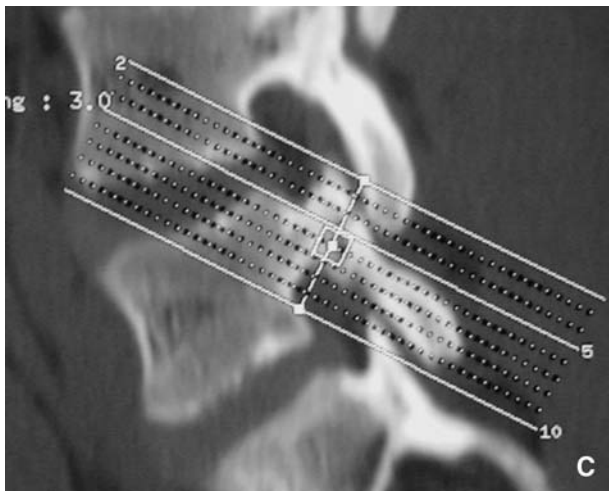
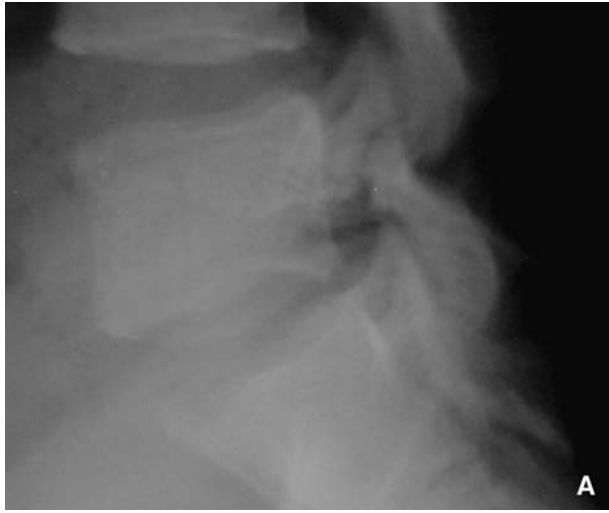


Figure 4. Lyse isthmique bilatérale récente.
A. Radiographie de profil.
B. Scintigraphie montrant une hyperfixation bilatérale.
C. Scout view correct avec coupes perpendiculaires à l'isthme.
D. Coupe axiale correspondante montrant la lyse bilatérale.



Figure 5. Association fréquente chez un sportif d'un spondylolisthésis par lyse de L4 et d'une maladie de Scheuermann lombaire.

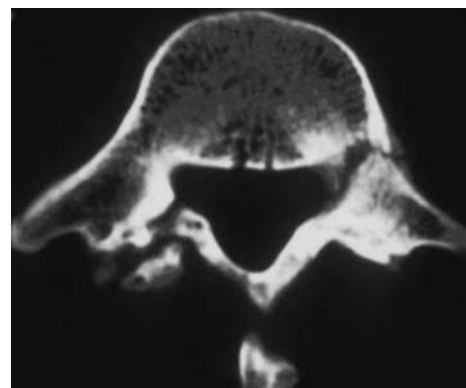


Figure 6. Coupe scanographique montrant une lyse isthmique droite et une lyse pédiculaire gauche chez un sportif de haut niveau.

hyperfixation en scintigraphie et à un signal inflammatoire en imagerie par résonance magnétique (IRM) avec hyposignal en T1 et hypersignal en T2 (Fig. 7).

Spondylolisthésis dysplasique

Dans le SPL dysplasique, il existe des anomalies congénitales de l'arc postérieur. La série de Dandy [22] décrit des subluxations

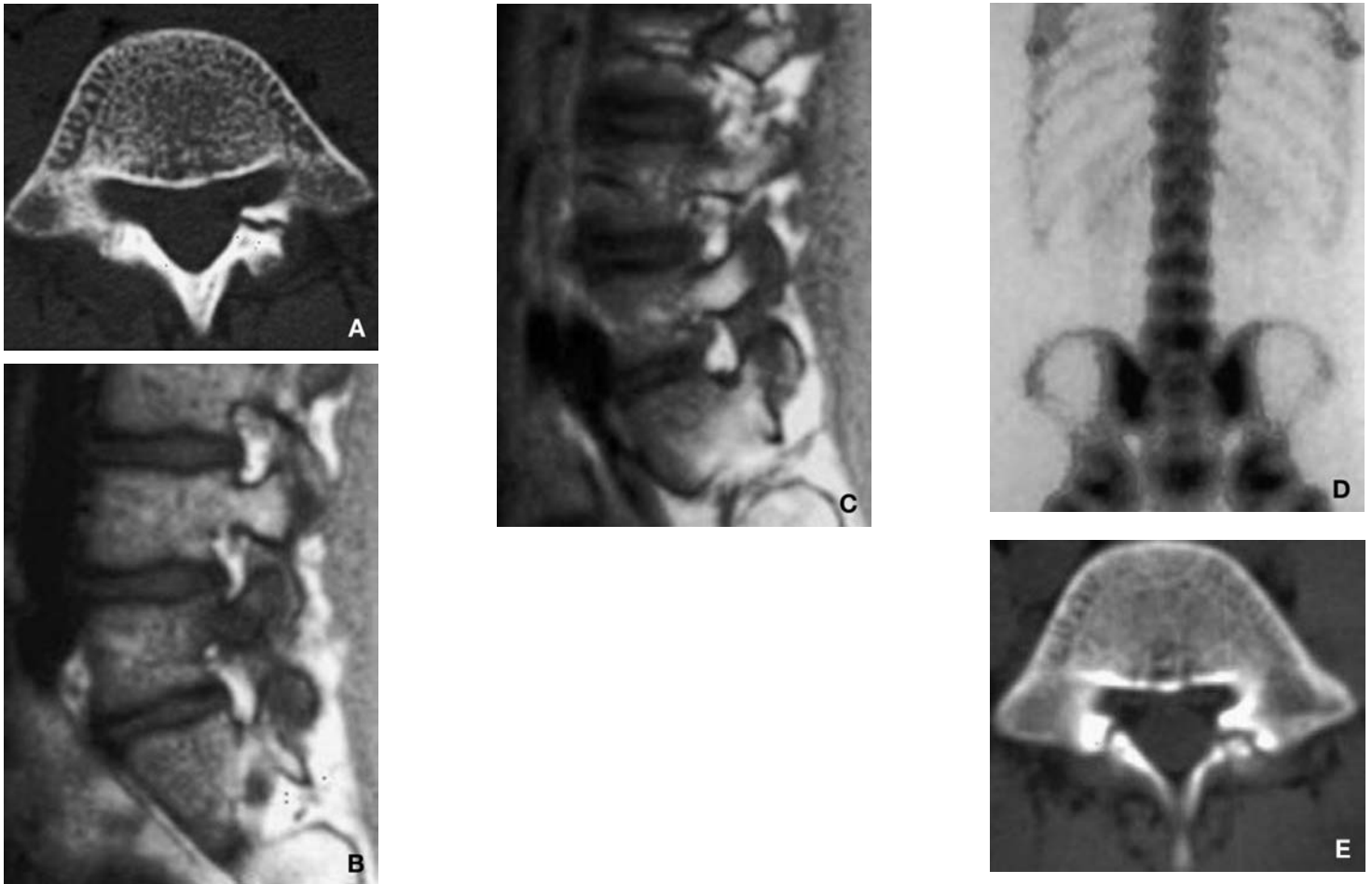


Figure 7. Lyse isthmique de L5 en deux temps.
A. Scanner initial : lyse à G.
B. Hyposignal en T1 sur le pédicule droit.
C. Hypersignal en T2 sur le pédicule droit.
D. Fixation en scintigraphie sur la partie droite de l'arc postérieur de L5.
E. Scanner final montrant la lyse droite de L5 qui s'est produite secondairement.

lombosacrées, formes évolutives fréquentes de ces lésions qui, étant congénitales, s'expriment dès la croissance : il y a, sur 46 patients, 20 spina bifida de l'arc postérieur de S1 (contre 6 % dans une population normale), un grand nombre d'anomalies des articulaires supérieures de S1 qui sont fuyantes et un allongement isthmique compliqué de lyse 32 fois. Sur une série personnelle de 15 cas opérés, nous avons noté un spina bifida une fois sur trois et une asymétrie d'orientation d'articulaires fuyantes 12 fois sur 15. Miyake [23] a bien étudié les articulaires L5-S1 chez des garçons immatures, porteurs d'une lyse isthmique et chez des garçons normaux du même âge : il a démontré qu'elles étaient moins profondes et plus coronales pendant l'évolution de la lyse ; pour l'auteur, cette anomalie est plus la cause que la conséquence de glissement et elle serait d'origine à la fois mécanique et vasculaire. Cette dysplasie postérieure facilite le glissement et surtout la bascule en cyphose et roulement (comme le dit Dandy [22]) avec, du fait des lois de croissance de Delpech, une déformation trapézoïdale du corps de L5 par hyperpression sur sa partie postérieure et déformation en dôme de la partie postérieure du sacrum qui ne reçoit pas de contre-appui provenant de la vertèbre L5 déplacée en avant ; cette dysplasie antérieure des corps de L5 et de S1 est donc secondaire (Fig. 8). Van Ooij [24] a bien étudié le remodelage du sacrum dans le cas de deux SPL dysplasiques greffés : dans un cas, il y a élargissement des foramen L5-S1 et dans l'autre, élargissement du canal central et plicature supérieure du sacrum entre S1 et S2.

■ Clinique (Fig. 9)

Dystocie

La dystocie est une complication rare du SPL à grand déplacement puisque la bascule du corps de L5 réduit le détroit supérieur. Il s'agit pourtant probablement du premier signe clinique en rapport avec un SPL, décrit par Herbiniaux [25] dès 1782.

Lombalgie basse

La lombalgie basse est le signe le plus fréquent, mais il est loin d'être toujours présent puisque une grande majorité des SPL est asymptomatique. Hensiger [26] décrit le lumbago aigu qui peut correspondre à la lyse récente ; il est aggravé en extension, non impulsif à la toux et peut évoquer un syndrome articulaire postérieur. Le test d'infiltration isthmique ou articulaire postérieur peut être proposé. La lombalgie peut devenir chronique avec douleur en barre, d'allure mécanique avec augmentation à l'effort professionnel ou sportif et amélioration par le repos. La lyse isthmique correspond à une zone de pseudarthrose avec présence très souvent d'une pseudomembrane au contact de la dure-mère et d'un tissu fibrocartilagineux qui, hypertrophié, devient le nodule de Gill.

De nombreuses études histologiques et histochimiques récentes ont bien montré le caractère très innervé de cette région remaniée, tout en sachant que les prélèvements ont été

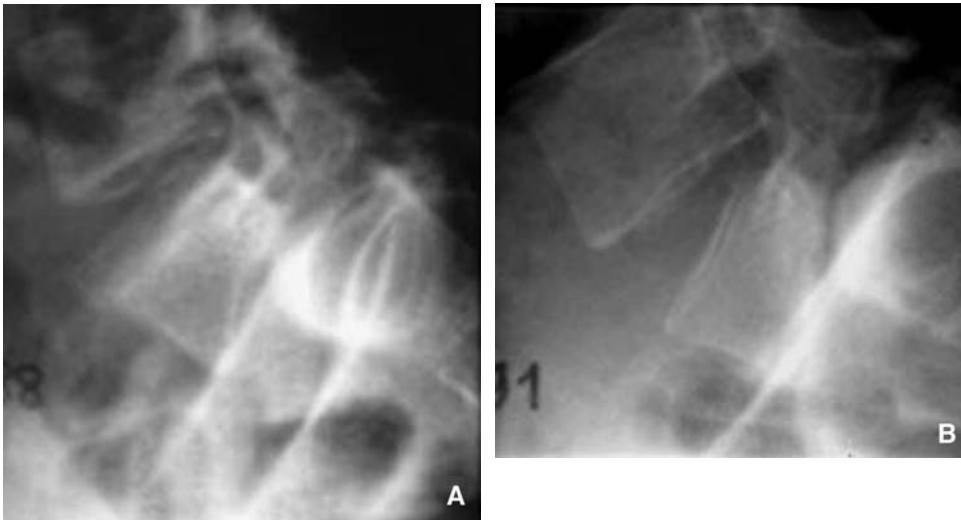


Figure 8. Évolution naturelle d'un spondylolisthésis dysplasique.

A. Cliché initial.

B. Cliché plus tardif : on note l'aggravation de la cyphose lombosacrée, l'élévation du dôme sacré et l'aggravation de la forme trapézoïdale de la vertèbre L5.



Figure 9. Aspect clinique d'un spondylolisthésis dysplasique symptomatique.

A. Vu de dos, on note l'attitude scoliotique.

B. Penché en avant, on note la raideur lombaire.

C. De profil, on note la flexion des genoux avec rétraction des ischiojambiers.

réalisés sur des patients symptomatiques. Nordstrom, [27] chez sept patients, retrouve des fibroblastes et des macrophages dans la zone de pseudarthrose, des neurofilaments, des fibres sympathiques postganglionnaires et de la substance P. Pour cet auteur, la lombalgie viendrait plus de l'étirement des tissus nerveux que d'une inflammation et le défaut d'information neurologique entraînerait la non-consolidation. Schneiderman, [28] sur six patients, retrouve des terminaisons libres ayant une fonction nociceptive. Enfin, Eisenstein, [29] sur huit patients, trouve une augmentation de substance P, de neuropeptide Y, de peptide C et de peptide vasoactif intestinal dans une structure qu'il appelle « ligamentaire ».

Tension des ischiojambiers

La tension des ischiojambiers s'observe plutôt dans les formes dysplasiques ; il existe un faux Lasègue et une séméiologie clinique évoquant à tort une irritation radiculaire.

Radiculalgies

Les radiculalgies constituent le deuxième signe, derrière la lombalgie : très souvent, *elles sont tronquées au genou*. S'il y a une lyse isthmique, c'est la racine L5 en cas de SPL, qui est comprimée dans le foramen intervertébral (FIV) L5-S1 alors que dans les formes dysplasiques pures, ce sont les racines S1, voire la queue de cheval, qui peuvent être comprimées dans le foramen vertébral ou canal rachidien central. La racine qui porte le même numéro que la vertèbre olisthésique (ou plutôt le ganglion spinal) peut être comprimée par le crochet isthmique, le nodule de Gill, exceptionnellement par le disque qui peut parfois être protrus. Poussa [30] a bien rappelé à ce sujet que la hernie discale se situait plutôt au-dessus du niveau olisthésique pour réaliser parfois un double *crush syndrome* par compression, par exemple pour la racine L5 par une hernie discale L4-L5 et

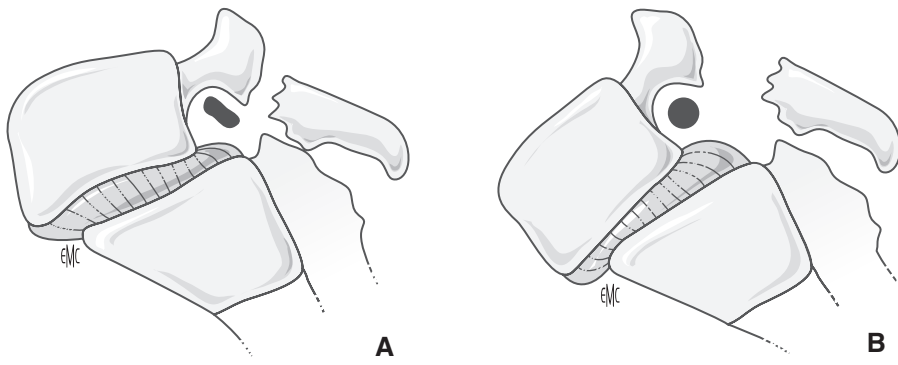


Figure 10. Compression radicaire dans le spondylolisthésis par lyse isthmique de L5.
A. Sous le crochet isthmique sur un spondylolisthésis à déplacement en extension.
B. Compression moindre sur un spondylolisthésis à déplacement en flexion.
C. Hernie discale L4-L5 associée pouvant entraîner un double *crush syndrome* de la racine L5.

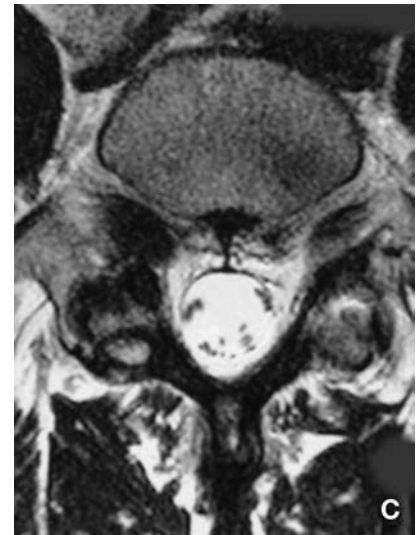


Figure 11. Compression unilatérale de la racine L5 dans un spondylolisthésis par lyse isthmique.
A. Radiographie de profil.
B. Sur le cliché de face ascendant, on note l'asymétrie avec fermeture du foramen intervertébral droit.
C. Confirmation de la compression de la racine L5 sur une coupe axiale en imagerie par résonance magnétique.

plus bas, par le crochet isthmique de L5 (Fig. 10). La compression dans le FIV s'aggrave si le glissement se fait plutôt en extension qu'en flexion et encore plus s'il y a discopathie asymétrique au niveau olisthésique avec foramen élargi d'un côté et réduit de l'autre. Les coupes axiales et parasagittales montrent l'asymétrie et parfois, un signe de MODIC 1 (hyposignal en T1, hypersignal en T2) sur les plateaux vertébraux encadrant le foramen sténosé (Fig. 11). Dans les formes dysplasiques sévères, les racines S1 sont plus souvent comprimées puisque les racines L5 glissent sous les isthmes allongés ; les racines sont tendues sur le dôme sacré ou le disque L5-S1. Très souvent, l'arc postérieur vient aussi appuyer sur le cul-de-sac dure-mérien (Fig. 12). Rappelons qu'un traumatisme sur ces formes dysplasiques avec allongement pur peut entraîner un syndrome de la queue de cheval grave. Enfin, dans notre série de 15 patients dysplasiques, il a été retrouvé trois cas de hernie discale compressive L5-S1 expliquant la radiculalgie S1 ; cela souligne la relative instabilité de ce segment L5-S1 qui n'est pas retrouvée dans les SPL par lyse.

On peut observer des radiculalgies sans compression évidente probablement par simple irritation accentuée par un phénomène inflammatoire.

Déformation en cyphose lombosacrée

Elle s'observe en cas de glissement de L5 et de verticalisation du sacrum signant la rétroversion du bassin ; il existe une plicature antérieure et l'impression que le tronc est encastré dans le bassin : le tronc est court, l'abdomen est proéminent, le galbe des fesses a disparu et, dans les formes les plus graves, les côtes sont au contact des crêtes iliaques. [31] Une hyperlordose de l'ensemble du tronc qui apparaît creux en région thoracique essaie de repositionner les conduits auditifs externes en arrière. Les hanches sont en hyperextension du fait de la rétroversion excessive, les genoux et parfois les chevilles sont fléchis.

Marche

Elle devient, dans ces formes graves, difficile ; elle se fait à petits pas, en rotation pelvienne à chaque pas, parfois sur la pointe des pieds. Meyer [32] a montré que la simple fusion in situ améliorerait les paramètres de la marche.

C'est dans les formes les plus graves dysplasiques déplacées telles que décrites par Dandy [22] que tous ces signes sont retrouvés puisque sur 46 jeunes patients, il trouve 42 lombalgies

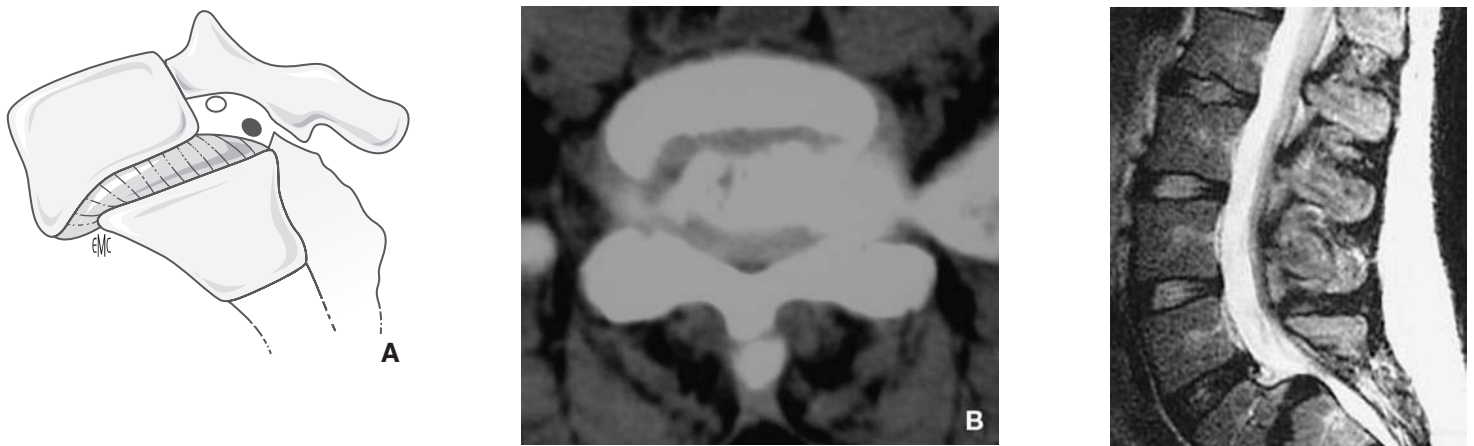


Figure 12. Compressions radiculaires dans les spondylolisthésis dysplasiques.
A. La racine L5 est protégée sous l'allongement alors que la racine S1 est plus exposée sur le dôme sacré.
B. Coupe axiale scanographique montrant le rétrécissement du canal central par effet coupe-cigare.
C. Coupe sagittale en imagerie par résonance magnétique confirmant la compression de la queue de cheval.

invalidantes, 12 raideurs sévères, 11 déformations en cyphose lombosacrée et 17 paresthésies et sciatiques avec deux incontinences, six troubles sensitifs et quatre troubles moteurs.

■ Radiologie et autres examens complémentaires

Bilan radiologique

Le bilan radiologique doit comprendre des clichés centrés sur la charnière lombosacrée, de face, profil et de trois quarts. De trois quarts, on recherche essentiellement une lyse isthmique avec l'image du petit chien de Lachapede décapité. De face, on note un éventuel spina bifida, une anomalie d'orientation des articulaires postérieures et, en cas de lyse unilatérale, la densification du pédicule du côté opposé à la lyse expliquée par le passage préférentiel des contraintes sur ce côté de l'arc postérieur puisqu'il y a interruption de l'arc postérieur du côté de la lyse (signe de Maldage [21]). La lyse bilatérale, difficile à reconnaître sur le cliché de face vrai, se voit mieux sur le cliché de face avec rayons ascendants. Les clichés sur grande cassette debout, de face, permettent de reconnaître une scoliose associée tandis que les clichés sur grande cassette de profil permettent d'évaluer l'équilibre sagittal ; nous reviendrons sur la scoliose associée et l'équilibre sagittal dans des chapitres spécifiques.

Les clichés dynamiques sont surtout réalisés de profil ; ils peuvent être réalisés en flexion-extension. Nous reverrons qu'il y a une différence de rapport entre L5 et le sacrum entre la position couchée et la position debout en charge. Luk [33] a comparé les clichés de 40 patients en position neutre, en flexion-extension, debout et couché et sur le dos ou sur le ventre, en traction. Les clichés sont plus péjoratifs en flexion debout et meilleurs en traction, à plat ventre.

Paramètres sur le cliché de profil ou sagittaux

Ils ont été bien décrits par Nazarian [34] (Fig. 13). Le déplacement de L5 sur S1 peut être classé selon les cinq stades de Meyerding : le plateau supérieur de S1 est divisé en quatre portions égales : on parle de stade 1 de glissement quand le mur postérieur de L5 se projette sur le premier quart et de stade 4 quand il se projette sur le dernier quart, le plus antérieur. Le stade 5 correspond à la spondyloptose où il n'y a aucun contact entre mur postérieur de L5 et plateau supérieur de S1. Le pourcentage de glissement sur S1 de Taillard [35] est égal au rapport de la zone découverte du plateau supérieur de S1 sur le plateau complet. Enfin, le pourcentage de glissement de Boxall [36] est égal au rapport de la zone découverte du plateau de S1 sur le diamètre antéropostérieur du corps de L5.

La rotation entre L5 et S1 correspond à une cyphose entre ces deux vertèbres : elle a une valeur pronostique plus importante que le glissement antéropostérieur. Cette cyphose peut être appréciée par l'angle de glissement de Boxall, [36] formé par le plateau inférieur de L5 et le plateau supérieur de S1 ou angle de Wiltse [37] entre la face antérieure de L5 et la face postérieure de S1. Nous donnons plus d'importance à l'angle lombosacré décrit par Dubouset [38] formé par le bord supérieur de L5 et le bord postérieur de S1. Normalement, cet angle doit être supérieur à 100° ; il y a cyphose sévère s'il est inférieur à 90°. Cet angle s'aggrave, donc diminue en position debout, augmente en position couchée sur le dos et augmente encore plus sur le dos avec un coussin sous le sacrum pour obtenir une hyperextension : il s'agit là de la meilleure position de réduction.

Les modifications morphologiques touchent le dôme sacré, le corps de L5 et le sacrum dans son ensemble. Le dôme sacré correspond à la partie arrondie du plateau supérieur de S1 qui se développe en hauteur selon la loi de Delpech car il ne reçoit pas, pendant la croissance, le contre-appui du plateau inférieur de L5 qui a glissé. Boxall [36] divise le plateau supérieur de S1 en trois portions égales d'avant en arrière ; le dôme convexe peut s'étendre plus ou moins en arrière. Wiltse [37] repère le sommet du dôme qui est projeté par une perpendiculaire sur le plateau supérieur et fait un rapport avec la longueur de ce plateau sacré.

Le corps vertébral de L5 dans les formes dysplasiques, les plus graves devient trapézoïdal pour les mêmes raisons d'anomalies de croissance ; la partie antérieure du corps recevant moins de contraintes que la postérieure va davantage grandir : l'indice de dysplasie de L5 de Taillard [35] est égal au rapport de la hauteur postérieure de L5 sur la hauteur antérieure.

La forme du sacrum plus ou moins concave en avant a été bien étudiée par Abitbol [39] qui décrit l'angle de courbe sacrée entre la droite suivant le mur antérieur de S1 et celle suivant le mur antérieur de S5. L'angle sacrococcygien est tracé entre une première droite perpendiculaire au plateau supérieur de S1 et une seconde droite perpendiculaire au plateau de la 5^e pièce sacrée (Marty [40]). Sa valeur moyenne est de 89°.

Spondylolisthésis et équilibre sagittal

Le spondylolisthésis ne peut plus être considéré à l'heure actuelle comme une lésion isolée de la vertèbre qui s'est déplacée. Il faut l'intégrer dans l'équilibre général de profil où on prendra en compte la position du sacrum et donc, de l'anneau pelvien, véritable « vertèbre pelvienne » d'après Dubouset. Depuis les travaux de Duval Beaupère rappelés par Legaye, [41] on dispose d'angles qui permettent de déterminer la forme du bassin et son orientation. L'incidence pelvienne est un angle morphologique formé par une première droite reliant le centre des têtes de fémur et le milieu du plateau sacré de S1 et

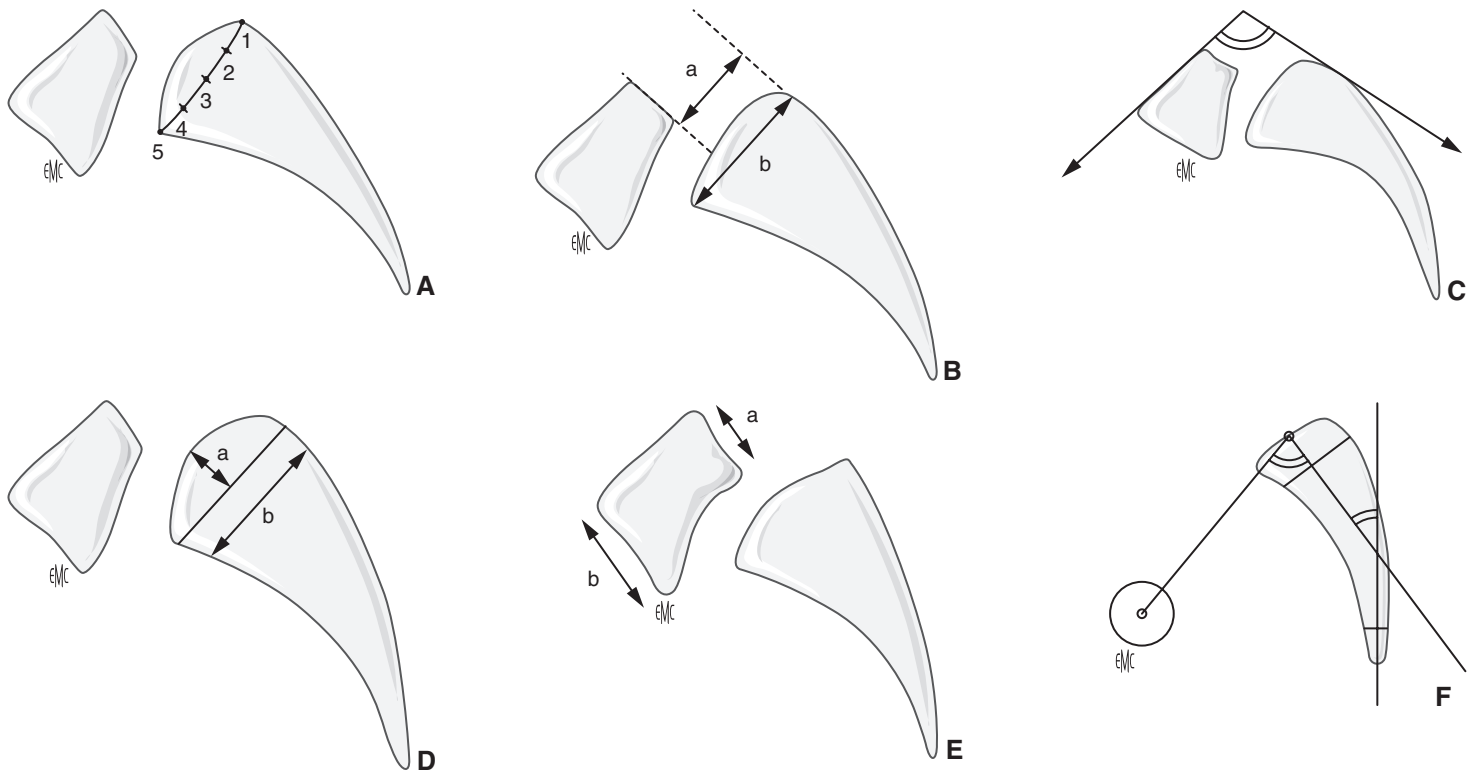
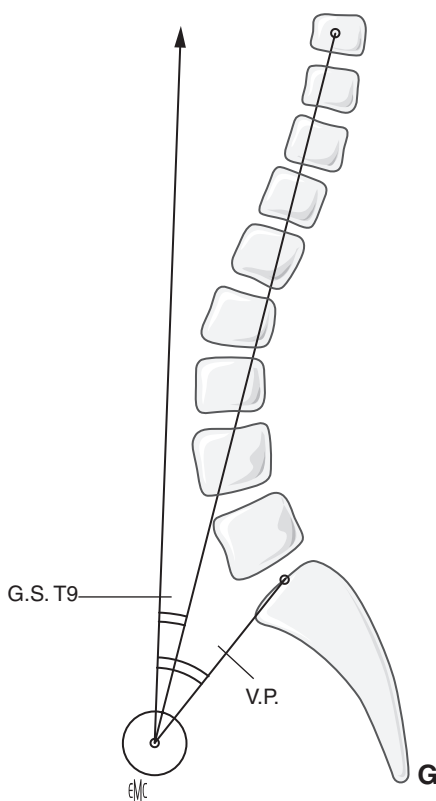


Figure 13. Bilan radiologique de profil.

- A.** Stades de Meyerding.
- B.** Pourcentage de glissement de S1 de Taillard.
- C.** Angle lombosacré de Dubousset.
- D.** Évaluation du dôme sacré selon Boxall.
- E.** Indice de dysplasie de L5 de Taillard.
- F.** Incidence pelvienne/angle sacrococcygien.
- G.** Version pelvienne/gîte sagittale en T9.



une seconde droite perpendiculaire au plateau de S1 : cet angle est de $51,4^\circ$ en moyenne dans une population d'adultes jeunes et sains : il augmente pendant la croissance, mais sa valeur est fixée dès l'acquisition de la marche. [42] À une forte incidence sont corrélées le plus souvent une forte lordose lombaire et une forte cyphose thoracique. [41] L'angle de version pelvienne est un angle positionnel formé par la verticale abaissée sur les têtes de fémur et une droite reliant centre des têtes de fémur et milieu du plateau sacré. Cet angle est de 12° en moyenne. Il va augmenter si le bassin se rétroverse, c'est-à-dire si le sacrum se verticalise, donc si la pente sacrée diminue. Il faut rappeler d'ailleurs ici que version pelvienne et pente sacrée ne peuvent

évoluer que de façon inverse puisque leur somme correspond à une valeur constante qui est celle de l'incidence pelvienne. Dans la rétroversion pelvienne, parallèlement à la verticalisation du sacrum, il y a projection vers l'avant des têtes fémorales. Le troisième angle qui est, lui aussi, positionnel, comme la version pelvienne, est l'angle de gîte sagittale en T9, T9 étant considéré comme le centre de gravité du corps en barycentrométrie d'après Duval Beaupère. Cet angle se mesure entre la verticale abaissée sur les têtes de fémur et la droite reliant têtes de fémur et milieu du corps de T9 ; il est assez constant, à 11° en moyenne, et varie peu, tout au moins dans les déséquilibres antérieurs modérés.

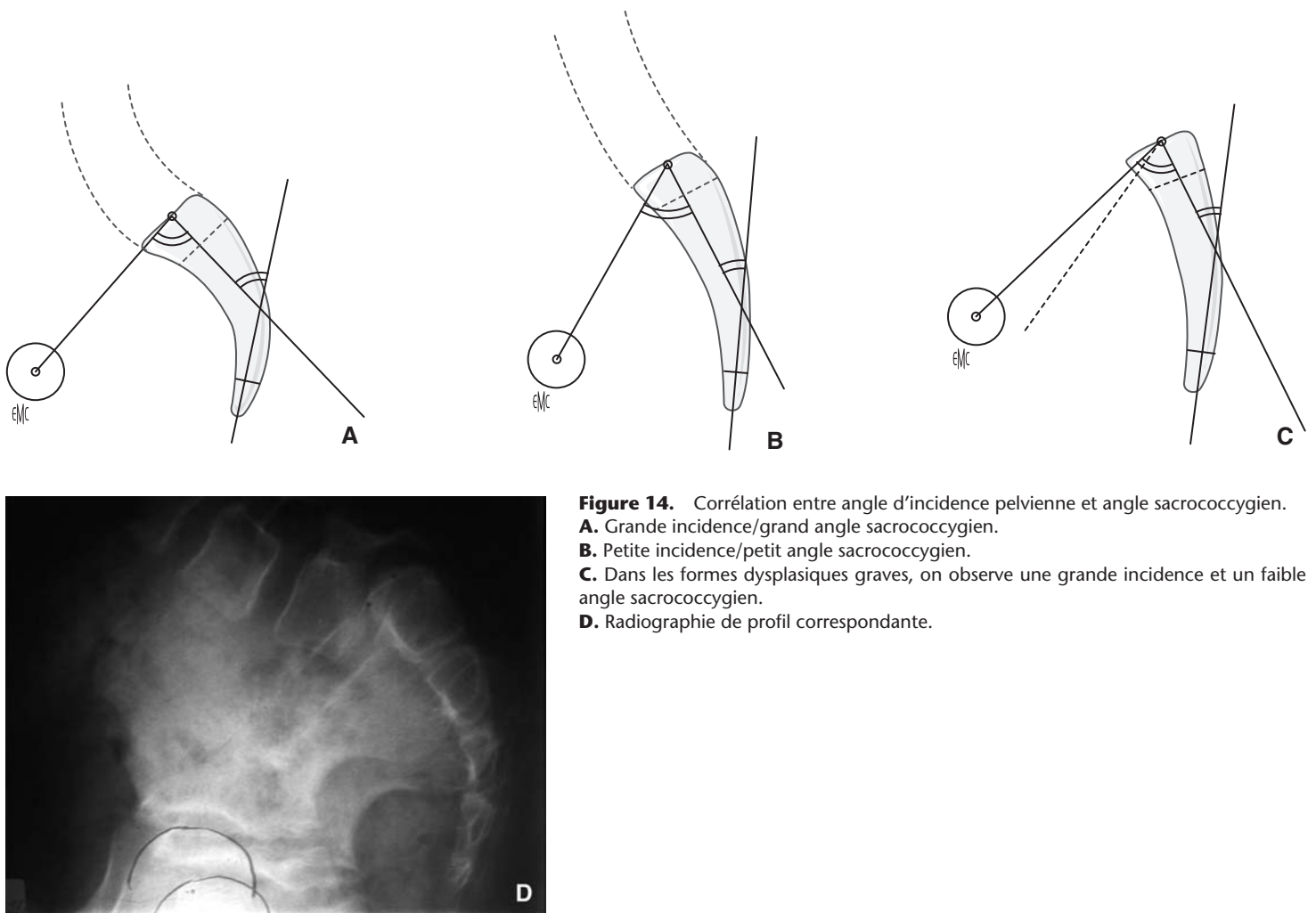


Figure 14. Corrélation entre angle d'incidence pelvienne et angle sacrococcygien.
A. Grande incidence/grand angle sacrococcygien.
B. Petite incidence/petit angle sacrococcygien.
C. Dans les formes dysplasiques graves, on observe une grande incidence et un faible angle sacrococcygien.
D. Radiographie de profil correspondante.

Équilibre sagittal dans les spondylolisthésis par lyse isthmique

Avant même l'utilisation de ces mesures, beaucoup d'auteurs comme Marnay, [43] Roy Camille [44] avaient remarqué que les porteurs de lyse isthmique avaient une lordose lombaire plus importante que la normale et s'intégraient dans le type dynamique de Delmas avec de fortes courbures rachidiennes. Par la suite, la plupart des auteurs mesurant l'incidence pelvienne dans les lyses isthmiques ont noté la prédominance des grandes incidences. [42, 45, 46] Cette grande incidence, corrélée à une grande lordose lombaire, accentue les contraintes en cisaillement : c'est encore une fois la rançon de la bipédie.

Si le glissement fait suite à la lyse, il y aura le plus souvent tendance à une bascule en cyphose de L5 sur S1 dans le plan sagittal avec, d'un côté, inclinaison vers le bas du corps de L5 et de l'autre, verticalisation de S1 donc, rétroversion du bassin : ce phénomène est secondaire et a pu être analysé comme le couple charnière par Marnay, [43] rapport entre D1 distance reliant le centre de S2 et le point abaissé sur l'horizontale à partir du milieu du disque L5-S1 et D2, distance entre ce même centre du disque L5-S1 et la projection sur l'horizontale des têtes de fémur. Le bassin est antéversé si le couple est supérieur à 1 ; il est rétroversé si le couple est inférieur à 0,8. Schwab et Farcy [47] décrivent l'indice sagittal de version pelvienne où le milieu du disque L5-S1 est remplacé par le milieu du corps L5, ce qui évite les erreurs dues à la déformation du plateau de S1 qui pose d'ailleurs un réel problème dans toutes ces mesures radiologiques de spondylolisthésis évolués.

Dans cette bascule du bassin en rétroversion, qui est là finalement pour maintenir un équilibre visant à ramener le centre de l'extrémité céphalique (conduit auditif externe) à

l'aplomb des têtes fémorales, la participation des muscles n'est pas négligeable. La rétroversion va entraîner une diminution de la contraction des grands fessiers et est fixée par une rétraction des ischiojambiers.

Équilibre sagittal dans les spondylolisthésis dysplasiques

Sur une série de 15 SPL dysplasiques, nous avons noté une incidence très élevée (78° contre $51,4^\circ$) et un angle sacrococcygien faible à 58° , alors qu'il devait être de 89° pour l'incidence forte notée. Tout se passe comme s'il y avait anomalie dans la croissance du bassin avec un anneau pelvien qui est trop large pour un sacrum trop vertical : cela entraîne un déport des têtes fémorales très en avant du corps de L5 et donc une obligation de bascule du tronc en avant en ptose (Fig. 14). Antoniadis [48] a bien étudié la forme du sacrum dans 45 cas de spondylolisthésis dans les formes dysplasiques les plus graves, il a reconnu une cyphose lombosacrée et aussi une cyphose S1-S2, comme une plicature de la partie haute du sacrum.

Tomodensitométrie

La tomodensitométrie donne de bons renseignements grâce aux coupes natives et aux reconstructions qui peuvent se faire dans les trois plans (Fig. 15). Pour reconnaître la lyse, il faut faire des coupes dans l'axe de l'isthme, c'est-à-dire faisant pratiquement 60° avec des coupes discales classiques. Cet examen est très intéressant pour analyser les anomalies de l'arc postérieur des formes dysplasiques. En cas de glissement, les limites des forams intervertébraux sont bien reconnues, notamment dans le plan sagittal.

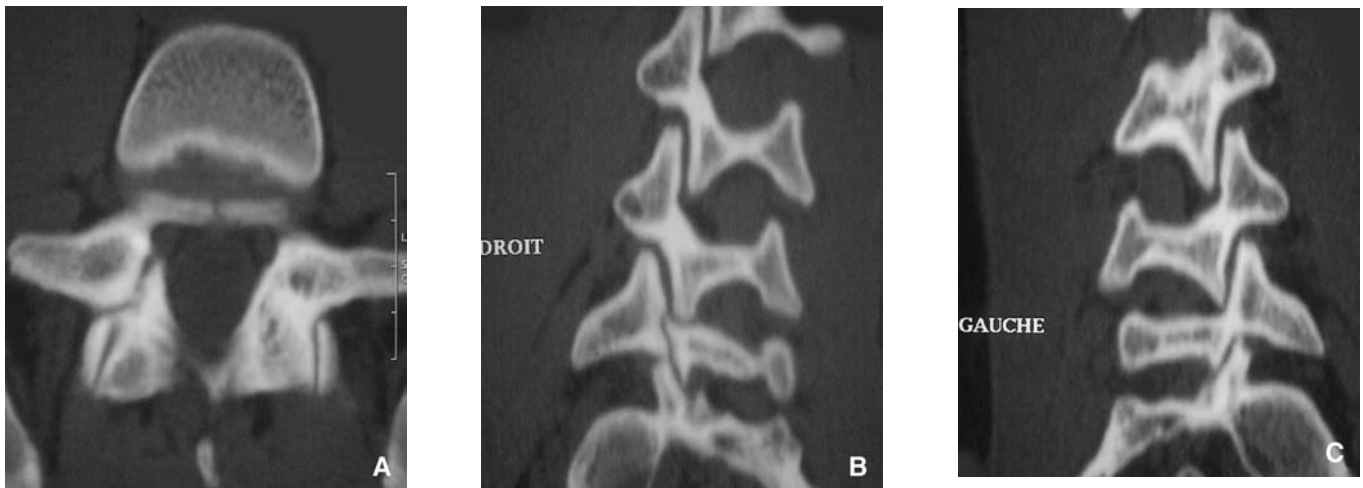


Figure 15. Tomodensitométrie dans une lyse isthmique de L5 droite.

A. Coupe axiale.

B. Reconstruction de trois quarts droite.

C. Reconstruction de trois quarts gauche.

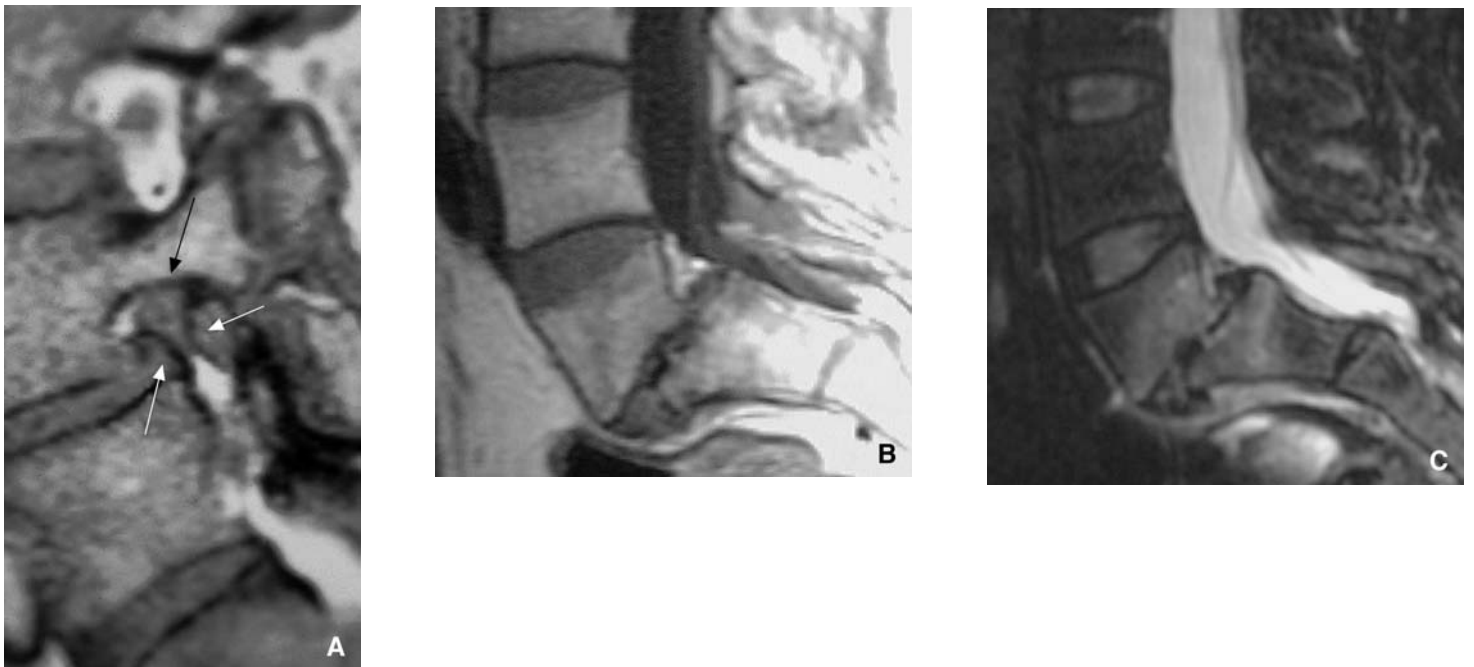


Figure 16. Imagerie par résonance magnétique (IRM) et spondylolisthésis par lyse isthmique.

A. Compression sur une coupe sagittale par le crochet isthmique, le nodule de Gill et une protrusion discale (rare).

B. Image de discopathie inflammatoire type MODIC 1 en séquence T1 sur un autre patient.

C. Même patient en séquence T2.

Imagerie par résonance magnétique

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est un examen de choix qui a l'avantage d'évaluer au mieux l'état des disques de la région, des plateaux vertébraux avoisinants et surtout des forams intervertébraux où il peut exister une compression (Fig. 16). Il minore souvent le déplacement dans le plan sagittal par rapport aux radiographies simples car l'examen se fait en position allongée qui réduit le glissement.

L'appréciation de l'hydratation du disque au niveau d'une lyse est importante : si ce disque est bien hydraté, une reconstruction isthmique dans les formes douloureuses chroniques est réalisable. En cas d'arthrodèse pour SPL vrai, une altération du signal du disque sus-jacent fait prolonger l'arthrodèse vers le haut.

À la phase de lyse précoce, l'IRM permet de reconnaître, au niveau de l'arc postérieur, des images de signal inflammatoire avec hyposignal en T1, [54] qui, quand elles sont unilatérales, ont une allure pseudotumorale et ont fait craindre, à tort, un ostéome ostéoïde, voire un ostéoblastome [55] (Fig. 7B et 7C).

En cas de déplacement asymétrique, on peut observer sur les plateaux vertébraux, du côté du pincement, des signaux inflammatoires de type MODIC 1, très souvent associés à une radiculalgie homolatérale correspondant à la compression de la racine dans le FIV. Un signal de MODIC 1 sur l'ensemble des plateaux encadrant le disque osthésique est corrélé à des lombalgies invalidantes.

Enfin, l'étude du FIV dans les trois plans conventionnels est essentielle pour reconnaître une éventuelle compression radiculaire. [56] L'avenir est dans les machines ouvertes qui permettent une évaluation dynamique, notamment en charge de ces forams. [57]

Autres examens

La saccoradiculographie couplée ou non au scanner a peu d'intérêt puisque la dure-mère s'interrompt au ganglion spinal : cet examen explore donc mal la région du foramen intervertébral.

La neurographie, qui consiste à ponctionner la gaine nerveuse dans les foramen et à l'opacifier, peut être réalisée sous contrôle d'amplificateur de brillance ou mieux, sous tomodynamométrie. En fait, plus qu'un test d'imagerie, il s'agit d'un test de reproduction de la douleur et aussi, d'un test thérapeutique avec injection d'anesthésique local et d'anti-inflammatoire. [53]

La discographie peut explorer le disque olisthésique et aussi le disque sus-jacent avant une arthrodèse : s'il est symptomatique à l'injection, il est ponté par l'arthrodèse. En réalité, cet examen perd de l'importance devant l'IRM.

La scintigraphie au technétium est proposée pour reconnaître une lyse récente devant l'hyperfixation, pour éventuellement surveiller l'évolution de cette lyse et pour éliminer d'autres diagnostics (Fig. 4B et 7D).

L'exploration électrique des nerfs des membres inférieurs n'est indiquée qu'en cas de sciatique mal étiquetée. Elle comprend électromyogramme, en règle normal, étude des potentiels évoqués somesthésiques et surtout, étude des potentiels sensitifs périphériques qui sont spécifiquement altérés dans les lésions foraminales observées dans ces pathologies par lyse. [58]

■ Situations anatomiques particulières

L'association SPL et scoliose peut avoir trois causes : [34, 49, 50]

- dans les SPL symptomatiques avec lombalgie sévère ou sciatique, la contracture musculaire peut entraîner presque plus une attitude scoliotique qu'une vraie scoliose ;
- la scoliose dite olisthésique ou spondylosciose est due à un glissement asymétrique entraînant une colonne lombaire qui doit se rééquilibrer. Cette situation s'observe autant dans les SPL par lyse isthmique que dysplasique. Le traitement chirurgical du SPL règle en général le problème de la scoliose (Fig. 17C, 17D) ;
- le SPL s'accompagne d'une scoliose idiopathique sus-jacente, la vertèbre limite inférieure de la scoliose étant très au-dessus du SPL ; il s'agit de deux lésions fréquemment associées mais indépendantes, à traiter séparément.

L'ensemble de ces trois situations s'observe dans 16 % pour Louis, [17] jusqu'à 60 % pour Boxall. [36]

Le niveau de la lyse isthmique peut se situer au-dessus de L5 et globalement, plus la lyse est haute au niveau lombaire, plus elle est rare. La lyse en L4 s'observe dans 7 à 10 % des cas ; elle toucherait plutôt des jeunes hommes adultes et est associée à une anomalie de charnière une fois sur quatre. [34] Pour Hensinger, [26] la lyse de L4 est plus symptomatique que celle de L5. Pour Grobler, [51] le risque de glissement en cas de lyse de L4 est plus important car cette vertèbre n'est pas amarrée au socle pelvien par le ligament iliolumbaire comme L5. Ce risque de glissement est applicable aux vertèbres de L5 faiblement encadrées dans le bassin. Des lyses multiples et hautes L1, L2 et L3 ont été décrites par Lowe [52] : elles sont exceptionnelles.

■ Évolution naturelle (avant traitement)

Études longitudinales

Deux études longitudinales peuvent être ici rappelées, mais elles distinguent mal les SPL par lyse et les SPL dysplasiques. Sarate [59] a suivi 255 patients sur 9 ans : les facteurs de risques de lombalgie sont le glissement supérieur à 25 %, l'indice lombaire bas et la dégénérescence discale précoce. Danielson [60] a suivi 311 patients sur 3, 8 ans : le glissement est corrélé à l'angle de glissement, à l'angle lombosacré, à l'index lombaire et à la dégénérescence discale. Sont classiquement de pronostic défavorable le jeune âge, le sexe féminin, le glissement, l'angle de glissement importants et l'index lombaire bas.

En réalité, l'évolution est très différente dans les spondylolisthésis lytiques qui peuvent s'aggraver essentiellement à l'âge adulte par pincement discal, et les spondylolisthésis dysplasiques où le risque d'aggravation est beaucoup plus important pendant la croissance.

Évolution dans les formes lytiques vers le glissement

Floman [61] a suivi 18 patients porteurs de SPL par lyse sur 30 ans et a observé un glissement qui augmente de 15 % sur une période de 2 à 20 ans par insuffisance discale. Rossi [18] estime que seulement un tiers des lyses isthmiques observées en pratique sportive évoluent vers le SPL, uniquement par insuffisance du disque, seul élément de stabilisation puisque le système articulaire postérieur est court-circuité par la lyse : le « verrou » discal saute et permet le listhésis (Fig. 18).

Muschik [62] a suivi 84 compétiteurs sportifs qui n'ont pas interrompu leur activité malgré la présence de lyse isthmique : il n'a que 10 aggravations du glissement n'ayant pas toujours nécessité d'interruption de l'activité sportive. Taillard [35] a pensé qu'un facteur macrotraumatique pouvait aggraver le glissement. Enfin Ohmori [63] estime que le risque de glissement est plus faible si les transverses de la vertèbre olisthésique sont larges, ce qui correspond à la présence d'un ligament iliolumbaire plus épais : cette idée correspond au risque de glissement pour les lyses de L4 et a fortiori pour les lyses plus hautes que nous avons décrites précédemment (Fig. 19).

L'évolution finale se fait vers la fusion complète des deux plateaux vertébraux encadrant le disque qui s'est totalement pincé : cette fusion est associée le plus souvent à une indolence totale (Fig. 20).

Évolution dans les formes dysplasiques

Elle se fait dans le sens du glissement, mais surtout dans celui de la cyphose lombosacrée avec diminution de l'angle lombosacré, verticalisation du sacrum et donc rétroversion du bassin bien reconnue par Jackson. [64] Il y a rupture d'équilibre avec un tronc qui s'encastre dans le bassin et est projeté vers l'avant ; il en résulte une hyperlordose lombaire qui peut s'étendre en région thoracique pour donner un véritable dos plat, voire creux : l'axe de la tête, grâce à ce phénomène « d'hyperextension » globale du tronc s'aligne sur les têtes de fémur.

Ce sont ces formes graves s'exprimant tôt pendant la croissance qui conduisent aux ptoses. Curylo, [65] sur une série de 53 ptoses, note une incidence forte (76° en moyenne), une dysplasie de l'arc postérieur, probable élément initiateur dans 61 %, une dysplasie antérieure secondaire sur vertèbre L5 trapézoïdale et plateau de S1 déformé en dôme ; nous rappelons que, dans notre expérience dans ces formes dysplasiques graves, le sacrum est anormalement plat (angle sacrococcygien faible), ce qui diminue le bras de levier postérieur et accroît le déséquilibre antérieur.

■ Prise en charge thérapeutique

Dans la majorité des cas, un traitement conservateur reste efficace et suffisant. Le traitement chirurgical concerne environ 10 à 20 % des patients uniquement [66] et trouve sa place après l'échec d'un traitement médical ou bien en présence de troubles neurologiques moteurs.

Traitement conservateur

Il concerne la majorité des cas de SPL de l'adolescent et de d'adulte en cas de lombalgie ou de lomboradiculalgie non déficitaire. Selon l'ancienneté de la symptomatologie, le traitement sera différent.

Lombalgie aiguë

Elle traduit le plus souvent une fracture isthmique lors d'un épisode traumatique plus ou moins violent ou faisant suite à des microtraumatismes répétés chez un adolescent.

Dans la fracture isthmique récente, il s'agit le plus souvent d'un épisode inaugural survenant chez un adolescent, suite à un traumatisme en hyperextension. Une fois le diagnostic radiologique confirmé (clichés standards et de trois quarts ainsi

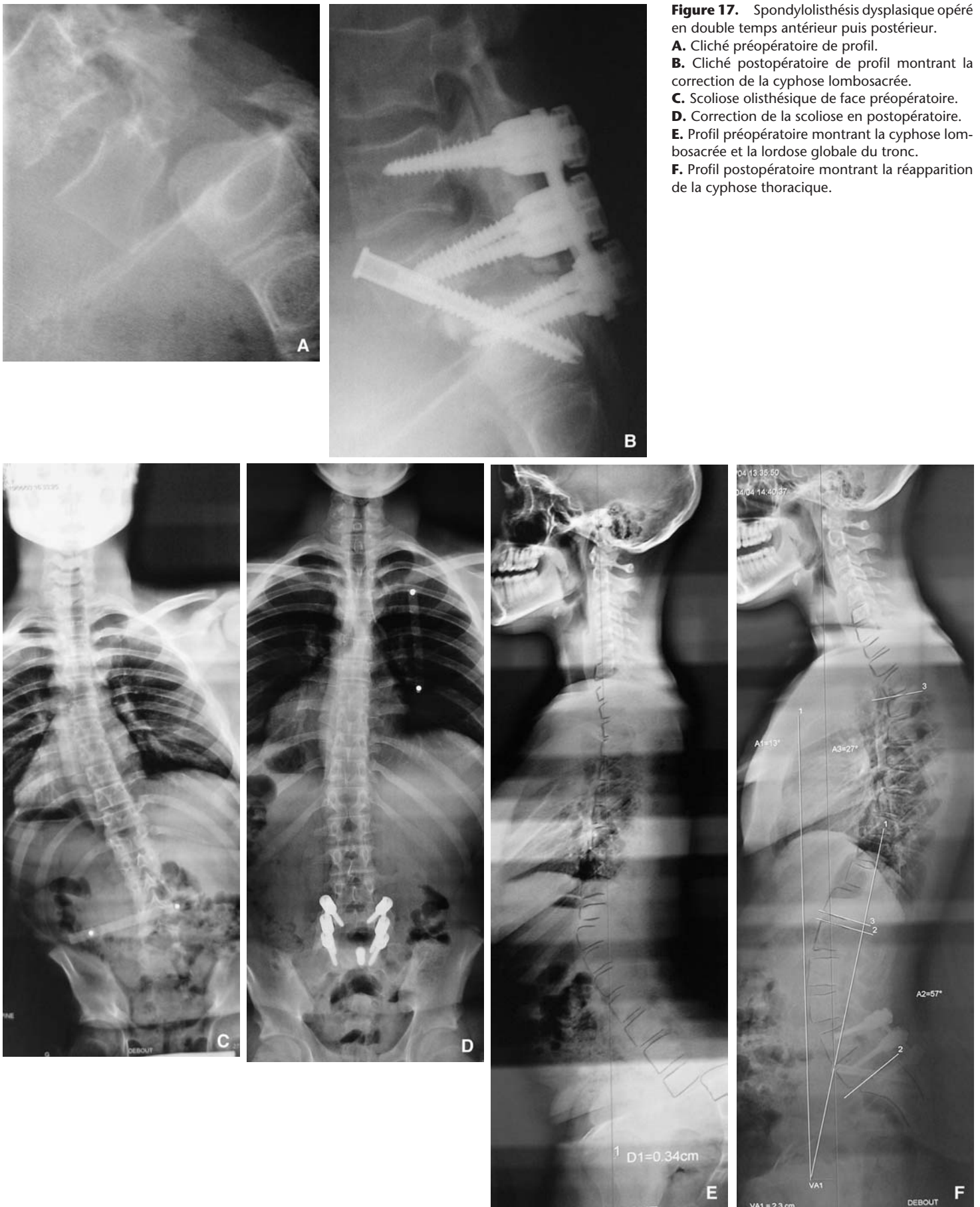


Figure 17. Spondylolisthésis dysplasique opéré en double temps antérieur puis postérieur.

- A.** Cliché préopératoire de profil.
- B.** Cliché postopératoire de profil montrant la correction de la cyphose lombosacrée.
- C.** Scoliose olisthésique de face préopératoire.
- D.** Correction de la scoliose en postopératoire.
- E.** Profil préopératoire montrant la cyphose lombosacrée et la lordose globale du tronc.
- F.** Profil postopératoire montrant la réapparition de la cyphose thoracique.

que scintigraphie qui signe le caractère récent de la lésion isthmique) un traitement orthopédique peut être proposé. On cherche une consolidation osseuse du foyer de fracture par une immobilisation adéquate avec un plâtre hémiculotte (ou

bermuda) en prenant d'un côté la cuisse durant 2-3 mois (du côté de la lyse isthmique si elle est unilatérale). Cette immobilisation a pour but de neutraliser les mouvements de la charnière lombosacrée notamment en position assise. On y

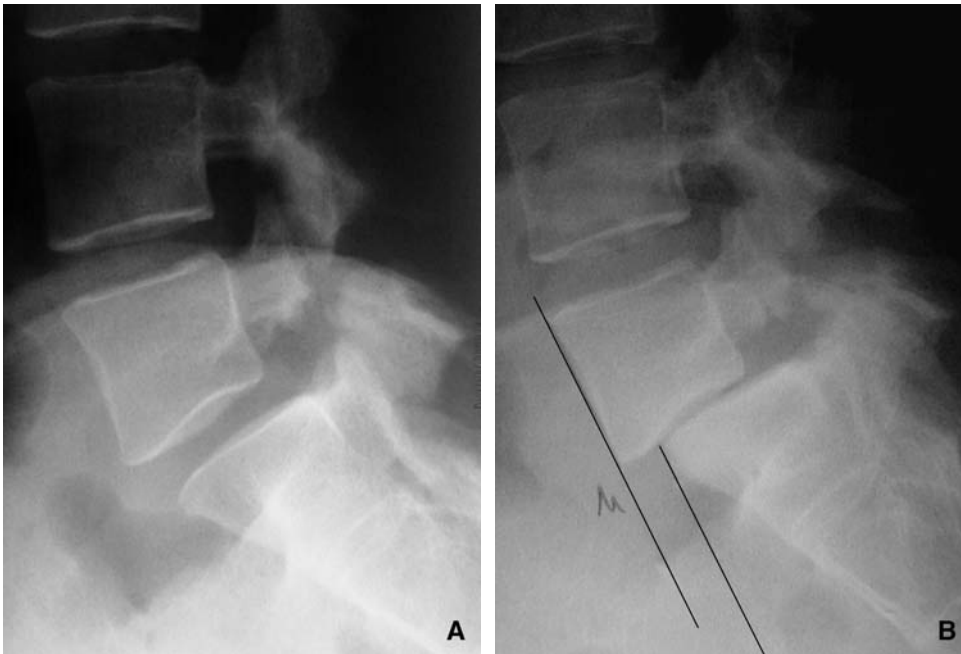


Figure 18. Évolution naturelle d'un spondylolisthésis par lyse de L5. Les deux clichés A et B sont pris à 5 ans de distance : le pincement discal est corrélé au glissement.

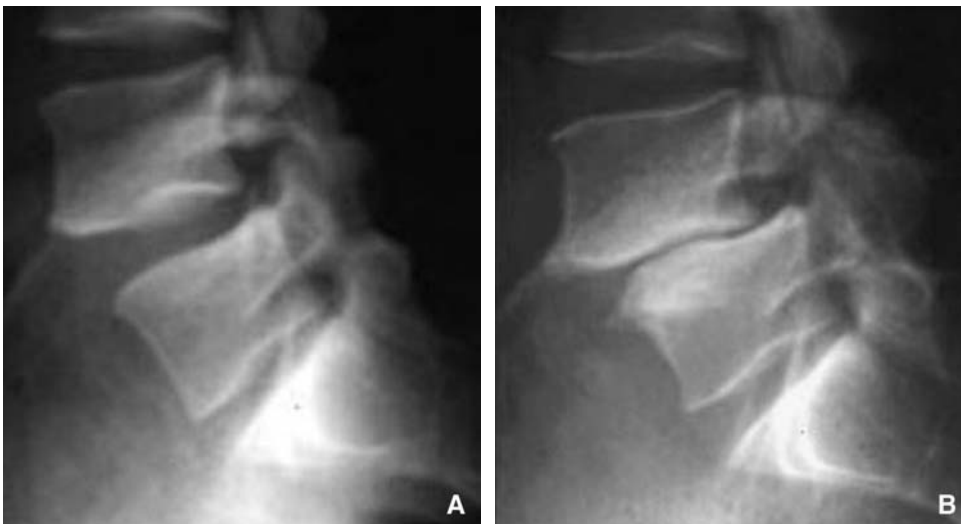


Figure 19. Évolution naturelle d'un spondylolisthésis par lyse de L4.
A. Cliché initial.
B. Cliché final.

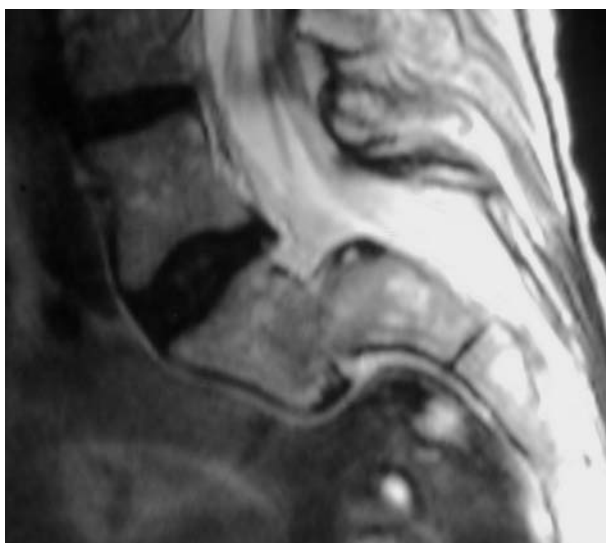


Figure 20. Évolution naturelle et finale vers la fusion L5-S1.

associe du repos et des médicaments usuels (antalgiques simples et anti-inflammatoires non stéroïdiens). Les activités sportives ne sont reprises qu'après 4 mois et en l'absence de

toute symptomatologie douloureuse. La consolidation osseuse peut être obtenue mais ce n'est pas la règle (Fig. 21).

Steiner [67] propose une immobilisation par un corset de Boston modifié (délordosant et qui descend très bas en arrière et latéralement mais qui n'a pas de prise sur la cuisse) durant 6 mois, et obtient 79 % de bons et très bons résultats. Fujii [68] a récemment étudié 134 jeunes patients porteurs de lyse isthmique traités orthopédiquement et contrôlés en tomodensitométrie. La consolidation s'observe plus régulièrement si la lyse est récente (espace lytique fin en tomodensitométrie) et si elle touche L4 plutôt que L5.

Dans la fracture isthmique ancienne, un nouveau traumatisme peut être à l'origine d'un épisode douloureux. Il serait alors illusoire de chercher à obtenir une consolidation osseuse par une contention externe. On propose un traitement symptomatique associant repos, avec simple ceinture lombaire, antalgiques simples, anti-inflammatoires non stéroïdiens et physiothérapie.

Lombalgie chronique

Le traitement symptomatique est souvent efficace dans les cas de lombalgie chronique. Cependant, en cas de non-réponse au traitement conservateur, le recours à la solution chirurgicale peut s'avérer intéressant (cf. infra).

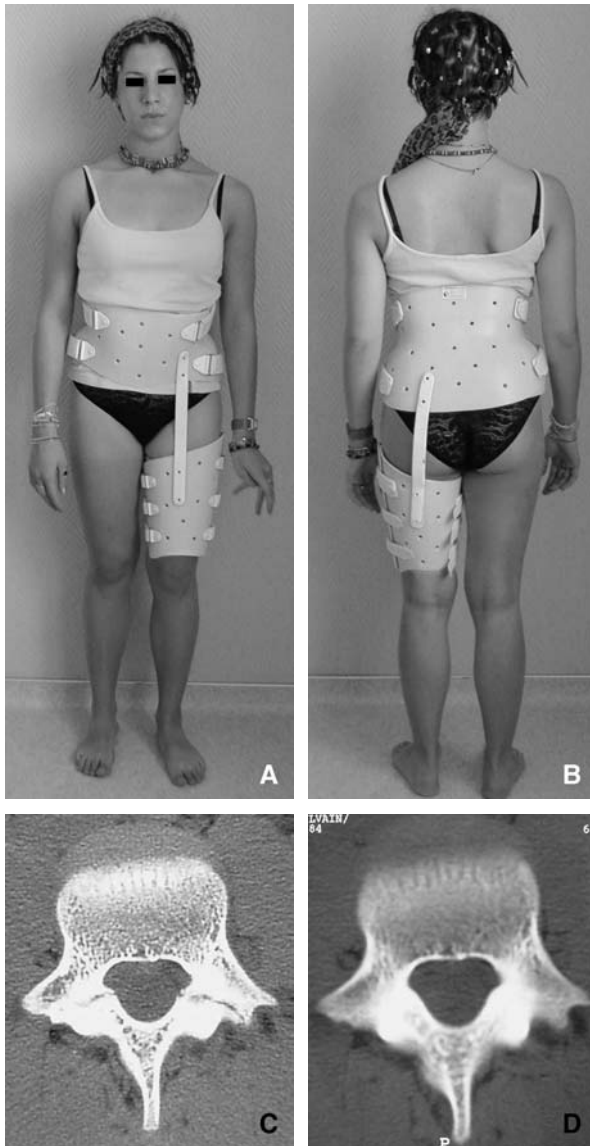


Figure 21. Corset-bermuda empêchant la position assise basse (et donc les mouvements de la charnière lombosacrée) utilisé pour le traitement orthopédique d'une lyse récente ou en postopératoire en cas de réduction-arthrodèse.

- A.** Face.
- B.** Dos.
- C.** Consolidation d'une lyse bilatérale obtenue par traitement orthopédique : scanner initial.
- D.** Scanner à 1 an.

Patient asymptomatique

Si le diagnostic est fait sur des clichés radiologiques de manière fortuite, alors le patient doit recevoir une information précise sur le caractère a priori bénin de sa pathologie. Aucune restriction physique ou sportive ne peut lui être imposée. Seul le cas particulier d'adolescents pratiquant des sports en extension (gymnastique, équitation, danse) et à haut niveau est à prendre en considération. Il s'agit de prévenir une aggravation des lésions existantes par des contraintes en hyperextension chez ces patients. Une lyse isthmique isolée à faible déplacement (stade 0, 1 et 2 de Meyerding) chez un jeune athlète asymptomatique bénéficie d'une simple surveillance clinique et radiologique régulière (tous les 6 à 12 mois) ainsi que d'un renforcement musculaire spécifique de la ceinture pelvienne. La présence d'un glissement plus important (stade 3, 4, voire la spondyloptose), avant la fin de la maturité osseuse, contre-indique la pratique des sports de contact ou en hyperextension, à haut niveau. Même si Muschik [62] ne préconise pas une

diminution ou interdiction des activités sportives chez les athlètes de haut niveau avec un SPL, les résultats de sa propre série montrent une aggravation du glissement (de 10,5 % en moyenne) dans 43 % des cas. Les activités physiques et professionnelles doivent être adaptées et le port de charges lourdes reste prohibé.

Traitement chirurgical

Reconstruction isthmique

La fracture isthmique ancienne se comporte comme une pseudarthrose. Il s'agit alors de réaliser un avivement des berges de l'isthme en retirant le tissu fibreux et cartilagineux, puis d'y apposer une greffe osseuse autologue. La résection de la pointe de l'articulaire inférieure de L4 permet d'éliminer une des causes de conflit local avec l'isthme de L5. C'est Kimura [69] le premier qui décrit cette intervention en 1968. Depuis, de nombreux auteurs ont modifié la technique et différents systèmes d'ostéosynthèse comme la vis de Buck [70] ou la vis-crochet de Morscher [71] sont les plus utilisés : ce dernier système permet une mise en compression de la greffe osseuse. Le matériel est retiré après 12 mois (Fig. 22). Cette intervention n'a pas de retentissement sur le segment mobile L5-S1 et permet une mobilité discale normale après l'ablation du matériel.

Cela suppose qu'elle soit proposée aux patients ayant peu ou pas de déplacement avec un disque L5-S1 d'aspect normal à l'IRM tant sur le plan de sa hauteur que de son hydratation.

En cas de doute sur l'origine organique de la douleur, certains praticiens réalisent une infiltration (aux corticostéroïdes) de l'isthme sous contrôle scopique. Le déclenchement de la douleur au moment de l'injection, puis la sédation partielle ou complète sont des signes évocateurs et permettent de confirmer le diagnostic (Fig. 23). Le traitement chirurgical donne 91 % de bons résultats cliniques et 87 % de fusion dans le groupe de patients avec le test d'infiltration positif. [72] Quant aux SPL de l'adulte, la reconstruction isthmique isolée donne un taux de pseudarthrose plus important (de 35 % chez les patients de plus de 20 ans) par rapport aux patients de moins de 20 ans (8,6 %). [73]

Un glissement important (SPL grade 2 de Meyerding ou plus), une discopathie L5-S1 à l'IRM, une déformation en dôme du plateau de S1 et des troubles neurologiques contre-indiquent la reconstruction isthmique et nécessitent le plus souvent une fusion associée ou non à une décompression.

Décompression postérieure

Elle est indiquée chaque fois qu'il existe une compression neurologique et symptomatique. Le plus souvent, il existe une sténose latérale au niveau des foramens L5-S1 et une compression des racines L5 ou, moins fréquemment, une mise en tension des racines S1 au niveau du coin postérosupérieur de sacrum dans les formes à grand déplacement. Exceptionnellement, il peut s'agir de troubles sphinctériens en rapport avec une sténose centrale et une compression des racines de la queue de cheval qui nécessite une laminectomie classique.

Il s'agit de l'intervention décrite par Gill [74] en 1955 comprenant une résection de l'arc postérieur qui est libre et reste suspendu en arrière et une libération des racines latéralement. Elle a l'avantage d'être simple à réaliser mais a la réputation de créer une instabilité, c'est pourquoi elle doit toujours être associée à une ostéosynthèse postérieure.

Arthrodèse in situ

Cette technique a pour principe de neutraliser tout mouvement du segment discal L5-S1 en réalisant une fusion, le plus souvent par voie postérieure. L'indication idéale reste les SPL de bas grade mais elle garde aussi sa place dans les SPL de haut grade ou dans les cas évolutifs. Cette technique a fait la preuve de son efficacité par rapport au traitement conservateur dans le cadre de SPL symptomatique depuis plus de 1 an chez l'adulte. [75] Plusieurs techniques sont décrites dans la littérature.

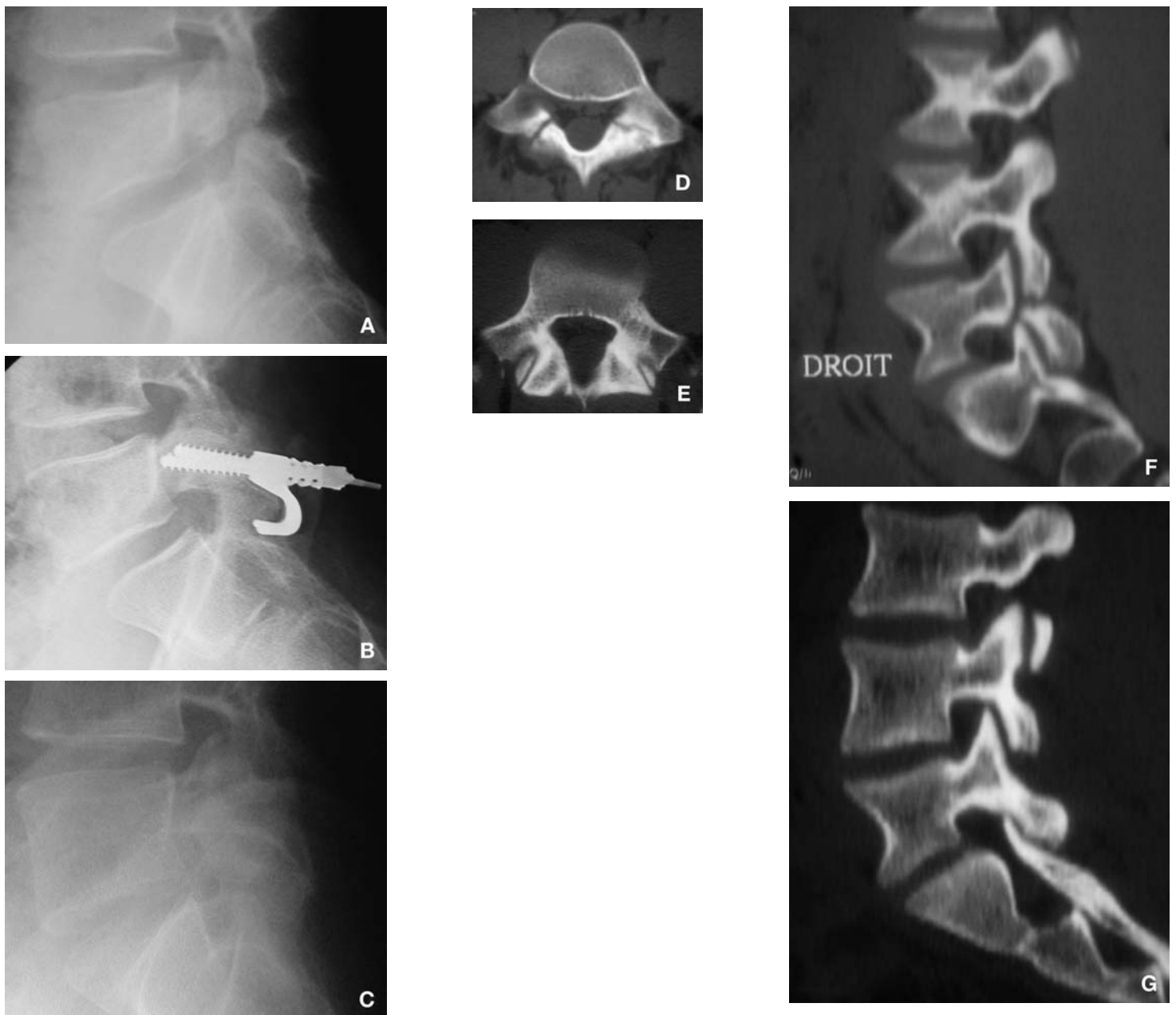


Figure 22. Lyse bilatérale traitée par reconstruction bilatérale.

- A.** Cliché de profil initial.
- B.** Cliché postopératoire.
- C.** Cliché de profil après ablation du matériel.
- D.** Coupe axiale tomographique préopératoire.
- E.** Coupe axiale postopératoire.
- F.** Coupe sagittale préopératoire.
- G.** Coupe sagittale postopératoire : on note la consolidation de l'isthme et le raccourcissement de l'articulaire inférieure de L4.

Arthrodèse postérolatérale sans ostéosynthèse

Technique relativement simple et rapide, elle nécessite un bon avivement des apophyses transverses qui vont recevoir le greffon osseux autologue (greffon iliaque le plus souvent pris par la même incision cutanée). Elle présente un taux de complications relativement faible avec de très bons résultats. Ses indications de choix restent les SPL de bas grade et surtout chez l'adolescent. [76] Chez l'adulte, le taux de pseudarthrose reste relativement important et nous y associons une ostéosynthèse en général.

Arthrodèse postérolatérale avec ostéosynthèse

Il s'agit de divers systèmes de vissage pédiculaires au niveau L5-S1 ou, dans certains cas (hypoplasie des pédicules de L5 ou

SPL de haut grade), d'un vissage de L4 à S1. L'utilisation d'une instrumentation reste très controversée à ce jour. Elle prolonge la durée de l'intervention et augmente les risques neurologiques et infectieux. Si le travail de Melot [77] (méta-analyse de quatre études randomisées et prospectives) permet de juger de la supériorité de l'instrumentation, ce n'est pas le cas dans d'autres publications [78, 79]. Il est cependant incontestable que l'instrumentation permet une rigidification plus rapide du ou des segments pathologiques et améliore le taux de fusion au prix des complications liées à la technique. Nous la réservons aux cas de SPL de haut grade et aux SPL de l'adulte en général. Elle doit être pratiquée par un chirurgien entraîné et lorsque les conditions anatomiques s'y prêtent.

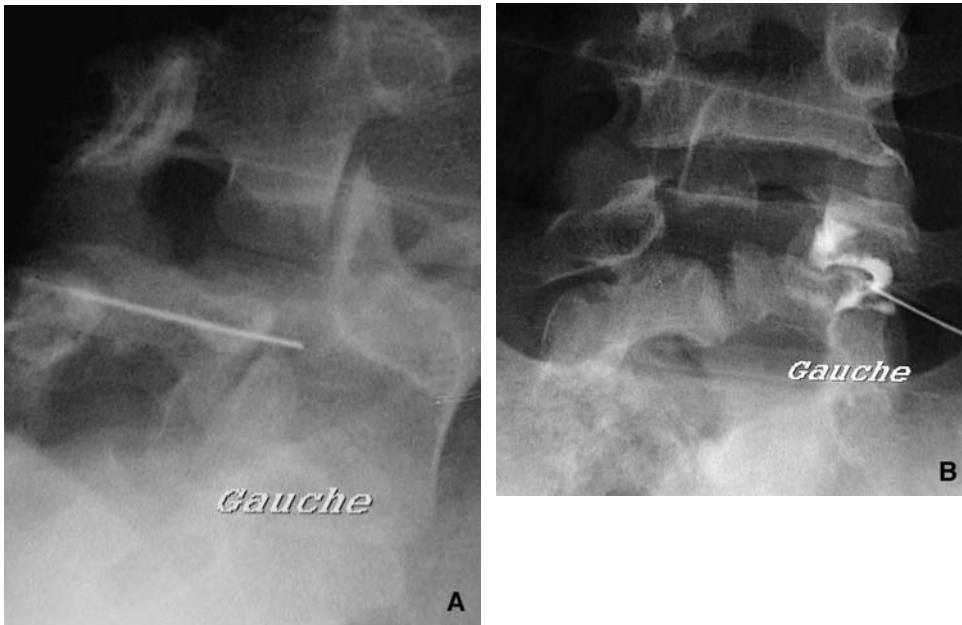


Figure 23. Infiltration de la lyse.
A. Vue de trois quarts.
B. Vue de face avec injection de Xylocaïne®, anti-inflammatoire et produit radio-opaque.

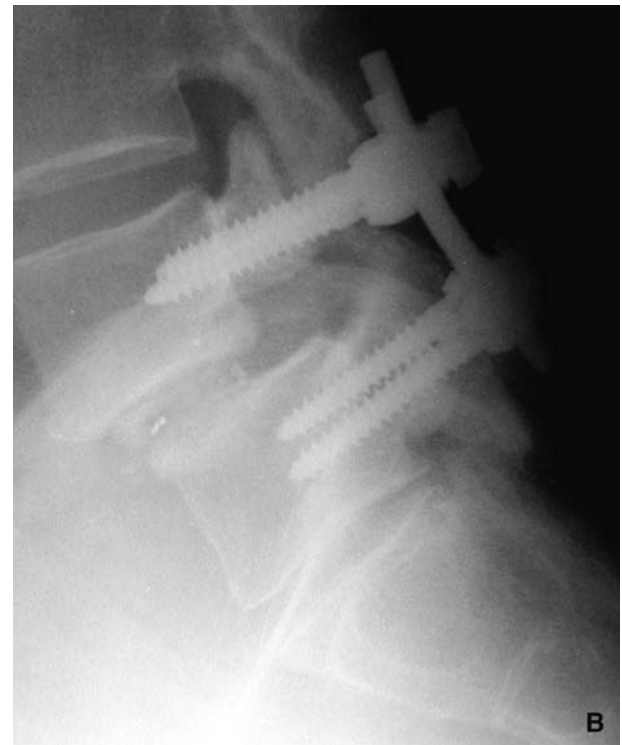


Figure 24. Arthrodèse circonférentielle par cage et vis d'un spondylolisthésis de L4 (au-dessus d'une anomalie de charnière).
A. Profil préopératoire.
B. Profil postopératoire.

Arthrodèse postérolatérale et intersomatique (fusion circonférentielle) (Fig. 24)

Le taux de pseudarthrose et de glissement après une arthrodèse postérieure isolée reste relativement important et notamment dans les SPL de haut grade (17 à 40 % des cas) ou lorsque le disque L5-S1 garde une hauteur importante. Dans ces cas, une arthrodèse combinée permet d'augmenter le taux de fusion. Elle peut se faire par un seul temps postérieur isolé ou bien en deux temps distincts. L'abord postérieur seul avec un disque LS-S1 haut ne présente aucune particularité technique, il s'agit d'un vissage pédiculaire et d'une greffe intertransversaire associée à une greffe intersomatique avec des cages.

Lorsqu'il existe un affaissement discal important ou un SPL de haut grade et/ou évolutif chez l'adolescent, nous préférons le double abord qui permet un avivement soigneux de l'espace L5-S1. Chez l'adulte, une arthrodèse postérolatérale instrumentée reste le meilleur compromis.

Arthrodèse intersomatique par voie antérieure

Pour Kim, [80] il n'y a pas de différence significative (taux de fusion et résultats cliniques) entre cette technique et l'arthrodèse postérolatérale chez l'adulte sur une étude non randomisée. Ses indications restent cependant exceptionnelles et un glissement important ou un affaissement discal complet la rendent

difficile sans instrumentation postérieure associée. Nous la réservons aux rares cas de pseudarthrose après une fusion postérieure isolée.

Réduction-fusion

La restauration anatomique a pour but d'obtenir des conditions mécaniques plus satisfaisantes, une fusion dans une meilleure position, une correction de l'équilibre sagittal et un aspect morphologique plus satisfaisant pour le patient. [81] La réduction partielle pendant un risque neurologique non négligeable (bien que le plus souvent régressif) et ne fait pas l'objet d'un consensus parmi les chirurgiens ; il n'est pas démontré par ailleurs qu'une réduction améliore sensiblement le résultat fonctionnel notamment lorsque le glissement est inférieur à 25 %. Au-delà de 50 % de déplacement vertébral, une réduction partielle semble intéressante et doit être associée au mieux à une fusion circonférentielle qui garantit un taux de fusion important. Il s'agit probablement du meilleur compromis anatomique car la réduction complète comporte un taux de complications neurologiques non négligeable jusqu'à 31 % des cas, [82-84] la tension des racines se faisant dans le dernier tiers de la réduction. De toute façon, plus que la réduction du glissement, c'est la réduction de la cyphose lombosacrée qui importe.

On distingue la réduction progressive préopératoire par manœuvre externe, plus sûre mais plus contraignante de la réduction chirurgicale comportant plus de risque neurologique.

Réduction progressive préopératoire

La technique de réduction progressive décrite par Dubouset [38] permet de mieux contrôler les complications neurologiques. Le patient est installé sur un hamac placé au niveau du bassin durant 3 semaines. Les hanches sont en extension et la colonne lombaire en lordose. Il s'agit de corriger plus la cyphose lombosacrée que le glissement vertébral.

Si la correction de l'angle lombosacré est suffisante (environ 100°), la réduction obtenue est protégée par un corset en plâtre et une arthrodèse in situ par voie postérieure complète le traitement. Il s'agit d'une greffe postérolatérale (intertransversaire et facettaire) sans ouverture du canal par un abord selon Wiltse et sans ostéosynthèse. Le patient conserve le corset plâtré durant 4 mois, puis doit observer une immobilisation par un corset simple sur mesure durant 4 mois supplémentaires.

Si la correction est insuffisante (angle lombosacré inférieur à 100°) il est proposé une fusion intersomatique par voie antérieure après le temps postérieur. Il n'y a aucun cas d'aggravation neurologique à déplorer dans cette série.

Réduction chirurgicale peropératoire

La réduction chirurgicale peut se faire en un seul temps postérieur après décompression et à l'aide d'une instrumentation solide, par un temps antérieur isolé ou par une chirurgie combinée. Le suivi des potentiels évoqués lors de la réduction permet de diminuer le risque d'apparition de troubles neurologiques.

La réduction par voie postérieure est la technique la plus répandue. Les systèmes de fixation pédiculaires actuels permettent d'obtenir des réductions à l'aide de montages courts (L5-S1 ou en cas de SPL de haut grade ou d'hypoplasie des pédicules de L5 par un montage L4-S1). Les ostéosynthèses longues [85] nous paraissent trop agressives en première intention. Une greffe intersomatique associée (par voie postérieure ou par un abord antérieur) complète l'intervention.

La réduction par voie antérieure suivie d'une fixation postérieure, notamment décrite par Louis, [86] a l'avantage de faciliter les manœuvres de réduction d'abord par la position du patient (en hyperextension avec un appui sous le sacrum) (Fig. 17) ; une instrumentation spéciale permet de pousser le corps de L5 vers l'arrière. La correction est stabilisée par une vis de diamètre 7,5 introduite au niveau du plateau supérieur de L5 et traversant le corps de S1 et l'interligne S1-S2 associée à la greffe intersomatique L5-S1. L'enchevillement d'un péroné est une alternative à la vis L5-sacrum. Une ostéosynthèse postérieure complète le geste.

La résection de la vertèbre olisthésique, décrite par Gaines, [87] est proposée exceptionnellement dans des cas de spondyloptose symptomatique, chez l'enfant essentiellement. Cette intervention, lourde sur le plan technique, permet théoriquement d'éviter les risques de traction excessive sur les racines lors des manœuvres de réduction. La résection de L5 met en contact les plateaux vertébraux de L4 et S1 qu'il faut aviver. Elle est suivie d'un temps postérieur de fixation L4-S1 : sur 16 patients opérés, sept ont présenté des troubles neurologiques qui ont tous rétrocedé en 1 an.

Conclusion

Un SPL symptomatique requiert une prise en charge médicale en première intention. En cas d'échec, les solutions chirurgicales sont à proposer en fonction de l'âge et du degré de glissement. En cas de lyse sans listhésis chez un adolescent, on propose une chirurgie de réparation isthmique. Chez l'adulte, on propose une fusion in situ : l'instrumentation est indispensable chez l'adulte et l'adolescent et permet d'éviter une immobilisation longue dans un corset hémibermuda avec un taux de fusion plus élevé. L'instrumentation est moins obligatoire chez l'enfant. Les SPL de haut grade nécessitent le plus souvent une réduction partielle chez l'enfant associée à une arthrodèse circonférentielle [36, 88] même si certains auteurs préconisent une fusion in situ seule. [22, 89] Chez l'adulte, on préfère une fusion postérieure et instrumentée ou bien une arthrodèse circonférentielle.

Références

- [1] Wiltse LL, Newman PH, MacNab I. Classification of spondylolysis and spondylolisthesis. *Clin Orthop* 1976;**117**:23-9.
- [2] Marchetti PG, Bartolozzi P. Classification of spondylolisthesis as a guideline for treatment. In: *The textbook of spinal surgery*. Philadelphia: Lippincott Raven; 1997. p. 1211-56.
- [3] Tabrizi P, Bouchard JA. Osteoporotic spondylolisthesis. A case report. *Spine* 2001;**26**:1482-5.
- [4] Tower SS, Pratt WB. Spondylolysis and associated spondylolisthesis in Eskimo and Athabaskan populations. *Clin Orthop* 1990;**250**:171-5.
- [5] Wiltse LL, Widell EH, Jackson DW. Fatigue fracture: the basic lesion in isthmie spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1975;**57**:17-22.
- [6] Wynne-Davies R, Scott JH. Inheritance and spondylolisthesis. A radiographic family survey. *J Bone Joint Surg Br* 1979;**61**:301-5.
- [7] Fredrickson BE, Baker D, McHolick WJ, Yuan HA, Lubicky JP. The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1984;**66**:699-707.
- [8] Roche MB, Rowe GB. Etiology of separate neural arch. *J Bone Joint Surg Am* 1953;**35**:102-10.
- [9] Neugebauer FL. Aetiologic der sogennauten Spondylolisthesis. *Arch Gynäkol* 1882;**20**:133.
- [10] Borkow SE, Kleiger B. Spondylolisthesis in the newborn: a case report. *Clin Orthop* 1971;**81**:73-6.
- [11] Willis TA. The separate neural arch. *J Bone Joint Surg* 1931;**13**:709-21.
- [12] Rosenberg NJ, Bargar WL, Friedman B. The incidence of spondylolysis and spondylolisthesis in non ambulatory patients. *Spine* 1981;**6**:35-8.
- [13] Wertzberger KL, Peterson HA. Acquired spondylolysis and spondylolisthesis in the young child. *Spine* 1980;**5**:437-42.
- [14] Al Khawashki H, Al Sebai W. Combined dysplastic and isthmie spondylolisthesis. *Spine* 2001;**26**:E542-E546.
- [15] Cyron BM, Hutton WC, Troup JD. Spondylolytic fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1976;**58**:462-6.
- [16] Farfan HF, Osteria V, Lamy C. The mechanical etiology of spondylolysis and spondylolisthesis. *Clin Orthop* 1976;**117**:40-55.
- [17] Louis R, Guerinel G, Mambrini A. Modifications évolutives de l'isthme vertébral lombosacré. *Bull Assoc Anat (Nancy)* 1964;**49**:1135-52.
- [18] Rossi F. Spondylolysis, spondylolisthesis and sports. *J Sports Med Phys Fitness* 1978;**18**:317-37.
- [19] Ogilvie JW, Sherman J. Spondylolysis in Scheuermann disease. *Spine* 1987;**12**:251-3.
- [20] Guillodo Y, Bo-Iton E, Saraux A, Le Goff P. Controlateral spondylolysis and fracture of the lumbar pedicle in an elite femal gymnast. A case report. *Spine* 2000;**25**:2541-3.
- [21] Maldague B, Malghem J. Aspects radiologiques dynamiques de la spondylolyse lombaire. *Acta Orthop Belg* 1981;**47**:441-57.

- [22] Dandy DJ, Shannon MJ. Lumbar spondylolisthesis (group, 1 spondylolisthesis). *J Bone Joint Surg Br* 1971;**53**:578-95.
- [23] Miyake R, Ikata T, Katoh S, Morita T. Morphologic analysis of the facet joint in the immature lumbosacral spine with special reference to spondylolysis. *Spine* 1996;**21**:783-9.
- [24] Van Ooij A, Weijers R, Van Rhijn L. Remodeling of the sacrum in high-grade spondylolisthesis: a report of two cases. *Eur Spine J* 2003;**12**:332-8.
- [25] Herbiniaux G. *Traité sur divers accouchements laborieux et sur les polypes de la matrice*. Bruxelles: De Boubiers; 1782.
- [26] Hensinger RN, Arbor A. Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. Current concepts review. *J Bone Joint Surg Am* 1989;**71**:1098-107.
- [27] Nordstrom D, Santavirta S, Seitsalo S, Hukkanen M, Polak JM, Nordsletten L, et al. Symptomatic lumbar spondylolysis neuro-immunologic studies. *Spine* 1994;**19**:2752-8.
- [28] Schneiderman GA, McLain RF, Hambly MF, Nielsen SL. The pars defect as a pain source: a histologic study. *Spine* 1995;**20**:1761-4.
- [29] Eisenstein SM, Ashton IK, Roberts S, Darby AJ, Kanse P, Menage J, et al. Innervation of the spondylolysis "ligament". *Spine* 1994;**19**:912-6.
- [30] Poussa A, Tallroth K. Disc herniation in lumbar spondylolisthesis. Report of 3 symptomatic cases. *Acta Orthop Scand* 1993;**64**:13-6.
- [31] Jouve JL. Spondylolyse et spondylolisthésis lombosacrée de l'enfant et de l'adolescent. In: *Cahiers d'enseignement de la Sofcot*. Paris: Elsevier; 2001. p. 171-92.
- [32] Meyer LL, Dobson SR, Wiegand D, Webb JD, Mencia GA. Mechanical instability as a cause of gait disturbance in high grade spondylolisthesis a pre and postoperative three dimensional gait analysis. *J Pediatr Orthop* 1999;**19**:672-6.
- [33] Luk KD, Chow DH, Holmes A. Vertical instability in spondylolisthesis. A traction radiographic assessment technique and the principle of management. *Spine* 2003;**28**:819-27.
- [34] Nazarian S. Spondylolysis and spondylolytic spondylolisthesis. A review of current concepts on pathogenesis: natural history, clinical symptoms, imaging and therapeutic management. *Eur Spine J* 1992;**1**:62-83.
- [35] Taillard W. Traumatisme et spondylolisthésis. *Acta Orthop Belg* 1969;**35**:703-16.
- [36] Boxall D, Bradford DS, Winter RB, Moe JH. Management of severe spondylolisthesis in children and adolescents. *J Bone Joint Surg Am* 1979;**61**:479-95.
- [37] Wiltse LL, Winter RB. Terminology and measurement of spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1983;**65**:768-72.
- [38] Dubouset J. Treatment of spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. *Clin Orthop* 1997;**337**:77-85.
- [39] Abitbol MM. Sacral curvature and supine posture. *Am J Phys Anthropol* 1989;**80**:379-89.
- [40] Marty C, Boisauvert B, Descamps H, Montigny JP, Hecquet J, Legaye J, et al. The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants and spondylolisthesis patients. *Eur Spine J* 2002;**11**:119-25.
- [41] Legaye J, Duval Beaupère G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvis parameter for three dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J* 1998;**7**:99-103.
- [42] Mangione P, Sénégas J. L'équilibre rachidien dans le plan sagittal. *Rev Chir Orthop* 1997;**83**:22-32.
- [43] Marnay T. Équilibre du rachis et du bassin. In: *Cahier d'enseignement de la Sofcot*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1988. p. 281-313.
- [44] Roy Camille R. Spondylolisthésis. In: *Cahier d'enseignement de la Sofcot*. Paris: Expansion Scientifique Française; 1986. p. 89-101.
- [45] Roussouly P, Assi C, Schiavi A, Vaz G, Dimmet J. In: *Critères sagittaux de la lombalgie*. In: *La chirurgie du rachis lombaire dégénératif*. Montpellier: Sauramps Médical; 1998. p. 146-53.
- [46] Hanson DS, Bridwell KH, Rhee JM, Lenke LG. Correlation of pelvis incidence with low and high grade isthmic spondylolisthesis. *Spine* 2002;**27**:2026-9.
- [47] Schwab FJ, Farcy JP, Roye DP. The sagittal pelvis tilt index as a criterion in the evaluation of spondylolisthesis: preliminary observations. *Spine* 1997;**22**:1661-7.
- [48] Antoniadis SB, Hammergerg KW, Dewald RL. Sagittal plane configuration of the sacrum in spondylolisthesis. *Spine* 2000;**25**:1085-91.
- [49] Arlet Y, Ricault P, Padovani JP, Touzet P, Finidori G, Guyonvarch G. Scoliose, spondylolyse et spondylolisthésis lombosacrée. Étude de leur association chez l'enfant et l'adolescent : à propos de 82 cas. *Rev Chir Orthop* 1990;**76**:118-27.
- [50] Libson E, Bloom RA, Shapiro Y. Scoliosis in young men with spondylolysis or spondylolisthesis A comparison study in symptomatic and asymptomatic subjects. *Spine* 1983;**9**:445-7.
- [51] Grobler LJ, Novotny JE, Wilder DG, Frymoyer JW, Pope MN. L4 L5 isthmic spondylolisthesis: a biomechanical analysis comparing stability in L4 L5 and L5 S1, isthmic spondylolisthesis. *Spine* 1994;**19**:222-7.
- [52] Lowe J, Libson E, Ziv I, Nyska M, Floman Y, Bloom RA, et al. Spondylolysis in the upper lumbar spine. *J Bone Joint Surg [Br]* 1987;**69**:582-6.
- [53] Vital JM. Foramen intervertébral lombaire : anatomie, exploration et pathologie. In: *Cahier d'enseignement de la Sofcot*. Paris: Elsevier; 2000. p. 139-63.
- [54] Yamane T, Yoshida T, Mimatsu K. Early diagnostics of lumbar spondylolysis by MRI. *J Bone Joint Surg, [Br]* 1993;**75**:764-8.
- [55] Sherman FC, Wilkinson RH, Hall JE. Reactive sclerosis of a pedicle and spondylolisthesis in children. *Spine* 1979;**4**:59-67.
- [56] Jinkins JR, Rauch A. Magnetic resonance imaging of entrapment of lumbar nerve roots in spondylolytic spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1994;**76**:1643-8.
- [57] McGregor AH, Anderton L, Gedroyc WM, Johnson J, Hughes SP. The use of interventional open MRI to assess the kinematics of the lumbar spine in patients with spondylolisthesis. *Spine* 2002;**27**:1582-6.
- [58] Heraut LA. Électrophysiologie du canal lombaire étroit. In: *Cahier d'enseignement de la Sofcot. Sténoses du canal lombaire*. Paris: Elsevier; 2003. p. 36-42.
- [59] Saraste H. Long-term clinical and radiological follow-up of spondylolysis and spondylolisthesis. *J Pediatr Orthop* 1987;**7**:631-8.
- [60] Danielson B, Frennered K, Selvik G, Irtam L. Roentgenologic assessment of spondylolisthesis: an evaluation of progression. *Acta Radiol* 1989;**30**:65-8.
- [61] Floman Y. Progression of lumbosacral isthmic spondylolisthesis in adults. *Spine* 2000;**25**:342-7.
- [62] Muschik M, Hahnel H, Robinson PN, Perka C, Muschik C. Competitive sports and the progression of spondylolisthesis. *J Pediatr Orthop* 1996;**16**:364-9.
- [63] Ohmori K, Ishida Y, Takatsu T, Inoue M, Suzuki K. Vertebral slip in lumbar spondylolysis and spondylolisthesis. Long-term follow-up of 22 adult patients. *J Bone Joint Surg Br* 1995;**77**:771-3.
- [64] Jackson RP, Phipps T, Hales C, Surber J. Pelvic lordosis and alignment in spondylolisthesis. *Spine* 2003;**28**:151-60.
- [65] Curylo LJ, Edwards C, Dewald RW. Radiographic markers in spondylolysis. Implications for spondylolisthesis progression. *Spine* 2002;**27**:2021-5.
- [66] Picault C. Traitement chirurgical. Symposium. Le spondylolisthésis lombo-sacrée. *Rev Chir Orthop* 1971;**57**(suppl1):87-162.
- [67] Steiner ME, Micheli JJ. Treatment of symptomatic spondylolysis and spondylolisthesis with the modified Boston brace. *Spine* 1985;**10**:938-43.
- [68] Fujii K, Katoh S, Sairyo K, Ikata T, Yasui N. Union of defects in the pars interarticularis of the lumbar spine in children and adolescents. The radiological outcome after conservative treatment. *J Bone Joint Surg Br* 2004;**86**:225-31.
- [69] Kimura M. My method of filling the lesion with spongy bone in spondylolysis and spondylolysthesis. *Orthop Surg* 1968;**19**:285-95.
- [70] Buck JE. Direct repair of the defect in spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Br* 1970;**52**:432-7.
- [71] Morscher E, Gerber B, Fasel J. Surgical treatment for spondylolisthesis by bone grafting and direct stabilisation of a hook screw. *Arch Orthop Trauma Surg* 1984;**103**:175-8.
- [72] Wu SS, Lee CH, Chen PQ. Operative repair of symptomatic spondylolysis following a positive response to diagnostic pars injection. *J Spinal Disord* 1999;**12**:10-6.
- [73] Ivancic GM, Pink TP, Achatz W, Ward JC, Homann NC, May M. Direct stabilization of lumbar spondylolysis with a hook screw. *Spine* 2003;**28**:255-9.
- [74] Gill GC, Manning JG, White HL. Surgical treatment of spondylolisthesis without spine fusion: excision of the loose lamina with decompression of the nerve roots. *J Bone Joint Surg Am* 1955;**37**:393-420.
- [75] Moller H, Hedlund R. Surgery versus conservative management in adult isthmic spondylolisthesis. A prospective randomized study: part 1. *Spine* 2000;**25**:1711-5.
- [76] Cristensen FB, Hansen ES, Laursen M, Thomsen K, Bunger CE. Long-term functional outcome of pedicle screw instrumentation as a support for posterolateral spinal fusion. *Spine* 2002;**27**:1269-77.

- [77] Melot C. Clinical trials in surgery: methodologic and statistical criteria of validity with an example of meta-analysis of randomized trials in spine surgery. In: Szpalski M, Gunzburg R, Spengler D, Nachemson A, editors. *Instrumented fusion of the degenerative lumbar spine: state of the art, questions and controversies*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1996. p. 281-9.
- [78] Moller H, Hedlund R. Instrumented and noninstrumented posterolateral fusion in adult spondylolisthesis. *Spine* 2000;**25**:1716-21.
- [79] Thomsen K, Cristensen FB, Eiskjaer SP, Hansen ES, Fruensgaard S, Bungler CE. The effect of pedicle screw instrumentation of functional outcome and fusion rates in posterolateral fusion: a prospective randomized clinical study. *Spine* 1997;**22**:2813-22.
- [80] Kim NH, Lee JW. Anterior inter body fusion versus posterolateral fusion with transpedicular fixation for isthmic spondylolisthesis in adults. *Spine* 1999;**24**:812-7.
- [81] Boachie-Adjei O, Do T, Rawlins BA. Partial lumbosacral kyphosis reduction, decompression and posteriori lumbosacral transfixation in high-grade isthmic spondylolisthesis. *Spine* 2002;**27**:E161-E168.
- [82] Bradford D, Gotfried Y. Staged salvage reconstruction of grade IV and V spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1987;**69**:191-202.
- [83] Flynn J, Price C. Sexual complications of anterior fusion of lumbar spine. *Spine* 1984;**9**:489-92.
- [84] Hu S, Bradford D, Transfeldt E, Cohen M. Reduction of high grade spondylolisthesis using Edwards instrumentation. *Spine* 1996;**21**:367-71.
- [85] Harrington PR, Dickson J. Spinal instrumentation in the treatment of severe progressive spondylolisthesis. *Clin Orthop* 1975;**117**:157-63.
- [86] Louis R. Traitement chirurgical des spondylolisthésis à grand déplacement par la technique de la réduction-fusion par double abord. *Rachis* 1990;**2**:449-62.
- [87] Gaines RW, Nichols WK. Treatment of spondylolisthesis by two stages L5 vertebrectomy and reduction of L4 into S 1. *Spine* 1985;**10**:680-6.
- [88] Harris I, Weinstein S. Long-term follow-up of the patients with grade 111 and IV spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Am* 1987;**69**:960-9.
- [89] Ishikawa S, Kumar SJ, Covo Torres B. Surgical treatment of dysplastic spondylolisthesis. Results after in situ fusion. *Spine* 1994;**19**:1691-6.

J.-M. Vital, Professeur des Universités, praticien hospitalier* (jean-marc.vital@chu-bordeaux.fr).

M. Pedram, Praticien hospitalier.

Unité de pathologie rachidienne, hôpital Tripode, 33076 Bordeaux cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Vital J-M, Pedram M. Spondylolisthésis par lyse isthmique. EMC (Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 15-835-A-10, 2005.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations