

Université de Poitiers
Faculté de Médecine et de Pharmacie

ANNEE 2012

Thèse n°

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE
(décret du 16 janvier 2004)

Présentée et soutenue publiquement
le 24 septembre 2012 à Poitiers
par **Monsieur Benoît RIZK**

**Statique lombaire en scanner :
comparaison avec les radiographies en charge**

Composition du jury:

Président: Monsieur le Professeur Jean-Pierre TASU

Membres: Monsieur le Professeur Rémy GUILLEVIN
Monsieur le Professeur Benoît BATAILLE
Madame le Professeur Françoise DEBIAIS

Directeur de thèse: Monsieur le Professeur Bruno VANDE BERG

Université de Poitiers
Faculté de Médecine et de Pharmacie

ANNEE 2012

Thèse n°

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE
(décret du 16 janvier 2004)

Présentée et soutenue publiquement
le 24 septembre 2012 à Poitiers
par **Monsieur Benoît RIZK**

**Statique lombaire en scanner :
comparaison avec les radiographies en charge**

Composition du jury:

Président: Monsieur le Professeur Jean-Pierre TASU

Membres: Monsieur le Professeur Rémy GUILLEVIN
Monsieur le Professeur Benoît BATAILLE
Madame le Professeur Françoise DEBIAIS

Directeur de thèse: Monsieur le Professeur Bruno VANDE BERG



Le Doyen,

Année universitaire 2011 - 2012

LISTE DES ENSEIGNANTS DE MEDECINE

Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers

1. AGIUS Gérard, Bactériologie-Virologie
2. ALLAL Joseph, Thérapeutique
3. BATAILLE Benoît, Neurochirurgie
4. BENSADOUN René-Jean, oncologie radiothérapie
5. BRIDOUX Frank, Néphrologie
6. BURUCOA Christophe, Bactériologie-Virologie-Hygiène
7. CARRETIER Michel, Chirurgie générale
8. CHRISTIAENS Luc, cardiologie
9. CORBI Pierre, Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
10. DAGREGORIO Guy, Chirurgie plastique et Reconstructrice
11. DEBAENE Bertrand, Anesthésiologie Réanimation Chirurgicale
12. DEBIAIS Françoise, Rhumatologie
13. DORE Bertrand, Urologie
14. DUFOUR Xavier, Oto-Rhino-Laryngologie
15. EUGENE Michel, Physiologie
16. FAUCHERE Jean-Louis, Bactériologie- Virologie (**surnombre**)
17. FAURE Jean-Pierre, Anatomie
18. FRITEL Xavier, Gynécologie-obstétrique
19. FROMONT-HANKARD Gaëlle, Anatomie et cytologie pathologiques
20. GAYET Louis-Etienne, Chirurgie orthopédique et traumatologique
21. GICQUEL Ludovic, pédopsychiatrie
22. GILBERT Brigitte, Génétique
23. GOMBERT Jean-Marc, Immunologie
24. GOUJON Jean-Michel, Anatomie et Cytologie Pathologiques
25. GUILHOT-GAUDEFFROY François, Hématologie et Transfusion
26. GUILLET Gérard, Dermatologie
27. HADJADJ Samy, Endocrinologie et Maladies métaboliques
28. HANKARD Régis, Pédiatrie
29. HAUET Thierry, Biochimie
30. HERPIN Daniel, Cardiologie et Maladies vasculaires
31. HOUETO Jean-Luc, Neurologie
32. INGRAND Pierre, Biostatistiques, Informatique médicale
33. IRANI Jacques, Urologie
34. KEMOUN Gilles, Médecine physique et Réadaptation (**détachement**)
35. KITZIS Alain, Biologie cellulaire
36. KLOSSEK Jean-Michel, Oto-Rhino- Laryngologie
37. KRAIMPS Jean-Louis, Chirurgie générale
38. LECRON Jean-Claude, Biochimie et Biologie moléculaire
39. LEVARD Guillaume, Chirurgie infantile
40. LEVILLAIN Pierre, Anatomie et Cytologie pathologiques
41. MAGNIN Guillaume, Gynécologie-obstétrique (**surnombre**)
42. MARCELLI Daniel, Pédopsychiatrie (**surnombre**)
43. MARECHAUD Richard, Médecine interne
44. MAUCO Gérard, Biochimie et Biologie moléculaire
45. MENU Paul, Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
46. MEURICE Jean-Claude, Pneumologie
47. MIMOZ Olivier, Anesthésiologie, Réanimation chirurgicale
48. MORICHAU-BEAUCHANT Michel, Hépatogastro-Entérologie
49. NEAU Jean-Philippe, Neurologie
50. ORIOT Denis, Pédiatrie
51. PACCALIN Marc, Gériatrie
52. PAQUEREAU Joël, Physiologie
53. PERAULT Marie-Christine, Pharmacologie clinique
54. PERDRISOT Rémy, Biophysique et Traitement de l'Image
55. PIERRE Fabrice, Gynécologie et obstétrique
56. POURRAT Olivier, Médecine interne
57. PRIES Pierre, Chirurgie orthopédique et traumatologique
58. RICCO Jean-Baptiste, Chirurgie vasculaire
59. RICHER Jean-Pierre, Anatomie
60. ROBERT René, Réanimation médicale
61. ROBLOT France, Maladies infectieuses, Maladies tropicales
62. ROBLOT Pascal, Médecine interne
63. RODIER Marie-Hélène, Parasitologie et Mycologie
64. SENON Jean-Louis, Psychiatrie d'adultes
65. SILVAIN Christine, Hépatogastro- Entérologie
66. SOLAU-GERVAIS Elisabeth, Rhumatologie
67. TASU Jean-Pierre, Radiologie et Imagerie médicale
68. TOUCHARD Guy, Néphrologie
69. TOURANI Jean-Marc, Cancérologie Radiothérapie, option Cancérologie (type clinique)
70. TURHAN Ali, Hématologie-transfusion
71. VANDERMARCQ Guy, Radiologie et Imagerie Médicale
72. WAGER Michel, Neurochirurgie

Maîtres de Conférences des Universités-Praticiens hospitaliers

1. ARIES Jacques, Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale
2. BEBY-DEFAUX Agnès, Bactériologie-Virologie-Hygiène
3. BEN-BRIK Eric, Médecine du travail
4. BOINOT Catherine, Hématologie et Transfusion
5. BOUNAUD Jean-Yves, Biophysique et Traitement de l'Image
6. BOURMEYSTER Nicolas, Biologie cellulaire
7. CASTEL Olivier, Bactériologie-Virologie- Hygiène
8. CATEAU Estelle, Parasitologie et Mycologie
9. CREMNITER Julie, Bactériologie, Virologie
10. DAHYOT-FIZELIER Claire, Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale
11. DIAZ Véronique, Physiologie
12. FAVREAU Frédéric, Biochimie et Biologie moléculaire
13. GRIGNON Bernadette, Bactériologie-Virologie-Hygiène
14. GUILLARD Olivier, Biochimie et Biologie moléculaire
15. HURET Jean-Loup, Génétique
16. JAAFARI Nematollah, Psychiatrie d'adultes
17. KARAYAN-TAPON Lucie, Cancérologie
18. LAFAY Claire, pharmacologie clinique
19. MIGEOT Virginie, Santé publique
20. ROUMY Jérôme, Biophysique, Médecine nucléaire
21. ROY Lydia, Hématologie
22. SAPANET Michel, Médecine légale
23. TALLINEAU Claude, Biochimie et Biologie moléculaire
24. TOUGERON David, Hépatogastro-Entérologie

Professeur des universités de médecine générale

GOMES DA CUNHA José

Professeurs associés

GAVID Bernard, médecine générale
SCEPI Michel, médecine d'urgence

Maîtres de Conférences associés de Médecine générale

BINDER Philippe
BIRAULT François
PARTHENAY Pascal
VALETTE Thierry

Professeur certifié d'Anglais

DEBAIL Didier

Professeurs émérites

1. BECQ-GIRAUDON Bertrand, Maladies infectieuses, maladies tropicales
2. DABAN Alain, Cancérologie Radiothérapie
3. GIL Roger, Neurologie
4. LAPIERRE Françoise, Neurochirurgie

Professeurs et Maîtres de Conférences honoraires

1. ALCALAY Michel, Rhumatologie
2. BABIN Michèle, Anatomie et Cytologie pathologiques
3. BABIN Philippe, Anatomie et Cytologie pathologiques
4. BARBIER Jacques, Chirurgie générale (émérite)
5. BARRIERE Michel, Biochimie et biologie moléculaire
6. BEGON François, Biophysique, Médecine nucléaire
7. BONTOUX Daniel, Rhumatologie (émérite)
8. BURIN Pierre, Histologie
9. CASTETS Monique, Bactériologie-Virologie – Hygiène
10. CAVELLIER Jean-François, Biophysique et médecine nucléaire
11. CHANSIGAUD Jean-Pierre, Biologie du développement et de la reproduction
12. CLARAC Jean-Pierre, Chirurgie orthopédique
13. DESMAREST Marie-Cécile, Hématologie
14. DEMANGE Jean, Cardiologie et Maladies vasculaires
15. FONTANEL Jean-Pierre, Oto-Rhino Laryngologie (émérite)
16. GOMBERT Jacques, Biochimie
17. JACQUEMIN Jean-Louis, Parasitologie et Mycologie médicale
18. KAMINA Pierre, Anatomie (émérite)
19. LARSEN Christian-Jacques, Biochimie et biologie moléculaire
20. MAIN de BOISSIERE Alain, Pédiatrie
21. MARILLAUD Albert, Physiologie
22. MORIN Michel, Radiologie, Imagerie médicale
23. PATTE Dominique, Médecine interne
24. PATTE Françoise, Pneumologie
25. POINTREAU Philippe, Biochimie
26. REISS Daniel, Biochimie
27. RIDEAU Yves, Anatomie
28. SULTAN Yvette, Hématologie et transfusion
29. TANZER Joseph, Hématologie et transfusion (émérite)

*A Lana, pour ton amour et ta patience, bientôt récompensée,
Я тебя люблю*

*A Mam et Pap, mes parents pour leur soutien continu depuis
toujours et l'éducation fantastique que j'ai reçue*

*A Waël et Etienne, mes frères, pour avoir toujours été là pour
moi*

A Mem et Pep, mes grands-parents

A Monsieur le Professeur Bruno VANDE BERG

Pour l'honneur que vous me faites de diriger cette thèse
Merci de m'avoir accueilli comme l'un des vôtres et de m'avoir prodigué tous ces conseils pour
m'améliorer dans ma pratique quotidienne de radiologie
Votre attitude, vos connaissances, votre enseignement et votre détermination au travail sont un
exemple pour moi

A Monsieur le Professeur Pierre VANDERMARCO

Pour m'avoir toujours considéré avec respect et bonne humeur
Pour m'avoir initié aux plaisirs de la neuroradiologie
Pour m'avoir donné envie de partir loin, un jour, exercer la médecine

A Monsieur le Professeur Denis REGENT

Pour avoir déclenché ma vocation au printemps 2005 à Nancy
Pour votre indéfectible volonté de transmettre votre savoir

A Monsieur le Professeur Jean-Pierre TASU

Pour avoir accepté de présider ce jury de thèse
Pour m'avoir permis de partir à Genève, ma femme et moi vous serons gré éternellement
Pour votre enseignement et votre volonté de participer à la formation universitaire
radiologique de notre CHU

A Monsieur le Professeur Jacques MALGHEM

Pour la clarté de vos exposés et votre connaissance encyclopédique de l'imagerie ostéo-
articulaire
Pour vos éclats de rire lumineux

A Monsieur le Professeur Baudouin MALDAGUE

Pour votre amitié
Pour votre goût et votre talent au travail bien fait et au partage des connaissances

A Monsieur le Professeur Benoît BATAILLE, Monsieur le Professeur Rémy GUILLEVIN et
Madame le Professeur Françoise DEBIAIS

Pour avoir accepté de participer à la formation de ce jury

Aux futurs Professeurs Patrick OMOUMI et Fabio BECCE

Pour votre implication majeure et essentielle dans ce travail au gré d'une collaboration
dynamique, pédagogique et amicale, j'espère sincèrement retravailler avec vous un jour et
prolonger cette amitié

A l'ensemble de mes co-internes, chefs de cliniques et collègues radiologues poitevins,
genevois et bruxellois, ce fut un plaisir de se former ensemble et d'apprendre de vous dans une
ambiance conviviale malgré des charges de travail parfois musclées

Aux services de Pneumologie et de Gynécologie-Obstétrique de La Rochelle, ainsi qu'à l'Haematology ward de l'excellent Professeur John Carter à Wellington, Nouvelle-Zélande
pour avoir contribué à ma formation et ma culture médicale

A tous ceux et celles qui ont rendu mon séjour dans le Poitou-Charentes inoubliable :
Oliv pour les invitations toujours royales à dîner, Seb pour les excursions en bateau, Arthur et Christelle pour les planchas rochelaises, Iurie pour l'adaptation locale, Philippe et Sarah pour le son, Ali pour Canal

A mes amis de fac restés à ou évadés de Nancy et mes amis de lycée de Saarbrücken dispersés sur plusieurs continents

Aux manipulateurs français, techniciens suisses et technologues belges sans qui notre métier ne serait pas aussi exaltant

Aux secrétaires des différents services pour leur participation à l'efficacité de la prise en charge des patients

Au chocolat suisse et à la bière belge pour m'avoir soutenu lors de la rédaction de ce travail

A la Terre, dont je ne me lasserai jamais d'explorer les richesses

Enfin, à David Lynch, Diego Armando Maradona, Steve Jobs , Reggie Watts , Walter White, Charles Burns, Jeffrey Lebowsky, Jim Morrison, Gustavo Kuerten et tant d'autres pour l'inspiration et la créativité sans qui la vie serait bien fade

TABLE DES MATIERES

1. <u>GENERALITES ET CONCEPTS</u>	page 9
2. <u>MATERIELS ET METHODES</u>	page 18
<i>a) Population</i>	page 18
<i>b) Paramètres techniques d'acquisition</i>	page 19
<i>c) Post-traitement des images</i>	page 19
<i>d) Mesures</i>	page 23
<i>e) Analyse statistique</i>	page 26
3. <u>RESULTATS</u>	page 28
<i>a) Comparaison des angles mesurés en scanner et en radiographies dans la population entière</i>	page 28
<i>b) Comparaison des angles mesurés en scanner et en radiographies dans la population de moins de 70 ans</i>	page 31
<i>c) Comparaison des angles mesurés en scanner et en radiographies dans la population de plus de 70 ans</i>	page 35
<i>d) Reproductibilité inter-observateur</i>	page 39
4. <u>DISCUSSION</u>	page 40
5. <u>CONCLUSION</u>	page 44
Références bibliographiques	page 45

INDEX DES FIGURES:

Figures 1, 2 :	page 10	Figures 18, 19 :	page 24
Figure 3 :	page 11	Figures 20, 21 :	page 25
Figures 4, 5 :	page 12	Figure 22 :	page 26
Figure 6 :	page 13	Figure 23:	page 30
Figure 7 :	page 14	Figure 24 :	page 31
Figure 8 :	page 15	Figure 25 :	page 32
Figures 9, 10:	page 16	Figure 26 :	page 34
Figures 11, 12 :	page 20	Figure 27 :	page 35
Figures 13, 14 :	page 21	Figure 28 :	page 36
Figures 15, 16 :	page 22	Figure 29 :	page 38
Figure 17 :	page 23		

INDEX DES TABLEAUX:

Tableau 1 :	page 29
Tableau 2 :	page 33
Tableau 3 :	page 37
Tableau 4 :	page 39

LISTE DES ABREVIATIONS :

PACS :	Picture Archiving Communication System
UCL :	Université Catholique Louvain
L1:	première vertèbre lombaire
L4 :	quatrième vertèbre lombaire
L5:	cinquième vertèbre lombaire
S1 :	première vertèbre sacrée
CR :	Computed Radiography, radiographie numérisée
CT :	Computed Tomography, tomodensitométrie
CCI :	Coefficient de Corrélation Intraclasse

1. GENERALITES ET CONCEPTS

La lombalgie représente l'un des fléaux inhérents à l'homme depuis l'acquisition de la bipédie par l'*Homo erectus* au cours du Paléolithique inférieur et la majoration des contraintes mécaniques sur le segment mobile rachidien lombaire.

La prévalence ponctuelle de ce problème majeur de santé publique vient d'être réévaluée à 11,9 %. De même, la prévalence sur un mois atteint 23,2% selon une récente revue systématique de la prévalence globale de la lombalgie (1). La tendance au vieillissement démographique de nos sociétés occidentales aidant, les populations cibles préférentielles que constituent les femmes et les tranches d'âge entre 40 et 80 ans vont inéluctablement s'agrandir. Le mode de vie sédentaire de nos civilisations participe à la sénescence précoce des articulations permettant une coaptation optimale de nos vertèbres caudales. L'instabilité segmentaire du patient âgé est une constatation courante et représente une cause extrêmement fréquente de lombalgies occasionnées par les modifications dégénératives de la courbure lombaire sagittale et coronale ainsi que par les implications pathogéniques radiculaires ou osseuses sous-chondrales qui en découlent. L'exploration radiologique du rachis lombaire par radiographies standards, scanner ou imagerie par résonance magnétique est plus que jamais de pratique quotidienne. Le radiologue généraliste et le radiologue ostéo-articulaire sont donc invités à imager l'asymétrie posturale créée par ces déformations tridimensionnelles dégénératives. Cette instabilité segmentaire se décompose en spondylolisthésis dégénératif et en translation rotationnelle.

Le **spondylolisthésis dégénératif** (Figure 1) est défini comme un glissement antérieur d'une vertèbre supérieure sur une vertèbre sous-jacente avec arc postérieur intègre causée par des modifications dégénératives segmentaires (défaut d'alignement des bords postérieurs des corps vertébraux).

Figure 1

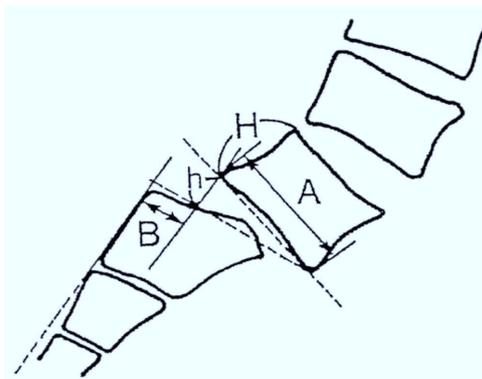
Antérolisthésis de L4 en radiographie standard de profil



Des critères quantitatifs (Figure 2) sont décrits dans la littérature pour l'évaluer. (2)

Figure 2 (2)

Pourcentage de glissement ($B/A \times 100$) ; Pourcentage de hauteur discale postérieure ($h/H \times 100$)

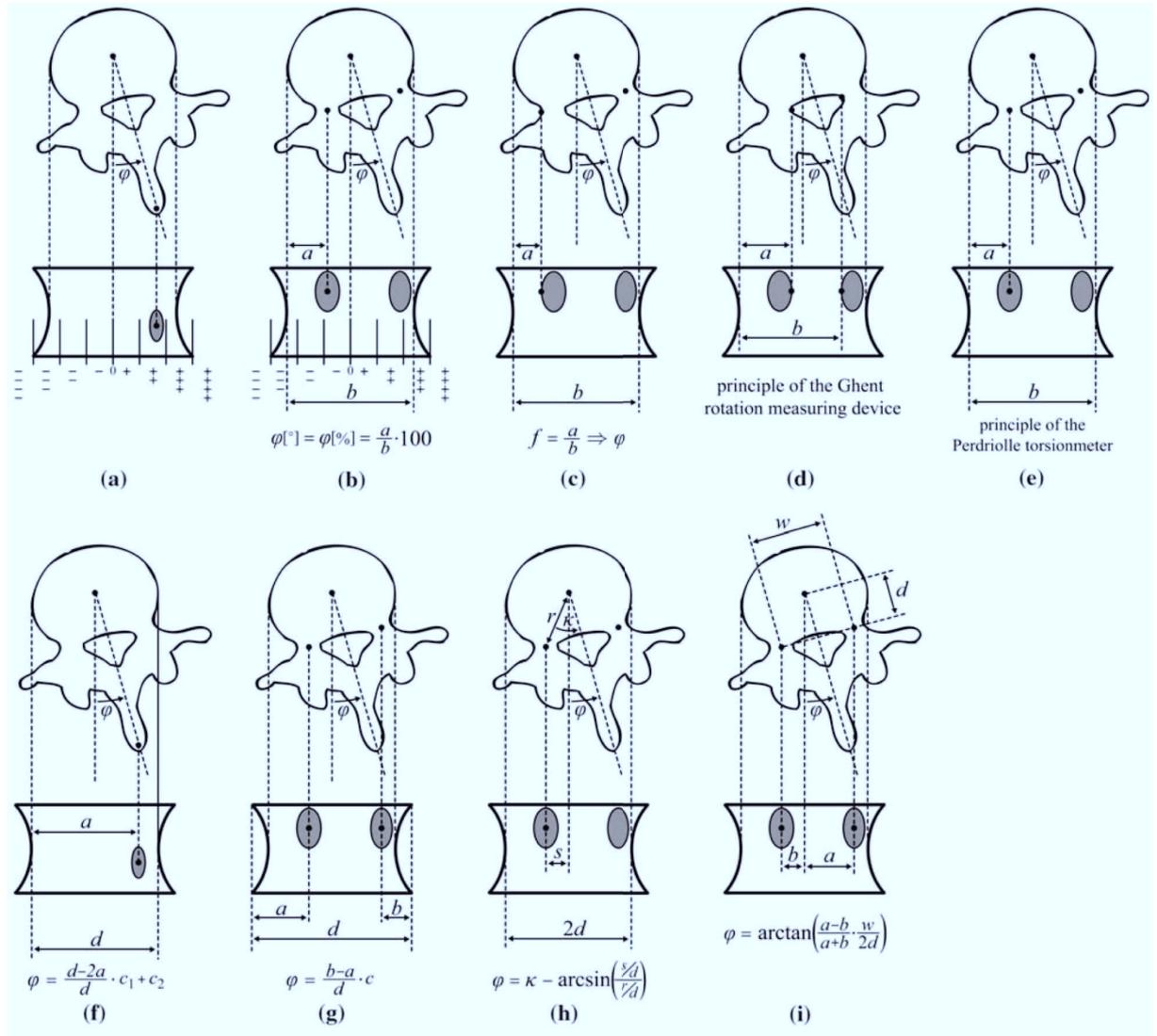


Il se différencie du spondylolisthésis secondaire à une spondylolyse par l'absence de solution de continuité dans l'isthme interapophysaire de l'arc vertébral postérieur.

La **translation rotationnelle dégénérative** est quant à elle définie par un défaut d'alignement des bords latéraux des soma vertébraux dans un plan coronal. De nombreuses méthodes (Figure 3) sont disponibles (3) pour l'évaluer en radiographie standard de face et en tomographie.

Figure 3 (3) :

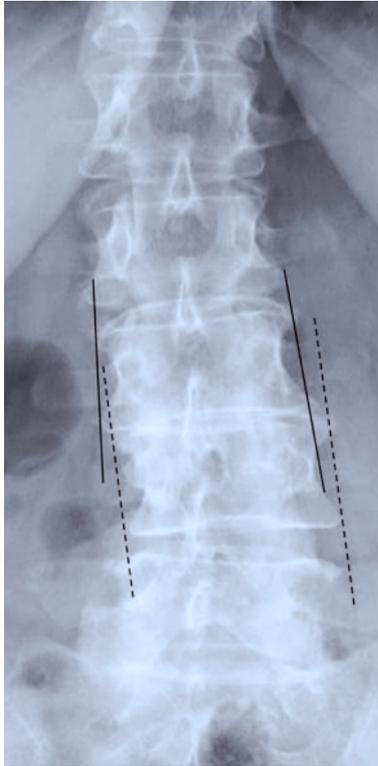
Evaluation de la rotation axiale en projection 2D coronale : a) méthode de Cobb, b) méthode de Nash-Moe, c) méthode de Fait-Janovec, d) méthode de Cetsier, e) méthode de Perdriolle, f) méthode de Bunnell, g) méthode de Monji-Koreska, i) méthode de Stokes



Elle se différencie (Figure 4) d'un segment vertébral scoliotique idiopathique.

Figure 4 (4)

La différenciation entre segment scoliothique idiopathique et translation rotationnelle dégénérative est réalisée par l'étude de lignes créées entre les bords latéraux des plateaux supérieurs et inférieurs de vertèbres adjacentes. Ces lignes se croisent à un niveau discal dans le segment scoliothique idiopathique alors qu'elles seront parallèles ou se croiseront en dehors de la hauteur discale d'un interligne dans la translation rotationnelle dégénérative.



D'autres éléments anatomiques, préférentiellement acquis, sont également des moteurs éminemment actifs dans la biomécanique complexe du maintien de la posture et méritent d'être analysés en imagerie : le tropisme facettaire (angle interfacettaire : Figure 5), l'ouverture et l'orientation (Figure 6) facettaires en font partie.

Figure 5 (2)

Angle interfacettaire : angle entre la ligne sagittale médiane et une ligne tangente aux facettes articulaires

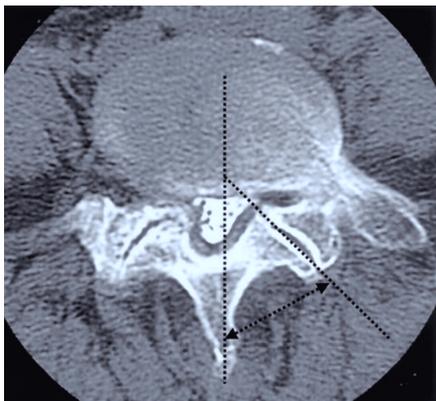
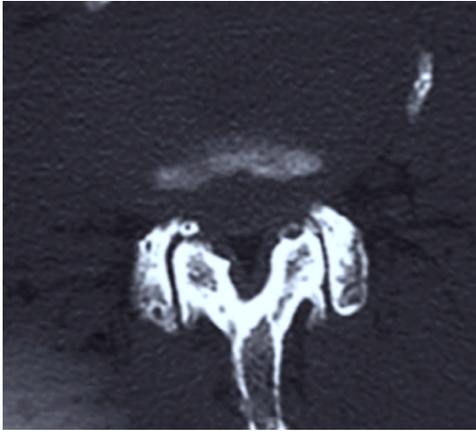


Figure 6 (5)

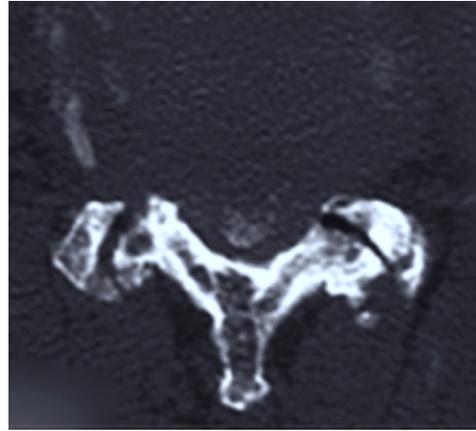
Différentes orientations facettaires ont été décrites :

sagittale (a), anisotropique (b), coronale (c) ou encore enveloppante (d).

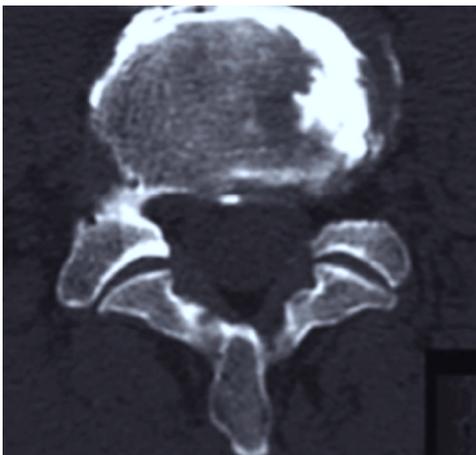
a)



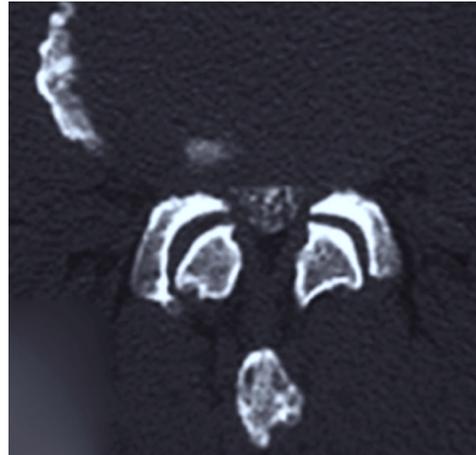
b)



c)



d)

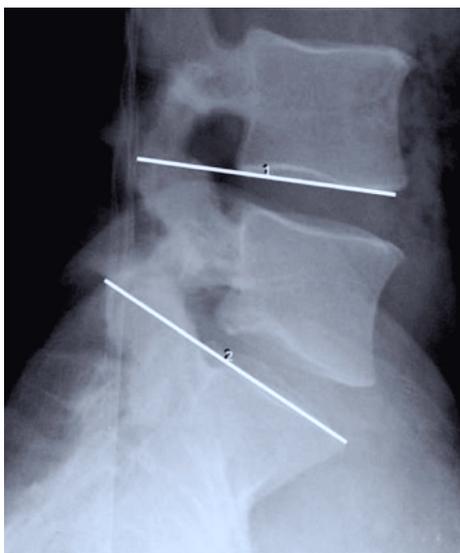


La quantité de liquide zygapophysaire est ainsi corrélée au degré d'instabilité (4) et peut être utile à noter en résonance magnétique pour prédire l'instabilité dynamique, selon la théorie de Kirkaldy-Willis et Farfan (6) avançant que la sénescence vertébrale segmentaire suit une histoire naturelle stéréotypée passant de stable à dysfonctionnelle, d'instable à restabilisée. Un rachis stable initialement présenterait donc successivement une instabilité pré-dynamique, une instabilité dynamique puis une instabilité statique secondaire à la formation d'ostéophytes crochus des facettes articulaires associée à une arthrose sévère.

Les modifications des courbures vertébrales de la scoliose idiopathique (apparaissant et évoluant pendant la période de croissance) sont depuis longtemps étudiées en radiographies avec mesure de l'angle de Cobb utilisé pour quantifier la sévérité de cette déformation tridimensionnelle dans le plan coronal et sagittal. Pour obtenir cette mesure dans le plan coronal, une première ligne est tracée parallèlement au plateau vertébral supérieur de la vertèbre limite supérieure et une deuxième ligne est tracée parallèlement au plateau inférieur de la vertèbre limite inférieure. À partir de ces deux lignes, une ligne perpendiculaire est tracée. Le croisement de ces deux lignes perpendiculaires forme l'angle de Cobb (Figure 8) décrit en 1948. L'angle de Cobb est également utilisé pour mesurer l'importance des courbures vertébrales (cyphose et lordose) dans le plan sagittal. Dans le cas d'angles de Cobb modifiés (Figure 7), les lignes de repères passent par des vertèbres prédéfinies (7) et non pas les vertèbres limites.

Figure 7 (7)

Exemple d'angle de Cobb modifié utilisé dans la littérature : les repères utilisés sont les tangentes aux plateaux inférieur de L4 et supérieur de S1.

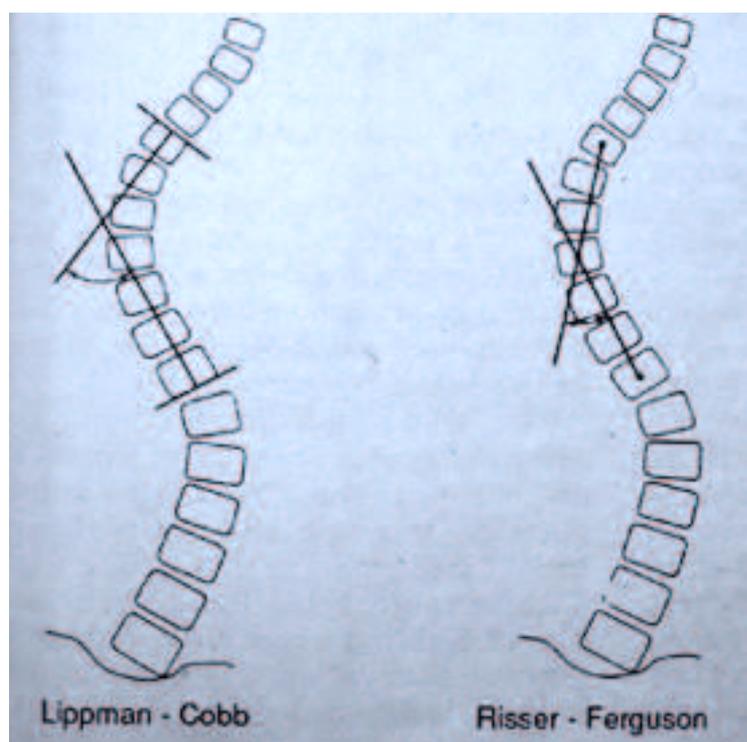


D'autres méthodes sont disponibles comme la méthode de Ferguson réalisée selon la technique illustrée ci-après (Figure 8).

Figure 8

Illustration des méthodes de mesure d'angles de Cobb et de Risser-Ferguson.

L'angle de la courbure est mesuré par deux lignes tracées à partir du centre de la vertèbre au sommet de la courbure vers le centre des vertèbres supérieure et inférieure, les plus inclinées à l'horizontale dans la méthode de Risser-Ferguson.



Le développement des dernières générations de scanners multibarrettes s'accompagne d'une augmentation des bilans de scoliose par tomodensitométrie, notamment pour une indication de planification préopératoire, malgré les modifications de la géométrie rachidienne entre la position debout de réalisation des clichés standards et la position de décubitus à partir de laquelle les reconstructions scanners sont acquises. Une différence de 9 degrés en moyenne entre les angles de Cobb, selon qu'ils soient mesurés en position couchée ou debout, est relatée par Torell *et al* (8) concernant les courbures vertébrales latérales de la scoliose idiopathique, tandis que Yazici *et al* (9), comparant la rotation vertébrale couchée et debout également dans la scoliose idiopathique, montrent une diminution de l'angle de Cobb moyen de 56 à 39 degrés et une réduction de la rotation de la vertèbre apicale de 23 à 17 degrés.

Il est dès lors admis par ces auteurs que la comparaison directe entre mesures d'angles de Cobb estimées en radiographies et en scanner n'est pas possible, et qu'il est plus approprié d'évaluer la reproductibilité intraobservateur et la variabilité interobservateur entre ces différentes valeurs.

Si l'étude des déformations rotatoires vertébrales dans le plan transverse en scanner fait l'objet de nombreux travaux, l'analyse tomодensitométrique des modifications posturales dans le plan coronal est nettement moins référencée dans la littérature radiologique internationale (10).

L'avenir de cette imagerie rachidienne est peut-être à chercher du côté du système EOS 2D/3D (Figures 9,10) avec le détecteur Charpak, prix Nobel de physiques pour sa découverte. Il ouvre en effet de perspectives séduisantes dans l'analyse tridimensionnelle de reconstruction de projection planaire permettant la visualisation de la géométrie vertébrale dans une vue horizontale par dessus.

Figure 9 (Système EOS) (11)

Visualisation d'un plan horizontal de la colonne scoliothique

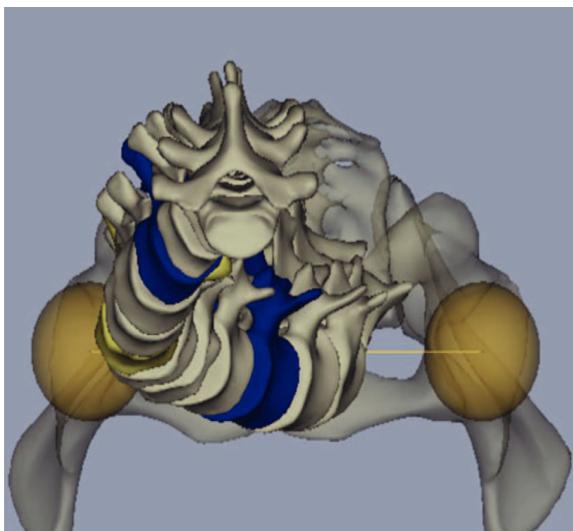
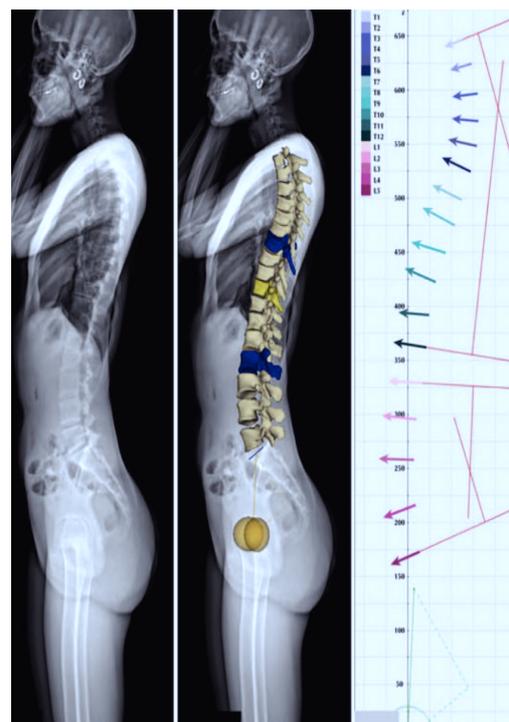


Figure 10 (Système EOS) (11)

Visualisation d'un plan sagittal du rachis scoliothique



L'objet de cette thèse est de tester si le scanner en décubitus représente un outil valable et reproductible pour analyser la statique rachidienne dans les plans coronal et sagittal, à l'aide d'une comparaison de mesures de courbure lombaire entre scanner et radiographies conventionnelles en charge.

2. MATERIELS ET METHODES

a) Population

Une recherche des patients adultes ayant bénéficié en l'espace d'une semaine d'un scanner lombaire et de radiographies de la colonne lombaire au cours de l'année 2011 a été menée dans le PACS (Carestream, Rochester, NY, USA) de notre établissement (UCL Saint-Luc, Bruxelles).

Les critères d'inclusion retenus étaient les suivants :

- a) âge entre 18 et 95 ans
- b) radiographies de la colonne lombaire de face et de profil réalisées en position debout
- c) scanner du rachis lombaire de L1 à S1.

Les critères d'exclusion étaient :

- a) âge de moins de 18 ans ou de plus de 95 ans
- b) radiographies incomplètes ou réalisées en décubitus
- c) antécédent d'arthrodèse.

Nous n'avons pas exclus les fractures.

Des critères qualités ont été appliqués lors de la sélection des radiographies, vérifiant de face l'absence d'inégalité de longueur des membres inférieurs (bascule pelvienne de moins d'un centimètre) et sur le profil que la distance entre les têtes fémorales était inférieure au centimètre.

Aucun des dossiers retenus n'a été exclu sur base de ces critères de qualité.

Nous avons noté l'âge et le sexe des patients retenus.

Entre le 1^{er} janvier et le 31 décembre 2011, 120 radiographies et scanners de la colonne lombaire ont été réalisées chez 120 patients.

76 patients ont été inclus et constituent notre population étudiée.

Cette population était constituée de 42 femmes et 34 hommes avec un âge moyen de 66 ans et 9 mois (valeurs limites : 25-89 ans) et se décomposait en 8 patients de moins de 50 ans, 33 entre 50 et 70 ans et 35 de plus de 70 ans.

Parmi les patients inclus, les indications d'examen étaient : radiculalgies (n=30), lombalgies (n=22), canal lombaire étroit (n=16), suivi de fracture (n=5). Pour 3 patients, le motif n'a pu être retrouvé.

44 patients ont été exclus suite à la présence d'une arthrodeuse (n=34) ou d'un examen radiologique non satisfaisant (patient en décubitus, n=7 ; radiographies incomplètes, n=3).

b) Paramètres techniques d'acquisition

Les scanners lombaires étaient réalisés sur SIEMENS Somaton Definition AS, 40 barrettes avec un pitch à 0.8, un potentiel de 120 kV, une charge moyenne de 300 mAS, une vitesse de rotation du tube de 1 seconde et une épaisseur de coupe d'1 millimètre reconstruite tous les 0.5 millimètre. Les données étaient reconstruites en filtre dur et filtre mou avec stockage des données brutes dans le PACS.

Les patients étaient positionnés sur la table de scanner en décubitus dorsal, bras derrière la tête et sans coussin sous les genoux, les jambes allongées directement sur la table.

c) Post-traitement des images

Les radiographies n'ont été soumises à aucun post-traitement.

Les acquisitions tomodensitométriques ont été retravaillées indépendamment par 3 radiologues de façon à reconstruire des coupes sagittales et coronales de référence en utilisant les programmes de reconstruction de base disponibles sur notre système PACS.

La procédure suivante a été appliquée :

- 1) charger les données brutes reconstruites en haute résolution dans le programme de reconstruction multiplanaire
- 2) appliquer une largeur ($L=1600$) et un niveau de gris ($C=300$) correspondant à un fenêtrage osseux
- 3) épaissir les coupes à 3 mm
- 4) sélectionner l'outil de reconstruction curviligne (reformatage parallèle des courbes)
- 5) création de la coupe coronale de référence : sur la reconstruction sagittale, sélectionner la coupe passant par le hile vasculaire (Figure 11) et marquer le point équidistant du mur vertébral antérieur et postérieur au hile (Figure 12).

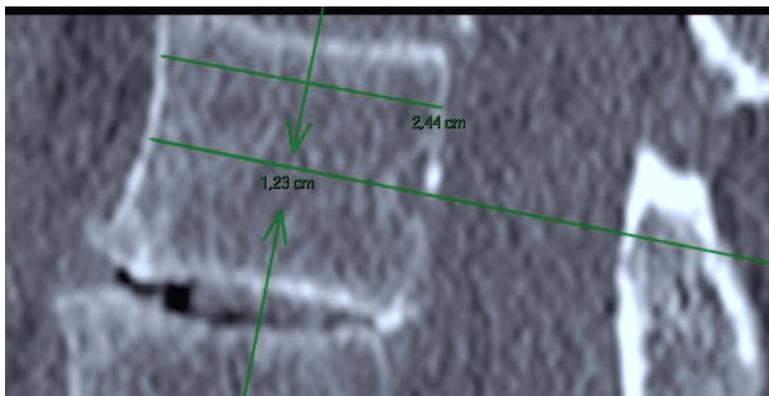
Figure 11

Repérage du hile vasculaire



Figure 12

Placement des points en imagerie parallèle curviligne à chaque vertèbre dans le plan sagittal



Procéder de la même façon pour chaque vertèbre de L1 à S1. Une fois les points sélectionnés sur les images sagittales (Figure 13) , un plan de reconstruction coronal passant par le milieu de chaque vertèbre est créé. Il ne sera pas déplacé dans le plan antéro-postérieur. L'image ainsi créée est appelée 'coupe de référence coronale' (Figure 14) qui sera utilisée pour les mesures (cf ci-après).

Figure 13

Plan de coupe en imagerie parallèle curviligne pour obtention de la coupe de référence coronale

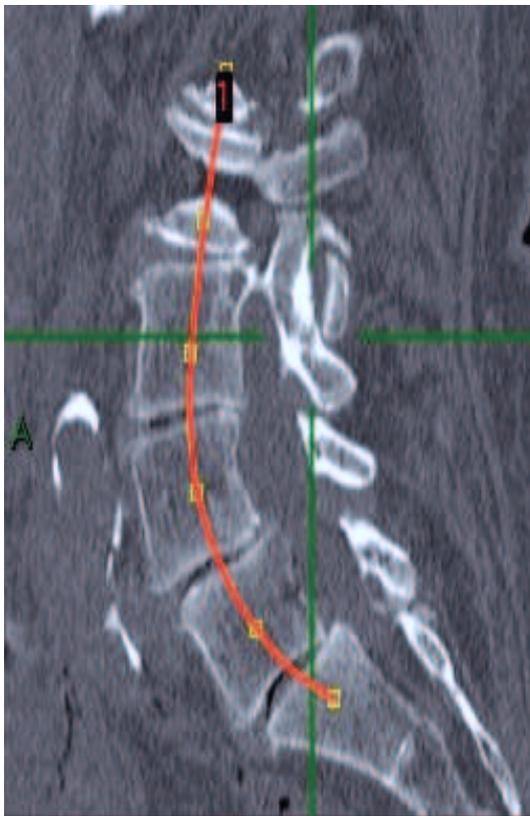


Figure 14

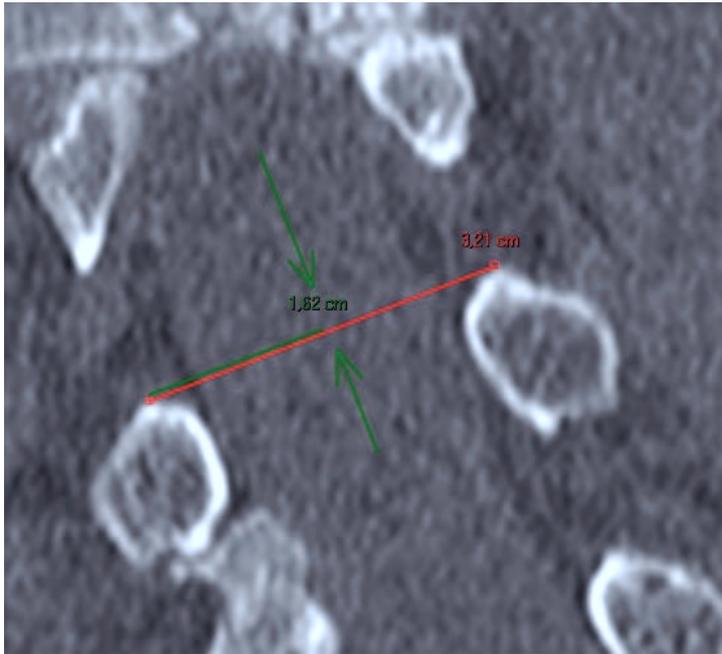
Coupe de référence coronale reconstruite par MPR curviligne



- 6) création de la coupe sagittale de référence : sur la reconstruction coronale, sélectionner la coupe passant par le sommet des deux pédicules et marquer le point équidistant (Figure 15).

Figure 15

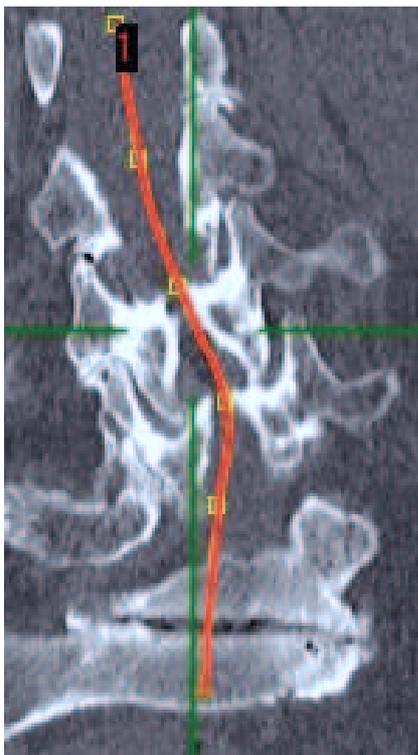
Répérage des pédicules et placement des points en imagerie parallèle curviligne



Procéder de la même façon pour chaque vertèbre de L1 à S1. Une fois les points sélectionnés sur les images coronales (Figure 16) , un plan de reconstruction sagittal passant par le milieu de chaque vertèbre est créé.

Figure 16

Plan de coupe en imagerie parallèle curviligne pour obtention de la coupe de référence sagittale



Il ne sera pas déplacé dans le plan latéral. L'image ainsi créée est appelée 'coupe de référence sagittale' (Figure 17) qui sera utilisée pour les mesures (cf ci-après).

Figure 17

Coupe de référence sagittale reconstruite par MPR curviligne



d) Mesures

Des angles de Cobb modifiés ont été définis pour apprécier la statique lombaire et ont été mesurés de façon indépendante par les 3 observateurs, à l'aide de l'outil de calcul d'angle de Cobb de notre système PACS :

-dans le plan coronal entre les tangentes au plateau inférieur de L1 et au plateau inférieur de L5 sur la radiographie de face (Figure 18).

-dans le plan sagittal entre les tangentes au plateau inférieur de L1 et au plateau inférieur de L5 sur la radiographie de profil (Figure 19).

Figure 18

Angle de Cobb modifié coronal

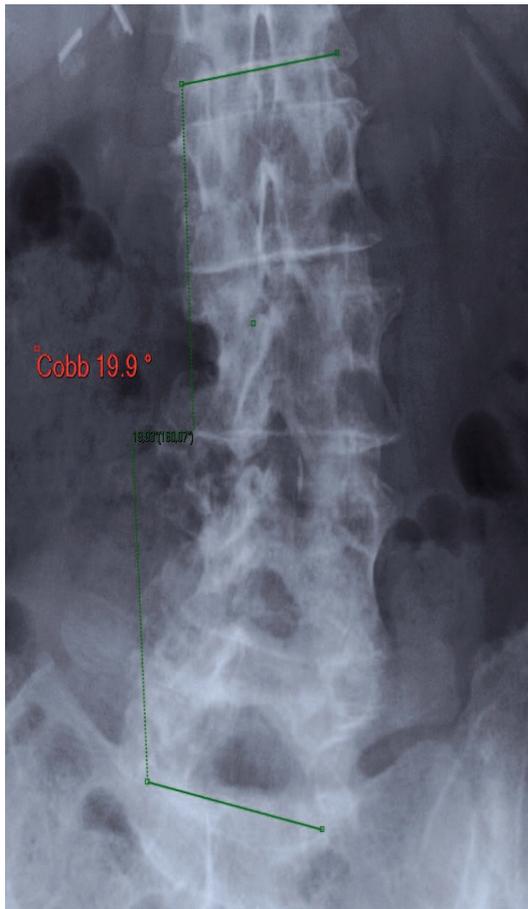
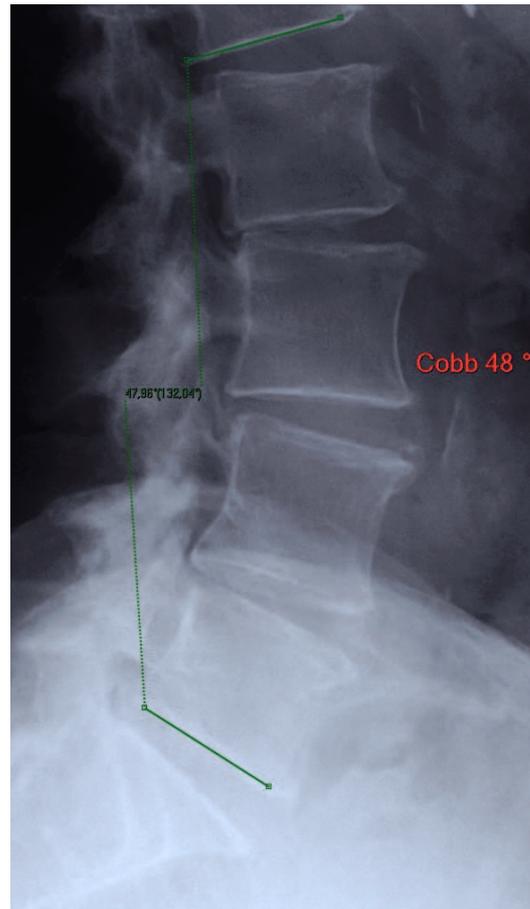


Figure 19

Angle de Cobb modifié sagittal



Trois semaines plus tard, les mêmes observateurs ont réalisé les reconstructions des coupes de références tomodensitométriques et les mesures de la façon suivante :

- dans le plan coronal entre les tangentes au plateau inférieur de L1 et au plateau inférieur de L5 sur la coupe de référence coronale (Figure 20)
- dans le plan sagittal entre les tangentes au plateau inférieur de L1 et au plateau inférieur de L5 sur la coupe de référence sagittale (Figure 21).

Figure 20

Angle de Cobb modifié coronal

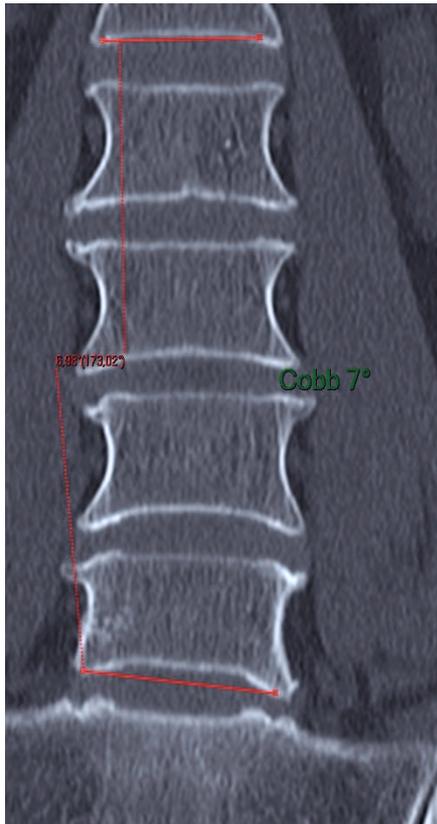


Figure 21

Angle de Cobb modifié sagittal



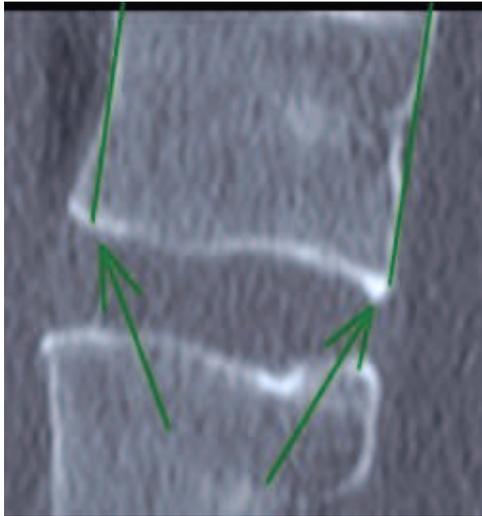
Un entraînement préalable des trois radiologues réalisant les mesures a consisté à calculer ces angles après avoir chacun reconstruit les coupes de référence d'après la méthode convenue sur les scanners lombaires de cinq patients choisis en dehors de la cohorte étudiée.

Dans le plan sagittal, les lignes tangentes aux plateaux vertébraux passaient par les deux points localisés à l'intersection entre les plateaux et les tangences aux murs vertébraux antérieur et postérieur de chaque vertèbre (Figure 22).

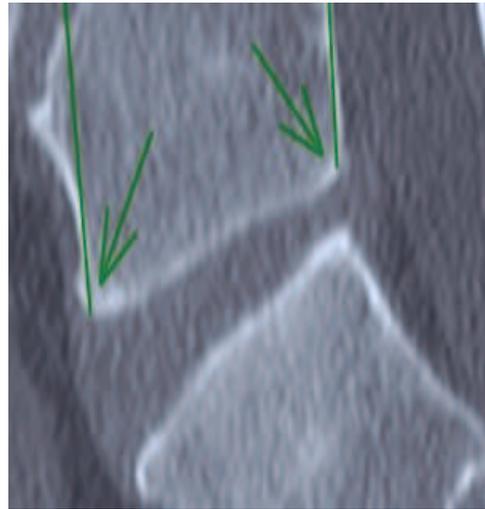
Figure 22

Placement des points (utilisés pour les tangentes servant à la mesure d'angle de Cobb) sur les plateaux par tangences aux murs antérieur et postérieur du soma

a) à l'intersection du plateau inférieur de L1



b) à l'intersection du plateau inférieur de L5



Dans le plan coronal, les lignes tangentes aux plateaux vertébraux passaient par les deux points localisés à l'intersection entre les plateaux et les tangences aux murs vertébraux latéraux de chaque vertèbre.

e) Analyse statistique

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel Statview (SAS Institute, Cary, NC, USA). Une valeur $p < 0.05$ était retenue comme seuil de significativité.

Les résultats d'angles de Cobb modifiés obtenus en scanner par les trois observateurs ont été comparés à ceux obtenus en radiographies en utilisant des tests t de Student appariés.

La reproductibilité inter-technique et inter-observateur pour les valeurs d'angles de Cobb dans les plans coronal et sagittal, correspondant à la concordance des observateurs, a été évaluée en

utilisant la méthode de Bland-Altman (12). La moyenne des résultats (biais), l'écart-type et les limites de concordance (moyenne plus ou moins 2 écarts-type) ont été analysés.

Les reproductibilités intertechniques et interobservateurs pour les valeurs d'angles de Cobb dans les plans coronal et sagittal ont ensuite été évalués successivement pour les patients de moins de 70 ans et pour ceux de plus de 70 ans, en utilisant également la méthode de Bland-Altman.

La reproductibilité interobservateur d'angles de Cobb moyens dans les plans coronal et sagittal entre radiographies et scanner a été évaluée par des coefficients de corrélation intraclass (CCI). Les résultats sont interprétés comme des coefficients *kappa*, selon Landis et Koch (13) : la reproductibilité est considérée faible avec $CCI < 0.20$; légère entre 0.21 et 0.40; modérée entre 0.41 et 0.60; substantielle entre 0.61 et 0.80 et presque parfaite entre 0.81 et 1.

3. RESULTATS

a) Comparaison des angles mesurés en scanner et en radiographies

dans la population entière

1-plan coronal

Dans le plan coronal, les valeurs moyennes d'angles de Cobb L1-L5 étaient 6.15°, 7.05° et 6.33° sur les radiographies debout de face, et 5.98°, 6.38° and 6.23° sur les scanners, pour les observateurs 1, 2 et 3, respectivement (Tableau 1). Il n'y avait pas de différence significative entre les valeurs obtenues en radiographies debout et en scanner (Tableau 1). L'analyse des graphiques de Bland et Altman (Figure 23a) n'a pas mis en évidence d'erreur proportionnelle ou de biais. L'analyse des différences de valeurs entre les techniques d'imagerie pour chaque observateur ne montrait pas de biais (pas de sous-estimation ou de surestimation avec une technique). Les limites minimales et maximales de concordance entre radiographies en charge et scanner étaient de 15 et 16.5 degrés.

2-plan sagittal

Dans le plan sagittal, les valeurs moyennes d'angles de Cobb L1-L5 étaient 43.71°, 44.00° et 43.85° sur les radiographies debout de profil et 38.28°, 39.79° et 39.71° sur les scanners pour les observateurs 1, 2 et 3, respectivement (Tableau 1). Pour les trois radiologues, les valeurs d'angles de Cobb réalisées sur les radiographies étaient significativement différentes de celles obtenues en scanner avec des coupes reconstruites dans le plan sagittal. Il y avait une sous-estimation systématique de l'angle de Cobb au scanner en comparaison avec les radiographies, comme prouvé par les biais systématiquement négatifs (Tableau 1, Figure 23b).

Tableau 1: Valeurs moyennes d'angles de Cobb modifiés (en degrés) pour la population entière et concordance intertechnique entre radiographies et scanner: analyse des différences de moyenne et limites de concordance (d'après Bland et Altman)

Plan de coupe	Observateur	Radiographies*	Scanner*	Différences moyennes (degrés)*	<i>P</i>	Biais Fixé	Limites de concordance à 95% (degrés)
Coronal	1	6.15 [4.79, 7.52]	5.98 [4.70, 7.26]	-0.17 [-1.08, 0.74]	0.71	Non	-7.6, 8
	2	7.05 [5.58, 8.53]	6.38 [5.12, 7.64]	-0.67 [-1.64, 0.29]	0.17	Non	-7.6, 8.9
	3	6.33 [4.91, 7.74]	6.23 [4.98, 7.48]	-0.09 [-0.97, 0.78]	0.83	Non	-7.4, 7.6
Sagittal	1	43.71 [40.60, 46.82]	38.28 [35.39, 41.16]	-5.43 [-7.18, -3.69]	<0.0001	Oui	-9.5, 20.4
	2	44.00 [40.94, 47.06]	39.79 [36.90, 42.67]	-4.21 [-5.88, -2.54]	<0.0001	Oui	-10.1, 18.5
	3	43.85 [40.87, 46.83]	39.71 [36.88, 42.54]	-4.14 [-5.94, -2.34]	<0.0001	Oui	-11.3, 19.6

Notes:

* Les données sont des valeurs moyennes, suivies des intervalles de confiance à 95% entre crochets.

-Limites de concordance à 95%: moyenne plus ou moins 2 écarts-type

-*P*: valeur de *P* par test *t* de Student apparié

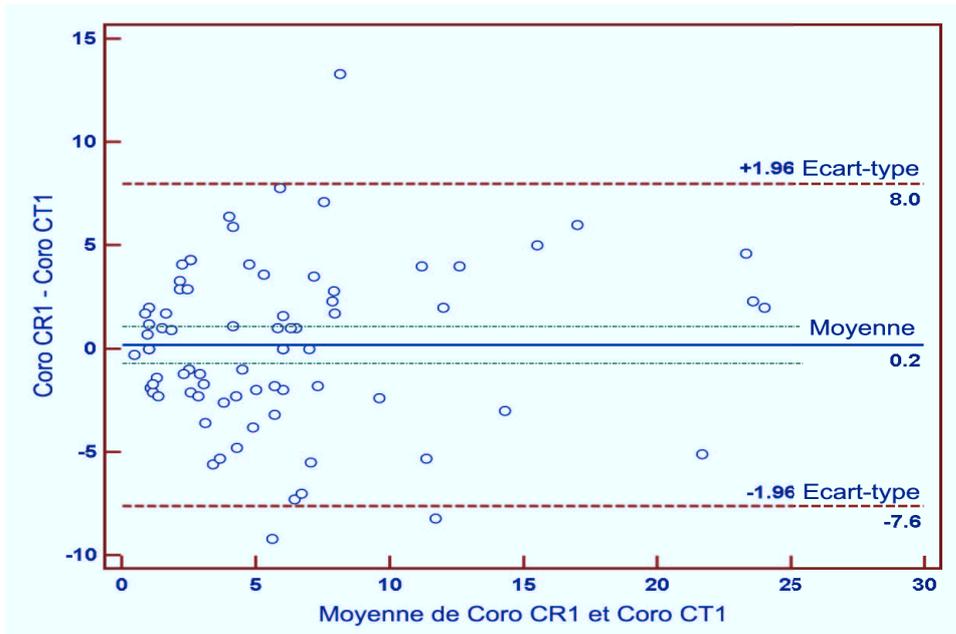
-Biais fixé: si $P < 0.05$ ou l'intervalle de confiance à 95% n'inclut pas 0.

Figure 23

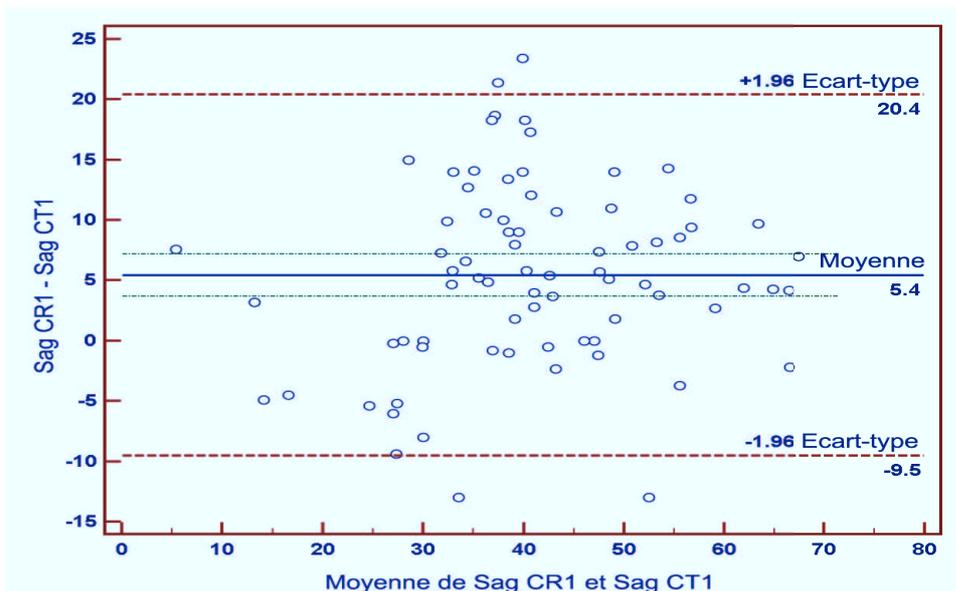
Graphiques illustrant la concordance entre scanner et radiographies selon la méthode de Bland-Altman.

Chaque point représente pour un patient la différence entre les résultats obtenus par deux méthodes par rapport à la moyenne de ces résultats.

a) moyenne des différences (biais) de valeurs d'angles de Cobb entre scanner (CT) et radiographies (CR) dans le plan coronal pour l'observateur 1 pour la population entière et limites de concordance (valeur moyenne d'angle en abscisse entre scanner et radiographies, différentiel radiographies-scanner en ordonnées)



b) analyse des différences de valeurs d'angles de Cobb entre scanner (CT) et radiographies (CR) dans le plan sagittal pour l'observateur 1 pour la population entière (valeur moyenne d'angle en abscisse entre scanner et radiographies, différentiel radiographies-scanner en ordonnées)



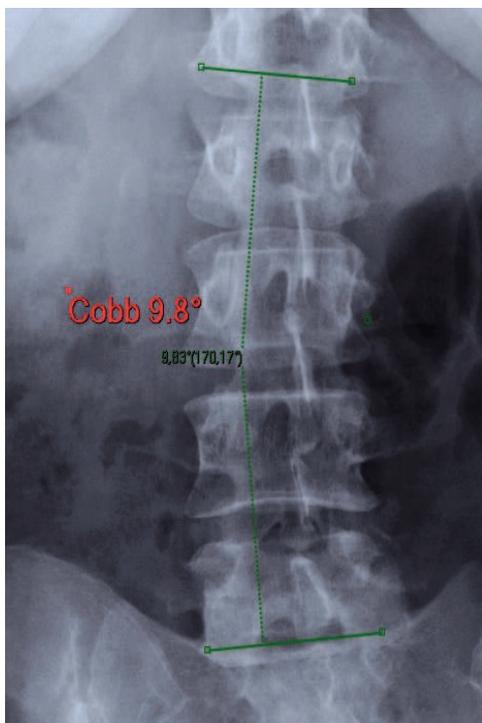
*b) Comparaison des angles mesurés en scanner et en radiographies
dans la population de moins de 70 ans*

1-plan coronal

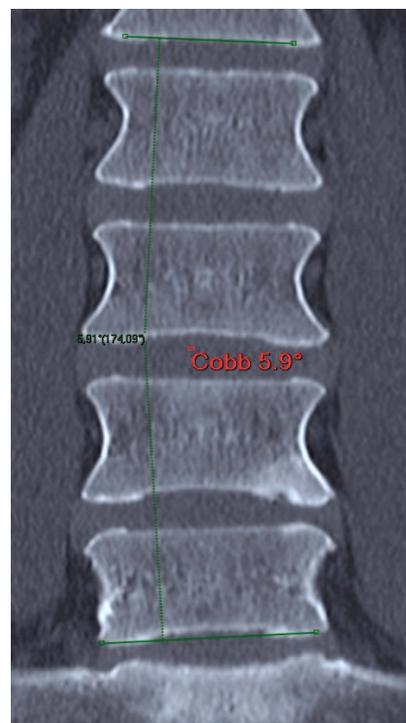
Dans le plan coronal, les valeurs moyennes d'angles de Cobb L1-L5 étaient 4.34°, 5.26° et 4.78° sur les radiographies debout de face, et 4.84°, 5.33° and 5.24° sur les scanners, pour les observateurs 1, 2 et 3, respectivement (Tableau 2). Il n'y avait pas de différence significative dans les valeurs moyennes d'angles de Cobb entre radiographies debout de face et scanner (Tableau 2, Figure 24). L'analyse des graphiques de Bland et Altman (Figure 26a) n'a pas mis en évidence d'erreur proportionnelle ou de biais. Les limites minimales et maximales de concordance entre radiographies en charge et scanner étaient de 13.5 et 15.2 degrés.

Figure 24

a) angle de Cobb coronal en radiographie



b) angle de Cobb coronal en scanner



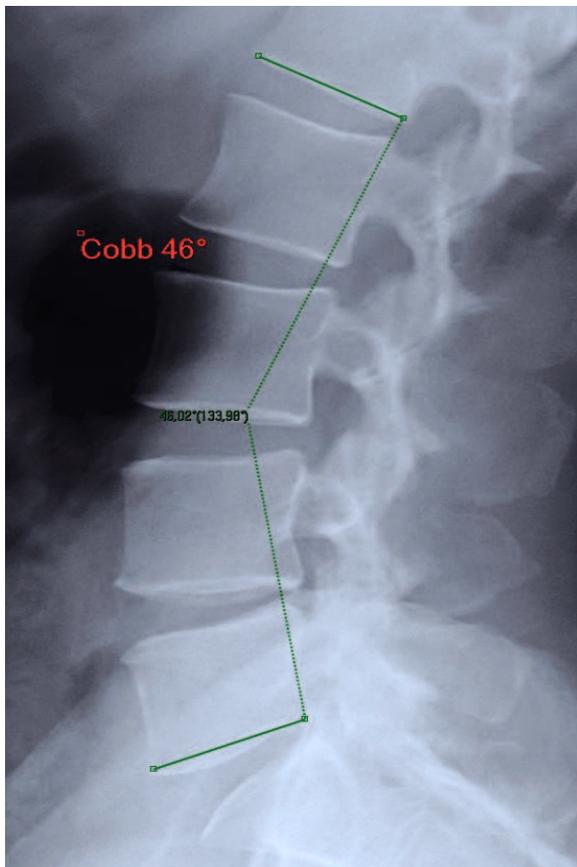
Les angles sont ici de 9.8 degrés en radiographie et de 5.9 degrés en scanner chez une patiente de 46 ans.

2-plan sagittal

Dans le plan sagittal, les valeurs moyennes d'angles de Cobb L1-L5 étaient 44.89° , 45.50° et 44.77° sur les radiographies debout de profil et 36.56° , 38.58° et 38.30° sur les scanners pour les observateurs 1, 2 et 3, respectivement (Tableau 2). Les valeurs moyennes d'angles de Cobb étaient significativement plus grandes en radiographies de profil par rapport à celles obtenues sur des reconstructions scanner (Tableau 2, Figure 25, Figure 26b).

Figure 25

a) angle de Cobb sagittal en radiographie



b) angle de Cobb sagittal en scanner



Les angles sont ici de 46 degrés en radiographie et de 31.4 degrés en scanner chez une patiente de 46 ans.

Tableau 2: Valeurs moyennes d'angles de Cobb modifiés (en degrés) pour les patients de moins de 70 ans (n=41) et concordance intertechnique entre radiographies et scanner: analyse des différences de moyenne et limites de concordance (d'après Bland et Altman)

Plan de coupe	Observateur	Radiographies*	Scanner*	Différences moyennes (degrés)*	<i>P</i>	Biais fixé	Limites de concordance à 95% (degrés)
Coronal	1	4.34 [3.27, 5.40]	4.84 [3.68, 6.00]	0.50[-0.72, 1.73]	0.41	Non	-8.1, 7.1
	2	5.26 [4.00, 6.53]	5.33 [4.18, 6.47]	0.06 [-1.02, 1.15]	0.91	Non	-6.8, 6.7
	3	4.78 [3.52, 6.05]	5.24 [4.02, 6.46]	0.46 [-0.69, 1.61]	0.42	Non	-6.8, 6.7
Sagittal	1	44.89 [41.11, 48.66]	36.56 [32.61, 40.52]	-8.33 [-10.56, -6.10]	<0.0001	Oui	-5.5, 22.2
	2	45.50 [41.67, 49.33]	38.58 [34.69, 41.48]	-6.92 [-9.18, -4.66]	<0.0001	Oui	-7.1, 20.9
	3	44.77 [40.64, 48.89]	38.30 [34.50, 42.11]	-6.46 [-9.25, -3.68]	<0.0001	Oui	-10.8, 23.8

Notes:

* Les données sont des valeurs moyennes, suivies des intervalles de confiance à 95% entre crochets.

-Limites de concordance à 95%: moyenne plus ou moins 2 écarts-type

-*P*: valeur de *P* par test *t* de Student apparié

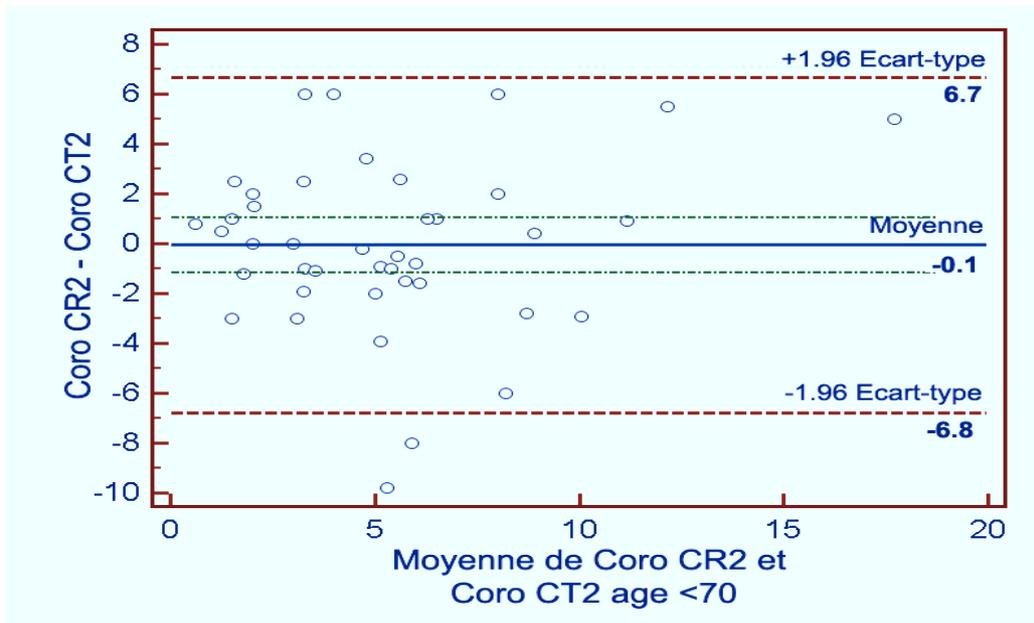
-Biais fixé: si $P < 0.05$ ou l'intervalle de confiance à 95% n'inclut pas 0.

Figure 26

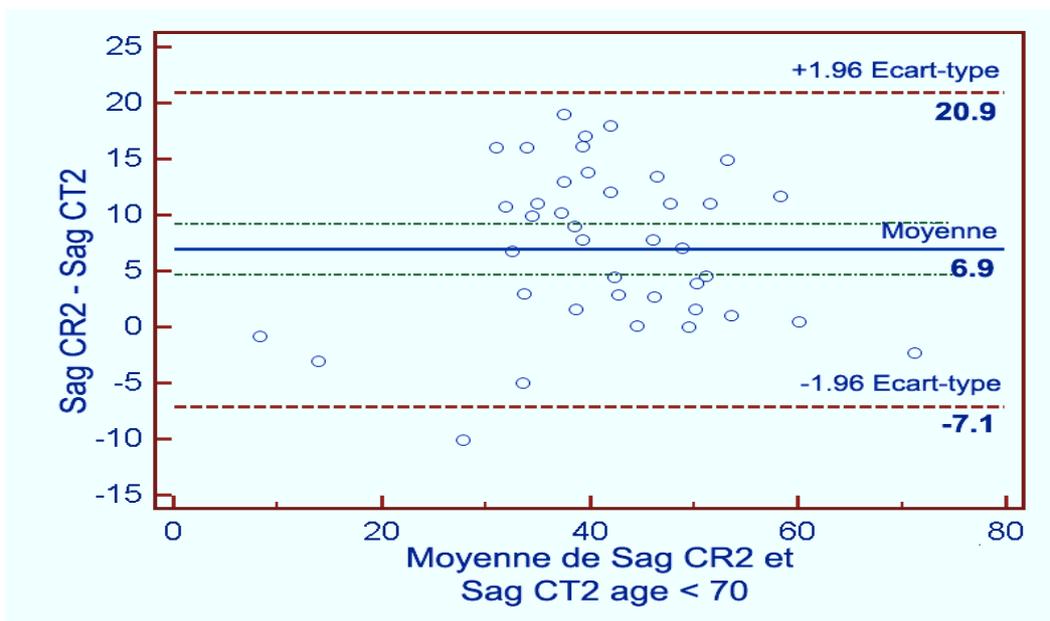
Graphiques illustrant la concordance entre scanner et radiographies selon la méthode de Bland-Altman.

Chaque point représente pour un patient la différence entre les résultats obtenus par deux méthodes par rapport à la moyenne de ces résultats.

a) moyenne des différences (biais) de valeurs d'angles de Cobb entre scanner (CT) et radiographies (CR) dans le plan coronal pour l'observateur 2 pour la population de moins de 70 ans et limites de concordance (valeur moyenne d'angle en abscisse entre scanner et radiographies, différentiel radiographies-scanner en ordonnées)



b) analyse des différences de valeurs d'angles de Cobb entre scanner (CT) et radiographies (CR) dans le plan sagittal pour l'observateur 2 pour la population de moins de 70 ans (valeur moyenne d'angle en abscisse entre scanner et radiographies, différentiel radiographies-scanner en ordonnées)



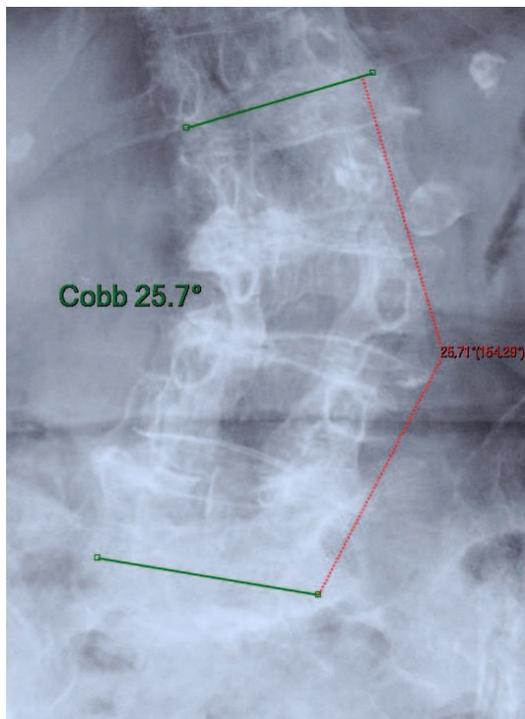
c) *Comparaison des angles mesurés en scanner et en radiographies*
dans la population de plus de 70 ans

1-plan coronal

Dans le plan coronal, les valeurs moyennes d'angles de Cobb L1-L5 étaient 8.28°, 9.15° et 8.13° sur les radiographies debout de face, et 7.31°, 6.38° and 7.39° sur les scanners, pour les observateurs 1, 2 et 3, respectivement (Tableau 3). Il n'y avait pas de différence significative dans les valeurs moyennes d'angles de Cobb entre radiographies debout de face et scanner (Tableau 3, Figure 27). L'analyse des graphiques de Bland et Altman (Figure 29a) n'a pas mis en évidence d'erreur proportionnelle ou de biais. Les limites minimales et maximales de concordance entre radiographies en charge et scanner étaient de 15.6 et 19.1 degrés.

Figure 27

a) angle de Cobb coronal en radiographie



b) angle de Cobb coronal en scanner



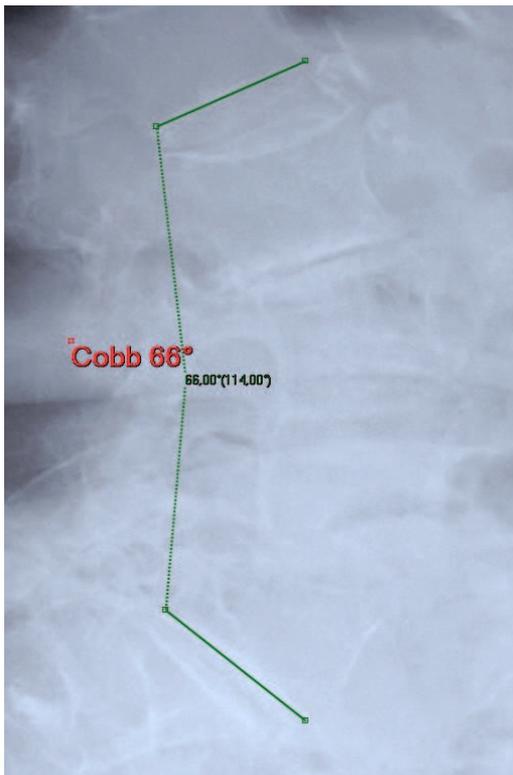
Les angles sont ici de 25.7 degrés en radiographie et de 22.4 degrés en scanner chez une patiente de 86 ans.

2-plan sagittal

Dans le plan sagittal, les valeurs moyennes d'angles de Cobb L1-L5 étaient 42.33° , 42.24° et 42.78° sur les radiographies debout de profil et 40.29° , 41.20° et 41.36° sur les scanners pour les observateurs 1, 2 et 3, respectivement (Tableau 3). Il n'y avait pas de différence significative dans les valeurs moyennes d'angles de Cobb obtenues en radiographies de profil et en scanner (Tableau 3, Figure 28). L'analyse des graphiques de Bland et Altman ne montraient pas d'évidence de sous-estimation ou de surestimation par une technique (Figure 29b). Les limites minimales et maximales de concordance entre radiographies debout et scanner étaient de 22.1 et 27.2 degrés.

Figure 28

a) angle de Cobb sagittal en radiographie



b) angle de Cobb sagittal en scanner



Les angles sont ici de 66 degrés en radiographie et de 64.6 degrés en scanner chez une patiente de 86 ans.

Tableau 3: Valeurs moyennes d'angles de Cobb modifiés (en degrés) pour les patients de plus de 70 ans (n=35) et concordance intertechnique entre radiographies et scanner: analyse des différences de moyenne et limites de concordance (d'après Bland et Altman)

Plan de coupe	Observateur	Radiographies*	Scanner*	Différences moyennes (degrés)*	<i>P</i>	Biais fixé	Limites de concordance à 95% (degrés)
Coronal	1	8.28 [5.69, 10.87]	7.31 [4.90, 9.73]	-0.97 [-2.33, 0.40]	0.16	Non	-6.8, 8.8
	2	9.15 [6.38, 11.92]	7.61 [5.22, 10.01]	-1.53 [-3.21, 0.14]	0.07	Non	-8.0, 11.1
	3	8.13 [5.47, 10.79]	7.39 [5.05, 9.72]	-0.74 [-2.12, 0.63]	0.28	Non	-7.1, 8.6
Sagittal	1	42.33 [37.05, 47.61]	40.29 [35.96, 44.62]	-2.04 [-4.43, 0.34]	0.09	Non	-11.6, 15.6
	2	42.24 [37.20, 47.29]	41.20 [36.74, 45.67]	-1.04 [-3.17, 1.09]	0.33	Non	-11.1, 13.2
	3	42.78 [38.29, 47.28]	41.36 [36.98, 45.74]	-1.42 [-3.36, 0.52]	0.15	Non	-9.6, 12.5

Notes:

* Les données sont des valeurs moyennes, suivies des intervalles de confiance à 95% entre crochets.

-Limites de concordance à 95%: moyenne plus ou moins 2 écarts-type

-*P*: valeur de *P* par test *t* de Student apparié

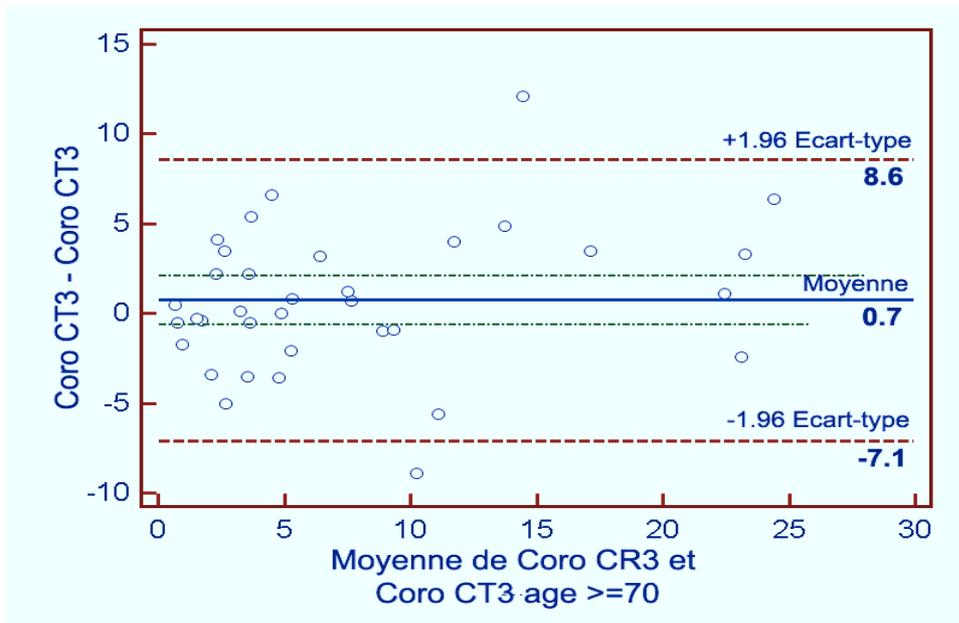
-Biais fixé: si $P < 0.05$ ou l'intervalle de confiance à 95% n'inclut pas 0.

Figure 29

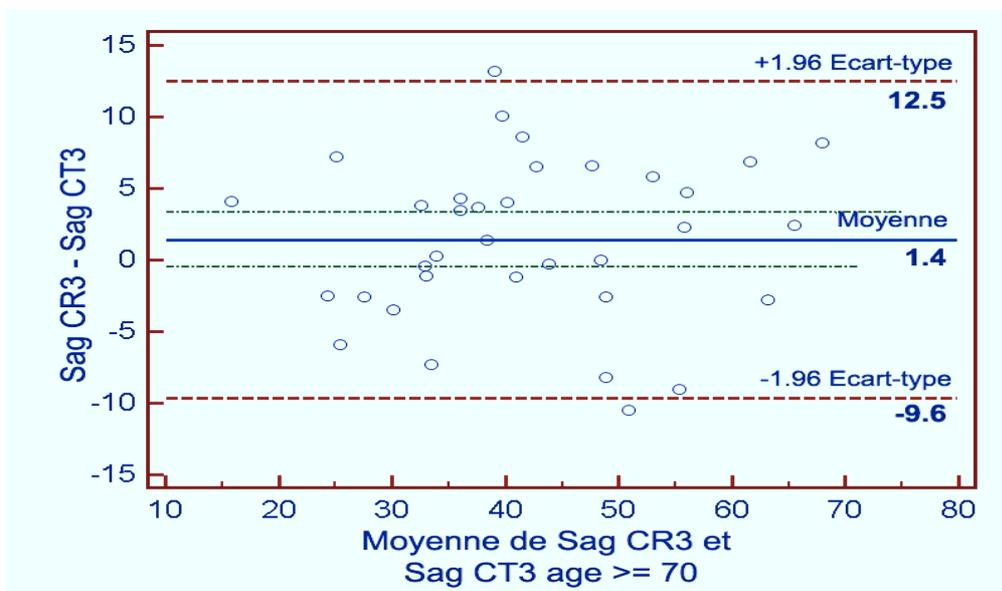
Graphiques illustrant la concordance entre scanner et radiographies selon la méthode de Bland-Altman.

Chaque point représente pour un patient la différence entre les résultats obtenus par deux méthodes par rapport à la moyenne de ces résultats.

a) moyenne des différences (biais) de valeurs d'angles de Cobb entre scanner (CT) et radiographies (CR) dans le plan coronal pour l'observateur 3 pour la population de plus de 70 ans et limites de concordance (valeur moyenne d'angle en abscisse entre scanner et radiographies, différentiel radiographies-scanner en ordonnées)



b) analyse des différences de valeurs d'angles de Cobb entre scanner (CT) et radiographies (CR) dans le plan sagittal pour l'observateur 3 pour la population de plus de 70 ans (valeur moyenne d'angle en abscisse entre scanner et radiographies, différentiel radiographies-scanner en ordonnées)



d) Reproductibilité interobservateur

La reproductibilité interobservateur était excellente pour les deux modalités, avec des coefficients de corrélation intraclass de l'ordre de 0.92 à 0.98 (Tableau 4).

Tableau 4: Reproductibilité interobservateur pour les valeurs d'angles de Cobb modifiés

Plan	Technique d'imagerie	Coefficient de Corrélation Intraclass*
Coronal	Radiographies	0.92 [0.89, 0.95]
	Scanner	0.95 [0.93, 0.97]
Sagittal	Radiographies	0.93 [0.90, 0.95]
	Scanner	0.98 [0.97, 0.99]

* Les données sont des coefficients de corrélation intraclass, suivis des intervalles de confiance à 95% entre crochets.

4. DISCUSSION

L'objectif de notre travail a été d'évaluer s'il on pouvait analyser la statique lombaire lorsqu'un patient bénéficie d'un scanner du rachis lombaire.

Pour ce faire, nous avons utilisé rétrospectivement les données des patients ayant bénéficié de radiographies debout et d'un scanner de la colonne lombaire de façon quasiment synchrone.

Premièrement, notre étude met en évidence que la déformation rachidienne dans le plan coronal déterminée au scanner est identique à celle mesurée sur les radiographies de face réalisées en position debout. Cette observation concerne à la fois notre population entière, mais également les deux sous-populations étudiées, à savoir les patients âgés de moins de 70 ans et ceux de plus de 70 ans. Cette notion va à l'encontre de l'opinion communément répandue dans la communauté radiologique (14) selon laquelle la statique lombaire s'évalue en charge et ne peut être analysée en décubitus. En pratique, nos résultats suggèrent que le compte-rendu radiologique d'un scanner lombaire pourrait comporter des informations sur la statique dans le plan coronal. Il convient toutefois de rappeler que la méthodologie utilisée dans notre travail comportait la réalisation de reconstructions coronales curvilignes et que les mesures n'ont pas été faites sur de simples reconstructions coronales. La différence possible entre les deux méthodes de mesure pourrait faire l'objet d'une analyse complémentaire avant d'utiliser cette méthode plus rapide de mesure.

Deuxièmement, notre étude montre que la déformation rachidienne dans le plan sagittal déterminée au scanner diffère de façon statistiquement significative des valeurs obtenues sur les radiographies de profil réalisées en position debout dans toute notre population. La lordose lombaire était sous-estimée de 5.4° ; 4.2° et 4.1° pour les trois observateurs sur la reconstruction sagittale par rapport à celle obtenue en radiographies. Cette information est cohérente avec la connaissance de la biomécanique rachidienne pour laquelle il est admis que la

mise en contrainte du rachis majeure par rapport au décubitus à la fois la cyphose dorsale et la lordose lombaire. Il est à noter que l'importance de la délordose lombaire en décubitus était plutôt faible (de l'ordre de 4°) avec des limites d'intervalle de confiance peu larges.

Troisièmement, l'analyse séparée des deux sous-populations montre que la statique sagittale déterminée au scanner était similaire à celle mesurée en radiographie dans la population âgée de plus de 70 ans. En corollaire, dans la population de moins de 70 ans, l'importance de la délordose en décubitus était plus importante, avec une valeur moyenne de 8.3° ; 6.9° et 6.5° selon les trois observateurs avec des valeurs maximales de délordose également plus importantes. La signification de cette différence de délordose en fonction de l'âge est incertaine. Il se pourrait qu'elle témoigne de l'enraidissement physiologique associé à la sénescence. Par ailleurs, l'arthrose intersomatique et interapophysaire pourrait être associée à une réduction de la mobilité articulaire et cette dégénérescence articulaire croît avec l'âge. Enfin, il se pourrait également que la lordose lombaire soit réduite en charge dans la population âgée par rapport à la population jeune, comme semblent le montrer nos résultats.

Finalement, notre étude confirme l'excellence de la reproductibilité interobservateur de la mesure des déformations sagittales et coronales sur les radiographies communément observée dans la littérature (15, 16, 17, 18). Elle montre que cette capacité d'obtenir des mesures reproductibles est également observée sur des scanners, comme récemment démontré par Abdel *et al* (19) chez des traumatisés rachidiens (comparaison avec les radiographies couchées) et Adam *et al* (10) chez des patients scoliotiques à l'aide de reconstructions coronales de référence.

En pratique, notre étude montre que les informations relatives à la statique lombaire disponibles sur l'examen tomodensitométrique sont exploitables dans le plan coronal quelque soit l'âge et dans le plan sagittal dans la population âgée de plus de 70 ans.

Notre message n'est certainement pas qu'il faille réaliser un scanner du rachis lombaire pour évaluer la statique. On peut toutefois se poser la question de l'intérêt de la radiographie de la colonne lombaire en position debout si la décision de réaliser un scanner a été prise, les coupes de référence obtenues en scanner permettant en effet une appréciation fiable et reproductible de la statique.

Il est important de mentionner le fait qu'aucun sujet atteint d'un trouble de statique de croissance significatif n'a été inclus dans notre étude. Elle porte essentiellement sur des patients suspects de compression radiculaire ou de sténose canalaire, ainsi que sur des suivis de fractures vertébrales ou des mises au point de lombalgies. Ce biais de sélection rend compte des valeurs réduites des lordoses et scolioses dégénératives observées.

Les doses d'irradiation administrées actuellement en scanner ne permettent pas de réaliser des suivis itératifs de scoliose idiopathique par cette modalité d'imagerie, mais des avancées technologiques futures pourraient significativement réduire la dose et les temps d'acquisition, et faire augmenter de fait l'usage du scanner pour l'évaluation des déformations tridimensionnelles scoliotiques. Les mesures de courbures vertébrales en scanner couché sont jugées pertinentes en matière de modélisation biomécanique de la scoliose car la position couchée fournit une configuration rachidienne en décharge qui peut être utilisée comme point de départ de simulations numériques (10). La progression réelle d'une courbure vertébrale scoliotique est estimée au minimum à 10 degrés en charge, avec un intervalle de confiance de 95% (16) alors qu'une différence de moins de 4 degrés est imputée à la variabilité de mesure (20). Ces valeurs ne sont pas déterminées sur des reconstructions issues de scanner en décubitus.

La statique couchée en scanner étant en partie analysable comme en témoigne notre étude, l'évaluation de la statique rachidienne en IRM pourrait faire l'objet de recherches ultérieures (4, 21, 22). Si certains comme Jayakumar *et al* (22) avancent déjà qu'une IRM en position debout identifie d'occultes spondylolisthésis dégénératifs et sensibilise le dépistage d'un canal lombaire étroit acquis, les courbures rachidiennes pourraient de même être étudiées sur des séquences 3D SPACE, afin d'envisager sursoir à une radiographie standard irradiante en cas d'information redondante quant à la posture lombaire, notamment chez la population âgée.

Notre étude comporte de nombreuses limitations : il s'agit d'une étude rétrospective sur un nombre restreint de patient. Il faut garder à l'esprit que la géométrie vertébrale peut être modifiée en position couchée en fonction du positionnement des membres inférieurs et de la bascule du bassin sur la table d'examen. Nous n'avons contrôlé ce paramètre que rétrospectivement sur notre cohorte: les scanners lombaires sont réalisés dans notre institution en décubitus sans coussin sous les genoux, les jambes directement allongées sur la table et les bras derrière la tête.

Si le choix d'angles de Cobb fixés au préalable améliore la reproductibilité interobservateur et intraobservateur en diminuant l'erreur intrinsèque imputable au choix des vertèbres limites, l'évaluation des courbures vertébrales peut être sous-estimée par notre méthode si l'angulation maximale est située sur d'autres pièces rachidiennes. Toutefois, les reconstructions tomodensitométriques de référence dans les deux plans permettent de mesurer d'autres angles de Cobb, notamment ceux qui seraient supérieurs à nos angles fixés. La concordance entre valeurs radiographiques en charge et tomodensitométriques d'angles de Cobb choisis par l'observateur n'a pas été réalisée dans cette étude et pourrait faire l'objet de travaux ultérieurs.

5. CONCLUSION

Lorsqu'un scanner du rachis lombaire est réalisé, la statique peut être incluse au compte-rendu radiologique avec des valeurs d'angles de Cobb fiables, reproductibles et facilement applicables dans le plan coronal chez tous les patients mais également dans le plan sagittal pour les patients de plus de 70 ans.

Références bibliographiques

1. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, Woolf A, Vos T and Buchbinder R, A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis & Rheumatism*, 2012 Jun ; 64: 2028–2037.
2. Kanayama M, Hashimoto T, Shigenobu K, Oha F, Ishida T, Yasmane S, Intraoperative biomechanical assessment of lumbar spinal instability : validation of radiographic parameters indicating anterior column support in lumbar spinal fusion. *Spine*, 2003 Oct 15; 28(20): 2368-72.
3. Vrtovec T, Pernus F, Likar B, A review of methods for quantitative evaluation of axial vertebral rotation. *Eur Spine J*, 2009 Aug; 18(8): 1079-90.
4. Lattig F, Fekete TF, Grob D, Kleinstück FS, Jeszensky D, Mannion AF, Lumbar facet joint effusion in MRI: a sign of instability in degenerative spondylolisthesis? *Eur Spine J*, 2012 Feb; 21(2): 276-81.
5. Hasegawa K, Shimoda H, Kitahara K, Sasaki K, Homma T, What are the reliable radiological indicators of lumbar segmental instability? *J Bone Joint Surg Br*, 2011 May; 93(5): 650-7.
6. Kirkaldy-Willis WH, Farfan HF, Instability of the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res*, 1982 May; (165): 110-23.
7. Bugg WG, Lewis M, Juett A, Cahir JG, Toms AP. Lumbar lordosis and pars interarticularis fractures: a case-control study. *Skeletal Radiol* 2012; 41(7):817-822.
8. Torell G, Nachemson A, Haderspeck-Grib K, Schultz A., Standing and supine Cobb measures in girls with idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1985 Jun; 10(5):425-7.
9. Yazici M, Acaroglu ER, Alanay A, Deviren V, Cila A, Surat A., Measurement of vertebral rotation in standing versus supine position in adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 2001 Mar-Apr; 21(2):252-6.

10. Adam CJ, Izatt MT, Harvey JR, Askin GN, Variability in Cobb angle measurements using reformatted computerized tomography scans. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005 Jul 15; 30(14):1664-9.
11. Illés T, Tunyogi-Csapo M, Somoskeöy S, Breakthrough in the three-dimensional scoliosis diagnosis: significance of horizontal plane view and vertebra vectors. *Eur spine J*, 2011 Jan; 20(1): 135-43.
12. Martin Bland J, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet* 1986; 327(8476):307-310.
13. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33(1):159-174.
14. Guide pratique à l'usage des médecins radiologues pour l'évaluation de leurs pratiques professionnelles, Société française de radiologie, 2010
15. Sevastik JA, Bergquist E (1969) Evaluation of the reliability of radiological methods for registration of scoliosis. *Acta Orthop Scand* 40: 608-613.
16. Carman DL, Browne RH, Birch JG. Measurement of scoliosis and kyphosis on radiographs. Intraobserver and interobserver variation. *J Bone Joint Surg* 1990; 72A: 328-33.
17. Goldberg MS, Poitras B, Mayo NE, Labelle H, Bourassa R, Cloutier R. Observer variation in assessing spinal curvature and skeletal development in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1988; 13:1371-7.
18. Diab KM, Sevastik JA, Hedlund R, Suliman IA. Accuracy and applicability of measurement of the scoliotic angle at the frontal plane by Cobb's method, by Ferguson's method and by a new method. *Eur Spine J* (1995) 4:291-295.
19. Abdel M, Bodemer W, Anderson P. Supine thoracolumbar sagittal spine alignment. *Spine* (2012): 37(4): 340-345.
20. Beekman CE, Hall V (1979). Variability of scoliosis measurement from spinal roentgenograms. *Phys Ther* 59: 764-765.

21. Chaput C, Padon D, Rush J, Lenehan E, Rahm M. The significance of increased fluid signal on magnetic resonance imaging in lumbar facets in relationship to degenerative spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Aug 1; 32(17):1883-7.
22. Jayakumar P, nadi C, Saifuddin A, MacSweeney E, Casey A. Dynamic degenerative lumbar spondylolisthesis: diagnosis with axial loaded magnetic resonance imaging. *Spine (2006)* 31 (10): 298-301.

CT assessment of lumbar spine curvature: comparison with standing radiographs

Benoît Rizk^{1,2}, Patrick Omoumi², Fabio Becce^{2,3}, Frédéric E. Lecouvet², Bruno C. Vande Berg²

¹ Department of Radiology, Centre Hospitalier Universitaire La Milétrie, 2 Rue de la Milétrie, 86021 Poitiers, France

² Department of Radiology and Medical Imaging, Université Catholique de Louvain, University Hospital St Luc, Avenue Hippocrate 10, 1200 Brussels, Belgium

³ Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Rue du Bugnon 46, 1011 Lausanne, Switzerland

Abstract

Purpose:

To compare lumbar curvature measurements in supine CT and standing radiographs.

Materials and Methods:

In this retrospective study, 76 consecutive patients who underwent lumbar supine CT and standing radiographs within a week were included. Three observers performed independently constrained modified Cobb angle measurements in coronal and sagittal planes.

Results:

There was no significant difference between coronal Cobb angle values in both techniques ($p \geq 0.17$). Sagittal measures were significantly higher in X-rays ($p \leq 0.001$), but not in the elderly population over 70 year-old ($p \geq 0.09$). Interobserver reproducibility was excellent between both imaging techniques ($ICC \geq 0.92$).

Conclusion:

Lumbar spine posture in supine CT can be analyzed in coronal plane for all patients, but also in sagittal plane in the population over 70 year-old.

Keywords

Lumbar spine, posture, instability, computed tomography scan, measurement reproducibility, Cobb angle

Statique lombaire en scanner: comparaison avec les radiographies en charge

Benoît Rizk^{1,2}, Patrick Omoumi², Fabio Becce^{2,3}, Frédéric E. Lecouvet², Bruno C. Vande Berg²

¹ Département de radiologie, Centre Hospitalier Universitaire La Milétrie, 2 Rue de la Milétrie, 86021 Poitiers, France

² Département de radiologie, Université Catholique de Louvain, Cliniques St Luc, Avenue Hippocrate 10, 1200 Bruxelles, Belgique

³ Département de radiologie, Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Rue du Bugnon 46, 1011 Lausanne, Suisse

Résumé

Objectif:

Comparaison des mesures de la statique lombaire en scanner et en radiographie conventionnelle en position debout

Matériels et Méthodes:

Soixante-seize patients consécutifs ayant bénéficié au cours de la même semaine d'un scanner (position couchée) et de radiographies lombaires conventionnelles (position debout) ont été inclus. Trois observateurs ont effectué de manière indépendante des mesures d'angle de Cobb dans les plans coronal et sagittal.

Résultats:

Il n'y avait pas de différence significative entre les valeurs d'angle de Cobb coronal entre les deux techniques ($p \geq 0.17$). Les mesures sagittales étaient significativement supérieures en radiographie ($p \leq 0.001$), sauf dans le groupe des patients de plus de 70 ans ($p \geq 0.09$). La reproductibilité interobservateur était excellente pour les deux modalités ($CCI \geq 0.92$).

Conclusion:

L'analyse de la statique lombaire en scanner peut être réalisée dans le plan coronal chez tous les patients mais également dans le plan sagittal chez les patients de plus de 70 ans.

Mots clés

rachis lombaire, statique, instabilité, scanner, radiographie, reproductibilité, angle de Cobb



UNIVERSITE DE POITIERS

Faculté de Médecine et de
Pharmacie



SERMENT



En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses !
Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !



Statique lombaire en scanner: comparaison avec les radiographies en charge

Benoît Rizk^{1,2}, Patrick Omoumi², Fabio Becce^{2,3}, Frédéric E. Lecouvet², Bruno C. Vande Berg²

¹ Département de radiologie, Centre Hospitalier Universitaire La Milétrie, 2 Rue de la Milétrie, 86021 Poitiers, France

² Département de radiologie, Université Catholique de Louvain, Cliniques St Luc, Avenue Hippocrate 10, 1200 Bruxelles, Belgique

³ Département de radiologie, Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Rue du Bugnon 46, 1011 Lausanne, Suisse

Résumé

Objectif:

Comparaison des mesures de la statique lombaire en scanner et en radiographie conventionnelle en position debout

Matériels et Méthodes:

Soixante-seize patients consécutifs ayant bénéficié au cours de la même semaine d'un scanner (position couchée) et de radiographies lombaires conventionnelles (position debout) ont été inclus. Trois observateurs ont effectué de manière indépendante des mesures d'angle de Cobb dans les plans coronal et sagittal.

Résultats:

Il n'y avait pas de différence significative entre les valeurs d'angle de Cobb coronal entre les deux techniques ($p \geq 0.17$). Les mesures sagittales étaient significativement supérieures en radiographie ($p \leq 0.001$), sauf dans le groupe des patients de plus de 70 ans ($p \geq 0.09$). La reproductibilité interobservateur était excellente pour les deux modalités ($CCI \geq 0.92$).

Conclusion:

L'analyse de la statique lombaire en scanner peut être réalisée dans le plan coronal chez tous les patients mais également dans le plan sagittal chez les patients de plus de 70 ans.

Mots clés

rachis lombaire, statique, instabilité, scanner, radiographie, reproductibilité, angle de Cobb