



HAL
open science

Intérêt de l'IRM dans le bilan diagnostique des fractures thoraciques et lombaires

Tristan Fauchille

► **To cite this version:**

Tristan Fauchille. Intérêt de l'IRM dans le bilan diagnostique des fractures thoraciques et lombaires. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-03157662

HAL Id: dumas-03157662

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03157662>

Submitted on 3 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITÉ DE NICE SOPHIA ANTIPOLIS
UFR MÉDECINE

INTERÊT DE L'IRM DANS LE BILAN
DIAGNOSTIQUE DES FRACTURES
THORACIQUES ET LOMBAIRES

THÈSE D'EXERCICE DE MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 25 Octobre 2019 par

Tristan FAUCHILLE

Né le 31 décembre 1990 à Lyon 04

Interne des Hôpitaux

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

Examineurs de la Thèse :

Monsieur le Professeur Pascal BOILEAU

Monsieur le Professeur Christophe TROJANI

Monsieur le Professeur Fernand DE PERETTI

Monsieur le Professeur Jean-François GONZALEZ

Monsieur le Docteur Nicolas BRONSARD

Madame le Docteur Héloïse VASSEUR

Monsieur le Docteur Hugo DARMANTÉ

Président du Jury

Assesseur

Assesseur

Assesseur

Assesseur

Assesseur

Directeur de thèse

Liste des enseignants au 1er septembre 2019 à la Faculté de Médecine de Nice

Doyen

Pr. BAQUÉ Patrick

Vice-doyens

**Pédagogie
Recherche
Etudiants**

**Pr. ALUNNI Véronique
Pr DELLAMONICA jean
M. JOUAN Robin**

Chargé de mission projet Campus

Pr. PAQUIS

Philippe

Conservateur de la bibliothèque

Mme AMSELLE

Danièle Directrice administrative des services Mme

CALLEA Isabelle

Doyens Honoraires

**M. RAMPAL Patrick
M. BENCHIMOL Daniel**

Liste des enseignants au 1er septembre 2019 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

| | | |
|-----|-----------------------------|---|
| M. | BAQUÉ Patrick | Anatomie - Chirurgie Générale (42.01) |
| M. | BERNARDIN Gilles | Réanimation Médicale (48.02) |
| Mme | BLANC-PEDEUTOUR Florence | Cancérologie – Génétique (47.02) |
| M. | BOILEAU Pascal | Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02) |
| M. | DARCOURT Jacques | Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01) |
| M. | DRICI Milou-Daniel | Pharmacologie Clinique (48.03) |
| M. | ESNAULT Vincent | Néphrologie (52-03) |
| M. | FUZIBET Jean-Gabriel | Médecine Interne (53.01) |
| M. | GILSON Éric | Biologie Cellulaire (44.03) |
| M. | GUGENHEIM Jean | Chirurgie Digestive (52.02) |
| M. | HASSEN KHODJA Reda | Chirurgie Vasculaire (51.04) |
| M. | HÉBUTERNE Xavier | Nutrition (44.04) |
| M. | HOFMAN Paul | Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03) |
| Mme | ICHAÏ Carole | Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01) |
| M. | LACOUR Jean-Philippe | Dermato-Vénérologie (50.03) |
| M. | LEFTHERIOTIS Georges | Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (51.04) |
| M. | MARQUETTE Charles-Hugo | Pneumologie (51.01) |
| M. | MARTY Pierre | Parasitologie et Mycologie (45.02) |
| M. | MICHIELS Jean-François | Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03) |
| M. | MOUROUX Jérôme | Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03) |
| Mme | PAQUIS Véronique | Génétique (47.04) |
| M. | PAQUIS Philippe | Neurochirurgie (49.02) |
| M. | PRADIER Christian | Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention (46.01) |
| M. | QUATREHOMME Gérald | Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03) |
| M. | RAUCOULES-AIMÉ Marc | Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01) |
| M. | ROBERT Philippe | Psychiatrie d'Adultes (49.03) |
| M. | SCHNEIDER Stéphane | Nutrition (44.04) |
| M. | THYSS Antoine | Cancérologie, Radiothérapie (47.02) |
| M. | TRAN Albert | Hépatogastro-entérologie (52.01) |

Liste des enseignants au 1er septembre 2019 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS PREMIERE CLASSE

| | | |
|-----|------------------------------|---|
| Mme | ASKENAZY-GITTARD Florence | Pédopsychiatrie (49.04) |
| M. | BARRANGER Emmanuel | Gynécologie Obstétrique (54.03) |
| M. | BÉRARD Étienne | Pédiatrie (54.01) |
| M. | BONGAIN André | Gynécologie-Obstétrique (54.03) |
| Mme | BREUIL Véronique | Rhumatologie (50.01) |
| M. | CASTILLO Laurent | O.R.L. (55.01) |
| M. | CHEVALLIER Patrick | Radiologie et Imagerie Médicale (43.02) |
| M. | DE PERETTI Fernand | Anatomie-Chirurgie Orthopédique (42.01) |
| M. | FERRARI Émile | Cardiologie (51.02) |
| M. | FERRERO Jean-Marc | Cancérologie ; Radiothérapie (47.02) |
| M. | FONTAINE Denys | Neurochirurgie (49.02) |
| M. | GIBELIN Pierre | Cardiologie (51.02) |
| M. | HANNOUN-LEVI Jean-Michel | Cancérologie ; Radiothérapie (47.02) |
| M. | LEVRAUT Jacques | Médecine d'urgence (48.05) |
| M. | LONJON Michel | Neurochirurgie (49.02) |
| M. | MOUNIER Nicolas | Cancérologie, Radiothérapie (47.02) |
| M. | PADOVANI Bernard | Radiologie et Imagerie Médicale (43.02) |
| M. | PASSERON Thierry | Dermato-Vénérologie (50-03) |
| M. | PICHE Thierry | Gastro-entérologie (52.01) |
| Mme | RAYNAUD Dominique | Hématologie (47.01) |
| M. | ROSENTHAL Éric | Médecine Interne (53.01) |
| M. | STACCINI Pascal | Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04) |
| M. | THOMAS Pierre | Neurologie (49.01) |
| M. | TROJANI Christophe | Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02) |

Liste des enseignants au 1er septembre 2019 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE

| | | |
|-----|-----------------------|--|
| Mme | ALUNNI Véronique | Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03) |
| M. | ANTY Rodolphe | Gastro-entérologie (52.01) |
| M. | BAHADORAN Philippe | Cytologie et Histologie (42.02) |
| Mme | BAILLIF Stéphanie | Ophtalmologie (55.02) |
| Mme | BANNWARTH Sylvie | Génétique (47.04) |
| M. | BENIZRI Emmanuel | Chirurgie Générale (53.02) |
| M. | BENOIT Michel | Psychiatrie (49.03) |
| M. | BERTHET Jean-Philippe | Chirurgie Thoracique (51-03) |
| M. | BOZEC Alexandre | ORL- Cancérologie (47.02) |
| M. | BREAUD Jean | Chirurgie Infantile (54-02) |
| Mme | BUREL-VANDENBOS Fanny | Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03) |
| M. | CHEVALIER Nicolas | Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04) |
| Mme | CHINETTI Giulia | Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01) |
| M. | CLUZEAU Thomas | Hématologie (47.01) |
| M. | DELLAMONICA Jean | réanimation médicale (48.02) |
| M. | DELOTTE Jérôme | Gynécologie-obstétrique (54.03) |
| M | FAVRE Guillaume | Néphrologie (44-02) |
| M. | FOURNIER Jean-Paul | Thérapeutique (48-04) |
| Mme | GIORDANENGO Valérie | Bactériologie-Virologie (45.01) |
| Mme | GIOVANNINI-CHAMI Lisa | Pédiatrie (54.01) |
| M. | GUÉRIN Olivier | Méd. In ; Gériatrie (53.01) |
| M. | IANNELLI Antonio | Chirurgie Digestive (52.02) |
| M. | ILIE Marius | Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03) |
| M | JEAN BAPTISTE Elixène | Chirurgie vasculaire (51.04) |
| M. | ROHRLICH Pierre | Pédiatrie (54.01) |
| M. | ROUX Christian | rhumatologie (50.01) |
| M. | RUIMY Raymond | Bactériologie-virologie (45.01) |
| Mme | SACCONI Sabrina | Neurologie (49.01) |
| M. | SADOUL Jean-Louis | Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04) |
| M. | VANBIERVLIET Geoffroy | Gastro-entérologie (52.01) |

Liste des enseignants au 1er septembre 2019 à la Faculté de Médecine de Nice

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

| | | |
|-----|--------------------------|--|
| M. | AMBROSETTI Damien | Cytologie et Histologie (42.02) |
| Mme | BERNARD-POMIER Ghislaine | Immunologie (47.03) |
| M. | BRONSARD Nicolas | Anatomie Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (42.01) |
| M. | CAMUZARD Olivier | Chirurgie Plastique (50-04) |
| Mme | CONTENTI-LIPRANDI Julie | Médecine d'urgence (48-04) |
| M. | DOGLIO Alain | Bactériologie-Virologie (45.01) |
| M | DOYEN Jérôme | Radiothérapie (47.02) |
| M. | FOSSE Thierry | Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01) |
| M. | GARRAFFO Rodolphe | Pharmacologie Fondamentale (48.03) |
| Mme | HINAULT Charlotte | Biochimie et biologie moléculaire (44.01) |
| M. | HUMBERT Olivier | Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01) |
| Mme | LAMY Brigitte | Bactériologie-virologie (45.01) |
| Mme | LONG-MIRA Elodie | Cytologie et Histologie (42.02) |
| Mme | MAGNIÉ Marie-Noëlle | Physiologie (44.02) |
| M. | MASSALOU Damien | Chirurgie Viscérale (52-02) |
| Mme | MOCERI Pamela | Cardiologie (51.02) |
| M. | MONTAUDIE Henri | Dermatologie (50.03) |
| Mme | MUSSO-LASSALLE Sandra | Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03) |
| M. | NAÏMI Mourad | Biochimie et Biologie moléculaire (44.01) |
| Mme | POMARES Christelle | Parasitologie et mycologie (45.02) |
| M. | SAVOLDELLI Charles | Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie (55.03) |
| Mme | SEITZ-POLSKI barbara | Immunologie (47.03) |
| M. | SQUARA Fabien | Cardiologie (51.02) |
| M. | TESTA Jean | Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention (46.01) |
| Mme | THUMMLER Susanne | Pédopsychiatrie (49-04) |
| M. | TOULON Pierre | Hématologie et Transfusion (47.01) |

Liste des enseignants au 1er septembre 2019 à la Faculté de Médecine de Nice

MAITRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS

| | | |
|-----|--------------|---------------------------|
| M. | DARMON David | Médecine Générale (53.03) |
| Mme | GROS Auriane | Orthophonie (69) |

PROFESSEURS AGRÉGÉS

| | | |
|-----|---------------|---------|
| Mme | LANDI Rebecca | Anglais |
|-----|---------------|---------|

PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

| | | |
|----|-----------------|---------------------|
| M. | DURAND Matthieu | Urologie (52.04) |
| M. | SICARD Antoine | Néphrologie (52-03) |

PROFESSEURS ASSOCIÉS

| | | |
|-----|------------------|---------------------------|
| M. | GARDON Gilles | Médecine Générale (53.03) |
| Mme | MONNIER Brigitte | Médecine Générale (53.03) |

MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

| | | |
|-----|-------------------|---------------------------|
| Mme | CASTA Céline | Médecine Générale (53.03) |
| M. | GASPERINI Fabrice | Médecine Générale (53.03) |
| M. | HOGU Nicolas | Médecine Générale (53.03) |

Liste des enseignants au 1er septembre 2019 à la Faculté de Médecine de Nice

Constitution du jury en qualité de 4ème membre

Professeurs Honoraires

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| M. AMIEL Jean | M. GASTAUD Pierre |
| M ALBERTINI Marc | M. GÉRARD Jean-Pierre |
| M. BALAS Daniel | M. GILLET Jean-Yves |
| M. BATT Michel | M. GRELLIER Patrick |
| M. BLAIVE Bruno | M. GRIMAUD Dominique |
| M. BOQUET Patrice | M. HOFLIGER Philippe |
| M. BOURGEON André | M. JOURDAN Jacques |
| M. BOUTTÉ Patrick | M. LAMBERT Jean-Claude |
| M. BRUNETON Jean-Noël | M. LAZDUNSKI Michel |
| Mme BUSSIERE Françoise | M. LEFEBVRE Jean-Claude |
| M. CAMOUS Jean-Pierre | M. LE FICHOUX Yves |
| M. CANIVET Bertrand | Mme LEBRETON Elisabeth |
| M. CASSUTO Jill-patrice | M. MARIANI Roger |
| M. CHATEL Marcel | M. MASSEYEFF René |
| M. COUSSEMENT Alain | M. MATTEI Mathieu |
| Mme CRENESSE Dominique | M. MOUIEL Jean |
| M. DAR COURT Guy | Mme MYQUEL Martine |
| M. DELLAMONICA Pierre | M. ORTONNE Jean-Paul |
| M. DELMONT Jean | M. PRINGUEY Dominique |
| M. DEMARD François | M. SANTINI Joseph |
| M. DESNUELLE Claude | M. SAUTRON Jean Baptiste |
| M. DOLISI Claude | M. SCHNEIDER Maurice |
| Mme EULLER-ZIEGLER Liana | M. TOUBOL Jacques |
| M. FENICHEL Patrick | M. TRAN Dinh Khiem |
| M. FRANCO Alain | M VAN OBBERGHEN Emmanuel |
| M. FREYCHET Pierre | M. ZIEGLER Gérard |

M.C.U. Honoraires

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| M. ARNOLD Jacques | M. GIUDICELLI Jean |
| M. BASTERIS Bernard | M. MAGNÉ Jacques |
| M. BENOLIEL José | Mme MEMRAN Nadine |
| Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie | M. MENGUAL Raymond |
| Mme DONZEAU Michèle | M. PHILIP Patrick |
| M. EMILIOZZI Roméo | M. POIRÉE Jean-Claude |
| M. FRANKEN Philippe | Mme ROURE Marie-Claire |
| M. GASTAUD Marcel | |

REMERCIEMENTS

A notre maître et président de thèse, Monsieur le Professeur Pascal Boileau

C'est un immense honneur de vous compter parmi mes juges.

Vous m'avez fait l'honneur de me prendre comme élève.

Vous nous inculquez au quotidien la recherche de l'excellence pour nous former au dur métier de chirurgien et non à celui de technicien.

Merci de nous encourager à dépasser nos limites.

A notre maître, Monsieur le Professeur Christophe Trojani

C'est un immense honneur de vous compter parmi mes juges.

Vous m'avez fait l'honneur de me prendre comme élève.

A vos côtés, j'ai pu apprendre la chirurgie du genou et développer un fort intérêt pour celle-ci.

Grâce à votre culture scientifique, sportive, musicale, historique, vous m'avez encouragé à en apprendre toujours plus. Merci de vous tenir toujours à nos côtés même dans les moments difficiles.

A notre maître, Monsieur le Professeur Fernand De Peretti

C'est un immense honneur de vous compter parmi mes juges.

Vous m'avez fait l'honneur de me prendre comme élève.

Merci de nous avoir transmis votre savoir en anatomie ainsi que sur la prise en charge du patient polytraumatisé.

Merci de m'avoir fait progresser tant sur le plan professionnel que personnel, malgré ma diction parfois approximative.

A notre maître, Monsieur le Professeur Jean-François Gonzalez,

C'est un immense honneur de vous compter parmi mes juges.

Vous m'avez fait l'honneur de me prendre comme élève.

Merci pour votre pédagogie, votre enseignement au quotidien.

Votre expérience militaire est un atout pour la prise en charge des patients en traumatologie.

Au Docteur Bronsard

C'est un immense honneur de te compter parmi mes juges.

Merci de m'avoir enseigné la chirurgie rachidienne, l'importance des gestes sûrs et de la patience.

Merci de ton implication dans notre école de chirurgie et dans le développement du laboratoire d'anatomie.

Au Docteur Vasseur

C'est un immense honneur de te compter parmi mes juges.

Merci pour ton implication et ta patience dans ce travail. En effet, il en fallu beaucoup au gré des changements de classifications.

Merci de m'avoir enseigné l'échographie du genou et de la cheville ainsi que ta disponibilité pour traiter conjointement nos patients.

Au Docteur Darmanté

C'est un immense honneur de te compter parmi mes juges et de t'avoir eu pour directeur de thèse.

Merci de ton aide précieuse pour la réalisation de ce travail.

Merci de m'avoir aiguillé dans la pathologie rachidienne qui n'était mon sujet préféré.

Merci pour ton temps et ton investissement personnel.

Ta rigueur et ton professionnalisme sont un exemple pour chaque interne. Merci de m'avoir fait confiance au fil des années et de m'avoir accompagné tout au long de ma formation.

Je te souhaite beaucoup de bonheur et de réussite à Monaco.

Aux chefs

A Lauryl, merci d'avoir éveillé mon intérêt pour la chirurgie du pied et de la cheville. Merci pour tes conseils et de m'avoir épaulé dans les moments difficiles.

A Maxime, bien que tu sois stéphanois, merci pour ton enseignement autour du LCA et de m'avoir conseillé d'aller chez BSC (pour le meilleur comme pour le pire).

A Olivier, merci de m'avoir inculqué la rigueur comme valeur fondamentale. Tu as été mon premier mentor.

A Jean-Luc, merci pour ta folie et surtout ta culture générale. Ton parcours nous montre que la volonté ne connaît pas d'obstacle.

A Michel, merci pour ta folie et ton dévouement à la formation des internes.

A Jérémie, merci pour ta confiance, la vérité !!!

A tous les chefs, Marco, Gilles, Yohan, Laurent, Vincent, Christophe, Mickael merci pour votre enseignement et votre confiance.

Merci au Dr Gastaud pour ton enseignement et ta joie communicative.

Aux co-internes

Caro et Yann (la brioche pelletier), ma sœur mon frère, merci de m'avoir accompagné depuis le début. On forme un beau trio qui est devenu une belle amitié au fil des années. Merci pour vos conseils, votre présence et nos fous rires.

Adil et Antoine, le couple hétéroclite, merci pour votre bonne humeur, c'est toujours un plaisir de travailler avec vous.

Romain, j'attends toujours l'invitation sur le bateau. Un réel plaisir d'avoir été ton co-interne.

Merci à Hugo, Marie, Laure, Corentin, Alexander, Gaya, Grégoire, Bastien, Sami, Karim, vous formez une belle famille d'orthopédistes, je vous remercie de votre soutien et votre aide au quotidien.

Aux équipes

Aux infirmières du bloc, du service et aux aides-soignants, merci pour votre travail quotidien envers les patients. Vous êtes en première ligne et vous nous aidez à votre contact, nous apprenons notre futur travail. Merci pour votre dévouement.

Merci au 2 Jojo, Marion, Céline, Raja pour votre accueil lorsque j'étais encore bébé interne de traumatologie.

Aux secrétaires d'hospitalisation et de consultations, merci pour votre aide et votre harcèlement pour les CRH ;).

Grâce à votre rigueur vous assurez le bon fonctionnement du service et la continuité des soins.

Merci aux manipulateurs radio, merci pour votre bonne humeur et votre travail.

Aux amis

Au groupe d'Ecully, déjà 25 ans que l'on se connaît. Vous êtes toujours là à mes côtés. Merci Victor et Servane pour les dîners malgré les desserts. Merci Capucine et Antoine, pour votre soutien sans faille, vous êtes des exemples à mes yeux. Merci Luc et Soso pour les parties de squashes. Merci Boris, compagnon de médecine et de voyages. Merci Tanguy, Guillaume, Clémentine, le DOMTAC en force. Merci Thibault pour ton écoute et tes conseils judicieux pendant l'externat. Merci Alexis et Hortense pour les BAO. Merci Zizi et Fanny pour la fofoune. Merci Georges et Clarisse pour l'amour de l'OL. Merci Tim et Fanély pour vos personnalités délurées. Vous êtes une seconde famille pour moi, que je me félicite d'avoir trouvé.

Merci Nico, Estelle, Alice et Charles, malgré la distance notre amitié a toujours tenu.

A l'internat de l'Archet, merci Loulou de m'avoir convaincu de venir à Nice et pour ton soutien depuis le début. Merci Stéphane d'être toujours disponible pour une bière et ta bonne humeur. La sacrée colloque du 4 rue de France. Merci Marion et Cyril pour votre amitié qui compte beaucoup pour moi. Merci Henri et Bérénice pour nos soirées débats et vos argumentations enflammées, peut être un jour serons nous d'accord ☺. Merci à Martin, pour son talent de guitariste. Merci à Arnaud, une rencontre pour la vie, ta réussite personnelle et professionnelle est un exemple, tes choix footballistiques le sont moins.

Merci à tous d'être devenu ma famille niçoise.

A la famille

A Daddy, merci de m'avoir donné le virus de la médecine et ton flegme suisse, tu as toujours été exemple pour moi. A Mam, merci pour tes encouragements et tes petites attentions.

A Pacha, je me souviens de vos questions sur le mystère de la vie et de votre fierté de me voir devenir médecin. A Grand- mère, merci de votre accueil pendant 6 ans chez vous durant l'externat (et 6 mois de plus pendant l'internat). Toujours bienveillante envers l'autre, merci de m'avoir logé nourri blanchi pendant toutes ces années.

A mes parents, merci pour l'amour que vous m'avez donné. Merci d'avoir toujours cru en moi sans jamais me mettre de limites. Merci pour votre soutien sans faille. Je vous aime.

A mes sœurs, merci Fanélie pour m'avoir toujours couvert et protégé. Merci Candice pour ta joie de vivre quelque fois un peu débordante. Merci à Maxime pour ton soutien et ton écoute.

Merci à tous mes cousins : Méderic et Albane, Amaurine et Arthur, Anais et Amaury, Maxime, Thais, Maris, Romaine, Coco, Hendrick, Gauthier, Tanguy, Emma, Cathlin, Alexandra.

Merci aussi à mes oncles et tantes : Loic et Véronique, Yannick et tata Gégé, Pedro et Christelle, Sophie et John ainsi qu'Olivier et Wendy.

Vous voir ici tous rassemblé montre la chance que j'ai d'être si bien entouré.

A Marina

Merci de ta patience quotidienne, malgré le rythme que je t'impose.

Merci de ton aide pour l'écriture de ce travail.

Tu es un vrai soutien pour moi, malgré la distance qui nous sépare ces derniers temps.

Merci tout simplement de faire partie de ma vie.

Je t'aime

SOMMAIRE

Première Partie : Rappels et généralités sur le rachis thoracique et lombaire

- 1. Rappels anatomiques sur le rachis thoracique et lombaire**
 - 1.1 Généralités
 - 1.2 Le Squelette vertébral
 - A) Vertèbre Thoracique
 - B) Vertèbre Lombaire
 - 1.3 Structures disco-ligamentaires
 - A) Disque intervertébral
 - B) Ligaments de la colonne vertébrale
- 2. Rappels biomécaniques**
- 3. Évolution des classifications et des connaissances physiopathologiques**
- 4. Examen Clinique**
- 5. Examens Complémentaires**
- 6. Bibliographie**

Deuxième Partie : Fractures Thoraciques et Lombaires : Apport diagnostique de l'IRM

- 1. Introduction**
- 2. Matériels et Méthodes**
 - 2.1 Patients
 - 2.2 Méthode
 - 2.3 Méthode d'analyse
 - 2.4 Méthode statistique
- 3. Résultats**
 - 3.1 Découverte de fractures occultes
 - 3.2 Analyse du complexe ligamentaire postérieur
 - 3.3 Changement de classification de l'AO
 - 3.4 Lésions discales associées
 - 3.5 Variabilité inter-observateur
 - 3.6 Modification de la prise en charge
- 4. Discussion**
- 5. Conclusion**
- 6. Bibliographie**

Serment d'Hippocrate

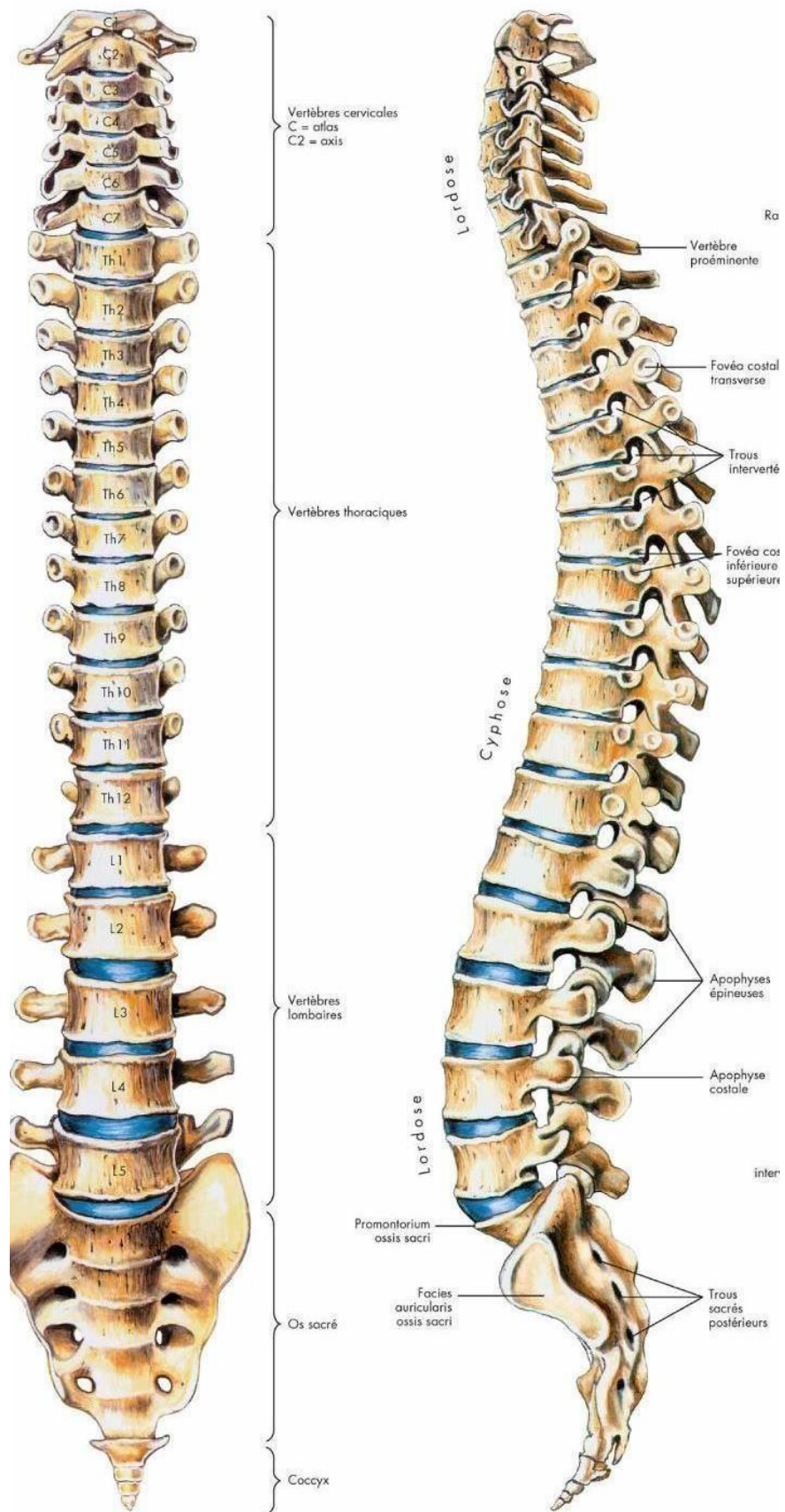


FIGURE 1. Rachis entier vue antérieure et sagittale

Première Partie : Rappels et généralités sur le rachis thoracique et lombaire

1. Rappels anatomiques sur le rachis thoracique et lombaire^{1,2,3}

1.1 Généralités (figure 1)

La colonne vertébrale est constituée de 24 vertèbres :

- 7 vertèbres cervicales (C1 à C7)
- 10 vertèbres thoraciques (T1 à T10)
- 4 vertèbres constituant la charnière thoraco-lombaire (T11 à L2)
- 3 vertèbres lombaires (L3 à L5)

Le rachis thoracique présente une courbure convexe en arrière appelée cyphose thoracique. Il s'articule en avant avec le gril costal formant avec le sternum la cage thoracique, ce qui augmente sa rigidité.

Le rachis lombaire est concave vers l'avant formant la lordose lombaire.

1.2 Le squelette vertébral

A) Vertèbre dorsale (figure 2)

Elle se caractérise par :

- un corps vertébral dont le diamètre antéro-postérieur est quasiment égal au diamètre transversal

- des facettes costales supérieures et inférieures : au nombre de 4 par corps vertébral.

Elles s'articulent avec les têtes costales formant une double arthroïdie : l'articulation costo-vertébrale

- un canal vertébral peu large contenant la moelle spinale délimité en avant par le corps vertébral et en arrière par l'arc neural

- des pédicules assez fins faisant partie de l'arc neural

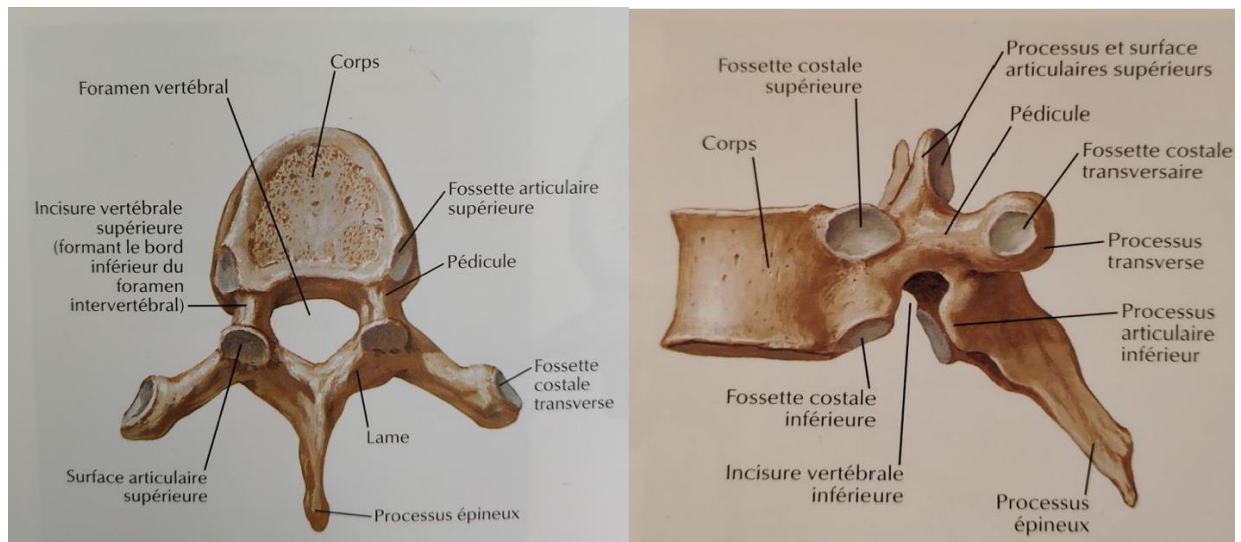


FIGURE 2. Vertèbre thoracique vue supérieure et sagittale

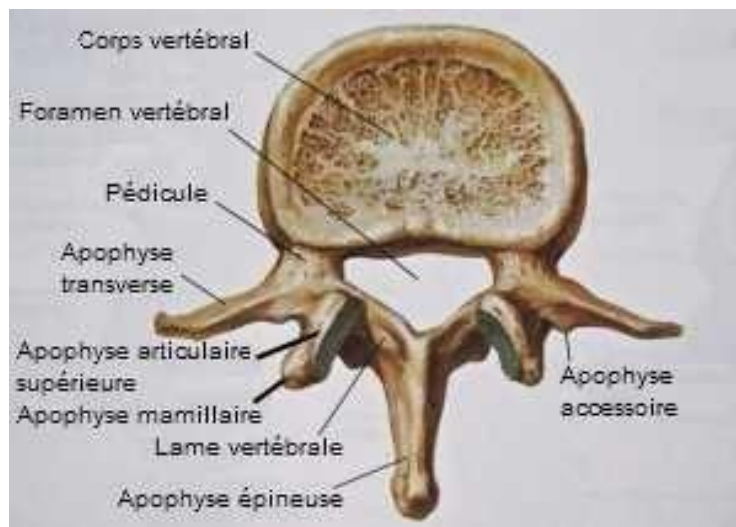


FIGURE 3. Vertèbre lombaire vue supérieure

- des lames vertébrales formant la partie postérieure de l'arc neural. Elles se réunissent en arrière pour donner naissance à une apophyse épineuse longue et inclinée en bas et en arrière

- des apophyses articulaires supérieures et inférieures se situent à la jonction entre pédicules et lames. Elles sont recouvertes de cartilage et s'articulent avec celles des vertèbres sus et sous-jacente

- des apophyses transverses assez massives naissant juste en arrière des apophyses articulaires dirigées en dehors et en arrière. Elles présentent une petite facette articulaire costale formant une arthrodie avec les tubérosités costales appelées articulation costo-transversaire. Les vertèbres T11 et T12 en sont dépourvues et présentent un tubercule transverse.

A) Vertèbre lombaire (figure 3)

Elle se caractérise par :

- un corps vertébral réniforme et à grand axe transversal
- un canal vertébral triangulaire à base antérieure
- des pédicules beaucoup plus épais par rapport aux thoraciques
- des lames vertébrales courtes et massives
- des apophyses articulaires (supérieur et inférieur) à la jonction entre les pédicules et la lame. Ils s'articulent entre eux sous la forme d'articulation zygapophysaire de type trochoïde
- un processus épineux qui est aplati et se dirige horizontalement
- des processus transverses provenant d'ébauches costales qui se sont soudées aux vertèbres
- des processus mamillaires qui sont implantés en arrière des processus articulaires supérieurs
- des processus accessoires faisant saillie en arrière de l'origine du processus transverse.

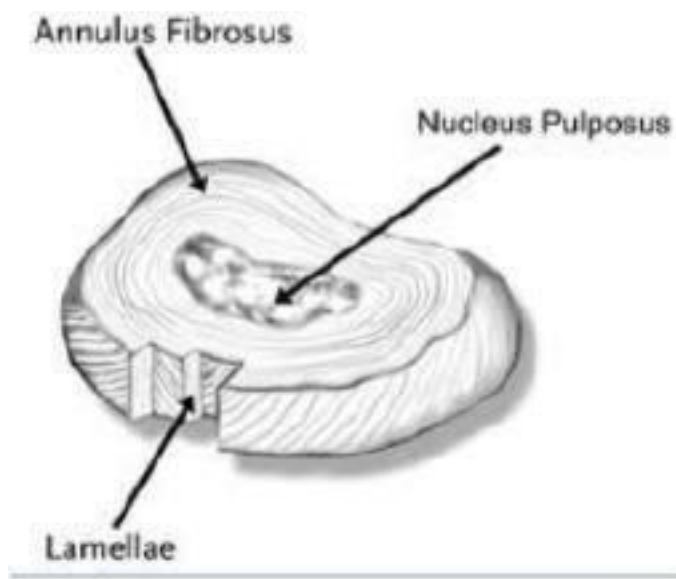


FIGURE 4. Disque Intervertébral

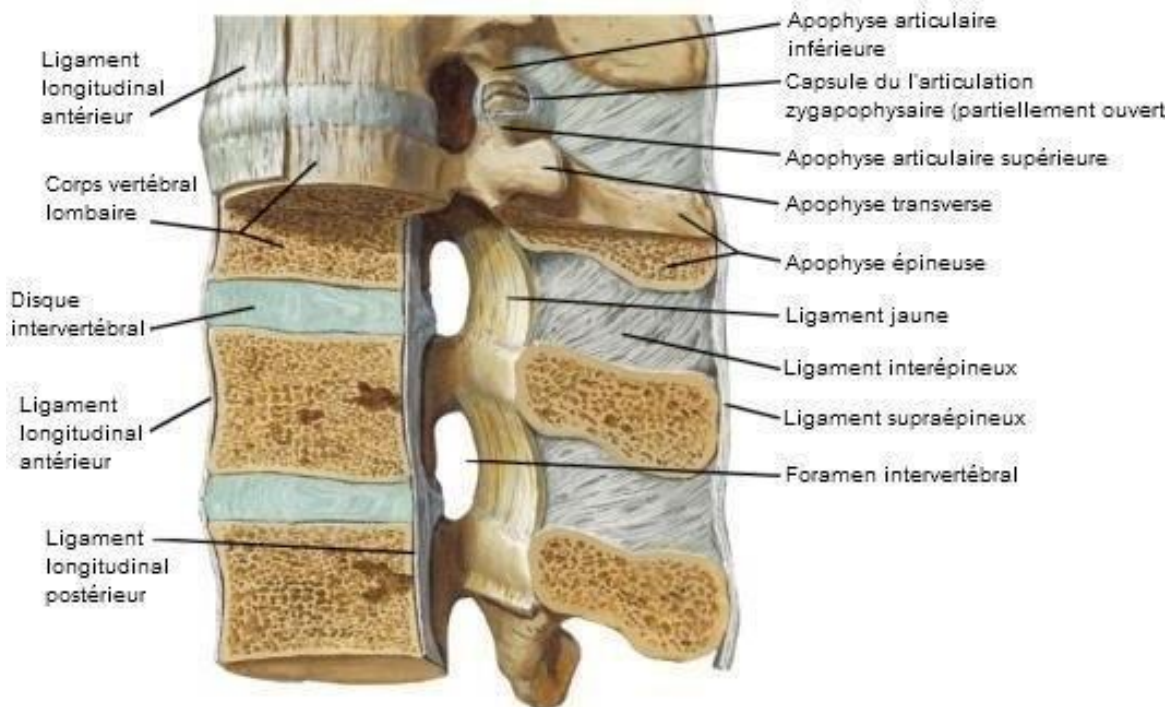


FIGURE 5. Ligaments intervertébraux

1.3 Structures disco-ligamentaires

A) Le disque intervertébral (figure 4)

Chaque vertèbre s'articule avec une vertèbre sus et sous-jacente, en avant au niveau des corps vertébraux et en arrière au niveau des apophyses articulaires.

Entre les corps vertébraux sont disposés des disques intervertébraux. Ils sont constitués par :

- l'annulus fibrosus ou anneaux fibreux à la périphérie, formé de lamelles de collagène de type I

- le nucléus pulposus : noyau gélatineux à la partie centrale du disque formé de collagène de type II

B) Les ligaments de la colonne vertébrale (figure 5)

En avant, on observe deux ligaments continus :

- le ligament vertébral commun antérieur : descendant sur le versant antérieur des corps vertébraux. Il adhère fortement aux vertèbres mais non au disque

- le ligament vertébral commun postérieur : descendant sur le versant postérieur des corps vertébraux. Il adhère aux disques.

En arrière, le complexe postérieur ligamentaire est composé par :

- le ligament jaune : tendu entre deux lames, il ferme le canal vertébral en arrière

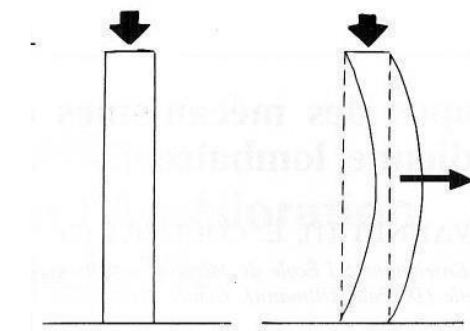
- le ligament inter-épineux : tendu entre les processus épineux

- le ligament supra-épineux s'insère sur l'extrémité postérieure des processus épineux

Enfin on notera aussi l'existence des :

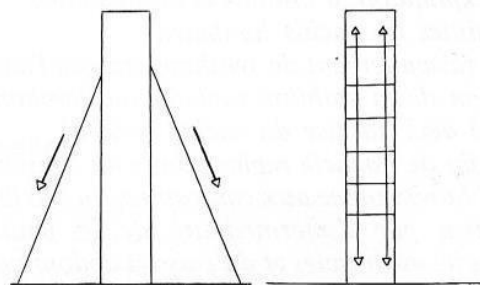
- ligaments intertransversaires : tendu entre les apophyses transverses

- ligaments costo-transversaires.



FLAMBAGE

FIG. 2 A



FRET TAGE

SERRAGE

FIGURE 6. Déformation d'un solide en charge et système stabilisateur. Schéma de Fischer et Gonon



FIGURE 7. Papyrus d'Edwin Smith : Traité médical écrit par Imhotep

2. Rappels biomécaniques^{4,5,6}

Le rachis a pour rôle de protéger la moelle épinière et de permettre le mouvement du tronc. L'espèce humaine se caractérise par la bipédie, qui a pour avantage de libérer les membres supérieurs pour d'autres tâches mais ceci se fait au détriment d'un équilibre plus précaire.

Le rachis peut être assimilé à un mât de navire avec ses haubans ou à une colonne. Un empilement de vertèbres risque de provoquer un flambage (déformation plastique permanente d'un corps rigide). Figure 6

Pour éviter ce flambage, la colonne vertébrale va utiliser le frettage et le serrage.

Le serrage permet un verrouillage de la stabilisation segmentaire vertébrale en effectuant une contrainte en compression. Il est assuré par des structures courtes et proches des vertèbres tel que les muscles érecteurs du rachis (intertransversaire, inter-épineux, épi-épineux, transversaire épineux) et les muscles prévertébraux en avant. Par leur tension passive, ils doublent le système ligamentaire.

Le frettage se fait à distance par contention externe disposé comme des haubans. On retrouve des muscles longs tel que : le trapèze, le grand dorsal, le long dorsal, le rhomboïde, le petit dentelé, le carré des lombes et l'ilio-psoas.

Ce système permet des mobilités du rachis en flexion, en extension, en inclinaison latérale et en rotation.

3. Évolution des connaissances physiopathologiques et des classifications.^{7,8}

Le premier document s'intéressant à la biomécanique de la colonne vertébrale remonte à 2200 avant J-C (figure 7). Ce papyrus était un traité médical écrit par Imhotep, médecin à la cour du pharaon. Il différencie déjà les fractures en deux types, celles par compression (*sehem*) et celles par fracture-luxation (*wenekh*). Pour ces dernières les égyptiens décrivaient que les conséquences neurologiques étaient plus importantes.

Puis Hippocrate (460-361 av J-C) fut le premier à décrire des manipulations par traction et pression localisée pour réduire des fractures-luxations ou des difformités. (Figure 8)

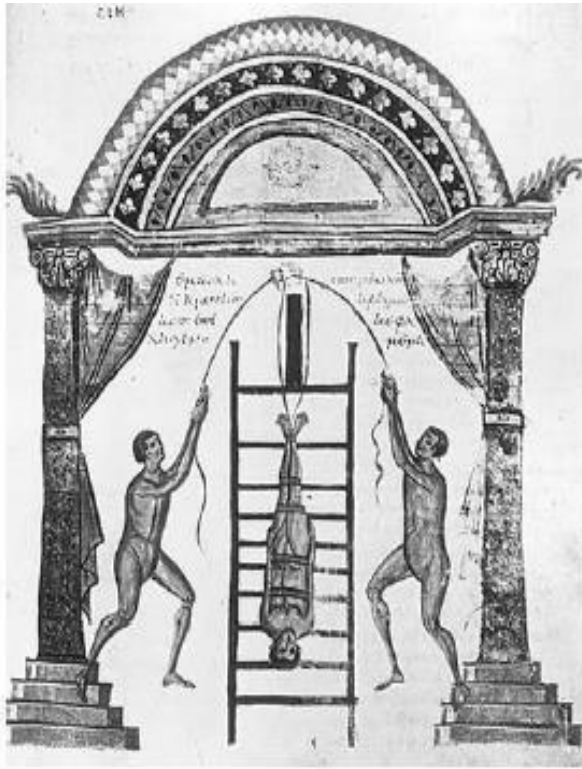


FIGURE 8. Représentation d'une manipulation pour la réduction d'une fracture-luxation vertébrale

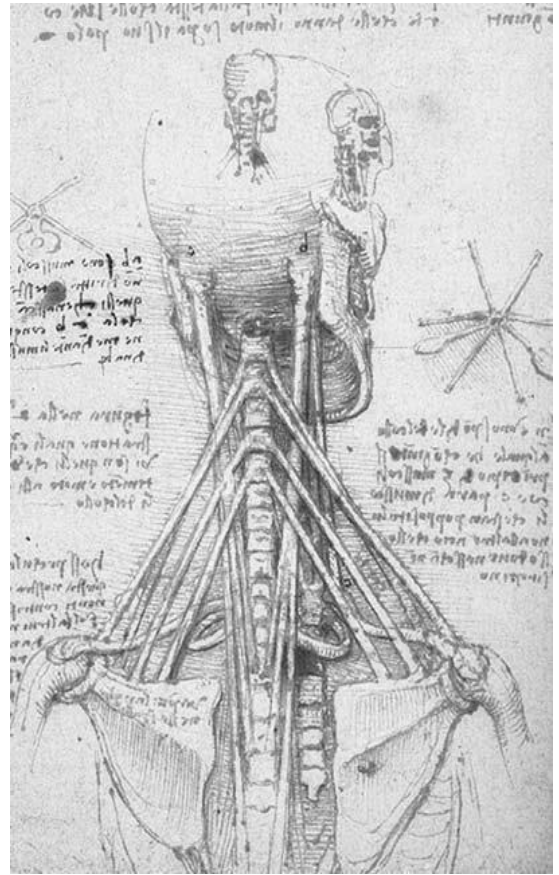


FIGURE 9. Schéma de Léonard de Vinci

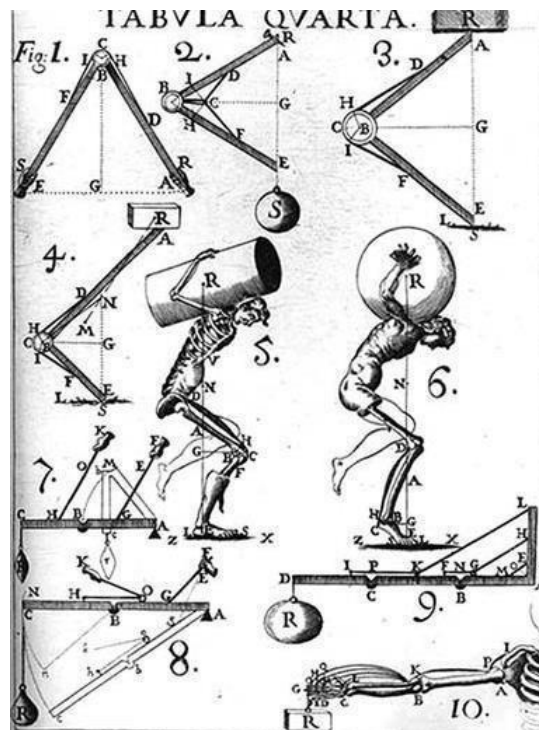


FIGURE 10. Schéma de Borelli

Il a fallu attendre la Renaissance pour que les connaissances anatomiques aident les scientifiques à avancer dans la compréhension de la biomécanique du rachis.

Léonard de Vinci (1452-1526) était un artiste, un ingénieur et un scientifique qui a participé à la compréhension de la biomécanique. Dans son introduction de *De Figura Humana*, il disait « *la nature ne peut donner la mobilité à l'animal sans instruments mécaniques* ». Il est le premier à avoir décrit la colonne vertébrale avec ses courbures, ses articulations et a mis l'accent sur la contribution des muscles pour la stabilité du rachis. Il décrivait le rachis cervical comme un mat de navire avec ses gréements latéraux composés de muscles assurant sa stabilité. (Figure 9)

André Vésale (1514-1564) était un anatomiste qui était installé à Padoue, ville sous protection de la République de Venise. Ne craignant alors pas l'Inquisition, ses dissections sur cadavres humains ont permis de révolutionner les connaissances scientifiques actuelles sur l'anatomie et de rendre les travaux de Galien caduques.

Giovanni Borelli (1608-1679) est considéré comme le père de la biomécanique. Dans son livre *De Motu Animalium*, il a démontré que les muscles agissent comme des bras de levier courts, de sorte que l'articulation intermédiaire transmet une force d'une amplitude supérieure au poids de la charge. Ces schémas dessinés il y a plus de 300 ans concordent avec les calculs expérimentaux les plus récents sur la distribution de la charge vertébrale. (Figure 10)

Après la description de la biomécanique de base et celle de la colonne vertébrale à la Renaissance, l'ère moderne s'est concentrée sur la thérapie des fractures du rachis. De nombreuses théories ont été émises pendant la seconde moitié du XXème siècle.

Holdsworth⁹ en 1962 décrit un modèle à 2 colonnes. La colonne antérieure constituée du ligament vertébral antérieur, du corps vertébral et du ligament vertébral postérieur et une colonne postérieure constituée des lames, pédicules, épineuses et des ligaments adjacents. Holdsworth pensait que seule l'atteinte de la colonne postérieure donnait une instabilité rachidienne. Ainsi suivant son modèle, les fractures-luxations étaient instables contrairement aux fractures par éclatement (burst) ne touchant que la colonne antérieure.

En 1983, Denis¹⁰ a proposé un concept à 3 colonnes après avoir étudié plus de 400 fractures. Ces 3 colonnes étaient subdivisées en :

-colonne antérieure : partie antérieure du corps vertébral, ligament commun antérieur et la partie antérieure du disque intervertébral

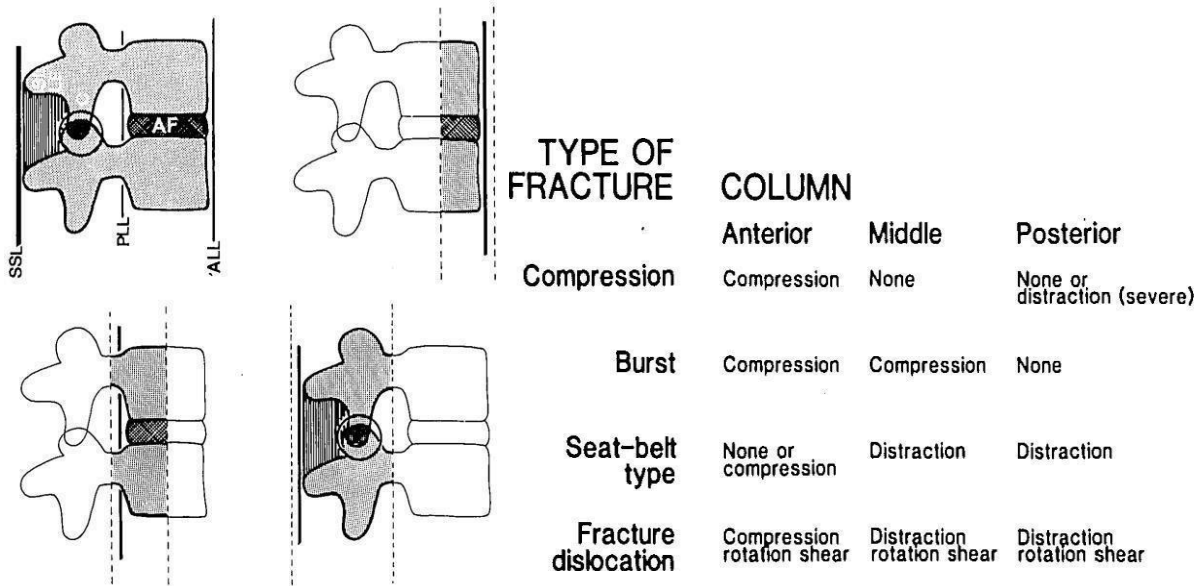


FIGURE 11. Concept de Denis avec description des 3 colonnes

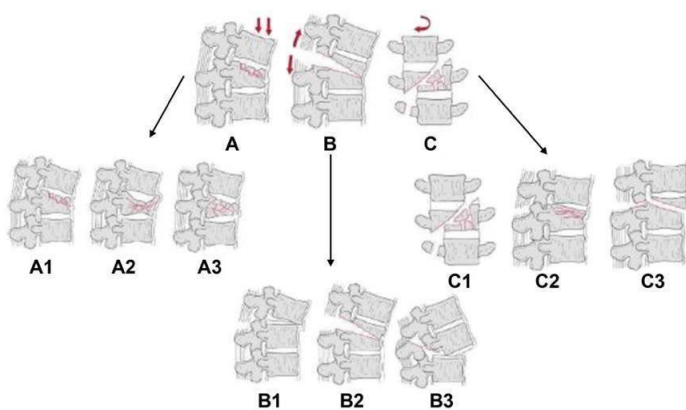
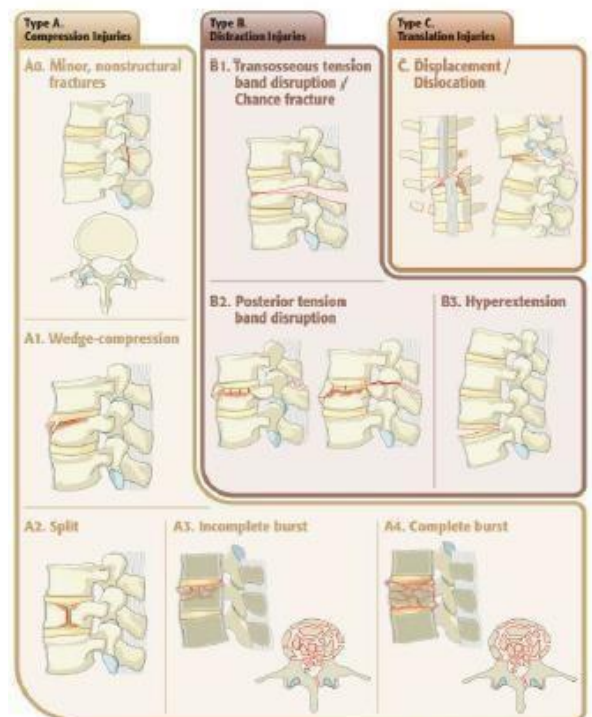


FIGURE 12. Classification de Magerl

Classification de lésions thoraco-lombaires



Contact: research@aospine.org
Further information: www.aospine.org/TLclassification

**FIGURE 13. Classification de l'AO
modifié par Vaccaro**

-colonne moyenne : ligament postérieur commun, la partie postérieure du disque intervertébral et le mur postérieur du corps vertébral

-colonne postérieure : l'arc neural postérieur et le complexe ligamentaire postérieur.

Grâce à ce modèle, toute fracture pouvait être classée dans les groupes suivants :

- Fracture compression : seule la colonne antérieure doit être touchée
- Burst fracture : seule la colonne antérieure et moyenne sont atteintes
- Seat-belt ou fracture en distraction : colonne moyenne et postérieure sont atteintes
- Fracture en rotation ou cisaillements : les trois colonnes sont atteintes. (Figure 11)

Denis démontra que les fractures type Burst considérées par Holdsworth comme stables, présentaient en réalité un caractère instable. Une fracture devenait instable quand deux colonnes étaient atteintes. Ce concept est toujours d'actualité et toutes les classifications s'en sont inspirés.

La classification de Magerl¹¹ (figure 12) qui a été modifiée par l'AO¹² (figure13) est la plus utilisée en France avec une bonne reproductibilité¹³. Elle reprend le concept de Denis en créant trois groupes A, B et C où l'instabilité vertébrale augmente.

Pizones^{14,15} s'est intéressé à la colonne postérieure et surtout au complexe ligamentaire postérieur constitué du ligament supra-épineux, du ligament inter-épineux, du ligament jaune et des facettes capsulaires. Ainsi il a démontré qu'en cas d'atteinte du ligament supra-épineux, le complexe postérieur ligamentaire devient incompetent et est responsable d'une instabilité ligamentaire.

D'après ses observations, les ligaments se rompent suivant un ordre précis en fonction de la continuité des forces s'exerçant sur le rachis. Ainsi en premier, il y a une rupture des capsules articulaires dans les fractures dites en compression puis vient une atteinte de l'inter-épineux dans les burst fracture (un type A selon la classification de Magerl). Si les déformations continuent il y aura une rupture du ligament supra-épineux qui engendra alors une fracture dite en flexion-distraction ou un type B. Puis en cas d'atteinte des quatre composants du complexe postérieur ligamentaire, une rotation s'exercera sur la vertèbre classant celle-ci comme une fracture-luxation ou un type C. (Figure 14)

L'étude du complexe ligamentaire postérieur est devenue très importante comme en atteste un nouveau score prédictif développé par Vaccaro¹⁶. Ce score TLICS prend en compte la déformation mécanique, le statut neurologique du patient et l'atteinte du complexe

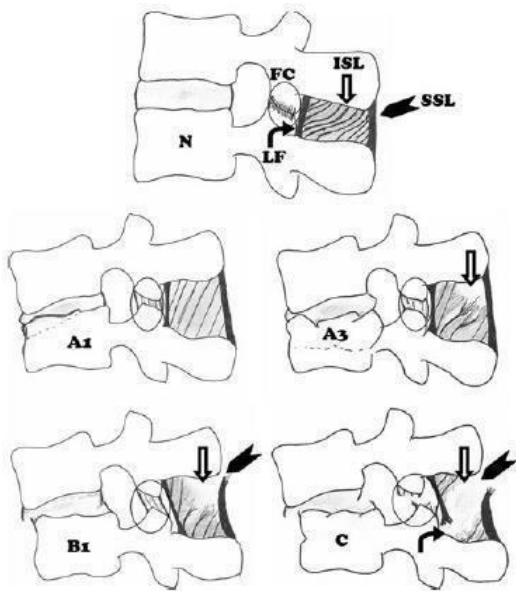


FIGURE 14. Rupture progressive du complexe postérieur ligamentaire selon Pizones.

| Component | Qualifiers | Score |
|--------------------------------|------------|-------|
| Morphology type | | |
| Compression | | 1 |
| | Burst | 1 |
| Translational/Rotational | | 3 |
| Distraction | | 4 |
| Neurological involvement | | |
| Intact | | 0 |
| Nerve root | | 2 |
| Cord, conus medullaris | Complete | 2 |
| | Incomplete | 3 |
| Cauda equina | | 3 |
| PLC | | |
| Intact | | 0 |
| Injury suspected/Indeterminate | | 2 |
| Injured | | 3 |

FIGURE 15. Score TLICS selon Vaccaro

Évaluation motrice

| | D | G |
|------|---|---|
| C2 | | |
| C3 | | |
| C4 | | |
| C6 | | |
| C7 | | |
| C8 | | |
| T1 | | |
| T2 | | |
| T3 | | |
| T4 | | |
| T5 | | |
| T6 | | |
| T7 | | |
| T8 | | |
| T9 | | |
| T10 | | |
| T11 | | |
| T12 | | |
| L1 | | |
| L2 | | |
| L4 | | |
| L5 | | |
| S1 | | |
| S2 | | |
| S3 | | |
| S4-5 | | |

Flexion du coude
 Extension du poignet
 Extension du coude
 Flexion du médus (P3)
 Abduction du 5^e doigt
 0 = paralysie totale
 1 = contraction visible ou palpable
 2 = mouvement actif sans pesanteur
 3 = mouvement actif contre pesanteur
 4 = mouvement actif contre résistance
 5 = mouvement normal
 NT, non testable

Score «motricité» : /100
 Contraction anale : oui/non

ASIA Identité du patient

Date de l'examen

Niveau neurologique* Sensitif droite gauche
 Moteur droite gauche

*Segment le plus caudal ayant une fonction normale
 Lésion médullaire** : Complète ou incomplète
 ** Causaire incomplet défini par une motricité ou une sensibilité du territoire S4-S5

Échelle d'anomalie ASIA : A B C D E
 A = complète : aucune motricité ou sensibilité dans le territoire S4-S5
 B = incomplète : la sensibilité mais pas la motricité est préservée au-dessous du niveau lésionnel, en particulier dans le territoire S4-S5
 C = incomplète : la motricité est préservée au-dessous du niveau lésionnel et plus de la moitié des muscles testés au-dessous de ce niveau à un score < 3
 D = incomplète : la motricité est préservée au-dessous du niveau lésionnel et au moins la moitié des muscles testés au-dessous du niveau à un score ≥ 3
 E = normale : la sensibilité et la motricité sont normales

Préservation partielle*** Sensitif droite gauche
 Moteur droite gauche

*** Extension caudale des segments partiellement intacts

Syndrome clinique :
 Centromédullaire
 Brown-Sequard
 Moelle antérieure
 Cône terminal

Évaluation sensitive

| Toucher | | Piqûre | |
|---------|---|--------|---|
| D | G | D | G |
| C2 | | | |
| C3 | | | |
| C4 | | | |
| C5 | | | |
| C6 | | | |
| C7 | | | |
| C8 | | | |
| T1 | | | |
| T2 | | | |
| T3 | | | |
| T4 | | | |
| T5 | | | |
| T6 | | | |
| T7 | | | |
| T8 | | | |
| T9 | | | |
| T10 | | | |
| T11 | | | |
| T12 | | | |
| L1 | | | |
| L2 | | | |
| L3 | | | |
| L4 | | | |
| L5 | | | |
| S1 | | | |
| S2 | | | |
| S3 | | | |
| S4-5 | | | |

Score «toucher» : /112
 Score «piqûre» : /112
 Sensibilité anale : oui/non

0 = absents
 1 = diminuée
 2 = normale
 NT, non testable

FIGURE 16. Score d'évaluation de l'état neurologique selon l'ASIA¹⁸

ligamentaire postérieur. Un traitement orthopédique sera proposé en cas de score inférieur à 4, un traitement chirurgical sera proposé en cas de score supérieur à 4. Une part d'ombre dans la conduite thérapeutique existe pour un score égal à 4 et devra être discuté au cas par cas. (Figure 15)

4. Examen clinique

Une fracture du rachis thoraco-lombaire peut survenir lors d'un traumatisme à haute cinétique (accident de la voie publique, chute d'un point élevé, accident de sports) ou à basse cinétique (chute de sa hauteur).

L'examen clinique devra être rigoureux et systématique en cherchant des lésions associées surtout dans les traumatismes à haute cinétique (lésions crânielles, abdominales, thoraciques) qui conditionneront la suite de la prise en charge suivant leurs degrés d'urgence.

Le patient se plaint souvent de douleurs localisées qui doivent attirer l'attention de l'examineur. L'examen clinique se fait en décubitus latéral à la recherche de douleur à la palpation des épineuses ou/et l'apparition d'une ecchymose. Puis l'examineur doit réaliser un examen neurologique précis qui sera répété dans le temps. Pour cela on utilisera la classification de Frankel¹⁷ ou celle de l'American Spinal Injury Association (ASIA) plus précise. Cet examen notera les déficits moteurs, sensitifs et périnéaux avec la réalisation systématique d'un toucher rectal pour évaluer la tonicité du sphincter anal. (Figure 16)

5. Examens Complémentaires

5.1 Radiographie

Les radiographies doivent concerner l'ensemble du rachis pour dépister des lésions associées. On effectue plusieurs incidences :

- Une incidence de face permettant de voir l'alignement des pédicules
- Une incidence de profil (la plus importante). Celle-ci est plus complexe pour l'observation des vertèbres thoraciques dues à la superposition des épaules et des côtes. Cette incidence permet de quantifier la déformation vertébrale à l'aide de différents calculs :

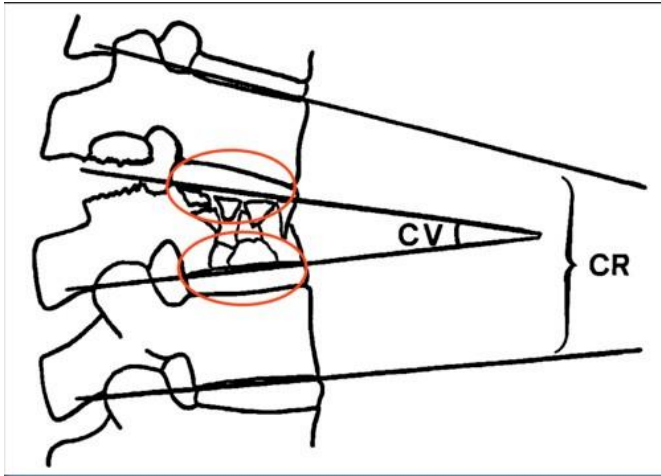


FIGURE 17. Mesure de la cyphose vertébrale et régionale



FIGURE19. Radiographie et scanner en plan sagittal d'une burst-fracture de L1

| Angle physio | T11 | T12 | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 |
|--------------|-----|-----|----|-----|------|------|------|
| Stagnara | 9° | 7° | 1° | -8° | -19° | -33° | -36° |

FIGURE 18. Angulation physiologique suivant le niveau vertébral selon Staganara

-La Cyphose Vertébrale (CV) : Angle formé par le plateau supérieur et le plateau inférieur de la vertèbre lésée. La valeur normale est 0°. (Figure 17)

-La Cyphose Régionale (CR) : Angle formé par le plateau supérieur de la vertèbre sus-jacente et le plateau inférieur de la vertèbre sous-jacente par rapport à la vertèbre lésée.

-L'Angulation Régionale Traumatique (ART) : on la calcule par la formule suivante :
Cyphose Régionale - angulation physiologique.

L'angulation physiologique est donnée par des abaques d'après Stagnara¹⁹. (Figure 18)

5.2 Tomodensitométrie (TDM)

C'est l'examen de référence pour préciser le diagnostic et la déformation des fractures thoraco-lombaire. Cet examen est facile à obtenir en urgence et son coût économique est faible.

Il permet une exploration de tout le cadre osseux dans les trois plans de l'espace. On individualise facilement les trois colonnes en particulier la colonne moyenne, avec un possible recul du mur postérieur responsable d'une compression médullaire.

Le TDM permet de classer la fracture précisément selon la classification de Denis ou Magerl ou de l'AO.

5.3 Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)^{20,21,22}

L'intérêt diagnostique de son utilisation en urgence est le travail de la seconde partie de cette thèse.

Depuis longtemps, nous savons que l'IRM permet une analyse fine du complexe postérieur ligamentaire et des disques intervertébraux. Ces deux éléments sont important dans la stabilité vertébrale.

Un hypersignal du ligament inter-épineux ou une discontinuité de la bande en hyposignal du ligament supra-épineux sont des signes d'atteinte du complexe postérieur ligamentaire.

Oner²³ en 1998[1], a étudié la dégénérescence des disques intervertébraux dans 75 fractures thoracolombaires à 18 mois. Il a inventé une classification en 6 stades avec comme critères le changement de hauteur, de signal et la présence de hernie sur des coupes en pondération T1 et T2. Une dégénérescence discale était associée à une augmentation de la

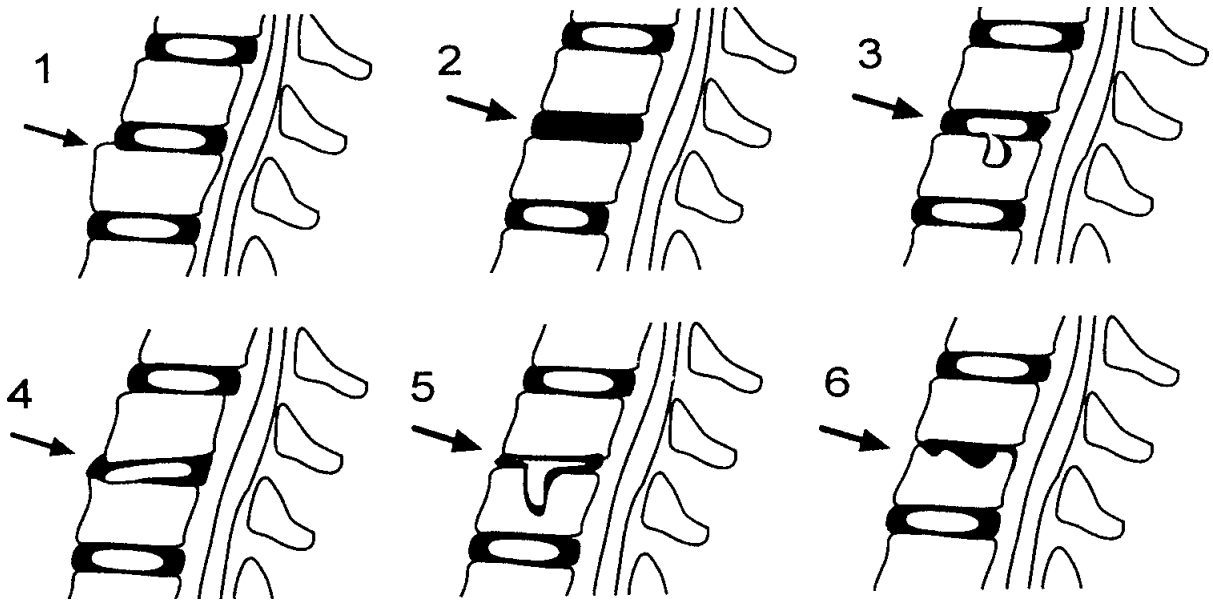


FIGURE 20. Classification d'Oner sur la dégénérescence discale



FIGURE 21. IRM sagittal du rachis lombaire montrant une rupture du ligament inter et supra-épineux

cyphose régionale pour les stades 4,5 et 6. (Figure 20)

De plus, l'IRM permet de découvrir des fractures dites occultes, non vu au scanner ni à la radiographie. Un hypersignal en séquence T2 STIR caractérise un œdème intravertébral qui affirme le caractère récent de la fracture. Associé à un hyposignal linéaire en T1 du corps vertébral, nous diagnostiquons une fracture vertébrale. (Figure 21)

Le principal problème de cet examen est sa disponibilité en urgence et son coût économique. Son intérêt en urgence reste débattu.

5.4 Echographie^{24,25,26}

Des études récentes se sont penchées sur l'intérêt de l'échographe pour l'étude de la compétence du complexe postérieur ligamentaire. Elles retrouvaient une bonne sensibilité et spécificité pour détecter les lésions du ligament supra et inter-épineux.

Cette technique peut être utile en cas de contre-indication à l'IRM ou de non disponibilité de cette dernière. Même si sa réalisation en décubitus ventral chez des patients douloureux reste compliquée.

6. Bibliographie

1. Rouvière H. *Anatomie Humaine*. Tome 1. 1959
2. Bogduk N, Guierre A. *Anatomie Clinique Et Radiologique Du Rachis Lombal*. 2013
3. Kapandji IA. *Anatomie Fonctionnelle du Rachis Lombosacree*. Acra Orthop Belg . 1969
4. Fischer, Gonon, Carret, Dimmet. *Biomécanique : ceinture pelvienne et colonne vertébrale*. Asso corporative des Etudiants en Médecine de Lyon. 1976
5. Sauvannet R, Coudert E. *A propos des mécanismes de la stabilité rachidienne lombaire*. Ann Kinésithérapie 1983, Tome 10.
6. Louis R. Functional Anatomy of the Lumbar Spine. In: Brock M, Mayer HM, Weigel K, editors. *The Artificial Disc*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1991, p. 3–11. doi:10.1007/978-3-642-75197-4_2.
7. Sanan A, Rengachary SS. The history of spinal biomechanics. *Neurosurgery* 1996;39:657–68; discussion 668-669. doi:10.1097/00006123-199610000-00001
8. Naderi S, Andalkar N, Benzel EC. History of spine biomechanics: part II--from the Renaissance to the 20th century. *Neurosurgery* 2007;60:392–403; discussion 403-404. doi:10.1227/01.NEU.0000249263.80579.F9.
9. Holdsworth FW. FRACTURES AND DISLOCATIONS OF THE LOWER THORACIC AND LUMBAR SPINES, WITH AND WITHOUT NEUROLOGICAL INVOLVEMENT. *Curr Pract Orthop Surg* 1964;23:61–83.
10. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983;8:817–31

11. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 1994;3:184–201
12. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine* 2013;38:2028–37. doi:10.1097/BRS.0b013e3182a8a381.
13. Yacoub AR, Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Patel AA. Evaluation of the safety and reliability of the newly-proposed AO spine injury classification system. *J Spinal Cord Med* 2017;40:70–5. doi:10.1179/2045772315Y.0000000042
14. Pizones J, Zúñiga L, Sánchez-Mariscal F, Alvarez P, Gómez-Rice A, Izquierdo E. MRI study of post-traumatic incompetence of posterior ligamentous complex: importance of the supraspinous ligament. Prospective study of 74 traumatic fractures. *Eur Spine J* 2012;21:2222–31. doi:10.1007/s00586-012-2403-z
15. Pizones J, Izquierdo E, Álvarez P, Sánchez-Mariscal F, Zúñiga L, Chimeno P, et al. Impact of magnetic resonance imaging on decision making for thoracolumbar traumatic fracture diagnosis and treatment. *European Spine Journal* 2011;20:390–6. doi:10.1007/s00586-011-1913-4
16. Vaccaro AR, Lehman RA, Hurlbert RJ, Anderson PA, Harris M, Hedlund R, et al. A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. *Spine* 2005;30:2325–33
17. Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia.I. *Paraplegia*. 1969;7(3):179-192. doi:10.1038/sc.1969.30.
18. Tropiano P, Blondel B. Fractures et luxations r.centés du rachis thoracique et lombaire de l'adulte. *EMC - Appareil locomoteur*. 2009;4(4):1-14. doi:10.1016/S0246-0521(09)48915-0.

19. Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, Gonon GP, Costanzo G, Dimnet J, et al. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine* 1982;7:335–42. doi:10.1097/00007632-198207000-00003.
20. Ghanem N, Uhl M, Müller C, Elgeti F, Pache G, Kotter E, et al. MRI and discography in traumatic intervertebral disc lesions. *Eur Radiol* 2006;16:2533–41. doi:10.1007/s00330-006-0310-6.
21. Lee HM, Kim HS, Kim DJ, Suk KS, Park JO, Kim NH. Reliability of magnetic resonance imaging in detecting posterior ligament complex injury in thoracolumbar spinal fractures. *Spine* 2000;25:2079–84.
22. Vaccaro AR, Rihn JA, Saravanja D, Anderson DG, Hilibrand AS, Albert TJ, et al. Injury of the posterior ligamentous complex of the thoracolumbar spine: a prospective evaluation of the diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging. *Spine* 2009;34:E841-847. doi:10.1097/BRS.0b013e3181bd11be.
23. Oner FC, van der Rijt RR, Ramos LM, Dhert WJ, Verbout AJ. Changes in the disc space after fractures of the thoracolumbar spine. *J Bone Surg Br* 1998 ;80 :833-9.
24. Zhao J-W, Liu Y, Yin R-F, Wang J-C, Yang Y-H, Liu P. Ultrasound assessment of injury to the posterior ligamentous complex in patients with mild thoracolumbar fractures. *J Int Med Res* 2013;41:1252–7. doi:10.1177/0300060513483407.
25. Moon S-H, Park M-S, Suk K-S, Suh J-S, Lee S-H, Kim N-H, et al. Feasibility of ultrasound examination in posterior ligament complex injury of thoracolumbar spine fracture. *Spine* 2002;27:2154–8. doi:10.1097/01.BRS.0000025688.94630.70.
26. Vordemvenne T, Hartensuer R, Löhner L, Vieth V, Fuchs T, Raschke MJ. Is there a way to diagnose spinal instability in acute burst fractures by performing ultrasound? *Eur Spine J* 2009;18:964–71. doi:10.1007/s00586-009-1009-6.

Deuxième partie : Fractures Thoraciques et Lombaires : apport diagnostique de l'IRM

1. Introduction

Les fractures du rachis thoracique et lombaire sont fréquentes. Leur prise en charge n'est pas uniforme mais une atteinte discale ou du complexe ligamentaire postérieur sont des éléments importants pour la prise de décision thérapeutique.

Historiquement, la stabilité d'une fracture vertébrale était analysée sur l'intégrité osseuse. Denis dans son concept définissait 3 colonnes de stabilité, la colonne antérieure, moyenne et postérieure [1]. La colonne moyenne était considérée comme la pierre angulaire de la stabilité. Des études biomécaniques ont commencé à infirmer cette hypothèse en prônant le rôle important de la colonne postérieure [2,3]. Cette corrélation a été reprise dans le score TLICS avec un item consacré à l'atteinte du complexe ligamentaire postérieur (CLP) [4]. Le CLP est composé des capsules articulaires, du ligament jaune, du ligament inter-épineux (LIE) et du ligament supra-épineux (LSE). Pizones a démontré que l'atteinte du LSE rend incompetent le CLP [5] donnant un caractère instable à la fracture vertébrale. La radiographie et le scanner en s'appuyant sur des signes indirects, ne permettent pas une étude précise de ces structures disco-ligamentaires [6,7]. Plusieurs études montrent une bonne sensibilité et spécificité de l'IRM pour l'analyse de du CLP [8,9] et des disques vertébraux [10]. De plus, L'IRM permet le diagnostic de fractures occultes, non diagnostiquées à la radiographie ou au scanner, utiles dans la prise en charge de patients autant d'un point de vu médico-légal que de prise en charge de la douleur. Peu d'études prospectives ont été publiées.

L'objectif de cette étude était d'étudier l'apport diagnostique potentiel de l'IRM dans le bilan en urgence de fractures thoraciques et lombaires.

Notre hypothèse était que l'IRM permet d'objectiver des lésions osseuses et ligamentaires postérieures non visibles à la radiographie et au scanner.

2. Matériels et Méthodes

2.1 Critères d'inclusion et d'exclusion

Entre Juillet 2017 et Juin 2018, nous avons mené une étude prospective, mono-centrique, observationnelle. Nous avons inclus tous les patients présentant des fractures du rachis thoracique ou lombaire dans un contexte traumatique sans troubles neurologiques. Nous avons exclu les fractures pathologiques, les fractures ostéoporotiques et les fractures-dislocations avec atteintes neurologiques. Tous les patients avaient signé un consentement pour que leurs données cliniques et radiographiques soient utilisées à des fins de recherche clinique.

Devant une suspicion de fracture thoracique ou lombaire, chaque patient a bénéficié d'un bilan d'imagerie standardisé : une radiographie centrée sur la fracture de face et de profil et un scanner en urgence ; suivis d'une Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) dans les 48 heures après le traumatisme. Les éléments démographiques ainsi que le mécanisme lésionnel étaient relevés.

2.2 Analyse IRM

L'analyse IRM était faite avec une machine 1,5 Tesla (GE optima) avec des coupes sagittales en séquences pondérées T1, T2 et T2 STIR (ou T2 FAT SAT) et une séquence axiale cube T2. La radiographie, le scanner et l'IRM étaient interprétés indépendamment par 3 observateurs : un interne et un senior de chirurgie orthopédique et traumatologique ainsi qu'un senior de radiologie spécialisé en ostéoarticulaire.

La radiographie et le scanner étaient présentés ensemble et chaque intervenant devait se prononcer sur la classification de l'AO [11] pour chaque fracture vertébrale. Puis, l'IRM était interprétée et les intervenants devaient se prononcer sur :

- la présence de fractures occultes récentes : Un hyposignal des corps vertébraux linéaire en T1 avec un œdème au pourtour en hypersignal T2 STIR (ou T2 FAT SAT), confirmaient la présence d'une fracture et son caractère récent.

- l'atteinte du complexe ligamentaire postérieur pour le LSE et pour LIE avec 2 réponses possibles rompu ou intact. Dans notre étude, nous avons éliminé le stade indéterminé comme d'autres études auparavant [8,12]. Le LSE était considéré comme rompu quand on observait une interruption de la

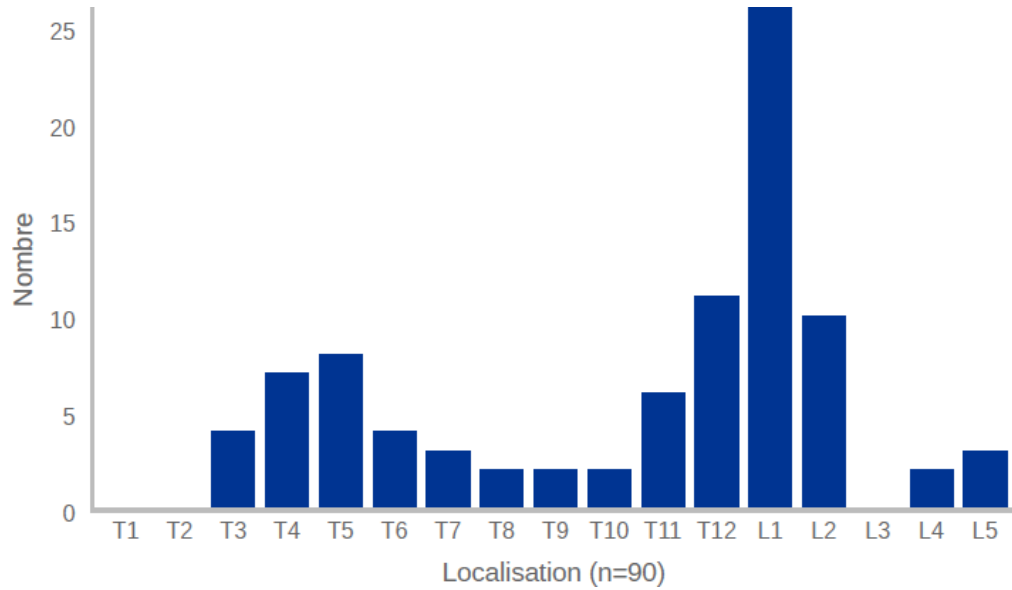


Figure 1. Localisation des fractures vertébrales

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------|----------|
| Patients | 67 Patients | |
| Sexe | 36 Femmes / 31 Hommes | |
| Age | 66 ans (18-93) | |
| IMC | 27,32 (17,2-41,3) | |
| Traumatisme | Chute > 3m | 54 (43%) |
| | AVP | 37 (30%) |
| | Chute de sa hauteur | 34 (27%) |
| Fractures vertébrales | 90 | |
| Fractures thoraciques | 32 (32%) | |
| Fractures thoracolombaires | 53 (59%) | |
| Fractures lombaires | 5 (6%) | |

Tableau 1. Épidémiologie

bandelette en hyposignal. Le LIE était considéré comme lésé observait un œdème inter-épineux apparaissant en hypersignal T2 STIR (ou T2 FAT SAT).

- une nouvelle classification des fractures vertébrales selon l'AO était faite après l'IRM.
- l'état du disque cranial et caudal pour chaque fracture en utilisant la classification d'Oner [13].

Ce protocole permettait de recenser le nombre de fractures découvertes par l'IRM non diagnostiquées au scanner et à la radiographie ; ainsi qu'un éventuel changement de classification entre le scanner et l'IRM.

Une décision collégiale quant à la prise en charge de ces fractures était prise avant et après l'IRM. Ainsi nous pouvions analyser l'incidence du changement de prise en charge après l'utilisation de l'IRM.

2.3 Analyse statistique

Les valeurs discrètes étaient exprimées par leurs fréquences absolues et relatives. La variabilité inter-observateur était déterminée par des pourcentages absolus d'accord et des valeurs kappa non pondérées de Cohen. L'interprétation des valeurs kappa était faite selon Landis et Koch [14].

L'interprétation des valeurs de kappa était si $<0,2$ mauvais accord, entre $0,2-0,4$ faible accord, $0,6-0,8$ Bon accord et $>0,8$, accord presque parfait.

L'analyse statistique était réalisée par le logiciel EASYMEDSAT (www.easymedstat.com, Neuilly sur seine France).

3. Résultats

3.1 Epidémiologie

Conformément aux critères d'inclusion, 90 fractures ont été incluses chez 67 patients dont la moyenne d'âge était de 66 ans (18-93). Les fractures étaient localisées pour 59% (53/90) à la charnière thoraco- lombaire T11-L2, pour 35% (32/90) entre T1-T10 et 6% (5/90) entre L3-L5 (Figure 1). Les mécanismes lésionnels étaient principalement des chutes de plus de 3 mètres pour 43% des cas, des accidents de la voie publique pour 30% et enfin des chutes de sa hauteur pour 27% (Tableau 1). Une prise en charge orthopédique avait été décidée pour 28 patients (42%), 22 patients (33%) ont bénéficiés d'une vertébroplastie et 17 (25%) d'une ostéosynthèse postérieure percutanée.

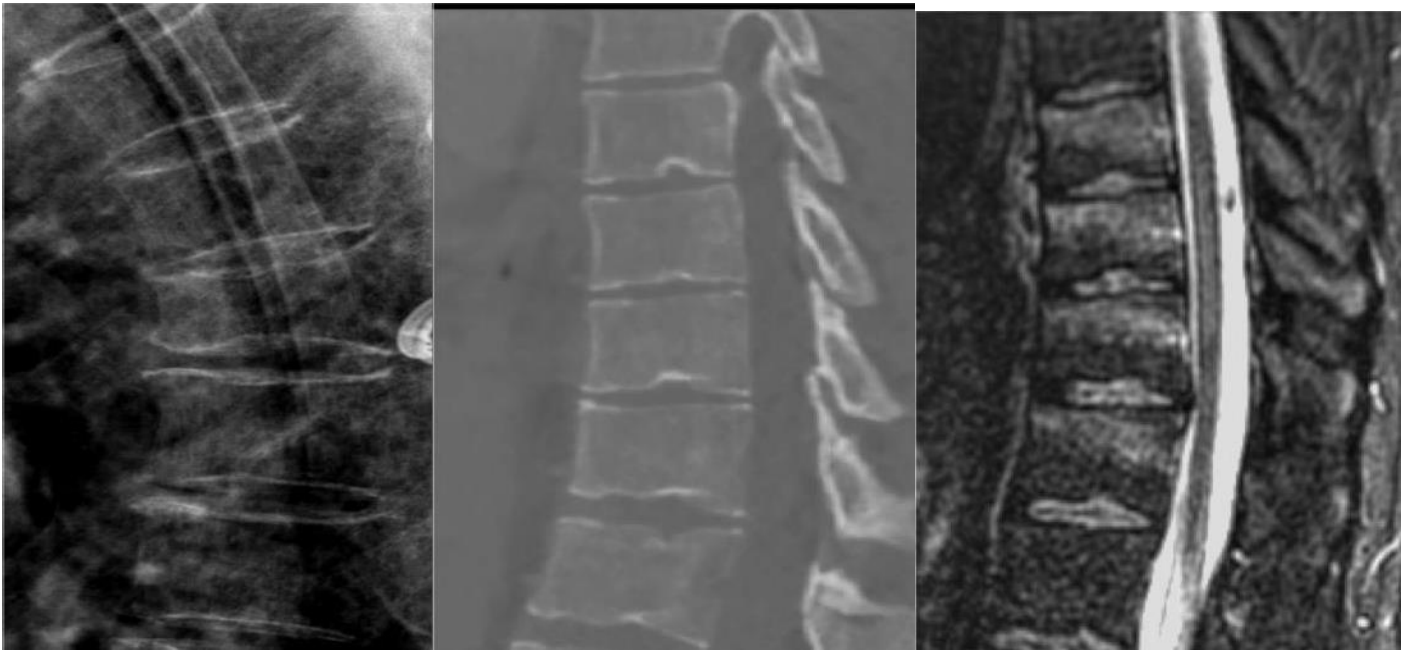


Figure 2. Intérêt de l'IRM pour le diagnostic de fracture vertébrale occulte associées à une fracture tassement T12.

- (A) Radiographie de profil : Fracture A1 de T12
- (B) Scanner coupe sagittal : Fracture de T12 de type A1 confirmée
- (C) IRM en séquence STIR : Hypersignal de T9, T10, T11, correspondant à 3 fractures occultes.

| | Radio + Scanner n=90 | IRM n=125 |
|---------------|-------------------------|------------------|
| Type A | 86 (96%) | 113 (90%) |
| -Type A1 | 46 | 76 |
| -Type A2 | 9 | 8 |
| -Type A3 | 18 | 18 |
| -Type A4 | 13 | 11 |
| Type B | 4 (4%) | 12 (10%) |
| -Type B1 | 3 | 3 |
| -Type B2 | 1 | 9 |
| -Type B3 | 0 | 0 |

Tableau 2. Nombre et classification AO des fractures vertébrales avant et après

3.2 Fractures occultes

L'IRM a permis d'identifier 35 fractures occultes (28%) non diagnostiquées au scanner ou à la radiographie chez 19 patients (28%). Ainsi notre population passait de 90 à 125 fractures (Tableau 2) : 3 fractures lombaires (L3-L5), 9 fractures thoraco- lombaires (T11-L2) et 23 fractures thoraciques (T1-T10). Ces fractures étaient toutes classées comme une fracture en compression de type A1. (Figure 2). Par rapport aux fractures diagnostiquées, elles se localisaient de manière sus jacente dans 69% des cas. Les patients présentant ces fractures étaient significativement plus jeunes (43 ans contre 58 ans ; $p < 0,05$) et plus fréquemment victime d'un traumatisme à haute cinétique (84% contre 50%). Le sexe n'était pas significatif (56% contre 47% de femmes ; $p > 0,05$).

3.3 Analyse du complexe ligamentaire postérieur

L'IRM retrouvait une atteinte du CLP non visible au scanner dans 16 fractures (13%) chez 12 patients. Il s'agissait d'une lésion ligamentaire incomplète (LIE rompu) dans 7 fractures (6%) et d'une lésion ligamentaire complète (LIE et LES rompu) potentiellement instable dans 9 fractures (7%) chez 9 patients (13%).

3.4 Changement de classification AO

Ces observations entraînent un changement de la classification pour 8 fractures (6%) pour passer d'une fracture de compression en une fracture en distraction. Après l'analyse de l'IRM, il y avait 76 fractures de type A1, 8 de type A2, 18 de type A3, 11 type A4, 3 type B1 et 9 type B2. Huit des 9 fractures de type B2 ont été diagnostiquées grâce à l'IRM ; alors que les radiographies et le scanner les avaient classés en fracture de type compression (Figure 3 et Tableau 2).



Figure 3. Intérêt de l'IRM pour le diagnostic des lésions ligamentaire postérieures.

(A) Radiographie de profil : fracture de T12.

(B) Scanner : Fracture de T12 d'allure A1 sans écart inter-épineux.

(C) IRM en séquence STIR : Atteinte du ligament inter-épineux et du supra-épineux changeant la classification pour une B2.

| | Indice de Kappa | Interprétation |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Classification AO | 0,743 | Bonne |
| Ligament Inter-épineux | 0,864 | Presque Parfaite |
| Ligament supra-épineux | 0,840 | Presque Parfaite |
| Oner Disque Cranial | 0,156 | Mauvaise |
| Oner Disque Caudal | 0,280 | Faible |

Tableau 3. Variabilité inter-observateur pour la classification AO, l'atteinte du complexe postérieur et discal

3.5 Variabilité inter-observateur

La reproductibilité était presque parfaite pour l'atteinte de l'infra-épineux ($K=0,864$; $P>0,05$) ainsi que pour l'atteinte du supra-épineux ($K=0,840$; $p<0,005$). La reproductibilité pour la classification de l'AO à l'IRM était forte ($K=0,743$; $p<0,005$). La variabilité inter-observateur pour la classification d'Oner était mauvaise pour l'analyse des disques craniaux ($K=0,156$; $p<0,005$) et faible pour les disques caudaux ($K=-0,280$; $p<0,005$). (Tableau 3)

3.6 Modification de la prise en charge thérapeutique

Suite à l'analyse de l'IRM, la prise en charge thérapeutique a été modifiée chez 6 patients (9%). Pour 3 patients, la découverte d'une fracture occulte a conduit à une vertébroplastie d'un niveau lésionnel supplémentaire. La découverte d'une atteinte du complexe ligamentaire postérieur a conduit à modifier le traitement orthopédique en traitement chirurgical pour 3 patients sur les 8. Deux patients ont été victime d'un polytraumatisme ce qui n'a pas permis une prise en charge chirurgicale. Pour les trois derniers patients, la découverte de fractures étagées associées à l'instabilité ligamentaire, nous a poussés à renoncer à un traitement chirurgical après décision collégiale. (Tableau 4).

4. Discussion

L'IRM n'est pas réalisée lors du bilan initial d'une fracture rachidienne en routine actuellement dans la plupart des centres. Son accessibilité reste pour le moment la principale limite. Le résultat de notre étude permet d'identifier des lésions osseuses et/ou ligamentaires non visibles sur le bilan radio-scanner dans 31% des cas. Le diagnostic en urgence de ces lésions osseuses et/ou ligamentaires passées inaperçues présente un double intérêt : médico-légale et thérapeutique. Dans 9% des cas la prise en charge thérapeutique a été modifiée.

L'IRM a permis d'identifier 35 fractures-tassements vertébrales de type A1 non visible à la radiographie et au scanner. Ce taux est en accord avec la littérature, Pizones [12] et Winklhofer [15] retrouvait respectivement 30% et 21% de fractures occultes dans leur cohorte. Ces fractures peuvent

| Lésions occultes (découvertes à l'IRM) | Nombre de patients (%) | Changement d'indication thérapeutique |
|---|------------------------|---|
| Fractures <u>isolées</u> | 13 (19%) | 3 Cimentoplasties |
| Lésions Ligamentaires complètes <u>isolées</u> | 3 (4%) | 3 Ostéosynthèses percutanées |
| Fractures + lésions Ligamentaires <u>associées</u> | 5 (7%) | 5 traitement orthopédique (2 polytraumatisés 3 lésions thoraciques multi-étagées) |

Tableau 4. Modification de la prise en charge thérapeutique

influencer la thérapeutique et expliquer des douleurs résistantes au traitement si elles sont méconnues. Nous retrouvons un nombre moins important de fracture de type B2 par rapport aux autres études précédemment publiées [12,15]. Pizones [5] a montré qu'en cas d'œdème du ligament inter épineux sans lésion du ligament supra-épineux le complexe ligamentaire postérieur était compétent. Ainsi, l'atteinte isolée de l'inter-épineux ne motivait pas pour nous un changement de classification d'un type A à un type B2.

Notre étude montre que la reproductibilité de l'analyse l'IRM est plutôt bonne pour l'analyse du complexe ligamentaire postérieur et la classification de l'AO. Nos valeurs se rapprochent de celles des autres études sur la classification de l'AO modifiée [11,16]. De plus, notre étude montre, comme d'autres études préalables [9,17,18], que l'analyse du complexe ligamentaire postérieur par le biais du LIE et du LSE est reproductible.

L'analyse de l'atteinte discale sur l'IRM est plus délicate. Oner et al [13] ont développé une classification comprenant 6 types d'atteinte discale dans une étude rétrospective sur l'analyse de l'IRM. Cette description était faite 18 mois après le traumatisme initial. Cette classification est la seule qui a été décrite pour les atteintes discales dans un contexte traumatique. Aucune IRM n'avait été faite initialement. Loriaut et al en 2015 [19] et Barut et al en 2019 [20] ont démontré qu'il existait peu d'atteinte discale dans les fractures en compression de type A1 et A3 selon la classification de Magerl [21] (98% de disques intacts sur 69 fractures). Ces 3 études retrouvaient une bonne variabilité inter-observateur entre 0,77, 0,6 et 0,74 respectivement. Dans notre étude, nous retrouvons une faible (0,28) voire mauvaise (0,15) variabilité inter-observateur pour l'analyse des disques adjacents aux fractures vertébrales. Ceci pose le problème de l'apport de cette classification pour l'étude à moyen et long terme de la dégénérescence discal post- traumatique.

La prise en charge thérapeutique a été modifiée chez 6 patients après lecture de l'IRM soit 9%. Pizones [12] retrouvait un taux de 17% dans son étude. Dans notre étude, 3 patients ont bénéficié d'une vertébroplastie supplémentaires sur une autre vertèbre après la découverte d'une fracture occulte. L'objectif de ces vertébroplasties est de supprimer les douleurs résiduelles post-opératoires. Seul 3 patients, avec une atteinte du CLP découverte après analyse de l'IRM, sur 8 ont bénéficié d'un traitement chirurgical. Trois patients présentaient des fractures étagées en plus de l'instabilité ligamentaire postérieure. Après décision collégiale, la balance bénéfice risque ne nous paraissait pas en faveur d'un traitement chirurgical. Pour deux patient polytraumatisés, la prise en charge n'avait pu être faite dans les délais, devant l'association de lésions viscérales et cérébrales importantes.

La limite de notre étude est l'absence de randomisation, mais elle semble peu appropriée pour nous aider à démontrer notre hypothèse. Une faiblesse de notre étude est l'absence d'analyse scanner en fenêtre parties molles qui nous aurait peut-être permis de diagnostiquer davantage de lésions ligamentaire occultes. Sa force réside dans la lecture par 3 observateurs indépendants et de spécialisation et d'expérience différente. Son originalité vient de la réalisation de l'IRM en urgence dans le bilan des fractures thoraciques et lombaires sans troubles neurologiques. L'analyse des fractures vertébrales avec troubles neurologiques aurait pu être intéressante mais n'était pas possible dans le contexte de l'urgence.

5. Conclusion

L'IRM permet le diagnostic de fractures-tassements vertébrales sus et sous-jacentes occultes et de lésions ligamentaires postérieures sévères, non visible à la radiographie et au scanner dans 31% des cas. Outre son intérêt médico-légal, l'IRM nous a conduit à modifier la prise en charge thérapeutique dans 9% des cas. Les fractures-tassements ont bénéficié d'un traitement complémentaire par vertébroplastie. Les lésions ligamentaires postérieures par distraction ont été synthésés. Inversement, le diagnostic de tassement-vertébraux thoraciques multiples et étagés nous ont conduit à renoncer à des ostéosynthèses qui auraient été trop étendues. Notre étude confirme que les lésions discales sont peu fréquentes dans les fractures vertébrales thoraciques et lombaires et que leur diagnostic n'est pas reproductible à l'IRM.

3. Bibliographie

- [1] Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983;8:817–31.
- [2] James KS, Wenger KH, Schlegel JD, Dunn HK. Biomechanical evaluation of the stability of thoracolumbar burst fractures. *Spine* 1994;19:1731–40.
- [3] Oxland TR, Panjabi MM, Southern EP, Duranceau JS. An anatomic basis for spinal instability: a porcine trauma model. *J Orthop Res* 1991;9:452–62.
doi:10.1002/jor.1100090318.
- [4] Vaccaro AR, Lehman RA, Hurlbert RJ, Anderson PA, Harris M, Hedlund R, et al. A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. *Spine* 2005;30:2325–33.
- [5] Pizones J, Zúñiga L, Sánchez-Mariscal F, Alvarez P, Gómez-Rice A, Izquierdo E. MRI study of post-traumatic incompetence of posterior ligamentous complex: importance of the supraspinous ligament. Prospective study of 74 traumatic fractures. *Eur Spine J* 2012;21:2222–31. doi:10.1007/s00586-012-2403-z.
- [6] Petersilge CA, Pathria MN, Emery SE, Masaryk TJ. Thoracolumbar burst fractures: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1995;194:49–54.
doi:10.1148/radiology.194.1.7997581.
- [7] Radcliff K, Su BW, Kepler CK, Rubin T, Shimer AL, Rihn JA, et al. Correlation of posterior ligamentous complex injury and neurological injury to loss of vertebral body height, kyphosis, and canal compromise. *Spine* 2012;37:1142–50.
doi:10.1097/BRS.0b013e318240fcd3.
- [8] Pizones J, Sánchez-Mariscal F, Zúñiga L, Álvarez P, Izquierdo E. Prospective analysis of magnetic resonance imaging accuracy in diagnosing traumatic injuries of the posterior ligamentous complex of the thoracolumbar spine. *Spine* 2013;38:745–51.
doi:10.1097/BRS.0b013e31827934e4.
- [9] Lee HM, Kim HS, Kim DJ, Suk KS, Park JO, Kim NH. Reliability of magnetic resonance imaging in detecting posterior ligament complex injury in thoracolumbar spinal fractures. *Spine* 2000;25:2079–84.
- [10] Ghanem N, Uhl M, Müller C, Elgeti F, Pache G, Kotter E, et al. MRI and discography in traumatic intervertebral disc lesions. *Eur Radiol* 2006;16:2533–41. doi:10.1007/s00330-

006-0310-6.

- [11] Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine* 2013;38:2028–37. doi:10.1097/BRS.0b013e3182a8a381.
- [12] Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33:159–74.
- [13] Pizones J, Izquierdo E, Álvarez P, Sánchez-Mariscal F, Zúñiga L, Chimeno P, et al. Impact of magnetic resonance imaging on decision making for thoracolumbar traumatic fracture diagnosis and treatment. *European Spine Journal* 2011;20:390–6. doi:10.1007/s00586-011-1913-4.
- [14] Winklhofer S, Thekkumthala-Sommer M, Schmidt D, Rufibach K, Werner CML, Wanner GA, et al. Magnetic resonance imaging frequently changes classification of acute traumatic thoracolumbar spine injuries. *Skeletal Radiol* 2013;42:779–86. doi:10.1007/s00256-012-1551-x.
- [15] Yacoub AR, Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Patel AA. Evaluation of the safety and reliability of the newly-proposed AO spine injury classification system. *J Spinal Cord Med* 2017;40:70–5. doi:10.1179/2045772315Y.0000000042.
- [16] Vaccaro AR, Rihn JA, Saravanja D, Anderson DG, Hilibrand AS, Albert TJ, et al. Injury of the posterior ligamentous complex of the thoracolumbar spine: a prospective evaluation of the diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging. *Spine* 2009;34:E841-847. doi:10.1097/BRS.0b013e3181bd11be.
- [17] Dai L-Y, Ding W-G, Wang X-Y, Jiang L-S, Jiang S-D, Xu H-Z. Assessment of ligamentous injury in patients with thoracolumbar burst fractures using MRI. *J Trauma* 2009;66:1610–5. doi:10.1097/TA.0b013e3181848206.
- [18] Oner FC, van der Rijt RR, Ramos LM, Dhert WJ, Verbout AJ. Changes in the disc space after fractures of the thoracolumbar spine. *J Bone Joint Surg Br* 1998;80:833–9.
- [19] Loriaut P, Mercy G, Moreau PE, Sariali E, Boyer P, Dallaudière B, et al. Initial disc structural preservation in type A1 and A3 thoracolumbar fractures. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015;101:833–7. doi:10.1016/j.otsr.2015.08.008.
- [20] Barut N, Marie-Hardy L, Bonaccorsi R, Khalifé M, Pascal-Moussellard H. Immediate and late discal lesions on MRI in Magerl A thoracolumbar fracture: Analysis of 76 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 2019;105:713–8. doi:10.1016/j.otsr.2019.03.008.
- [21] Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 1994;3:184–201.

Serment D'Hippocrate



« **A**u moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque ».