

Université de Limoges
Faculté de Médecine

Année 2017

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Médecine

présentée et soutenue publiquement

le 10 octobre 2017

par

Julien Pintat

né le 11 janvier 1987, à Paris

**INTERET DE LA SEQUENCE CORONALE STIR DANS
L'EXPLORATION DU RACHIS CERVICAL EN CAS DE
CERVICALGIE ET/OU NEURALGIE CERVICO BRACHIALE**

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Benjamin DALLAUDIERE

Examineurs de la thèse :

Monsieur le Professeur Charbel MOUNAYER

Président

Monsieur le Docteur Benjamin DALLAUDIERE

Directeur

Monsieur le Professeur François CAIRE

Juge

Monsieur le Professeur Jacques MONTEIL

Juge

Monsieur le Docteur Denis LACHATRE

Juge

Madame le Docteur Carine DUFAURET-LOMBARD

Juge





Université de Limoges
Faculté de Médecine

Année 2017

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Médecine

présentée et soutenue publiquement

le 10 octobre 2017

par

Julien Pintat

né le 11 janvier 1987, à Paris

**INTERET DE LA SEQUENCE CORONALE STIR DANS
L'EXPLORATION DU RACHIS CERVICAL EN CAS DE
CERVICALGIE ET/OU NEURALGIE CERVICO BRACHIALE**

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Benjamin DALLAUDIERE

Examineurs de la thèse :

Monsieur le Professeur Charbel MOUNAYER

Président

Monsieur le Docteur Benjamin DALLAUDIERE

Directeur

Monsieur le Professeur François CAIRE

Juge

Monsieur le Professeur Jacques MONTEIL

Juge

Monsieur le Docteur Denis LACHATRE

Juge

Madame le Docteur Carine DUFAURET-LOMBARD

Juge



Professeurs des Universités - praticiens hospitaliers

ABOYANS Victor	CARDIOLOGIE
ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
ARCHAMBEAUD Françoise	MEDECINE INTERNE
AUBARD Yves	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
AUBRY Karine	O.R.L.
BEDANE Christophe	DERMATO-VENERELOGIE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
BESSEDE Jean-Pierre	O.R.L.
BORDESSOULE Dominique	HEMATOLOGIE
CAIRE François	NEUROCHIRURGIE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre	PSYCHIATRIE d'ADULTES
COGNE Michel	IMMUNOLOGIE
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
DANTOINE Thierry	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
DARDE Marie-Laure	PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
DESCAZEAUD Aurélien	UROLOGIE
DES GUETZ Gaëtan	CANCEROLOGIE
DESPORT Jean-Claude	NUTRITION



DRUET-CABANAC Michel	MEDECINE et SANTE au TRAVAIL
DUMAS Jean-Philippe	UROLOGIE
DURAND-FONTANIER Sylvaine	ANATOMIE (CHIRURGIE DIGESTIVE)
ESSIG Marie	NEPHROLOGIE
FAUCHAIS Anne-Laure	MEDECINE INTERNE
FAUCHER Jean-François	MALADIES INFECTIEUSES
FEUILLARD Jean	HEMATOLOGIE
FOURCADE Laurent	CHIRURGIE INFANTILE
GAINANT Alain	CHIRURGIE DIGESTIVE
GUIGONIS Vincent	PEDIATRIE
JACCARD Arnaud	HEMATOLOGIE
JAUBERTEAU-MARCHAN M. Odile	IMMUNOLOGIE
LABROUSSE François	ANATOMIE et CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
LACROIX Philippe	MEDECINE VASCULAIRE
LAROCHE Marie-Laure	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne	PEDIATRIE
LOUSTAUD-RATTI Véronique	HEPATOLOGIE
MABIT Christian	ANATOMIE
MAGY Laurent	NEUROLOGIE
MARIN Benoît	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
MATHONNET Muriel	CHIRURGIE DIGESTIVE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MOHTY Dania	CARDIOLOGIE
MONTEIL Jacques	BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE



MOREAU Jean-Jacques	NEUROCHIRURGIE
MOUNAYER Charbel	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
NUBUKPO Philippe	ADDICTOLOGIE
PARAF François	MEDECINE LEGALE et DROIT de la SANTE
PLOY Marie-Cécile	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PREUX Pierre-Marie	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
ROBERT Pierre-Yves	OPHTALMOLOGIE
SALLE Jean-Yves	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
SAUTEREAU Denis	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
STURTZ Franck	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE et MALADIES METABOLIQUES
TREVES Richard	RHUMATOLOGIE
TUBIANA-MATHIEU Nicole	CANCEROLOGIE
VALLEIX Denis	ANATOMIE
VERGNENEGRE Alain	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
VERGNE-SALLE Pascale	THERAPEUTIQUE
VIGNON Philippe	REANIMATION
VINCENT François	PHYSIOLOGIE
WEINBRECK Pierre	MALADIES INFECTIEUSES
YARDIN Catherine	CYTOLOGIE et HISTOLOGIE



PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES A MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES

BRIE Joël CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AJZENBERG Daniel PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE

BARRAUD Olivier BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

BOURTHOUMIEU Sylvie CYTOLOGIE et HISTOLOGIE

BOUTEILLE Bernard PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE

CHABLE Hélène BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE

DURAND Karine BIOLOGIE CELLULAIRE

ESCLAIRE Françoise BIOLOGIE CELLULAIRE

HANTZ Sébastien BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

JESUS Pierre NUTRITION

LE GUYADER Alexandre CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE

LIA Anne-Sophie BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE

MURAT Jean-Benjamin PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE

QUELVEN-BERTIN Isabelle BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE

RIZZO David HEMATOLOGIE

TCHALLA Achille GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT

TERRO Faraj BIOLOGIE CELLULAIRE

WOILLARD Jean-Baptiste PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE

P.R.A.G.

GAUTIER Sylvie ANGLAIS



PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

BUCHON Daniel

DUMOITIER Nathalie

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS DE MEDECINE GENERALE

MENARD Dominique

PREVOST Martine

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS DE MEDECINE GENERALE

HOUDARD Gaëtan

PAUTOUT-GUILLAUME Marie-Paule

PROFESSEURS EMERITES

ADENIS Jean-Paul du 01.09.2015 au 31.08.2017

ALDIGIER Jean-Claude du 01.09.2016 au 31.08.2018

MERLE Louis du 01.09.2015 au 31.08.2017

MOULIES Dominique du 01.09.2015 au 31.08.2017

VALLAT Jean-Michel du 01.09.2014 au 31.08.2017

VIROT Patrice du 01.09.2016 au 31.08.2018

Le 1^{er} septembre 2016



ASSISTANTS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES

CHARISSOUX Aurélie	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
CHARPENTIER Mathieu	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
CHUFFART Etienne	ANATOMIE
COUDERC Sylvain	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
DUCHESNE Mathilde	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
FAYE Pierre-Antoine	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
FREDON Fabien	ANATOMIE
GAUTHIER François	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
KASPAR Claire	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
LARRADET Matthieu	BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE
LEGRAS Claire	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
MARQUET Valentine	HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE et CYTOGENETIQUE
OLOMBEL Guillaume	IMMUNOLOGIE

CHEFS DE CLINIQUE - ASSISTANTS DES HOPITAUX

ARDOUIN Elodie	RHUMATOLOGIE
ASSIKAR Safaë	DERMATO-VERERELOGIE
BAUDONNET Romain	OPHTALMOLOGIE
BIANCHI Laurent	GASTROENTEROLOGIE (A compter du 12 novembre 2015)
BIDAUT-GARNIER Mélanie	OPHTALMOLOGIE (à compter du 11 mai 2016)
BLOSSIER Jean-David	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
BOUSQUET Pauline	PEDIATRIE (à compter du 09 janvier 2017)
CASSON-MASSELIN Mathilde	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
CHAMPIGNY Marie-Alexandrine	PEDIATRIE
CHATAINIER Pauline	NEUROLOGIE
CHRISTOU Niki	CHIRURGIE DIGESTIVE



COMPAGNAT Maxence	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
CROSSE Julien	PEDIATRIE
DANTHU Clément	MALADIES INFECTIEUSES
DARNIS Natacha	PEDOPSYCHIATRIE
DELUCHE Elise	CANCEROLOGIE
DIJOUX Pierrick	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE
EVENO Claire	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
GARDIC Solène	UROLOGIE
GONZALEZ Céline	REANIMATION
HOUMAÏDA Hassane	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE (A compter du 02 novembre 2015)
KENNEL Céline	HEMATOLOGIE
LACHATRE Denis	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
LAFON Thomas	MEDECINE d'URGENCE
LATHIERE Thomas	OPHTALMOLOGIE
LAVIGNE Benjamin	PSYCHIATRIE d'ADULTES
LE BIVIC Louis	CARDIOLOGIE
LE COUSTUMIER Eve	MEDECINE INTERNE A
LEGROS Emilie	PSYCHIATRIE d'ADULTES
LEPETIT Hugo	GASTROENTEROLOGIE
MARGUERITTE François	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
MARTINS Elie	CARDIOLOGIE
MESNARD Chrystelle	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
PAPON Arnaud	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
PETITALOT Vincent	CARDIOLOGIE
RAMIN Lionel	ORL
ROUSSELLET Olivier	NEUROLOGIE
SAINT PAUL Aude	PNEUMOLOGIE
SALLE Henri	NEUROCHIRURGIE
SCOMPARIN Aurélie inclus)	O.R.L. (SURNOMBRE du 01-11-2016 au 20-02-2017)
TAÏBI Abdelkader	ANATOMIE



USSEGLIO-GROSSO Julie

CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE et STOMATOLOGIE

VAYSSE VIC Mathieu

CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE

VITAL Pauline

MEDECINE INTERNE B

CHEF DE CLINIQUE – MEDECINE GENERALE

RUDELLE Karen

PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

BALLOUHEY Quentin

CHIRURGIE INFANTILE
(du 1^{er} mai 2015 au 30 avril 2019)

CROS Jérôme

ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
(du 1^{er} mai 2014 au 31 octobre 2018)

LERAT Justine

O.R.L.
(du 1^{er} mai 2016 au 31 octobre 2020)

MATHIEU Pierre-Alain

CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE
(du 1^{er} mai 2016 au 31 octobre 2020)





Ars longa, vita brevis
Hippocrate



Remerciements

Aux membres du jury

Au président du jury, Monsieur le Professeur Charbel MOUNAYER,

Professeur des Universités, Praticien Hospitalier,

Chef de service de Radiologie et de Neuroradiologie Interventionnelle

Hôpital Dupuytren, CHU de Limoges

Vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse et je vous en suis très reconnaissant. J'ai un profond respect pour le travail que vous faites. Soyez assuré de mon profond respect.

Monsieur le Professeur François CAIRE,

Professeur des Universités, Praticien Hospitalier,

Chef de service de Neurochirurgie

Hôpital Dupuytren, CHU de Limoges

Merci de me faire l'honneur d'accepter de juger ce travail. Je connais vos qualités professionnelles et je tiens à vous exprimer mon plus grand respect pour cela.

Monsieur le Professeur Jacques MONTEIL,

Professeur des Universités, Praticien Hospitalier,

Chef de service de Médecine Nucléaire

Hôpital Dupuytren, CHU de Limoges

Je vous remercie de votre présence et de me faire l'honneur de juger mon travail. Je garde un excellent souvenir de mon passage dans votre service.



A mon directeur de thèse et membre du jury, Docteur Benjamin DALLAUDIERE,

Docteur en médecine, Docteur en sciences,

Services d'Imagerie Ostéo-articulaire de la Clinique du Sport de Bordeaux-Mérignac

Praticien attaché, Service d'Imagerie ostéo-articulaire, Hôpital Pellegrin, CHU de Bordeaux

Merci pour ce travail que tu as accepté de me confier, et que je suis heureux d'avoir porté à terme. Merci pour ta disponibilité et tes encouragements qui m'ont fait avancer.

Monsieur le Docteur Denis LACHATRE,

Docteur en médecine,

Chef de Clinique Assistant en Radiologie

Hôpital Dupuytren, CHU de Limoges

Je te remercie d'avoir accepté de juger ce travail. Je connais tes qualités professionnelles et personnelles, tu es le digne successeur des chefs d'ostéo articulaire qui t'ont précédé.

Madame le Docteur Carine DUFAURET-LOMBARD,

Docteur en médecine,

Praticien Hospitalier en Rhumatologie

Hôpital Dupuytren, CHU de Limoges

Je vous remercie de votre présence et de me faire l'honneur de juger mon travail. Votre analyse sur le sujet est d'une grande importance, du fait de vos compétences et votre expertise dans le domaine.



A mes proches

A mon père,

A toi qui a toujours voulu être médecin, je te remercie pour ton soutien tout au long de ces années d'études.

A ma mère,

Ma réussite est aussi la tienne, je n'aurais pas pu arriver aussi loin sans toi.

A ma famille,

A mon oncle et ma tante, à ma grand-mère, j'espère vous voir plus souvent désormais,
A mes cousins Marie et Matthieu, vous m'avez manqué durant ces années d'internat,
A Jean Marc et Maryse, ma famille Corse.

A mes amis,

A Pierre-Elie et Louis, mes compagnons de Surf,
A Vincent, que de chemin fait depuis la première année et MMPP, dire que nous nous reverrons bientôt en staff,
A John, le radiotrader geek,
A Jérémie, Damien, Bertrand, Benoît, Geoffrey, Pierre, les autres copains de Bordeaux.

A mes co internes,

A mes co internes de promo, Florian, future référence locale de l'interventionnel, et Emmanuel, profite bien des îles,
A Raphael, autre exilé du Sud-Ouest, Justin le parrain Marseillais, Anne Hélène.
A Pierre le taquin, à Guillaume, plus autiste encore que moi :p, Pierre-Jean,
A Géraud notre député, Marc-Samir, l'autre collectionneur de DU, Sébastien (prêt pour les astreintes ? ;)
A Houcem, merci de m'avoir dépanné pour mes absences-thèses,
Vous me manquerez sûrement.
Aux nouveaux que je n'ai pas connu, bon courage.



A mes chefs,

A Isabelle, merci pour ta disponibilité et tes enseignements en imagerie de la femme,

A Philippe, merci pour m'avoir laissé faire mes premières armes en interventionnel,

A Mathilde, merci pour ta disponibilité et ta gentillesse,

A Marie Paule, Philippe, Mr Loustau, Mr Naneix, Houssam, Mr Menzli.

A ceux qui sont partis,

A Yann et Brice, vous aurez été des modèles pour moi,

A Jean Christophe, Sylvain, Marine, Vincent.

Aux manips et secrétaires de radio A et de radio B,

Mais aussi à ceux de Brive, Valérie, Laetitia et Aurélie,

Et de Guéret, j'aurais aimé revenir vous voir plus souvent.

A tous ceux que j'aurais pu oublier, et qui comptent aussi!





Table des matières

Liste des abréviations	20
I. Introduction	21
II. Contexte	22
II.1. Anatomie du rachis cervical	22
II.1.1. Rachis cervical supérieur	22
II.1.2. Rachis cervical inférieur	25
II.1.3. Stabilité rachidienne cervicale	26
II.2. Cervicalgie	28
II.3. Névralgie cervicobrachiale	29
II.4. Formes topographiques	29
II.5. Imagerie du rachis cervical	30
II.5.1. Radiographies standards	31
II.5.2. Tomodensitométrie	32
II.5.3. IRM	34
II.5.4. Autres méthodes d'exploration	37
III. Apport potentiel d'une séquence coronale STIR à l'exploration du rachis cervical par IRM	38
IV. Etude scientifique	39
IV.1. Abstract	39
IV.2. Article	40
V. Principaux résultats et discussion complémentaire	60
V.1. Principaux résultats de notre étude	60
V.2. Limites de l'étude	60
V.3. Perspectives	61
Conclusion	62
Références bibliographiques	63



Liste des abréviations

IRM: Imagerie par Résonance Magnétique

MRI : Magnetic Resonance Imaging

NCB: Névralgie Cervicobrachiale

FSE : Fast Spin-Echo

STIR: Short-Tau Inversion Recovery

TSE: Turbo Spin-Echo



I. Introduction

Le rachis cervical a pour fonction principale de soutenir la tête (fonction céphalophore) et de l'orienter dans l'espace pour optimiser la vision stéréoscopique (fonction oculocéphalogyre). Cette région anatomique est très riche en capteurs proprioceptifs dont le rôle est essentiel dans la régulation du tonus musculaire et des réflexes posturaux (1, 2, 3).

Toute lésion articulaire au niveau cervical provoque une contracture musculaire génératrice de douleurs et source d'entretien de la lésion initiale. La moitié de la population sera ainsi affectée par un épisode de cervicalgie cliniquement significatif (4).

Les névralgies cervicobrachiales correspondent le plus souvent à une compression d'un nerf rachidien ou des racines qui la constituent ; cette compression peut être intradurale ou le plus souvent extradurale par hernie discale s'intégrant dans la pathologie dégénérative discale (1).

L'IRM est la technique de référence pour explorer le rachis cervical dans ces indications (4, 5, 6, 7).

Cependant, les faux positifs et faux négatifs sont fréquents, les remaniements dégénératifs étant retrouvés chez la population asymptomatique, et la compression radiculaire n'étant pas toujours associée à une traduction clinique (5, 6).

D'autre part, le protocole standard d'IRM n'inclus pas les structures cervicales avoisinantes. L'étude de Laporte et al. en 2014 a démontré l'intérêt d'ajouter une séquence coronale STIR dans l'exploration du rachis lombaire par IRM dans le cadre des sciatalgies (8).

Nous avons mené cette étude afin de déterminer si la séquence coronale STIR pouvait également améliorer les performances de l'IRM à l'étage cervical.



II. Contexte

II.1. Anatomie du rachis cervical

Le rachis cervical constitué de sept vertèbres (C1-C7) permet une mobilité optimale de l'extrémité céphalique tout en assurant la protection de la moelle cervicale. Un juste équilibre entre mobilité et stabilité est nécessaire à sa fonction. La portion supérieure du rachis cervical composée des deux premières vertèbres se distingue de sa portion inférieure qui s'étend du disque intervertébral C2-C3 jusqu'au disque situé entre C7 et la première vertèbre thoracique. D'un point de vue dynamique, les mouvements de flexion-extension du rachis cervical sont principalement sous-tendus par la portion inférieure, alors que les mouvements de rotation sont essentiellement assurés par la portion supérieure (9).

II.1.1. Rachis cervical supérieur

L'atlas (C1) constitue un anneau qui s'interpose entre les condyles occipitaux et l'axis (C2) et qui est formé par un arc antérieur, un arc postérieur et deux masses latérales. La face postérieure de l'arc antérieur de l'atlas s'articule avec la face antérieure de l'odontoïde (Figure 1). Le foramen transversaire de l'apophyse transverse de l'atlas livre passage au segment V3 de l'artère vertébrale. La face supérieure de l'arc postérieur présente une gouttière creusée par l'artère vertébrale immédiatement en arrière de la masse latérale. Le muscle petit droit postérieur de la tête s'insère sur le tubercule postérieur de l'atlas. Sur la face médiale de la masse latérale de l'atlas se situent le tubercule d'insertion du ligament transverse et un orifice vasculaire (Figures 2 et 3).

L'axis (C2) est formé d'un arc postérieur et d'un corps vertébral surmonté de l'odontoïde (ou dent de l'axis), qui présente deux surfaces articulaires, l'une sur sa face antérieure au contact de la face postérieure de l'arc antérieur, l'autre sur sa face postérieure au contact du ligament transverse. La face supérieure des masses latérales est articulée avec la face inférieure de la masse latérale de l'atlas. Le foramen transversaire de l'apophyse transverse de l'axis livre passage au segment V3 de l'artère vertébrale. L'apophyse épineuse est bifide et donne insertion aux muscles grand droit postérieur et oblique inférieur de la tête.



Les structures osseuses de la charnière cervico occipitale sont interconnectées par quatre articulations synoviales latérales (condyle occipital-masse latérale de l'atlas ou articulation C0-C1, masse latérale de l'atlas-masse latérale de l'axis ou articulation latérale C1-C2) et deux articulations synoviales médianes (articulation entre la face postérieure de l'arc antérieur de l'atlas et la face antérieure de la dent de l'axis ou articulation médiane C1-C2, articulation entre la face postérieure de la dent et le ligament transverse). Ces articulations sont unies par des structures ligamentaires nombreuses et solides (10).

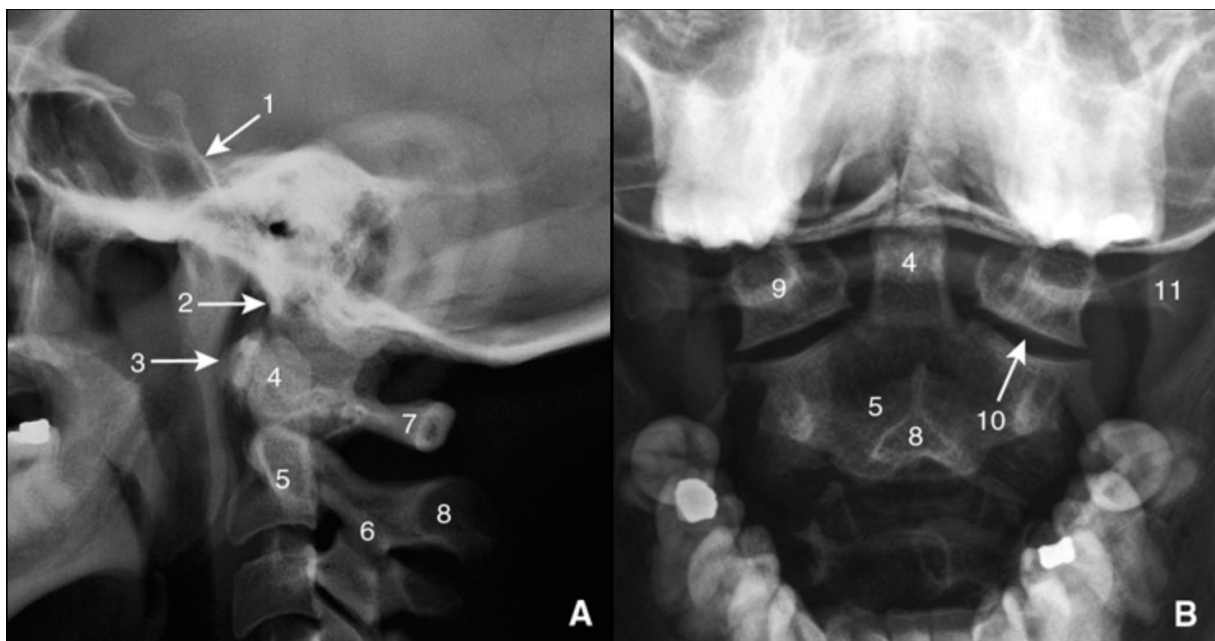


Figure 1. Radiographie standard de la charnière cervicocrânienne en incidence latérale (A) et en incidence antéropostérieure « bouche ouverte » (B). 1. Clivus ; 2. basion ; 3. arc antérieur de l'atlas ; 4. dent de l'axis (odontoïde) ; 5. corps de l'axis (C2) ; 6. processus articulaire inférieur de l'axis ; 7. arc postérieur de l'atlas ; 8. apophyse épineuse de l'axis ; 9. masse latérale de l'atlas ; 10. articulation atloïdoaxoïdienne latérale ; 11. processus transverse de l'atlas. *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie de la charnière cervico-occipitale.*

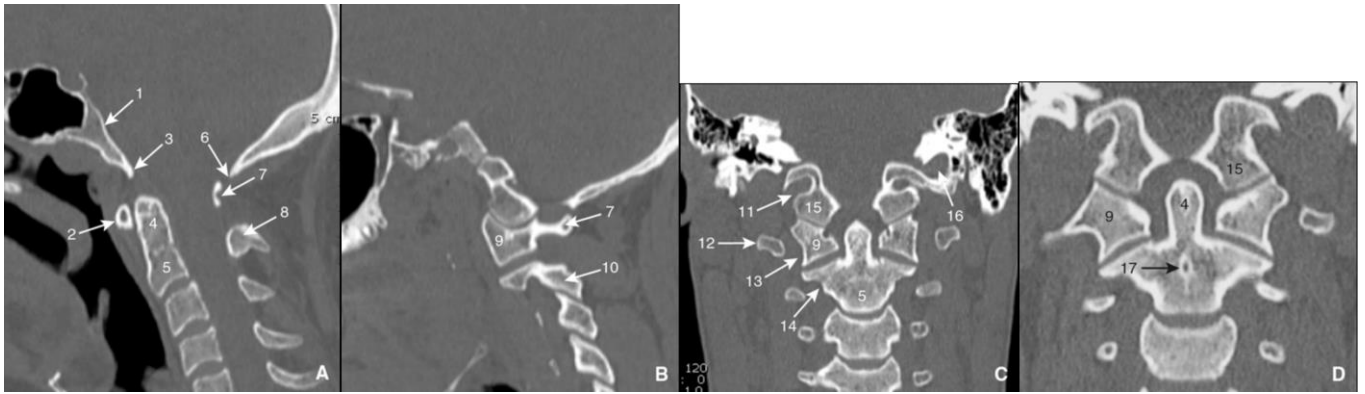


Figure 2. Scanner de la charnière cervicocrânienne en coupes sagittale médiane (A), sagittale paramédiane (B) et coronales (C, D). 1. Clivus ; 2. arc antérieur de l'atlas ; 3. basion ; 4. dent de l'axis (odontoïde) ; 5. corps de l'axis (C2) ; 6. opisthion ; 7. arc postérieur de l'atlas ; 8. apophyse épineuse de l'axis ; 9. masse latérale de l'atlas ; 10. apophyse articulaire inférieure de l'axis ; 11. canal du nerf hypoglosse ; 12. processus transverse de l'atlas ; 13. foramen transverse de l'atlas ; 14. foramen transverse de l'axis ; 15. condyle occipital ; 16. foramen jugulaire ; 17. orifice nourricier du corps de l'axis. *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie de la charnière cervico-occipitale.*

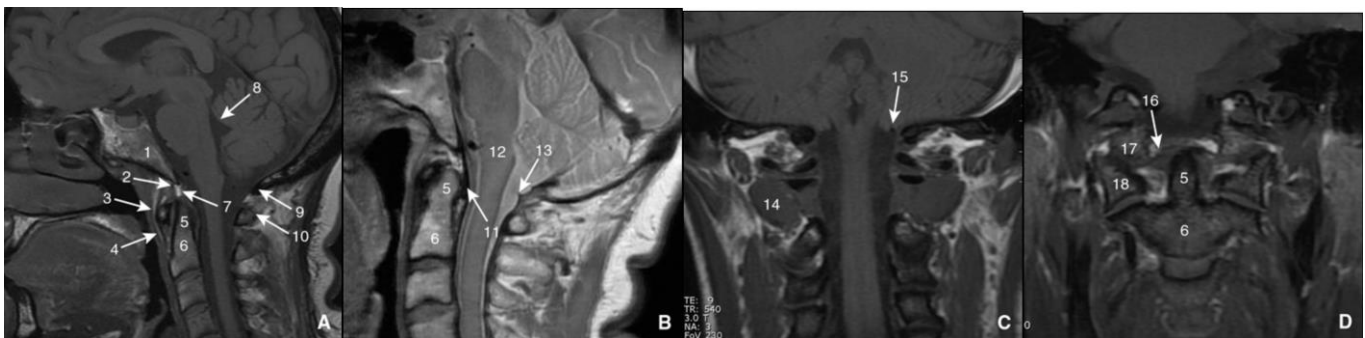


Figure 3. Charnière cervicocrânienne normale en IRM en coupes sagittale en T1 (A), en densité protonique (B) et en coupes coronales en T1 (C, D). 1. Clivus ; 2. basion ; 3. arc antérieur de l'atlas ; 4. ligament longitudinal antérieur ; 5. dent de l'axis (odontoïde) ; 6. corps de l'axis ; 7. ligament de l'apex de la dent ; 8. quatrième ventricule ; 9. opisthion ; 10. arc postérieur de l'atlas ; 11. ligament transverse ; 12. moelle allongée (bulbe) ; 13. repli duremérien au niveau de l'espace C0-C1 ; 14. muscle oblique inférieur de la tête ; 15. amygdale cérébelleuse ; 16. ligament alaire ; 17. condyle occipital ; 18. masse latérale de l'atlas. *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie de la charnière cervico-occipitale.*

II.1.2. Rachis cervical inférieur

De C3 à C6, les vertèbres cervicales sont relativement semblables (Figure 4). Le corps vertébral est globalement quadrangulaire avec des pourtours concaves. Le plateau supérieur se continue latéralement et postérieurement par des saillies prismatiques dénommées uncus. Ces uncus répondent à deux petites dépressions du plateau inférieur de la vertèbre sus-jacente, l'ensemble conduisant, au cours du vieillissement, à la formation d'une néoarticulation uncovertébrale (11).

Le corps vertébral apparaît moins large que l'arc postérieur dont les pédicules courts et cylindriques présentent une obliquité en arrière et en dehors selon une angulation d'environ 45°. Cette angulation rejette les processus articulaires latéralement, les facettes se positionnant dans un plan frontal selon une inclinaison de 45° en bas et en arrière. La facette supérieure regarde en arrière et en haut alors que la facette inférieure regarde en avant et en bas. En arrière de ces massifs articulaires, les lames obliques en arrière, en haut et médialement se continuent avec le processus épineux médian et horizontal qui présente une terminaison bifide constituée par deux tubercules où s'insèrent les muscles cervicaux.

Particularité du rachis cervical inférieur (C7 exclue), les processus transverses livrent passage à travers les foramens transversaires aux vaisseaux vertébraux. Ils se constituent suite à la fusion incomplètement ossifiée de deux tubercules obliques vers le dehors, en avant et vers le bas. Le tubercule antérieur est issu de la face latérale du corps vertébral dans sa partie moyenne tandis que le tubercule postérieur naît de la face latérale du pédicule et du massif articulaire adjacent. Le diamètre du foramen transversaire est variable puisque son ossification est fonction du calibre de l'artère vertébrale qui le traverse. Le bord médial du foramen transversaire est constitué par l'uncus et ne répond donc pas au disque intervertébral.

Les foramens intervertébraux ont une orientation identique à celle des processus transverses, limités en haut et en bas par les pédicules, en arrière par la face antéro-interne des processus articulaires, en avant et en dehors et de haut en bas par la vertèbre supérieure, le disque, l'uncus et la vertèbre inférieure (Figure 5). Les racines nerveuses dont le nom correspond à celui de la vertèbre sous-jacente se situent à la partie inférieure du foramen, le reste de l'espace foraminal contenant un riche plexus veineux à destinée épidurale et peu de graisse. Les racines nerveuses situées entre C7 et T1 se nomment C8 (14).



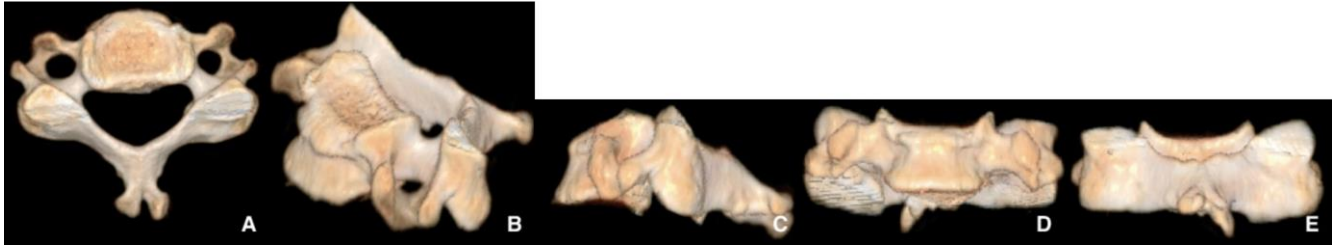


Figure 4. Vertèbre cervicale inférieure en acquisition tomodensitométrique avec visualisation en *volume rendering*. **A.** Vue supérieure. **B.** Vue de trois quarts supérieure gauche. **C.** Vue de profil gauche. **D.** Vue antérieure. **E.** Vue postérieure. *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie radiologique du rachis cervical.*



Figure 5. Rachis cervical en entier en acquisition tomodensitométrique avec visualisation en 3D ou *volume rendering*. **A.** Vue antérieure. **B.** Vue postérieure. **C.** Vue de trois quarts gauche. **D.** Vue de profil avec cartilages laryngés et os hyoïde présents ; noter une discrète inversion de courbure. *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie radiologique du rachis cervical.*

II.1.3. Stabilité rachidienne cervicale

Le complexe occipito-atloïdo-axoïdien réalise respectivement 40 % et 60 % des mouvements de flexion-extension et de rotation globale du rachis cervical. L'articulation C0-C1 assure 25° d'amplitude de flexion-extension, 5° de flexion latérale unilatérale, 5° de rotation axiale unilatérale (12). L'articulation C1-C2 assure 15° d'amplitude de flexion-extension, 5° de flexion latérale unilatérale et 40° de rotation axiale unilatérale. Au-delà de 40° de rotation apparaît un risque de luxation fixée. La stabilité de la charnière cervico-occipitale est principalement assurée par le ligament transverse, les ligaments alaires et le ligament apical. Le ligament transverse évite le déplacement antérieur de l'atlas pendant sa rotation autour de



l'odontoïde. Une distance de moins de 13 mm entre la face postérieure de l'odontoïde et l'arc postérieur de C1 ou un interligne C1-C2 de plus de 3 mm implique une laxité du ligament transverse (10).

Le rachis cervical inférieur permet une amplitude de mouvement en flexion-extension d'environ 80°, en rotation d'environ 10° par étage, et en inclinaison latérale d'environ 25°.

Alors que la morphologie des vertèbres cervicales inférieures participe à l'équilibre statique et guide la dynamique vertébrale, la stabilité dynamique du rachis est assurée par des moyens d'union discoligamentaires intervertébraux regroupés sous le terme de « segment mobile rachidien » (13) (Figure 6). Il est constitué d'avant en arrière par :

- le ligament longitudinal antérieur : bande fibreuse étendue du tubercule antérieur de l'atlas au promontoire, il adhère fortement à la face antérieure des corps vertébraux mais peu aux disques ;
- le disque intervertébral : séparé des plateaux vertébraux par des plaques cartilagineuses, il comporte deux éléments ; en périphérie, l'annulus fibrosus correspond à une structure fibreuse élastique solidement ancrée au rebord vertébral par les fibres de Sharpey. En situation centrale, légèrement excentré en arrière et se déplaçant lors des mouvements du rachis se trouve le nucléus pulposus incompressible (14). En hauteur, il représente environ le tiers de celle des corps vertébraux adjacents ;
- le ligament longitudinal postérieur : plus étroit que le ligament longitudinal antérieur, il est constitué de deux feuillets dont le superficiel est le plus épais et prolonge la membrane tectoriaie. Contrairement au ligament longitudinal postérieur, il adhère fortement aux disques et peu aux corps vertébraux ;
- les capsules articulaires : fines et lâches ;
- le ligamentum flavum (ou ligament jaune) : il constitue la partie postérieure des foramens intervertébraux en unissant les lames entre elles ;
- le ligament interépineux ou interspinal : il est constitué de plusieurs ligaments liant les processus épineux entre eux. Il se continue en arrière avec une lame médiane correspondant au ligament nucal (ou supraspinal) qui s'étend de l'occiput à C7 (14).



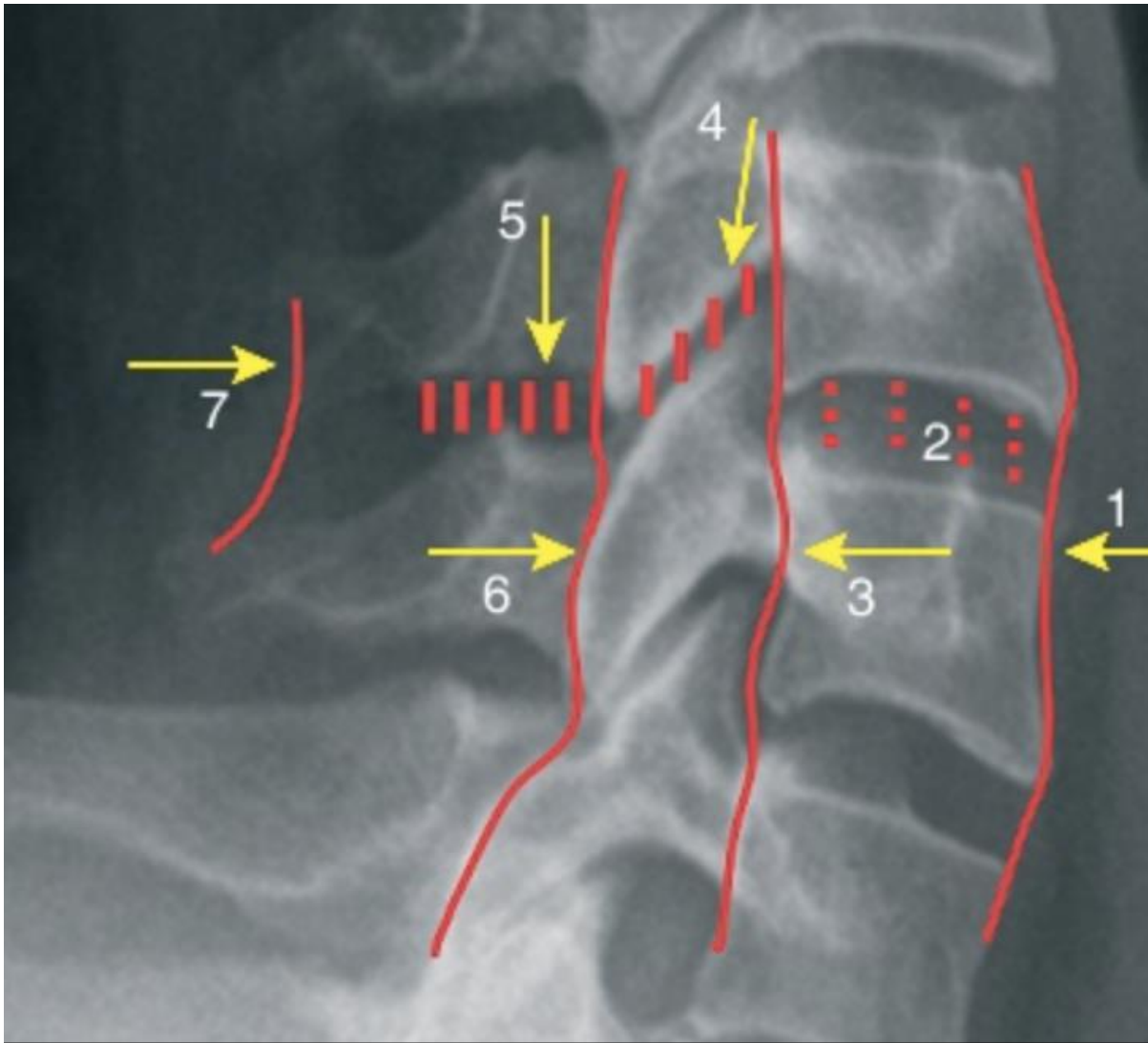


Figure 6. Segment mobile rachidien, d'avant en arrière. 1. Ligament longitudinal antérieur ; 2. disque intervertébral ; 3. ligament longitudinal postérieur ; 4. capsules articulaires ; 5. ligament interspinal ; 6. ligamentum flavum ou ligament jaune ; 7. ligament supraspinal.
Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie radiologique du rachis cervical.

II.2. Cervicalgie

Les cervicalgies sont des douleurs du rachis cervical. Dans la très grande majorité des cas, il s'agit de cervicalgies communes dues à une détérioration dégénérative (la cervicarthrose) ou un trouble fonctionnel musculoligamentaires de la région cervicale. La cervicarthrose anatomique est très fréquente : plus de 50 % des individus après quarante ans et elle augmente avec l'âge (1).

Les cervicalgies communes sont ainsi difficiles à affirmer car la relation de cause à effet n'est pas toujours évidente. Les anomalies radiographiques ne sont pas toujours concordantes avec la clinique et plus de 50 % des patients avec des images de lésions dégénératives cervicales n'ont pas de cervicalgies (1, 5, 6, 15)

II.3. Névralgie cervicobrachiale

Par définition, il s'agit de douleurs naissant au cou et irradiant vers le membre supérieur. Elles correspondent le plus souvent à une compression d'un nerf rachidien ou des racines qui la constituent ; cette compression peut être intradurale (par schwannome ou méningiome) ou le plus souvent extradurale par hernie discale molle ou hernie dure (discarthrose) s'intégrant dans la pathologie dégénérative discale.

La hernie discale dure correspond en réalité à une discarthrose qui va créer une ostéophytose touchant les apophyses unciformes, les bords postérieurs des plateaux vertébraux. Il s'agit d'ostéophytes postérieurs en compression plus arrondis que les ostéophytes antérieurs en traction qui sont plus proéminents. Cette ostéophytose est très souvent associée à un pincement discal ; les articulations postérieures voient parallèlement leur cartilage s'altérer et elles s'hypertrophient pour parfois comprimer par l'arrière la racine, plutôt dorsale, dans le foramen ; l'ensemble hypertrophie de l'uncus et des articulaires-télescopage discal et articulaire entraîne une véritable sténose concentrique du foramen. Il s'agit néanmoins de compression s'installant lentement et le plus souvent sans retentissement neurologique grâce à une adaptation du tissu nerveux (1).

Le niveau C5-C6 serait le plus touché puis les niveaux C6-C7 et C4- C5. On reconnaît comme facteurs aggravants le soulèvement répété de poids, la cigarette, les microtraumatismes répétés, notamment sportifs (plongeurs, sports de contact), les vibrations.

II.4. Formes topographiques

Les cervicobrachialgies sont à distinguer des véritables névralgies cervicobrachiales (NCB) où la topographie est rapportée métamérique par compression radiculaire liée à une hernie discale ou à l'arthrose foraminale antérieure de l'uncus et postérieure de l'articulation postérieure. Le bilan neurologique et l'imagerie assurent le diagnostic. Dans un bon nombre



de cas, les manifestations brachiales sont projetées et référées avec un trajet tronqué caractérisant les ténomyalgies d'un syndrome articulaire (15, 16, 17).

Pour les cervicocéphalalgies, il faut être prudent avant de conclure à des céphalées d'origine cervicale. Les contractures musculaires bilatérales avec douleurs d'insertion occipitales des muscles trapèzes et splénius surviennent en fin de journée, aggravées par le surmenage physique ou intellectuel et les conflits psychologiques. La douleur tensive est déclenchée en flexion cervicale. La névralgie occipitale habituellement unilatérale d'Arnold, branche postérieure de C2, est liée à un conflit articulaire C1-C2 (entorse, arthrose ou polyarthrite rhumatoïde) ou à une compression dans son trajet musculaire sous l'oblique inférieur ou à travers le splénius et le tendon d'insertion du trapèze. La douleur est déclenchée en extension et rotation de manière unilatérale (18, 19, 20, 21).

Les cervicoscapulalgies sont parfois des tendinites d'insertions par microtraumatismes répétés sportifs ou professionnels ou plus souvent des myalgies référées d'un syndrome articulaire cervical et il faut être certain d'un bilan organique négatif à l'épaule. Ainsi le trapèze moyen et les scalènes innervés par le plexus cervical dans la dysfonction articulaire C3-C4, l'élévateur de la scapula (angulaire) innervé par le nerf scapulaire dorsal dans la dysfonction articulaire C4-C5, les muscles supraépineux et infraépineux innervés par le nerf supraépineux dans le niveau articulaire C5-C6. Ces myalgies référées sont associées aux cellulalgies du métamère dorsal. Il faut connaître aussi le retentissement des cervicalgies sur les haubans latéraux avec l'existence possible d'un syndrome du défilé cervico- costo-scalénique ou de la traversée cervico-thoraco-brachiale avec compression vasculonerveuse (1, 3, 5).

Les cervicodorsalgies sont liées à la musculature commune cervicodorsale pour le trapèze et les muscles profonds dorsaux qui remontent jusqu'en C3 et d'autre part à l'émergence des branches postérieures cervicales au niveau dorsal haut. La douleur interscapulaire bilatérale est souvent musculaire au niveau du trapèze inférieur. Unilatérale, elle est plutôt une myalgie référée du niveau articulaire C4-C5 avec le muscle rhomboïde innervé par le nerf scapulaire dorsal avec l'élévateur de la scapula (angulaire). Le niveau C7-T1 de la charnière cervicothoracique donne une douleur interscapulaire unilatérale avec une musculature profonde contracturée, une cellulalgie dorsale et une limitation douloureuse cervicale basse unilatérale en extension-rotation(1, 3, 5).

II.5. Imagerie du rachis cervical



II.5.1. Radiographies standards

Les radiographies simples sont en partie demandées dans le cadre du diagnostic différentiel, à la recherche d'une cause infectieuse, inflammatoire ou tumorale.

Elles comportent quatre clichés : incidences de face, de profil, de trois quarts droit et gauche. Lorsqu'il existe des antécédents traumatiques, il faut parfois les compléter par des clichés dynamiques en flexion-extension de profil, qui permettent d'analyser le degré d'instabilité de la colonne cervicale.

Elles démontrent un pincement discal, un phénomène de vide intersomatique (*vacuum phenomenon*), des calcifications discales, une ostéosclérose des plateaux vertébraux, des nodules de Schmorl et des ostéophytes.

L'uncarthrose cervicale se développe au niveau de l'articulation uncovertébrale; elle touche principalement les étages C4-C5, C5-C6 et C6-C7. La partie postérieure de l'ostéophytose uncovertébrale rétrécit les foramens correspondants.

La dégénérescence discale touche principalement le rachis cervical moyen et inférieur (22, 23) (Figures 7 et 8).

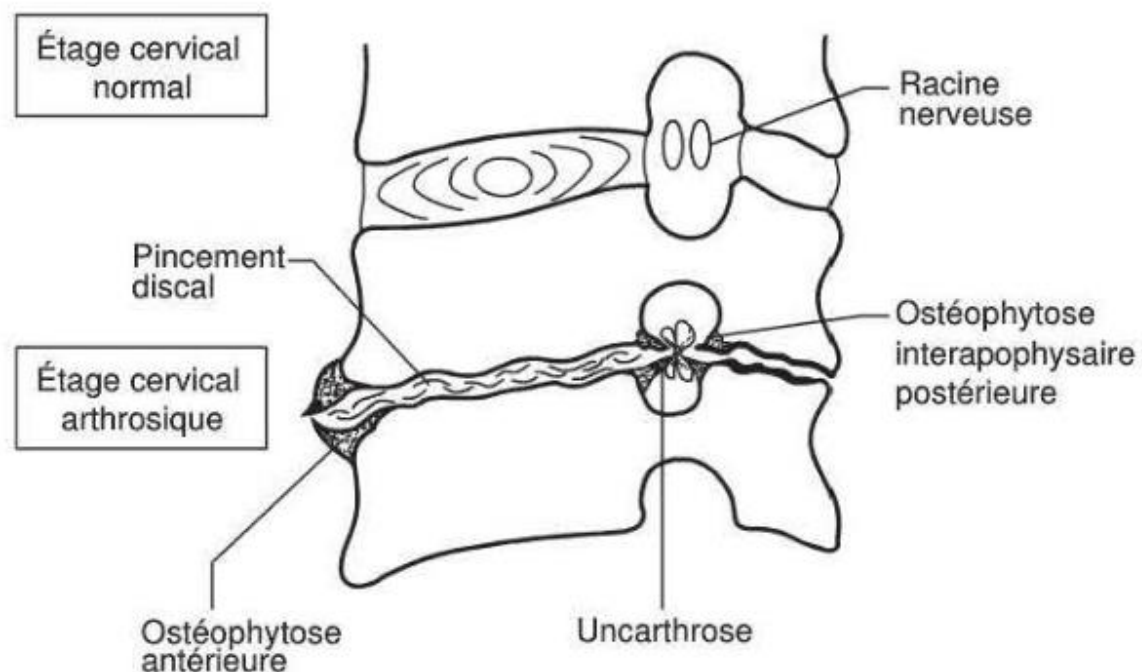


Figure 7. Arthrose cervicale : ostéophytose antérieure, pincement discal, uncarthrose, arthrose interapophysaire postérieure déformant le trou de conjugaison. *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie radiologique du rachis cervical.*

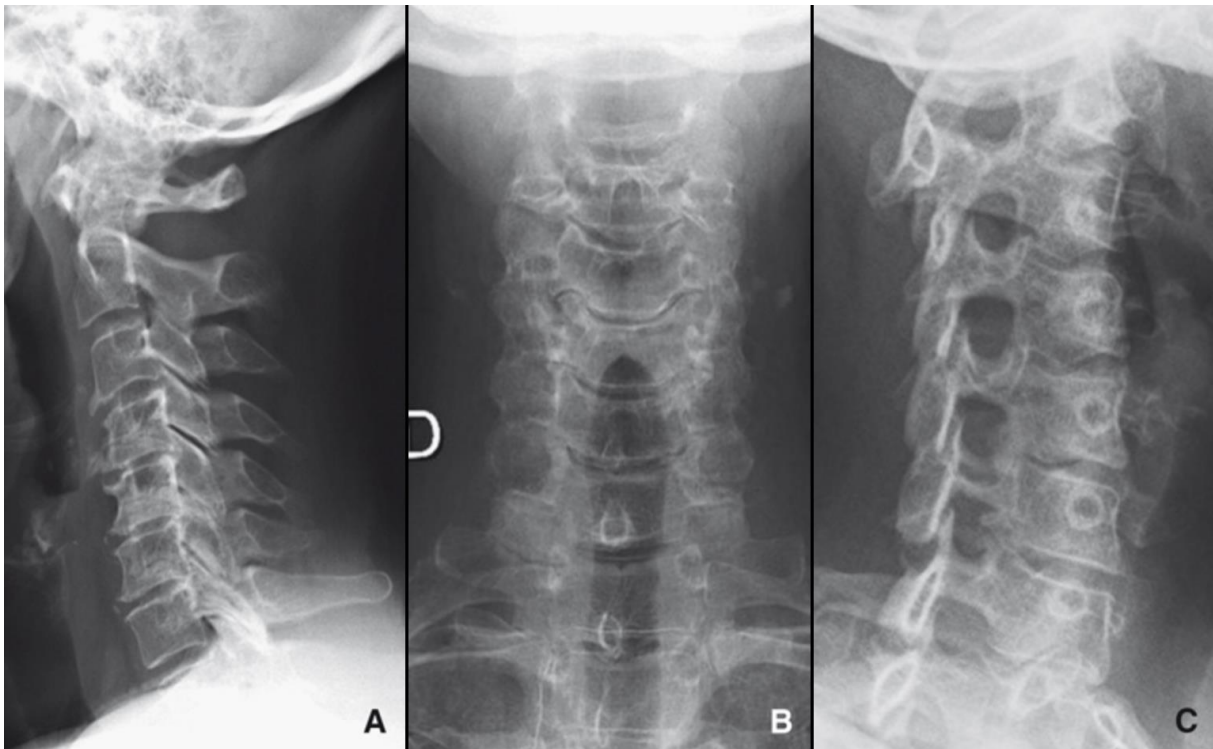


Figure 8 : Discarthrose et uncarthrose visualisées en radiographies standard de profil (A), de face (B) et en incidence oblique (C). *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie radiologique du rachis cervical.*

II.5.2. Tomodensitometrie

Le scanner est plus sensible pour démontrer le gaz intradiscal, les calcifications et l'ostéosclérose sous-chondrale ainsi que pour visualiser les lésions de l'arc postérieur, notamment sur les reformations sagittales, coronales et para-axiales (Figures 9 et 10).

Elle est moins performante qu'en lombaire, notamment pour les hernies discales molles car le contraste naturel de la graisse épidurale est moins marqué. Par ailleurs, une hypertrophie veineuse périradiculaire après injection peut donner de fausses images de hernie (1, 23).

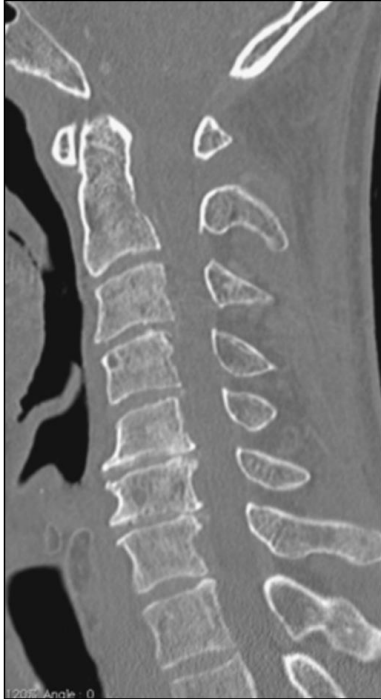


Figure 9. Discarthrose cervicale. La coupe scanographique sagittale note un pincement discal en C3-C4, C5-C6 et C6-C7 avec des ostéophytes postérieurs. Le canal rachidien cervical est sténosé. *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie radiologique du rachis cervical.*

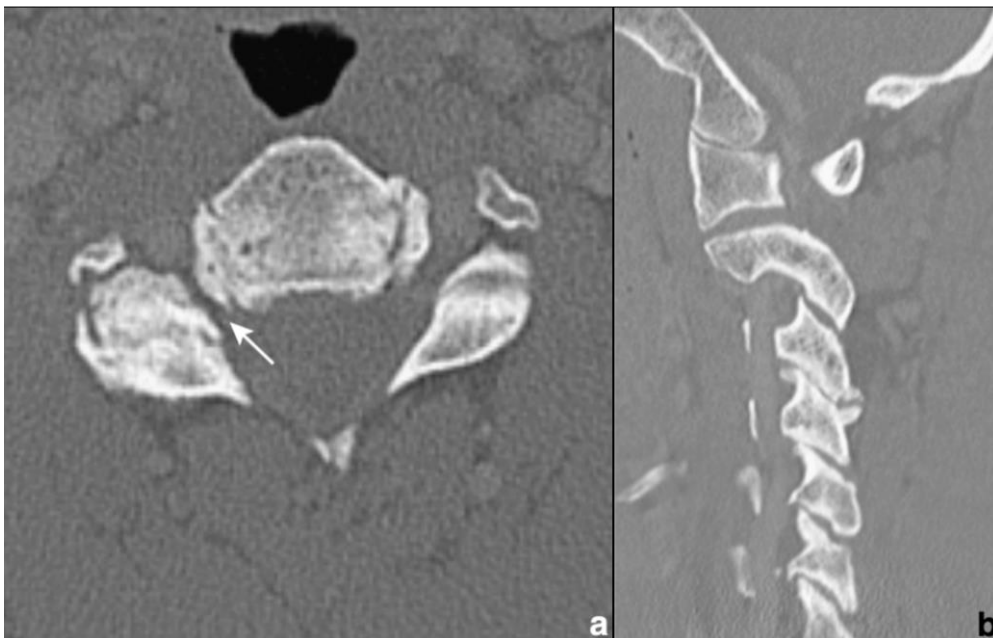


Figure 10. Arthrose interapophysaire C3-C4 droite. L'examen scanographique en coupes axiale (a) et sagittale paramédiane droite (b) note une hypertrophie arthrosique du massif articulaire C3-C4 droit, responsable d'une sténose foraminale droite (a, flèche). *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie radiologique du rachis cervical.*



II.5.3. IRM

L'IRM est l'imagerie de référence pour explorer le rachis cervical (4, 5, 6, 7).

- Protocole standard

L'IRM du rachis inclut des coupes sagittales et axiales pondérées en T1 et en T2 (7). Les images en pondération T1 sont obtenues par des séquences en SE conventionnelle alors que les images pondérées en T2 sont basées sur des séquences en SE rapide de type *turbo-SE* (TSE) ou *fast-SE* (FSE), plus rapides que les acquisitions conventionnelles et plus performantes du fait d'une diminution des artefacts de flux et de mouvement. Les coupes axiales en T2 sont plutôt basées sur des séquences en écho de gradient, en raison d'une moindre sensibilité aux artefacts de flux et d'une meilleure identification des hernies discales molles qui apparaissent hyperintenses, ce qui permet de les distinguer des lésions ostéophytiques qui apparaissent hypo-intenses. On utilise également des séquences en inversion-récupération (IR) pour une étude plus sensible de la moelle osseuse, grâce à la réduction du signal de la graisse (STIR) et du cordon médullaire (24). L'injection d'un agent paramagnétique (gadolinium) s'avère indispensable pour l'étude des éléments vascularisés et des processus expansifs ou inflammatoires. Les séquences pondérées T1 SE avec injection peuvent être associées à des techniques de suppression du signal de la graisse pour l'étude de toutes les lésions extradurales susceptibles de présenter un contact avec la graisse intravertébrale (os spongieux) ou paravertébrale.

- Imagerie pathologique

En T1 et en T2, le signal du disque intervertébral normal est respectivement moins intense et plus intense que celui du corps vertébral ; le signal hyperintense en T2 du disque est en rapport avec le caractère fortement hydrophile des protéoglycanes du nucleus pulposus (Figure 11).

Les discopathies dégénératives les plus sévères se traduisent par un signal discal fortement hypo-intense en T2, associées à un pincement sévère, voire à une disparition complète du



disque. Le degré de déshydratation du disque intervertébral est corrélé au pincement discal en radiographie conventionnelle (25). Le gaz intradiscal est hypo-intense en T1 et en T2 et n'est souvent détectable qu'en T1 ; l'identification de gaz au sein du disque est plus aisée en radiographie conventionnelle et surtout en TDM (26, 27).

La visualisation des ostéophytes est plus délicate en IRM, notamment en T2 en écho de spin rapide ; un débord discal et un ostéophyte postérieur apparaissent en effet le plus souvent hypo-intenses ; seule la confrontation au T1 et au T2 en écho de gradient permet de différencier les deux types d'anomalies. En effet, en T2 en écho de gradient, l'ostéophyte présente un signal hypo-intense prononcé, alors que le débord discal présente un signal relativement intense (Figure 12).

Les modifications de signal des plateaux vertébraux apparaissent fréquemment au cours de l'évolution de la dégénérescence discale. Modic et al. rapportent deux types de modifications (28, 29).

Le type 1 (Modic 1) se traduit par un signal hypo-intense en T1, hyperintense en T2 (notamment en T2 STIR et/ou Fat Sat) et une prise de contraste après injection de gadolinium, et correspond à un remplacement de l'os spongieux normal par du tissu fibrovasculaire qui explique le signal en T1 et en T2, du fait d'une augmentation de l'eau libre ; le rehaussement après injection de contraste est corrélé à l'hypermétabolisme. Un troisième type de modifications de signal est possible au niveau des plateaux vertébraux avec un signal hypo-intense en T1, en T2, en T2 STIR et sans prise de contraste ; ce type d'anomalie est en rapport avec une ostéosclérose des plateaux vertébraux, comme le démontrent la scanographie et les radiographies conventionnelles

Les hernies intraspongieuses (nodules de Schmorl) présentent au stade initial un signal proche de celui d'un fragment libre (iso-intense en T1 et légèrement hyperintense en T2 avec possibilité d'une prise de contraste) ; au stade chronique on note une ostéosclérose périphérique et la persistance de la prise de contraste est en rapport avec la néovascularisation induite par la hernie.



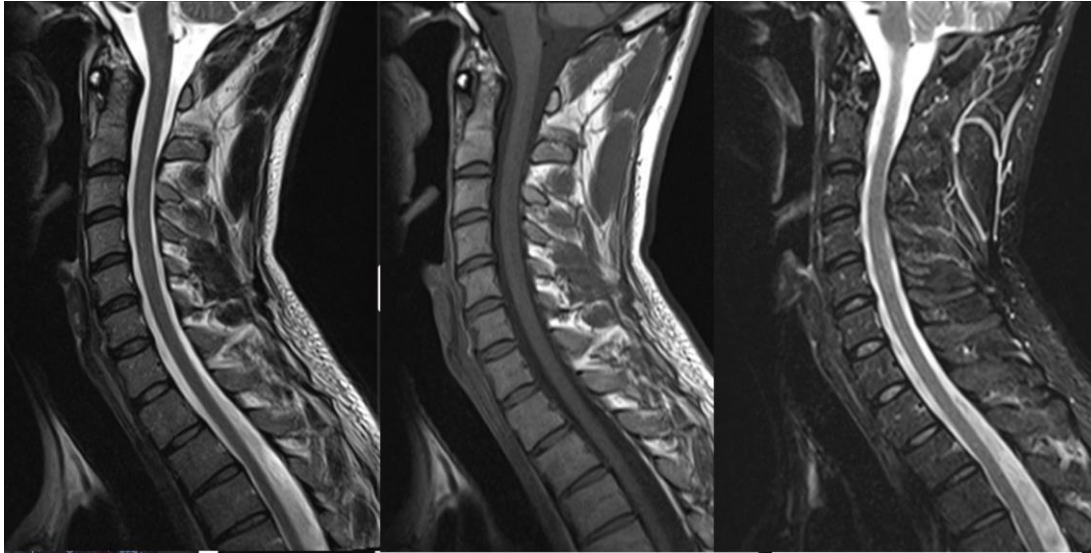


Figure 11. IRM du rachis cervical normal dans le plan sagittal, avec de gauche à droite les séquences T1, T2 et STIR. *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie radiologique du rachis cervical.*

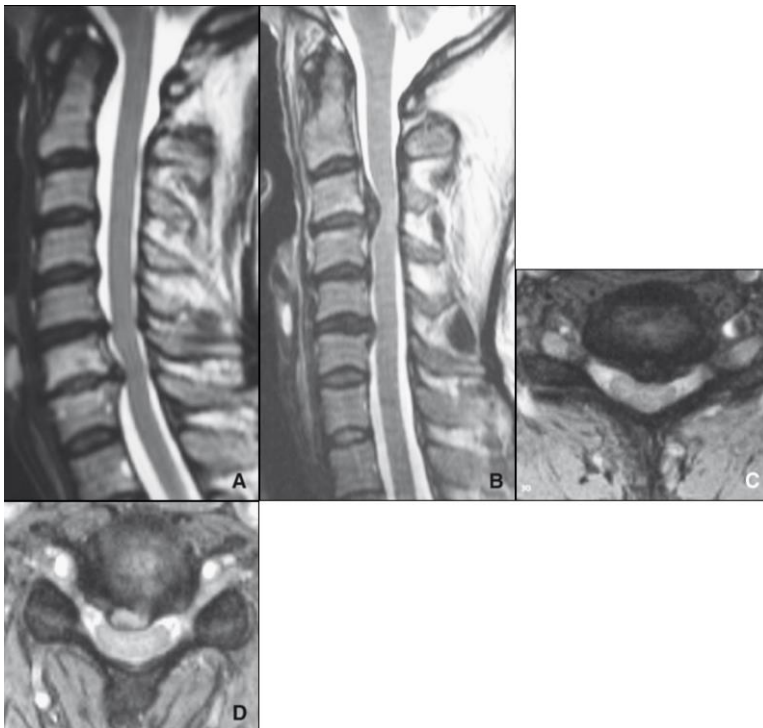


Figure 12 : Ostéophytes du rachis cervical versus hernie discale molle cervicale en IRM en T2. L'ostéophyte (A, C) apparaît hypo-intense en coupe sagittale (A) en T2 en écho de spin rapide et en coupe axiale en T2 en écho de gradient de type Medic (C). La hernie discale molle (B, D) présente un signal mixte hypo- et hyperintense sur la coupe sagittale en T2 en écho de spin (B) et hyperintense en T2 en écho de gradient (D). *Extrait de : encyclopédie médicochirurgicale, imagerie radiologique du rachis cervical.*

II.5.4. Autres méthodes d'exploration

Le rôle de la scintigraphie osseuse dans l'exploration de cervicalgie ou de névralgie cervicobrachiale est limité, et doit être réservé dans le cas de suspicion de cause néoplasique secondaire. L'échographie n'a pas de rôle direct dans l'exploration du rachis cervical, mais se révèle utile dans l'exploration de l'épaule en complément de la radiographie standard en cas de doute diagnostique entre une pathologie de l'épaule et une névralgie cervico brachiale (1, 15, 16, 17).



III. Apport potentiel d'une séquence coronale STIR à l'exploration du rachis cervical par IRM

L'imagerie pose des difficultés diagnostiques de par la forte prévalence des lésions dégénératives relevées dans la population générale asymptomatique. Les conflits disco radiculaires radiologiques peuvent demeurer asymptomatiques. De même, une symptomatologie de névralgie cervico brachiale peut ne pas trouver de cause à type de conflit radiculaire en imagerie. Il paraît donc intéressant d'augmenter le spectre diagnostique de l'examen, afin d'exclure d'éventuels diagnostics différentiels et d'étendre l'exploration aux trajets nerveux extra spinaux (5, 6).

L'étude de Laporte et al. a démontré l'intérêt de l'ajout d'une séquence coronale STIR dans l'exploration du rachis lombaire de le cadre de sciatalgie. Cette séquence a ainsi permis de mettre en évidence des coxopathies ainsi que des sacro iliites, redressant le diagnostic chez certains patients (8).

Concernant le rachis cervical, la distinction de cervicalgies irradiantes et de névralgies cervicobrachiales avec une arthropathie scapulo humérale, notamment par atteinte de la coiffe des rotateurs, peut être difficile (1, 15, 16, 17). Le plexus brachial n'est également pas exploré lors du protocole standard, ne permettant pas d'exclure un conflit radiculaire extra spinal. L'ajout d'un plan coronal pourrait ainsi permettre d'élargir le spectre diagnostique à ces structures.



IV. Etude scientifique

IV.1. Abstract

Introduction: In some cases, neck pain and cervical nevralgia-like symptoms radiating through the upper limbs result from an extraspinal compression of the brachial plexus or from injury to the cervical region. Concerning sciatica-like symptoms, study from Laporte et al. showed that adding a coronal STIR dedicated to the lumbosacral plexus and pelvis to the routine MRI protocol can provide a good depiction of spinal root compression in an extraspinal location or disorders of the pelvic rim. This study aimed to show that adding a coronal STIR sequence dedicated to the cervical spine may provide improvement of the diagnostic value of the MR scan.

Materials and methods: Two-hundred and four patients with neck pain with/or nevralgia-like symptoms of suspected cervical origin were included in this prospective multicentric university center study. Cervical spine or cervical region disorders responsible for symptoms were noted and compared in 3 different protocols including a classical sagittal STIR sequence, a coronal STIR sequence replacing the sagittal STIR sequence, and both sagittal and coronal STIR sequence.

Results: Replacing or additional coronal STIR sequence showed additional relevant pathological findings in 7 of 204 patients (3,4%). Among these findings, 3 C1-C2 lateral facet joint arthropathies, 1 malformative scoliosis, 1 costovertebral arthritis, 1 pleural effusion and 1 case of neck adenomegalia were noted with coronal STIR sequence and missed with the sagittal STIR sequence only. Statistical analysis showed no significant difference between the protocol with sagittal STIR sequence only and those with coronal STIR sequence due to the small number of these relevant pathological findings.

Conclusion: Despite of the lack of relevant statistical difference between the 3 protocols, a replacing or additional coronal STIR sequence improved the value of the scan in 7 of 204 patients, with additional relevant pathological findings that may have led to different clinical outcome.

Keywords: MRI, coronal STIR sequence, neck pain, extraspinal root compression, brachial neuralgia.



IV.2. Article

Introduction

Neck pain is a common complain among the population, as approximately half individuals will experience a clinically important neck pain episode over the course of their lifetime (1). Most epidemiological studies report an annual prevalence ranging between 15% and 50% (1, 2, 3). According to the Global Burden of Disease 2010 Study, neck pain is the fourth leading cause of years lost to disability, ranking behind back pain, depression, and arthralgias (4).

Neck pain mechanism varies from mechanical, neuropathic, or secondary to another cause. Mechanical pain concerns the spine itself, or the supporting structures as muscles or ligaments. Neuropathic pain mostly refers to disease involving the nerve roots. Herniated disk or osteophytes are commonly responsible of nerve root compression. Other causes include non primary neck pain, such as shoulder pain, thoracic outlet syndrome, brachial plexopathy, upper extremity pain, vascular pathology, and referred pain from thoracic viscera (1).

Magnetic resonance imaging (MRI) is the best imaging modality to explore cervical spine (1, 6, 7, 8). The most prevalent protocol used for imaging the cervical spine includes sagittal T1 and T2 weighted views of the cervical spine with additional axial T2 views dedicated to spine disks, all of which are highly accurate in depicting discoradicular impingement (8). Sagittal short tau inversion recovery (STIR) view is often added, as it confers a higher sensitivity concerning bone disease (9).

However cervical spine dedicated MRI shows many anomalies in asymptomatic subjects (5, 6). Furthermore, false positive and false negative MRI occurs frequently concerning radiculopathy, as root compression does not always concurs with clinical findings



(7). Besides, these protocols focus only on the cervical spine and do not provide any information on the neighboring neck area, in which the above-mentioned differential diagnosis of neck pain and cervical neuropathy may be seen.

Two recent studies reported the use and the accuracy of a coronal STIR sequence dedicated to lumbar spine showing various conditions associated with sciatalgia-like symptoms (10, 11). In the same way, this present study was designed to show that replacing the sagittal STIR sequence by a coronal STIR sequence or adding a coronal STIR sequence in a routine protocol dedicated to the cervical spine may provide improvement of the diagnostic value of the MR scan.

Materials and methods

Institutional review board approval was obtained prior to the investigation from french ethical committee (CPP: Comité de Protection des Personnes, registration number DC2014/146). This multicentric study concerned 204 consecutive patients from Clinique du Sport of Merignac and three university hospital (Rennes, Limoges and Dijon) who had undergone MR imaging of the cervical spine between june 2014 and january 2017. Among them, all two hundred and four patients referred for neck pain and/or radiating pain of suspected cervical origin were included in the study. Exclusion criteria were patients under 18 years old, with a history of cervical spine surgery, recent documented spinal fracture or history of neurofibromatosis. Data on the type of pain (neck pain or radiating pain) and MR imaging reports were prospectively collected, the images were prospectively analyzed.

Study population:



Of the 204 included patients, 98 were male and 106 were female, with a mean age of 46.8 years (range: 18-88). Radiating pain was the most prevalent complain with 113 patients (57%), while mechanical neck pain was less prevalent with 109 patients (54%). 34 patients were addressed for both symptoms (17%).

Examination protocol:

The same routine cervical MRI examination was performed on all patients using a 1.5 Tesla MRI scanner comprising three sagittal, one axial and one coronal views located in the cervical spine. Axial plane was T2-weighted in fast echo gradient 3D sequence (3 mm slice thickness, 250 mm field of view, 416x320 matrix, 1400/100 ms TR/TE respectively). Sagittal planes were T1-weighted (3,5 mm slice thickness, 260 mm field of view, 288x224 matrix, 3245/50 ms TR/TE respectively), T2-weighted (3,5 mm slice thickness, 260 mm field of view, 416x320 matrix, 2582/100 ms TR/TE respectively) and STIR-weighted (3,5mm slice thickness, 260 mm field of view, 352x256 matrix, 514/8 ms TR/TE respectively). Although the patients were referred for a cervical examination, an additional view of the paraspinal and neck areas with a coronal STIR sequence dedicated to the cervical spine was systematically performed, ranging from the base of the skull to the upper mediastinum and from the hyoid bone to the extremity of C7 spinal process (4 mm slice thickness 320 mm field of view, 252x192 matrix, 4538/70 ms TR/TE respectively). The external limits were extended as much as possible by the antenna to include glenohumeral joints.

Imaging analysis :



Data imaging were collected in three phases spaced by two months with proper imaging protocol by a 4 years experienced musculoskeletal radiologist (JP). Firstly, imaging reading was performed with a protocol comprising axial T2-weighted, sagittal T1, T2 and STIR-weighted views. Secondly, imaging reading was performed again with coronal STIR view replacing the sagittal STIR-weighted view. Lastly, imaging reading was done with all sequences comprising both sagittal and coronal STIR-weighted views.

For each reading, data were classified by anatomic area. Each anatomic area was assessed on each reading phase analyzable or not. Cervical spine data were related to vertebral body, intervertebral disk, C1-C2 joint, posterior articular joints, uncus, intervertebral foramens, vertebral foramen, interspinous space, paraspinal muscles and spinal cord. Extraspinal data were related to mediastinum, pulmonary apex, sinus, parotids, thyroid, brachial plexus, bulbo-medullary junction with cerebellum, brain, oropharyngeal space, jugulo-carotidian space, glenohumeral and acromioclavicular joints.

In order to determine the value of a replacing or additional coronal STIR sequence, the results from all three phases analysis were compared.

Statistical analysis:

Statistical analyses were performed using the Epi Info V3.5.3 software package (CDC, Atlanta, GA). The chi-square test was applied to correlate the presence of pathological imaging findings with various data such as subgroups of age, sex, nature of pain, presence of discoradicular impingement liable to explain symptoms.

Results



In all three protocols, degenerative spinal changes were related to age, presence of hernia was related to the presence of clinical radiating pain (table 1).

The protocols with coronal STIR sequence replacing the sagittal STIR or additional coronal STIR sequence showed clinically relevant pathologic findings regarding the clinical complaint missed with first protocol comprising sagittal STIR sequence in 7 patients.

In 3 cases, the 2 protocols with replacing or additional coronal STIR sequence showed extra spinal anomalies that might lead to a differential diagnosis according to the clinical complaint. These findings included 2 glenohumeral joint diseases on the same side of a sided radiating neck pain (Figures 1 and 2), and 1 case of diffuse adenomegalia with neck pain (Figure 3).

In 5 cases, including 2 with glenohumeral joint disease mentioned above, the protocols with replacing or additional coronal STIR sequence showed additional findings concerning cervical spine. Three cases concerned lateral congestive C1C2 arthritis (Figures 1, 2 and 4), 1 concerned a malformative scoliosis (figure 5), and one a right D4 costovertebral arthritis (figure 6).

The protocols with replacing or additional coronal STIR sequence showed potential relevant findings not correlated to the clinical complaint in 2 cases, with one case of pleural effusion (figure 3) and another with apical pulmonary consolidation (figure 7).

These results are summarized in table 2.

Other incidental potential relevant findings not correlated to the clinical complaint were noted, comprising mostly thyroid nodules (N=15) (Figure 8). However, these findings were also noted with the standard protocol. Findings with no clinically potential impact were also noted in protocols with replacing or additional coronal STIR sequence, such as parotidian cysts, usual bilateral acromio clavicular osteoarthritis, with no case of unilateral



acromioclavicular joint disease correlated to the clinical complaint (Figure 8).

Protocols with replacing or additional coronal STIR sequence allowed seeing statistically more anatomical structures, such as brachial plexus, shoulders or mediastinum. However no significant difference was noted concerning pathological findings. Indeed, statistical differences were noted only regarding incidental parotidian cysts (N=14) and usual bilateral acromioclavicular osteoarthritis (N=10). No extra spinal nerve impingement was noted in all 204 patients. These results are summarized in table 3.



Protocol	Gender			Age			Radiating pain			Mechanical neck pain		
	Protocol with Sagittal STIR sequence	Protocol with Coronal STIR sequence	Protocol with both Sagittal and Coronal STIR sequences	Protocol with Sagittal STIR sequence	Protocol with Coronal STIR sequence	Protocol with both Sagittal and Coronal STIR sequences	Protocol with Sagittal STIR sequence	Protocol with Coronal STIR sequence	Protocol with both Sagittal and Coronal STIR sequences	Protocol with Sagittal STIR sequence	Protocol with Coronal STIR sequence	Protocol with both Sagittal and Coronal STIR sequences
Spinal anomalies												
uncarthrosis	0,1312	0,2753	0,2523	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,1821	0,1138	0,3515	0,1694	0,2051	0,2620
C1-C2	0,3017	0,4772	0,4772	-	<0,0001*	<0,0001*	0,3736	0,4939	0,4939	0,3545	0,5878	0,5878
disk length	0,5588	0,5687	0,5181	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,3546	0,4910	0,2144	0,5045	0,7304	0,3574
foramen narrowing	0,3032	0,2437	0,4029	0,0012*	0,0023*	0,0002*	0,2383	0,3610	0,1675	0,4706	0,5590	0,5328
spinal narrowing	0,9180	0,9301	0,9364	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,1205	0,0607	0,29	0,0490*	0,0364*	0,0017*
medullary signal	0,0875	0,0875	0,0875	0,4663	0,4565	0,4663	0,4949	0,4949	0,4949	0,1122	0,1122	0,1122
interspinous space	0,3672	0,5961	0,5961	0,2577	0,6219	0,6219	0,3574	0,7062	0,7062	0,3632	0,6564	0,6564
scoliosis	-	0,2288	0,2288	-	0,0223*	0,0223*	-	0,5200	0,5200	-	0,6477	0,6477
Extra spinal impigment	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
spinal impigment												
disk lenght	0,5588	0,5687	0,5181	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,3645	0,4910	0,2144	0,5045	0,7304	0,3574
disk bludging	0,6054	0,7106	0,4343	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,0085*	0,0122*	0,0023*	0,0017*	0,0028*	0,0020*
hernia	0,1620	0,1556	0,1413	0,6364	0,5646	0,7958	0,0264*	0,0439*	0,0230*	0,2905	0,5135	0,2549
foraminal narrowing	0,3032	0,2437	0,4029	0,0012*	0,0023*	0,0002*	0,2383	0,3610	0,1675	0,4706	0,5590	0,5328
Differential diagnosis												
shoulder	-	0,5761	0,5761	-	0,6479	0,6479	-	0,7432	0,7432	-	0,6762	0,6762
other	-	0,3921	0,3921	-	0,5719	0,5719	-	0,4162	0,4162	-	0,4764	0,4764

Table 1: Correlation of abnormalities in all three protocols with other patient features.

Correlation was considered significant with p value <0,005.



sex	age	symptom	extraspinal nerve lesion	additional spinal pathological findings	differential diagnosis	discoradicular impingment	spinal pathological findings	relevant incidental findings
F	26	neck pain	no	no	neck and mediastinal adenomegalies	no	no	pleural effusion
F	21	neck pain	no	malformative scoliosis	no	no	no	no
M	76	right radiating pain	no	C1C2 right arthropathy	right omarthrosis	no	disco uncarthrosis	no
F	53	Right radiating pain	no	C1C2 left arthropathy	right shoulder arthritis	no	no	no
F	74	neck pain	no	C1C2 left arthropathy	no	yes (foraminal stenosis)	uncarthrosis	no
M	40	neck pain	no	no	no	yes (foraminal stenosis)	uncarthrosis	left apicalpulmonary consolidation
M	34	neck pain	no	Right D4 costovertebral arthritis	no	no	no	no

Table 2: Patients with clinical relevant findings missed with sagittal STIR sequence and seen with replacing or additional coronal STIR sequence



	1 st PROTOCOL WITH SAGITTAL STIR		2 nd PROTOCOL 2 WITH CORONAL STIR		3 rd PROTOCOL WITH BOTH SAGITTAL AND CORONAL STIR		Difference between 1 st and 2 other protocols	Difference between 1 st and 2 nd protocols	Difference between 1 st and 3 rd protocols	Difference between 2 nd and 3 rd protocols
	N	%	N	%	N	%	p	p	p	p
INCIDENTAL FINDINGS										
Mediastinum										
Analysable	3	1,49	138	68,32	141	69,80	0,0001	0,0001	0,0001	0,7478
Pathology	0	0,00	3	1,49	3	1,49	0,2198			
Apical lung										
Visibility	10	4,95	198	98,02	198	98,02	0,0001	0,0001	0,0001	0,9999
Pathology	0	0,00	2	0,99	2	0,99	0,3654			
Sinus										
Visibility	65	32,18	86	42,57	88	43,56	0,0346	0,0308	0,0183	0,8407
Pathology	2	0,99	3	1,49	3	1,49	0,8810			
Parotid										
Visibility	4	100,00	173	85,64	172	85,15	0,0001	0,0001	0,0001	0,8880
Pathology	0	100,00	14	6,93	14	6,93	0,0001	0,0001	0,0001	0,9999
Thyroid										
Visibility	156	77,23	158	78,21	157	77,72	0,9906			
Pathology	16	7,92	15	7,43	15	7,43	0,8424			
Brain										
Visibility	119	58,91	151	74,75	154	76,23	0,0003	0,0007	0,0007	0,9999
Pathology	1	0,50	1	0,50	1	0,50	1,0000			
Pharyngeal space										
Visibility	161	79,70	164	79,70	160	79,70	0,9987			
Pathology	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-			
Acromioclavicular joint										
Visibility	0	0,00	33	16,34	35	17,34	0,0001	0,0001	0,0001	0,9999
Pathology	0	0,00	10	4,46	10	4,46	0,0071	0,0024	0,0024	0,9999
POTENTIAL DIFFERENTIAL DIAGNOSIS										
Carotidian space										
Visibility	162	80,20	193	95,54	195	95,54	0,0001	0,0001	0,0001	0,5548
Pathology	0	0,00	1	0,50	1	0,50	0,340			
Glenohumeral joint										
Visibility	0	0,00	33	16,34	33	16,34	0,0001	0,0001	0,0001	0,9999
Pathology	0	0,00	2	0,99	2	0,99	0,3654			
Brachial plexus										
Visibility	9	4,46	146	72,28	150	74,25	0,0001	0,0001	0,0001	0,9999
Pathology	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-			
SPINAL ANOMALIES										
Paravertebral tissues										
Visibility	204	100	204	100	204	100				
Pathology	1	0,50	1	0,50	1	0,50	-			
Vertebral height										
Visibility	202	100	204	100	204	100	-			
Pathology	0	0,00	0	0,00	0	0,00				
Bone signal										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	0	0	0	0	0	0	-			
Vertebral plates										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	53	26,23	59	29,21	53	26,23	0,8365			
Uncus										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	88	43,56	95	47,03	84	41,58	0,5365			
C1-C2 joint										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	1	0,50	4	1,98	4	1,98	0,1318			
Zygapophysal joint										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	15	7,43	19	9,41	20	9,90	0,6525			



Disk Height										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	76	37,62	72	35,64	72	35,64	0,8921			
Discal bludging										
Pathology	89	44,06	88	43,56	83	41,09	0,8115			
Discal hernia										
Pathology	39	19,31	38	18,62	37	18,32	0,8456			
Intervertebral foramen										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	58	28,71	55	27,23	60	29,70	0,8575			
Bulbomedullar junction										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	2	0,99	1	0,50	1	0,50	0,7775			
Medullar signal										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	5	2,48	5	2,48	1	0,50	0,2273			
Cervical canal										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	76	37,62	76	37,62	69	34,16	0,7054			
Interspinous space										
Visibility	204	100	204	100	204	100	-			
Pathology	2	0,99	3	1,49	3	1,49	0,8810			
Coronal spine balance										
Visibility	0	0,00	204	100,00	204	100,00	0,0001	0,0001	0,0001	0,9999
Pathology	0	0,00	1	0,49	1	0,49	0,3654			

Table 3: Prevalence of visibility and pathology of each anatomical area and correlation in all three protocols. For p value <0,05, difference between protocols was considered significant. When difference between the 1st and the 2 other protocols comprising coronal STIR sequence was considered significant, difference between each protocol was calculated. No statistical difference was assessed between 2nd and 3rd protocols.



Discussion

Neck pain is a common symptom, which can be mechanical, neuropathic, or secondary to another cause. MRI is the best imaging modality to explore these symptoms (1, 6, 7, 8). However, it is focused on mechanical and spinal neuropathic causes of neck pain. Furthermore, it shows many anomalies in asymptomatic subjects (5, 6), and root compression does not always concur with clinical findings. Under these conditions, secondary neck pain and extra spinal nerve compression should to be considered, giving the common MR protocol does not explore these concerns. Due to its ability to investigate both neck area and surrounding tissues, including brachial plexus, a STIR sequence with a coronal view had to be considered. This study is the first to evaluate the value of a replacing or additional coronal STIR sequence dedicated to the cervical spine. The value of an additional coronal STIR sequence dedicated to the lumbar spine has already been the subject of two studies showing its diagnostic value (11, 12). This prospective multicentric study did not provide significant statistical difference concerning pathological relevant findings with a replacing or added a coronal STIR sequence dedicated to the cervical spine. However in 7 of 204 patients (3,4%) a replacing or added coronal STIR sequence showed additional relevant pathological findings that may have led to different clinical outcome.

Potential aid for differential diagnosis with replacing or additional coronal STIR sequence:

Differential diagnosis of neuropathic radiating pain includes shoulder disease (12, 13, 14). This differential diagnosis often requires other imaging investigation focused on



glenohumeral joint. In two cases, protocols with coronal STIR sequences allowed to find a glenohumeral joint disease on the same side of the radiating pain. However, the antenna used for MR cervical spine investigation does not allow a systematic analysis of glenohumeral joints, because of a narrowed field of view.

In 87% of cases, glenohumeral joints were not analyzable in coronal view. Using a larger antenna would significantly lengthen the scan time for a coronal STIR view, and alter the imaging resolution if used for the spine examination. Therefore, an additional coronal STIR sequence cannot constitute an exemption from further examinations in case of shoulder injury suspicion.

In one case, adenomegalies were found in a young patient suffering from neck pain. However this anomaly was clinically objectivable.

Potential aid for spinal disease with replacing or additional coronal STIR sequence:

Interestingly, additional coronal STIR sequence allowed to diagnosis C1-C2 lateral joint disease, missed by the radiologist on sagittal view in 3 of 4 cases. These findings are often linked to occipital neuralgia (15, 16, 17, 18). It should be noted that these anomalies were noticeable in sagittal view. However, their situation at the limit of the field of view makes difficult to distinguish these anomalies with a lack of saturation artifact (19). Therefore, an additional coronal STIR sequence should be performed in case of diagnostic doubt concerning this area.

Limitations:



This multicentric prospective study has one limitation. It included the patients from 4 centers with different MR scanners. These machines were General Electrics M450 and MR360, Philips Achieva, Siemens Aera 1,5 Tesla MR scanner. These differences mean that the imagery could not be perfectly reproducible between the centers. However, all of these scanners had the same magnetic field power of 1,5 Tesla, indicating the potential differences were not major.

Conclusion:

Overall, this study did not demonstrate a statistically significant improvement of the scan with a replacing or additional coronal STIR sequence due to the few number of pathological relevant findings. However a replacing or additional coronal STIR sequence improved the value of the scan in 7 of 204 patients (3,4%) with additional relevant pathological findings that may have led to different clinical outcome.



Figures:

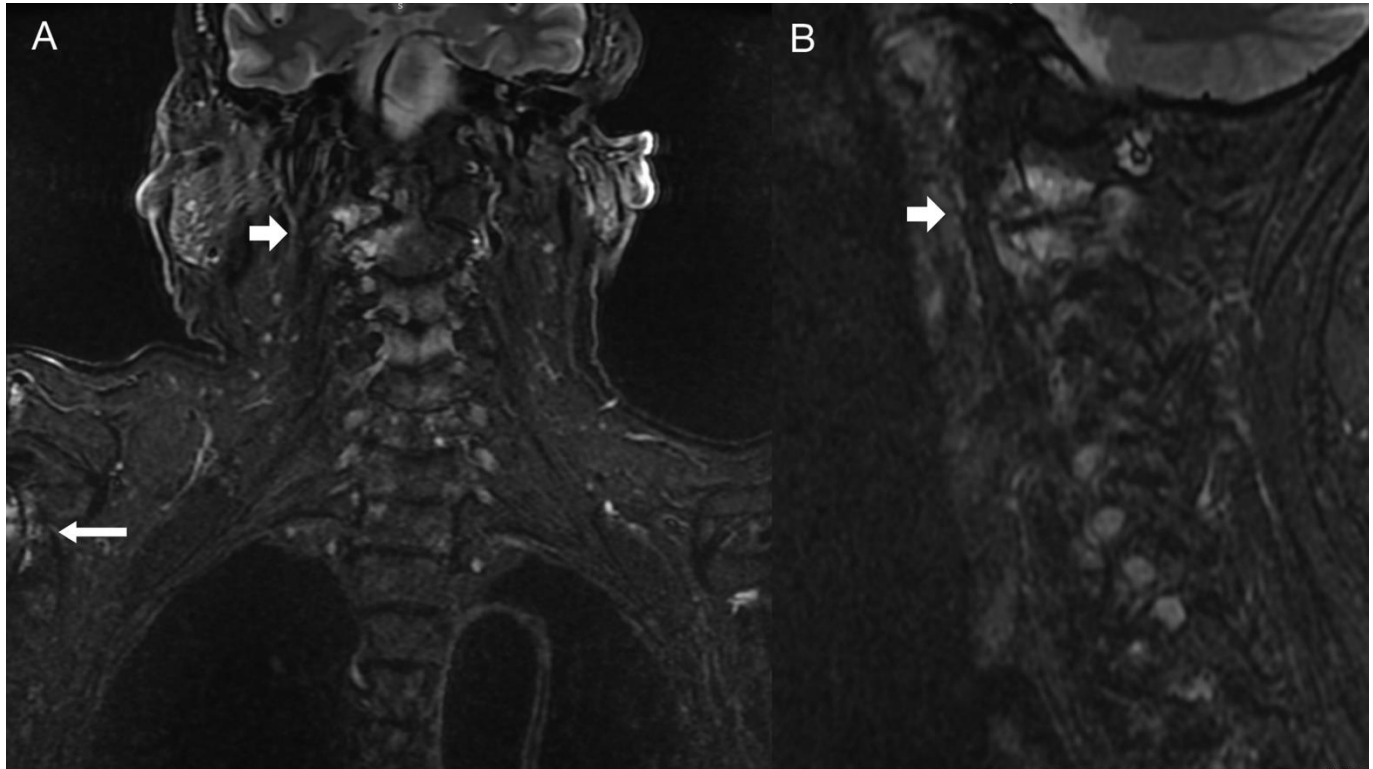


Figure 1 : 76 years old man suffering from right radiating pain. Coronal STIR sequence (A) shows right omarthrosis (long arrow) and C1-C2 right-sided arthritis (short arrow). C1-C2 arthritis was more difficult to see with sagittal STIR sequence (B) and was missed by the radiologist.

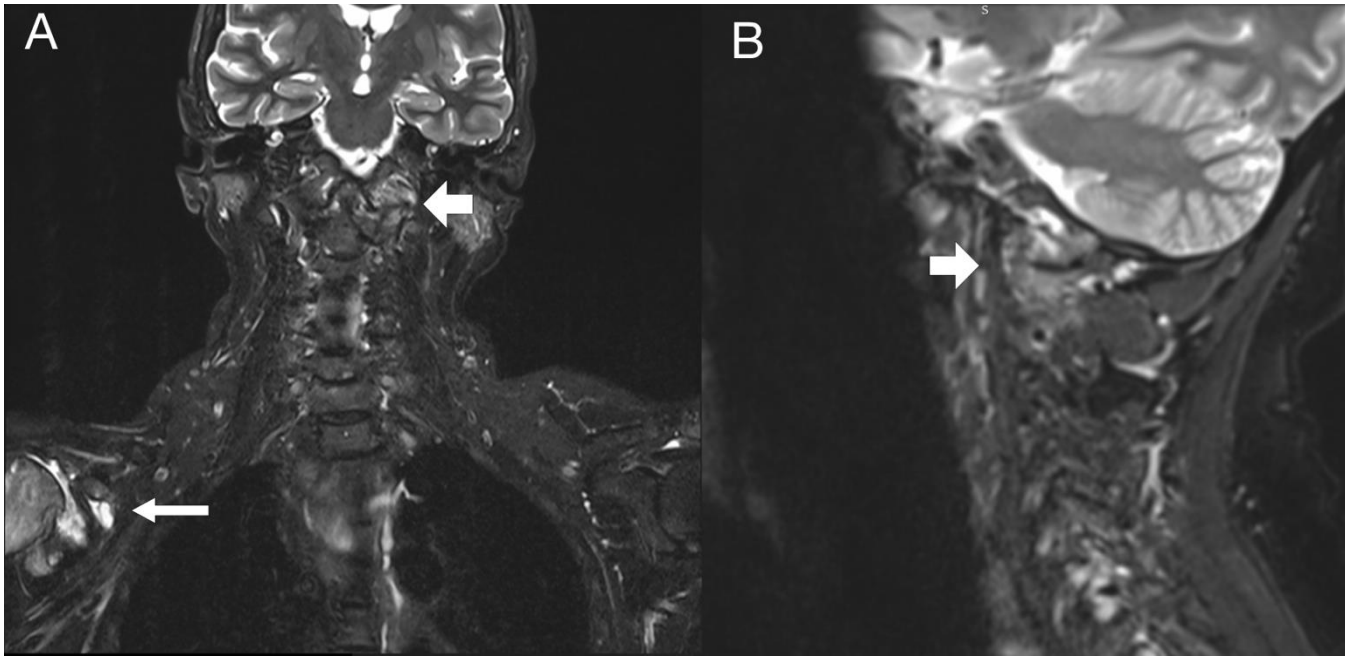


Figure 2: 53 years old woman suffering from right radiating pain. Coronal STIR sequence (A) shows right omarthrosis (long arrow) and C1-C2 left-sided arthritis (short arrow). C1-C2 arthritis was more difficult to see with sagittal STIR sequence (B) and was missed by the radiologist.



Figure 3: 26 years old woman suffering from neck pain. Coronal STIR sequence shows cervical and mediastinal adenomegalies (A, B, short arrows) and left pleural effusion (B, long arrow). These findings were not seen with sagittal STIR sequence.

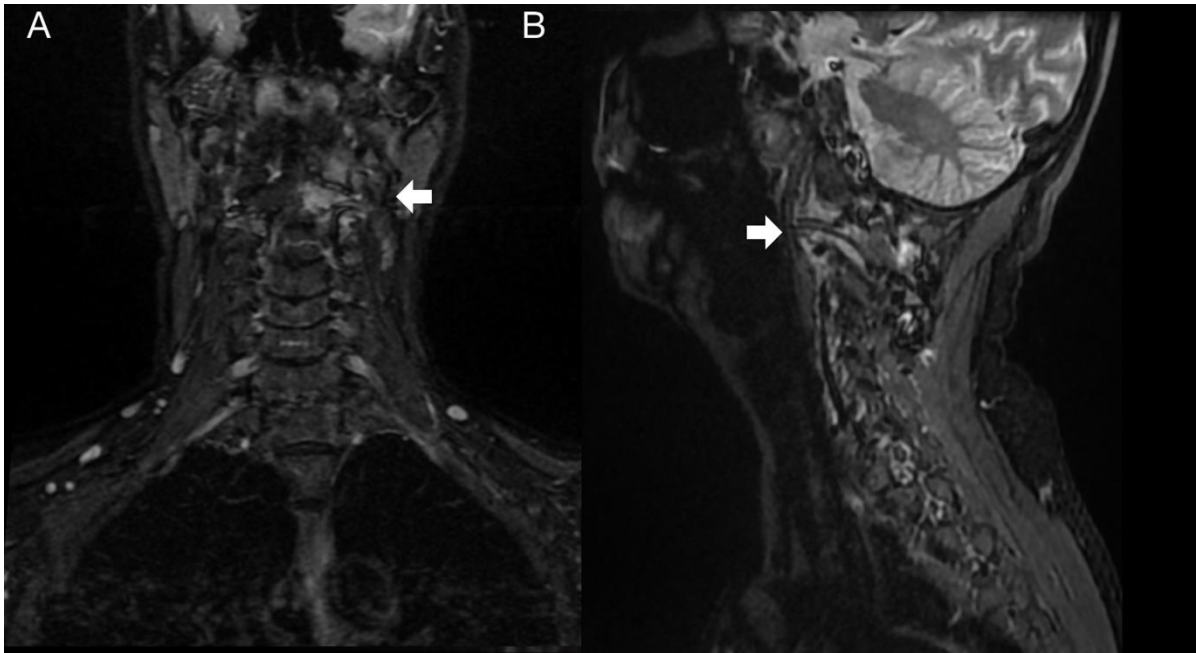


Figure 4: 74 years woman suffering from neck pain. Coronal STIR sequence (A) shows left-sided C1-C2 arthritis (short arrow), hardly seen with sagittal STIR sequence (B) and was missed by the radiologist.

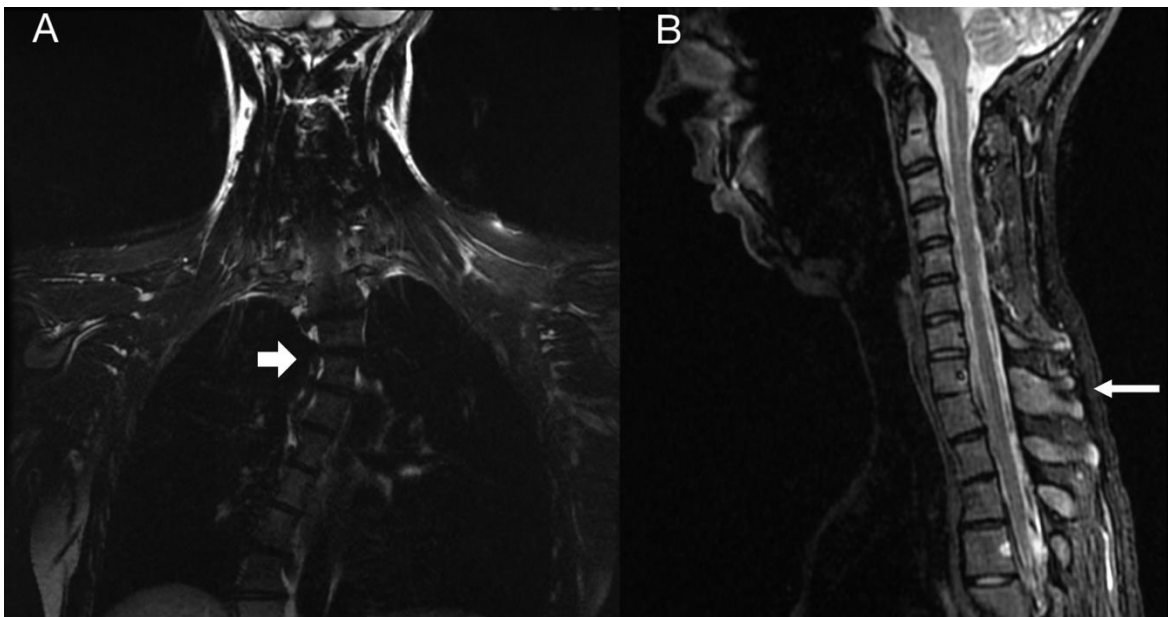


Figure 5: 21 years woman suffering from neck pain. Coronal STIR sequence (A) shows scoliosis (short arrow). Malformative synostosis were seen in both coronal and sagittal STIR sequence, here concerning T1 and T2 spinous processes synostosis (short arrow) in sagittal STIR sequence (B).

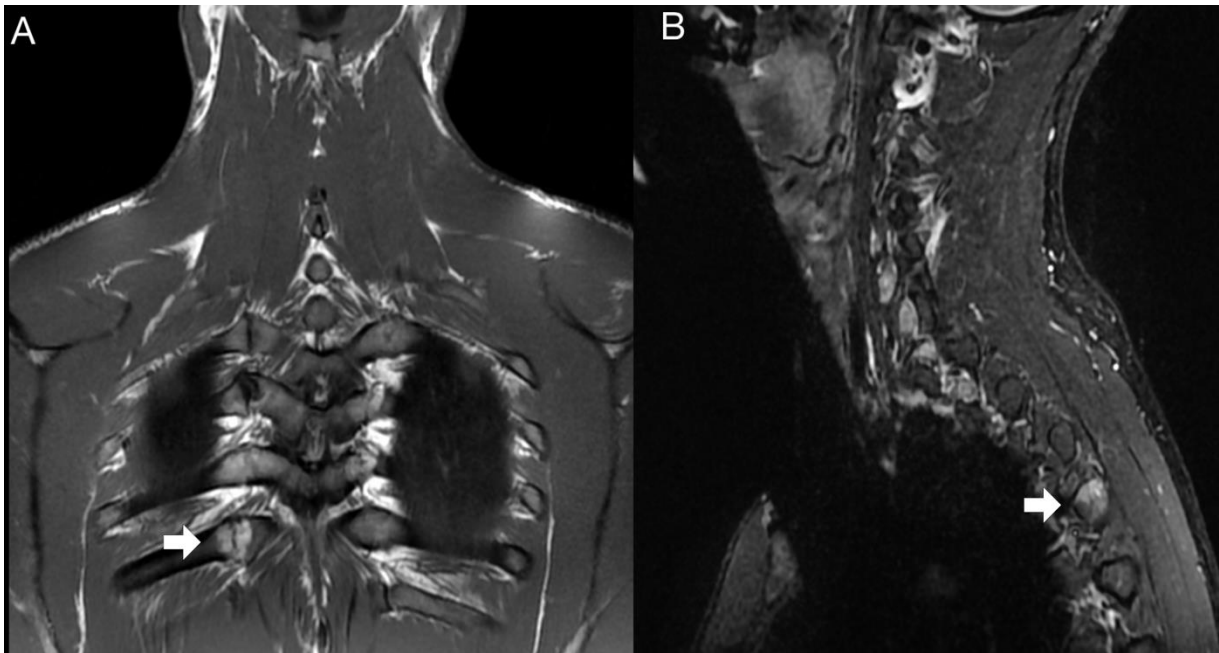


Figure 6: 36 years old man suffering from neck pain. Coronal STIR sequence (A) shows D4 right-sided costo-vertebral arthritis. This finding was missed by the radiologist with sagittal STIR sequence.

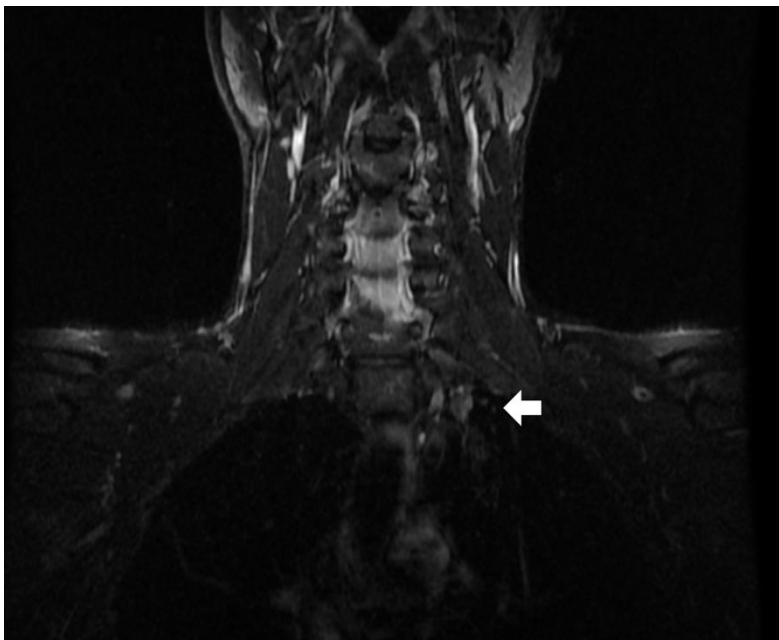


Figure 7: 40 years old man suffering from neck pain. Coronal STIR sequence shows a clinical relevant finding non correlated with clinical complaint with a small left sided apical lung consolidation (short arrow).

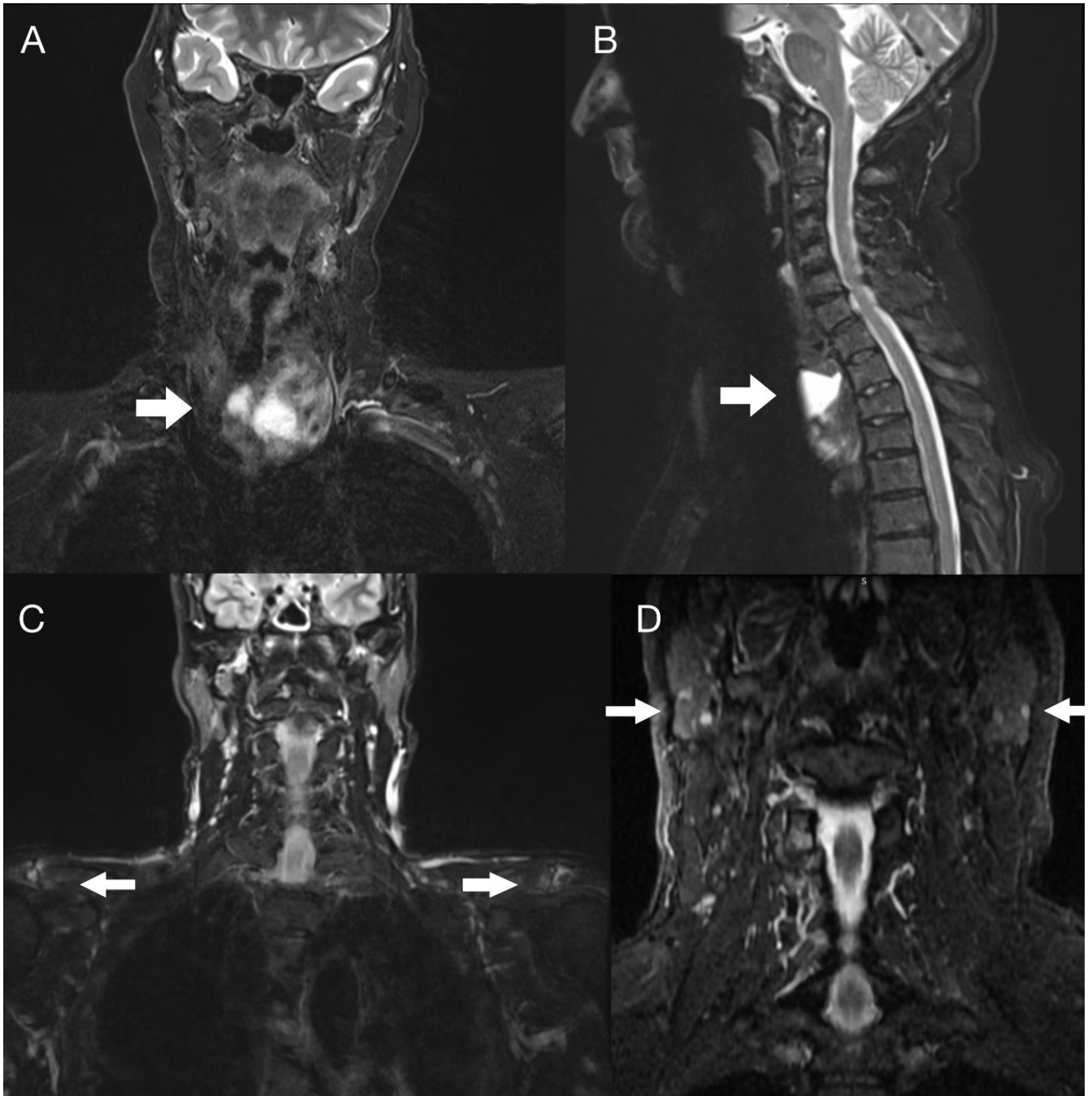


Figure 8: Incidental findings: coronal STIR sequence (A) shows an enlarged nodular thyroid in a 76 years old man suffering from neck pain. This finding was also noted in sagittal STIR sequence (B) and axial T2 sequence (not shown). Coronal STIR sequence shows bilateral acromioclavicular osteoarthritis in a 52 years woman suffering from neck pain (C), parotidian microcysts in a 57 years man suffering from neck pain (D).

Bibliography:

1. Fejer R, Kyvik KO, and Hartvigsen J. The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature *Eur Spine J*. 2006 Jun; 15(6): 834–848.
2. Blinder A. Neck pain *BMJ Clin Evid*. 2008 Aug 4.
3. Fernández-de-las-Peñas C, Hernández-Barrera V, Alonso-Blanco C, Palacios-Ceña D, Carrasco-Garrido P, Jiménez-Sánchez S, Jiménez-García R. Prevalence of neck and low back pain in community-dwelling adults in Spain: a population-based national study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 Feb 1;36(3):E213-9.
4. Murray CJ et al. The state of US health, 1990-2010: burden of diseases, injuries, and risk factors. *JAMA*. 2013 Aug 14;310(6):591-608.
5. Matsumoto M, Fujimura Y, Suzuki N, Nishi Y, Nakamura M, Yabe Y, Shiga H. MRI of cervical intervertebral discs in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Br*. 1998 Jan;80(1):19-24.
6. Lehto IJ, Terti MO, Komu ME, Paajanen HE, Tuominen J, Kormano MJ. Age-related MRI changes at 0.1 T in cervical discs in asymptomatic subjects. *MJ. Neuroradiology*. 1994;36(1):49-53.
7. Kuijper B, Tans JT, van der Kallen BF, Nollet F, Lycklama A Nijeholt GJ, de Visser M. Root compression on MRI compared with clinical findings in patients with recent onset cervical radiculopathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2011 May;82(5):561-3.
8. Wolansky LJ1, Parikh DD, Shah KJ, Yalamanchili R, Farkas J. Magnetic resonance imaging protocols for cervical disc disease: what is your neighbor up to? *J Neuroimaging*. 2005 Apr;15(2):183-7.
9. JDemaerel Sequences and techniques in spinal MR imaging. P1, Sunaert S, Wilms G. *BR-BTR*. 2003 Jul-Aug;86(4):221-2.
10. Laporte C, Albert JD, Duvauferrier R, Bertaud V, Gouillou M, Guillin R. MRI investigation of radiating pain in the lower limbs: value of an additional sequence dedicated to the lumbosacral plexus and pelvic girdle. *AJR Am J Roentgenol*. 2014 Dec;203(6):1280-5.
11. Gupta R, Mittal P, Mittal A, Mittal K, Gupta S, and Kaur R. Additional merit of coronal STIR imaging for MR imaging of lumbar spine *J Craniovertebr Junction Spine*. 2015 Jan-Mar; 6(1): 12–15.
12. Throckmorton TQ, Kraemer P, Kuhn JE, Sasso RC. Differentiating cervical spine



and shoulder pathology: common disorders and key points of evaluation and treatment. Instr Course Lect. 2014;63:401-8

13. Pateder DB, Berg JH, Thal R. Neck and shoulder pain: differentiating cervical spine pathology from shoulder pathology. J Surg Orthop Adv. 2009 Winter;18(4):170-4

14. Wilson C. Rotator cuff versus cervical spine: making the diagnosis. Nurse Pract. 2005 May;30(5):44-6, 48-50

15. Vanelderden P, Lataster A, Levy R, Mekhail N, van Kleef M, Van Zundert J. 8. Occipital neuralgia. Pain Pract. 2010 Mar-Apr;10(2):137-44

16. Star MJ, Curd JG, Thorne RP. Atlantoaxial lateral mass osteoarthritis. A frequently overlooked cause of severe occipitocervical pain. Spine (Phila Pa 1976). 1992 Jun;17(6 Suppl):S71-6

17. Yi M, Lee JW, Yeom JS, Joe E, Hong SH, Lee GY, Kang HS. C2 nerve root on magnetic resonance imaging of occipital neuralgia. Spine (Phila Pa 1976). 2014 Jun 1;39(13):1077-83

18. Yeom JS, Riew KD, Kang SS, Yi J, Lee GW, Yeom A, Chang BS, Lee CK, Kim HJ. Distraction Arthrodesis of the C1-C2 Facet Joint with Preservation of the C2 Root for the Management of Intractable Occipital Neuralgia Caused by C2 Root Compression. Spine (Phila Pa 1976). 2015 Oct 15;40(20):E1093-102

19. Singh DR, Chin MS, Peh WC. Artifacts in musculoskeletal MR imaging. Semin Musculoskelet Radiol. 2014 Feb;18(1):12-22. doi: 10.1055/s-0034-1365831. Epub 2014 Feb 10



V. Principaux résultats et discussion complémentaire

V.1. Principaux résultats de notre étude

Cette étude multicentrique n'a pas mis en évidence de différence statistiquement significative du nombre d'anomalie pertinente décelée entre le remplacement ou l'ajout d'une séquence coronale STIR et le protocole standard.

Chez 7 patients sur 204 (3,4%), des anomalies pertinentes dans la prise en charge ont cependant été mises en évidence par la séquence coronale STIR.

Dans la problématique du diagnostic différentiel d'une NCB avec une pathologie de l'épaule, avec au premier plan une pathologie de la coiffe des rotateurs, l'examen a permis de déceler 2 arthropathies d'épaules homolatérales d'une symptomatologie de NCB. L'antenne utilisée dans le cadre de l'exploration du rachis cervical ne permet par ailleurs pas d'obtenir un champ de vue suffisamment large pour assurer la bonne visualisation des articulations scapulo humérales.

Par contre, il a été noté davantage de cas d'arthropathies latérales C1C2 dans les 2 protocoles avec séquence coronale STIR (4 au total dont 1 seule visualisée sur le premier protocole), bien que leur nombre demeure trop faible pour parler de différence significative. Il faut noter que ces lésions étaient visibles sur la séquence sagittale STIR, mais de visualisations difficiles car situées en limite de champ de coupe, rendant également difficile leur distinction avec un artefact par défaut de saturation de graisse.

De nombreux anomalies de découverte fortuite ont également été décelées, néanmoins sans grande conséquences cliniques, telles que des microkystes parotidiens, des polypes sinusiens. Il n'a été visualisé qu'un cas de condensation apicale pulmonaire d'intérêt clinique. Les anomalies thyroïdiennes étaient visualisées sur la série axiale T2.

V.2. Limites de l'étude

L'étude présente certaines limites en raison de matériel distincts selon les centres. En effet, chaque centre possédait une IRM différente. Cependant il s'agissait pour chacune d'IRM 1,5 Tesla, la puissance du champ magnétique étant la même les différences en imagerie étaient probablement modestes.



V.3. Perspectives

L'étude ne permet pas de recommander de façon systématique l'ajout de la séquence coronale STIR ou le remplacement de la série sagittale STIR par la série coronale STIR. Le faible nombre de diagnostics différentiels de même que la non visualisation fréquente des articulations scapulo humérales avec l'antenne utilisée dans l'exploration du rachis ne permettent pas de remplacer des examens dédiés à l'épaule dans l'exclusion d'une pathologie de coiffe.

Utiliser une autre antenne altérerait la résolution spatiale et l'exploration du rachis cervical, tandis qu'ajouter une séquence avec une antenne différente prolongerait significativement le temps d'examen, ce qui ne constitue pas une alternative satisfaisante en terme d'économie de santé et d'accessibilité à l'IRM.

La proportion d'arthropathie C1C2 décelées sur les protocoles comportant la séquence coronale STIR suggère par contre l'intérêt d'une séquence coronale STIR en cas de névralgie occipitale ou névralgie d'Arnold.



Conclusion

L'ajout d'une séquence coronale STIR ou le remplacement du plan sagittal STIR par un plan coronal STIR dans le cadre de l'exploration du rachis cervical pour NCB et /ou cervicalgie n'a pas montré de différence statistiquement significative avec le protocole standard. Chez 7 patients sur 204 (3,4%), il a toutefois été mis en évidence des anomalies supplémentaires pouvant potentiellement changer la prise en charge des patients, dont 3 cas d'arthropathie latérale C1C2.



Références bibliographiques

1. J-M. Vital, B. Lavignolle, V. Pointillart, O. Gille, M. de Sèze. Cervicalgie commune et névralgie cervicobrachiale. Encyclopédie Médico-Chirurgicale 15-831-A-10 (2004).
2. Baron JB, Ushio N, Noto R. Oculo nuco vestibulo spinal systems regulating the tonic postural activity. Statokinesi- metric studies. *Agressologie* 1974; 15: 395-399
3. Richmond FJ, Abrahams VC. What are the proprioceptors of the neck. *Prog Brain Res* 1979; 50: 245-254
4. Fejer R, Kyvik KO, Hartvigsen J. The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *European Spine Journal*. 2006;15(6):834-848.
5. *Neuroradiology*. 1994;36(1):49-53. Age-related MRI changes at 0.1 T in cervical discs in asymptomatic subjects. Lehto IJ1, Tertti MO, Komu ME, Paajanen HE, Tuominen J, Kormano MJ.
6. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2011 May;82(5):561-3. doi: 10.1136/jnnp.2010.217182. Epub 2010 Nov 3. Root compression on MRI compared with clinical findings in patients with recent onset cervical radiculopathy. Kuijper B1, Tans JT, van der Kallen BF, Nollet F, Lycklama A Nijeholt GJ, de Visser M.
7. *J Neuroimaging*. 2005 Apr;15(2):183-7. Magnetic resonance imaging protocols for cervical disc disease: what is your neighbor up to? Wolansky LJ1, Parikh DD, Shah KJ, Yalamanchili R, Farkas J.
8. *AJR Am J Roentgenol*. 2014 Dec;203(6):1280-5. doi: 10.2214/AJR.13.11884. MRI investigation of radiating pain in the lower limbs: value of an additional sequence dedicated to the lumbosacral plexus and pelvic girdle. Laporte C1, Albert JD, Duvauferrier R, Bertaud V, Gouillou M, Guillin R.
9. D Safa, F Colas, C Le-breton, RY Carlier, Imagerie radiologique du rachis cervical, Encyclopédie Médico-Chirurgicale
10. J.-L. Dietemann, R. Sanda, M. Koob, J.-C. Dosch, Imagerie de la charnière cervico-occipitale : aspects normaux, Encyclopédie Médico-Chirurgicale
11. Chevrot A., Vallée C. Interprétation nouvelle de l'anatomie, la physiologie et la pathologie de l'articulation intersomatique vertébrale : la hernie discale n'existe pas *J Radiol* 1993 ; 74 : 385-392



12. Menezes A.H., Traynelis V.C. Anatomy and biomechanics of normal craniovertebral junction (a) and biomechanics of stabilization (b) *Childs Nerv. Syst.* 2008 ; 24 : 1091-1100
13. Schmorl G., Junghanns H. Die Gesunde ou die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik Stuttgart: Thieme (1968).
14. Dosch JC, Dupuis MG. Imagerie radiologique du rachis cervical (jonction craniocervicale exclue). *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Radiodiagnostic - Squelette normal - Neuroradiologie-Appareil locomoteur, 30-550-A-10, 2005.
15. Throckmorton TQ, Kraemer P, Kuhn JE, Sasso RC. Differentiating cervical spine and shoulder pathology: common disorders and key points of evaluation and treatment. *Instr Course Lect.* 2014;63:401-8
16. Pateder DB, Berg JH, Thal R. Neck and shoulder pain: differentiating cervical spine pathology from shoulder pathology. *J Surg Orthop Adv.* 2009 Winter;18(4):170-4
17. Wilson C. Rotator cuff versus cervical spine: making the diagnosis. *Nurse Pract.* 2005 May;30(5):44-6, 48-50
18. Vanelderen P, Lataster A, Levy R, Mekhail N, van Kleef M, Van Zundert J. 8.Occipital neuralgia. *Pain Pract.* 2010 Mar-Apr;10(2):137-44
19. Star MJ, Curd JG, Thorne RP. Atlantoaxial lateral mass osteoarthritis. A frequently overlooked cause of severe occipitocervical pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 1992 Jun;17(6 Suppl):S71-6
20. Yi M, Lee JW, Yeom JS, Joe E, Hong SH, Lee GY, Kang HS. C2 nerve root on magnetic resonance imaging of occipital neuralgia. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014 Jun 1;39(13):1077-83
21. Yeom JS, Riew KD, Kang SS, Yi J, Lee GW, Yeom A, Chang BS, Lee CK, Kim HJ. Distraction Arthrodesis of the C1-C2 Facet Joint with Preservation of the C2 Root for the Management of Intractable Occipital Neuralgia Caused by C2 Root Compression. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015 Oct 15;40(20):E1093-102
22. Pallis C, Jones AM, Spillane JD. Cervical spondylosis. Incidence and applications. *Brain* 1954; 77: 274
23. J.-L. Dietemann, R. Sanda, G. Bierry, J. Durckel, A. Braga Fernandes Antunes, A. Bogorin, M. Abu Eid, J.-C. Dosch, Imagerie de l'arthrose rachidienne Encyclopédie Médico-Chirurgicale
24. JBR-BTR. 2003 Jul-Aug;86(4):221-2. Sequences and techniques in spinal MR imaging. Demaerel P1, Sunaert S, Wilms G.



25. Wasenko JJ, Rosenbaum AE, Yu SF, Falen SW, Collins CS Gradient echo imaging of the lumbar spine. *Comput Med Imaging Graph* 1994
26. Frobin W., Brinckmann P., Kramer M., Hartwig E. Height of lumbar discs measured from radiographs compared with degeneration and height classified from MR images *Eur. Radiol.* 2001 ; 11 : 263-269
27. Grenier N., Grossman R.I., Schiebler M.L., Yeager B.A., Goldberg H.I., Kressel H.Y. Degenerative lumbar disk disease: pitfalls and usefulness of MR imaging in detection of vacuum phenomenon *Radiology* 1987
28. Modic M.T., Masaryk T.J., Ross J.S., Carter J.R. Imaging of degenerative disk disease *Radiology* 1988 ; 168 : 177-186
29. Modic M.T., Ross J.S. Lumbar degenerative disk disease *Radiology* 2007 ; 245 : 43-61





Serment d'Hippocrate

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à 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 moeurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire



INTERET DE LA SEQUENCE CORONALE STIR DANS L'EXPLORATION DU RACHIS CERVICAL EN CAS DE CERVICALGIE ET/OU NEURALGIE CERVICO BRACHIALE

Introduction : Dans certains cas, cervicalgies et névralgies cervicobrachiales résultent d'une compression nerveuse extra-spinale ou d'une lésion de la région cervicale. Concernant les sciatalgies, l'étude de Laporte et al. a montré que l'ajout d'une séquence coronale STIR dédiée au plexus lombosacré et au pelvis au protocole standard d'IRM pouvait détecter des compression extra spinales de racines nerveuses ou des anomalies de la ceinture pelvienne. Le but de cette étude était de montrer que l'ajout d'une séquence coronale STIR dans l'exploration du rachis cervical pouvait améliorer les performances diagnostique de l'IRM. **Matériel et méthodes :** 204 patients adressés pour cervicalgie et/ou névralgie cervicobrachiale ont été inclus dans cette étude prospective et multicentrique. Les anomalies du rachis cervical et de la région cervicale à l'origine des symptômes ont été notés et comparés entre 3 protocoles comprenant une séquence sagittale STIR standard, une séquence coronale STIR remplaçant la série sagittale STIR, ou à la fois les séquences sagittale et coronale STIR. **Résultats :** Le remplacement de la séquence sagittale STIR par une séquence coronale STIR ou l'ajout d'une séquence coronale STIR ont révélé des anomalies cliniquement pertinentes pour 7 ces 204 patients (3,4%). Parmi ces anomalies, 3 arthropathies latérales C1-C2, 1 scoliose malformative, une arthrite costovertébrale, un épanchement pleural et un cas d'adénomégalies cervicales ont été notée sur la séquence coronale STIR et non décelées avec la séquence sagittale STIR seule. L'analyse statistique n'a pas montré de différence significative entre le protocole comprenant la séquence sagittale STIR seule et ceux avec la séquence coronale STIR en raison du faible nombre de ces cas pathologiques. **Conclusion :** Malgré le manque de différence statistiquement significative entre les 3 protocoles, une séquence sagittale STIR additionnelle ou remplaçant la séquence sagittale STIR a amélioré les performances de l'examen pour 7 des 204 patients, avec des anomalies pathologiques supplémentaires décelées et ayant pu conduire à une prise en charge différente.

Mots-clés : IRM, séquence coronale STIR, cervicalgie, compression radiculaire extra spinale, NCB.

MRI INVESTIGATION OF NECK PAIN AND RADIATING PAIN IN THE UPPER LIMBS: VALUE OF A CORONAL STIR SEQUENCE DEDICATED TO THE CERVICAL SPINE

Introduction: In some cases, neck pain and cervical neuralgia-like symptoms radiating through the upper limbs result from an extraspinal compression of the brachial plexus or from injury to the cervical region. Concerning sciatica-like symptoms, study from Laporte et al. showed that adding a coronal STIR dedicated to the lumbosacral plexus and pelvis to the routine MRI protocol can provide a good depiction of spinal root compression in an extraspinal location or disorders of the pelvic rim. This study aimed to show that adding a coronal STIR sequence dedicated to the cervical spine may provide improvement of the diagnostic value of the MR scan. **Materials and methods:** 204 patients with neck pain with/or neuralgia-like symptoms of suspected cervical origin were included in this prospective multicentric university center study. Cervical spine or cervical region disorders responsible for symptoms were noted and compared in 3 different protocols including a classical sagittal STIR sequence, a coronal STIR sequence replacing the sagittal STIR sequence, and both sagittal and coronal STIR sequence. **Results:** Replacing or additional coronal STIR sequence showed additional relevant pathological findings in 7 of 204 patients (3,4%). Among these findings, 3 C1-C2 lateral facet joint arthropathies, 1 malformative scoliosis, 1 costovertebral arthritis, 1 pleural effusion and 1 case of neck adenomegalia were noted with coronal STIR sequence and missed with the sagittal STIR sequence only. Statistical analysis showed no significant difference between the protocol with sagittal STIR sequence only and those with coronal STIR sequence due to the small number of these relevant pathological findings. **Conclusion:** Despite of the lack of relevant statistical difference between the 3 protocols, a replacing or additional coronal STIR sequence improved the value of the scan in 7 of 204 patients, with additional relevant pathological findings that may have led to different clinical outcome.

Keywords : MRI, coronal STIR sequence, neck pain, extraspinal root compression, brachial neuralgia.

