

UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
FES



Année 2012

Thèse N° 036/12

**LA LUXATION ROTATOIRE ATLOIDO AXOIDIENNE
CHEZ L'ENFANT
(A propos de 03 cas)**

THESE
PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 22/03/2012

PAR
M. ABDELLAOUI HICHAM
Né le 15 Août 1986 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Luxation - Rotatoire - Atlas - Axis - Enfant

JURY

Mme. TIZNITI SIHAM.....	PRESIDENT
Professeur de Radiologie	
M. AFIFI MY ABDRAHMANE.....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique	
M. HARANDOU MUSTAPHA.....	} JUGES
Professeur d'Anesthésie réanimation	
M. ATMANI SAMIR.....	
Professeur de Pédiatrie	
Mme. CHATER LAMIAE.....	MEMBRE ASSOCIE
Professeur assistant de Chirurgie pédiatrique	

PLAN

Introduction	5
Rappel anatomique et physiologique du complexe atloïdoaxoïdien	7
I. Les éléments osseux.....	8
II. Les moyens d'union de la charnière crânio-rachidienne et élément de contention ligamentaires. Les rapports.....	14
III. Rapports	20
IV. Physiologie de l'articulation atloïdo-axoïdienne	22
Radiologie normale de C1-C2.	26
I. Ossification.	27
II. Radiologie standard.	29
III. Tomodensitométrie.....	31
IV. TDM dynamique	35
V. IRM	36
Présentation des cas cliniques.....	39
Discussion	57
I. Etude épidémiologique	58
1) Age.....	58
2) Sexe.....	59
3) Etiologies	60
II. Etude clinique	62
1) Anamnèse.....	62
2) Examen clinique	62
III. Etude anatomopathologique	64
1) Classification des LRAA	64
2) Lésions associées.	67
IV. Etude radiologique	68

1) Radiologie standard	68
2) Tomodensitométrie statique et dynamique	72
3) IRM	77
V. Traitement	80
1) Moyens	80
1-1 Traitement orthopédique	80
1-2 Traitement chirurgical	82
2) Les indications	93
VI. Complications	97
1) Complications immédiates	97
2) Complications des LRAA non traitées	97
3) Complications tardives	100
VII. Résultats globaux et pronostic	103
Conclusion	105
Résumé	108
Bibliographie	112

Liste des abréviations

AA	: atloïdo-axoïdien
AG	: anesthésie générale
ARM	: angiographie par résonance magnétique
DAO	: distance atloïdo-odontoïdienne
IRM	: imagerie par résonance magnétique
LRAA	: luxation rotatoire atloïdo-axoïdienne
ORL	: Otorhinolaryngé
PC	: produit de contraste.
TDM	: Tomodensitométrie
3D	: 3 dimensions

INTRODUCTION

La luxation rotatoire atloïdo-axoïdienne (LRAA) est une pathologie relativement rare, principalement rencontrée chez l'enfant et l'adolescent vu la spécificité anatomique et physiologique de leur rachis cervical.

Elle représente une entité pathologique obscure au vu de sa physiopathologie complexe qui n'est pas complètement élucidée. Ses étiologies sont diverses et comprennent notamment les traumatismes et les infections de la sphère ORL entrants dans le cadre du syndrome de Grisel.

Même si les complications des LRAA sont nombreuses et parfois invalidantes, elle reste sous-diagnostiquée vu la banalité de la symptomatologie et la difficulté d'interprétation des clichés radiologiques.

De nombreuses questions se posent sur la classification, les critères diagnostiques et les modalités thérapeutiques car le nombre de cas relativement bas dans les séries de la littérature ne permet pas toujours d'avoir des réponses statistiques significatives sur la meilleure des prises en charges diagnostique et thérapeutique.

Le traitement reste largement controversé d'où l'intérêt d'un diagnostic initial précis et d'un traitement qui répond aux règles fondamentales de la prise en charge d'un rachis en croissance.

Notre étude est rétrospective portant sur une période de 03 ans réalisée au sein du service de traumatologie-orthopédie pédiatrique du CHU HASSAN II de Fès, et concerne 03 cas de luxations rotatoires C1C2 chez l'enfant. Le but de notre travail est d'analyser nos résultats en fonction de plusieurs paramètres : l'âge, le sexe, les étiologies, la clinique, et les lésions associées, choisir la meilleure stratégie diagnostique et la bonne conduite pratique devant cette pathologie.

RAPPEL ANATOMIQUE
DU COMPLEXE
ATLOÏDO-AXOÏDIEN

I. Les éléments osseux :

1) L'atlas :

Première vertèbre cervicale, elle est profondément modifiée par sa situation et sa fonction par rapport aux vertèbres cervicales types : elle ne présente ni corps, ni apophyse épineuse. Ses apophyses articulaires ont acquis une grande importance, et prennent le nom de masses latérales.

On peut donc décrire :

1-1 Les masses latérales :

∅ La face supérieure porte une surface articulaire, ou cavité glénoïde, ovale, étranglée en son centre, en forme de semelle, destinée à s'articuler avec le condyle de l'occipital. Le grand axe de cette surface est oblique en avant et en dedans ;

∅ La face inférieure porte une facette articulaire plane, orientée en bas et en dedans, et destinée à l'apophyse articulaire supérieure de l'axis ;

∅ La face externe donne attache aux deux racines de l'apophyse transverse et, circonscris avec elle, le trou transversaire ; la transverse ne présente qu'un tubercule ;

∅ La face interne, moins haute, présente à sa partie antérieure un gros tubercule donnant insertion au ligament transverse.

1-2 L'arc postérieur :

Mince, présente un tubercule postérieur, reliquat de l'apophyse épineuse. De chaque côté, la face supérieure est excavée en une gouttière destinée à l'artère vertébrale, qui contourne le bord postérieur de la cavité glénoïde.

1-3 L'arc antérieur :

Également mince, présente aussi un tubercule antérieur, très saillant, vestige du corps de la vertèbre.

La face postérieure présente au milieu une facette articulaire pour l'apophyse odontoïde.

1-4 Le trou vertébral :

Très large, est divisé en deux parties par le ligament transverse :

- En avant, il loge l'apophyse odontoïde et l'axis ;
- En arrière, il contient le bulbe rachidien.

2) L'axis :

Deuxième vertèbre cervicale, elle réalise une transition entre l'atlas et la vertèbre type. Elle est caractérisée par l'existence d'une grosse apophyse odontoïde, reliquat du corps de l'atlas qui est fusionné avec l'axis.

2-1 Le corps :

Très haut, aplati d'avant en arrière, il comporte :

La face antérieure présente une crête médiane qui donne insertion au ligament atloïdo-axoïdien,

La face supérieure porte l'apophyse odontoïde ou dent, véritable pivot des mouvements de rotation de la tête, dont les diverses portions sont :

- La base : élargie, par laquelle elle se fixe au corps,
- Le col : portion rétrécie et fragile,
- Le corps : portant une facette articulaire antérieure pour l'arc antérieur de l'atlas et une facette postérieure pour le ligament transverse,

- Le sommet donne insertion au ligament occipito-odontoidien médian,
- La face inférieure se prolonge en avant par un « bec ».

2-2 Les apophyses transverses :

Elles ne présentent qu'un tubercule à leur sommet.

2-3 Les apophyses articulaires ne sont pas placées l'une au-dessus de l'autre :

- Les supérieures, orientées en haut et en dehors, sont situées de part et d'autre de l'apophyse odontoïde,
- Les inférieures, situées sous les lames, sont en arrière et en dehors des supérieures.

2-4 L'apophyse épineuse :

Elle est volumineuse et saillante, bifurquée vers le bas.

2-5 Le trou vertébral :

Il est en forme de « cœur de carte à jouer » [1,2]



Figure 1 : complexe atloïdo-axoïdien en vue postérieure (figure à gauche) et antérieure (figure à droite) [3].



Figure 2 : première vertèbre cervical atlas en vue antéro-inférieure (figure à gauche) et postéro-supérieure (figure à droite) [3].

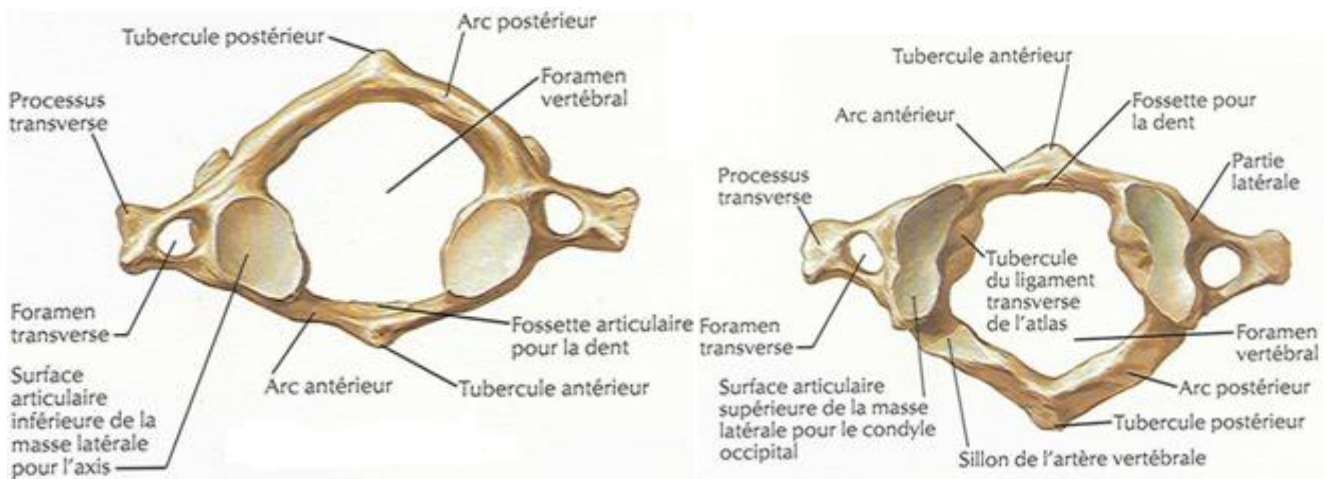


Figure 3 : schéma de la première vertèbre cervical atlas en vue inférieure (figure à gauche) et supérieure (figure à droite) [4].

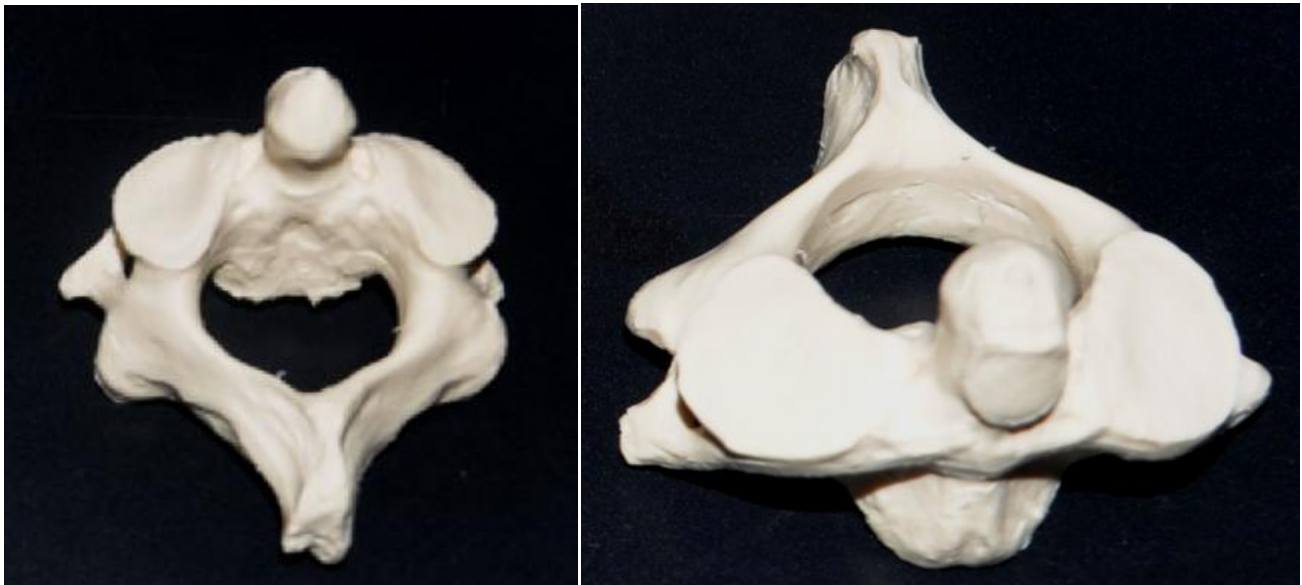


Figure 4 : deuxième vertèbre cervical axis en vue antéro-supérieure (figure à droite) et postéro-supérieure (figure à gauche) [3].

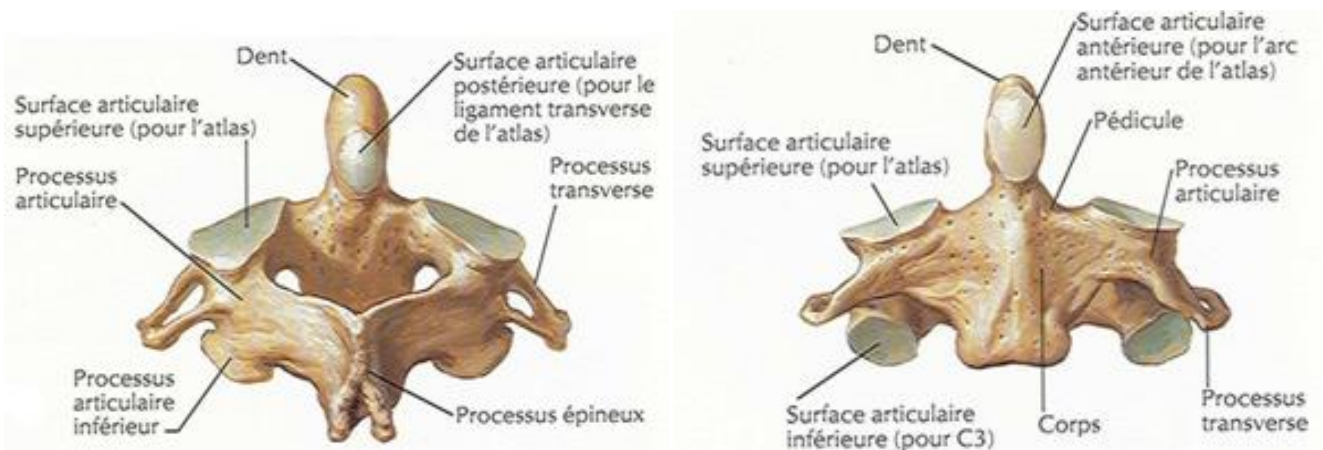


Figure 5 : deuxième vertèbre cervical axis en vue antérieure (figure à droite) et postéro-supérieure (figure à gauche) [4].



Figure 6 : rachis cervical supérieur en vue postérieure (figure à gauche) et de profil (figure à droite) montrant l'émergence des racines nerveuses cervicales et le cheminement de l'artère vertébrale [3].



Figure 7 : vue antérieure du rachis cervical [3].

II. Les moyens d'union de la charnière crânio-rachidienne et

élément de contention :

Elle forme un ensemble anatomique qui nécessite une description spéciale, parce qu'il associe 3 articulations :

1) Articulation de l'occipital avec l'atlas : diarthrose bicondylienne, elle présente :

1-1 Des surfaces articulaires :

- En haut : les condyles de l'occipital, fortement convexes d'avant en arrière, de forme elliptique à grand axe oblique en avant.
- En bas : les cavités glénoïdes de l'atlas, inversement conformées, à la partie supérieure des masses latérales.

1-2 Des ligaments : renforçant la capsule,

- Ligament occipito-atloïdien antérieur : sous forme de 2 lames (superficielles et profondes) tendues du bord antérieur du trou occipital à l'arc antérieur de l'atlas ;
- Ligament occipito-atloïdien postérieur : appelé aussi membrane occipito-atloïdienne, il s'étend du bord postérieur du trou occipital à l'arc postérieur de l'atlas.

2) Articulation de l'atlas avec l'axis : elle se compose de :

2-1 Articulation atloïdo-axoïdienne latérale :

- Les facettes articulaires ne correspondent pas aux autres facettes sous-jacentes, car elles sont plus antérieures, au niveau des corps vertébraux ; elles réalisent donc une rupture de la colonne des articulaires.
- Les facettes correspondantes de l'atlas et de l'axis sont « en selle », mais le cartilage d'encroûtement les rend l'une et l'autre convexes, ce qui permet le pivotement de l'atlas sur l'axis.
- Les ligaments renforcent la capsule :
 - Ø Ligament atloïdo-axoïdien antérieur : de l'arc antérieur de l'atlas au corps de l'axis,
 - Ø Ligament atloïdo-axoïdien postérieur : appelé aussi membrane il est l'homologue des ligaments jaunes et va de l'arc postérieur de l'atlas aux lames de l'axis.

2-2 Articulation atloïdo-axoïdienne médiane :

Articulation à pivot, elle est caractéristique de la charnière crânio-rachidienne, avec un axe vertical, l'odontoïde, autour duquel s'effectuent les mouvements de l'atlas.

Elle comprend 2 parties :

- Antérieure ou atloïdo-odontoïdienne, entre la face postérieure de l'arc antérieur de l'atlas, et la face antérieure de l'apophyse odontoïde.
- Postérieure ou syndesmo-odontoïdienne, entre le ligament transverse de l'atlas et la face antérieure de l'apophyse odontoïde.
- L'ensemble forme un anneau fibreux à l'intérieur duquel peut tourner le pivot axoïdien.

2-3 Articulation de l'occipital avec l'axis : elle comporte 2 sortes de ligaments :

- Entre l'occipital et le corps de l'axis :

∅ Le ligament cruciforme dont le faisceau longitudinal est tendu entre le bord antérieur du trou occipital et la face postérieure du corps de l'axis ;

∅ Le ligament occipito-axoïdien, avec un faisceau médian, et 2 faisceaux latéraux, le double en arrière, et se confond avec le ligament vertébral commun postérieur.

- Entre l'occipital et l'apophyse odontoïde : l'odontoïde est reliée au bord antérieur du trou occipital par 3 ligaments :

∅ un médian : le ligament de l'apex de la dent,

∅ deux latéraux : les ligaments alaires, forts trousseaux fibreux, courts et épais, presque horizontaux, légèrement obliques d'arrière en avant, surcroisant en X la direction du ligament transverse. Ils sont les stabilisateurs secondaires du complexe atloïdo-axoïdien prévenant les mouvements rotatoires excessifs.

2-4 L'apophyse odontoïde : présente donc des rapports ostéofibreux complexe.

En arrière : elle est séparées du bulbe rachidien par un triple plan ligamentaire, formé d'avant en arrière par :

- Le ligament cruciforme subdivisé en 2 faisceaux :

∅ L'un transversal qui n'est autre que le ligament transverse : étendu horizontalement d'une masse latérale de l'atlas à l'autre, très incurvé en avant, limitant ainsi les déplacements latéraux et surtout

antéropostérieurs de l'odontoïde. C'est le premier stabilisateur du complexe atloïdo-axoïden.

Ø L'autre longitudinal, entre le trou occipital et le corps de l'axis.

- Le ligament occipito-axoïdien.
- Le ligament vertébral commun postérieur.

En avant : l'arc antérieur de l'atlas surmonté par le ligament occipito-atloïdien antérieur, et surmontant le ligament atloïdo-axoïdien antérieur.

En haut : elle est suspendue au trou occipital par le ligament de l'apex et les ligaments alaires [1,5].

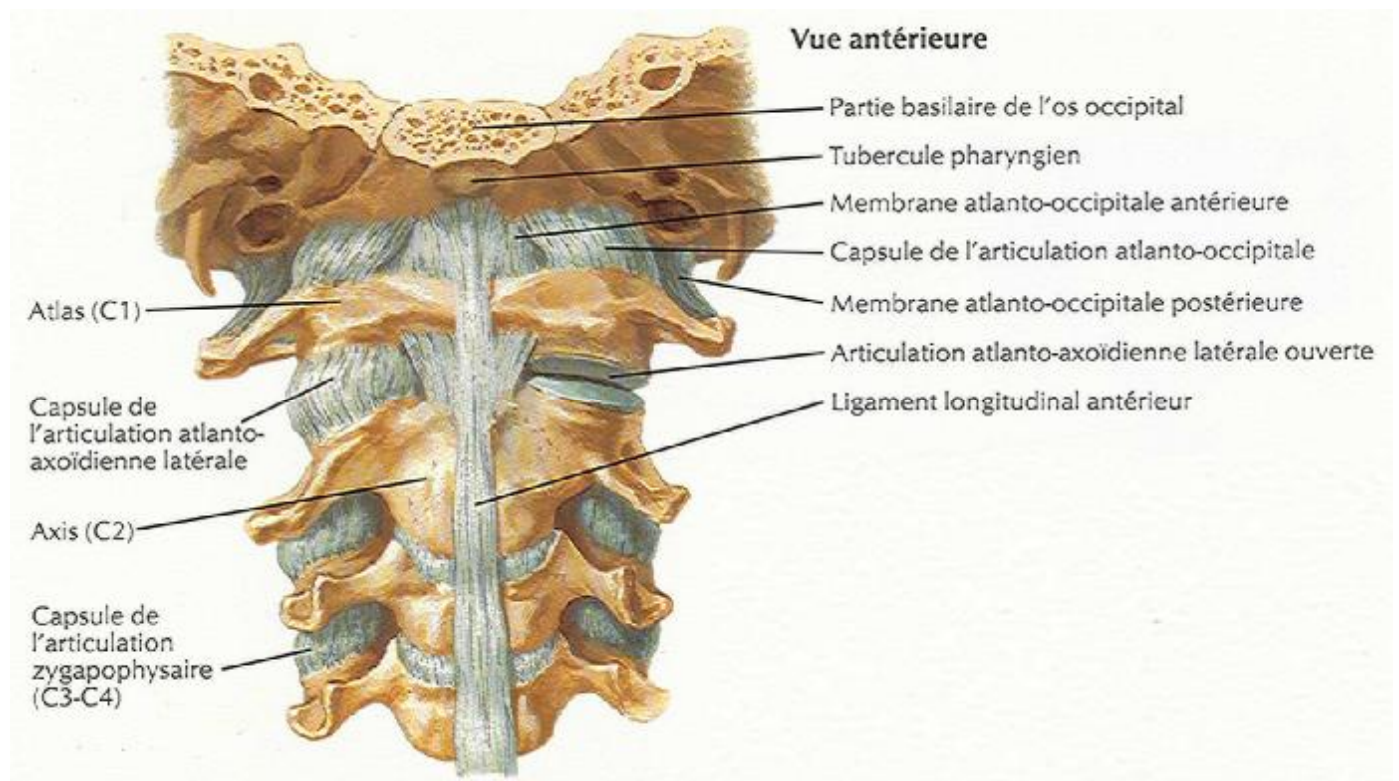


Figure 8 : schéma de la colonne cervicale montrant les ligaments crâno-vertébraux externes en vue antérieure [4].

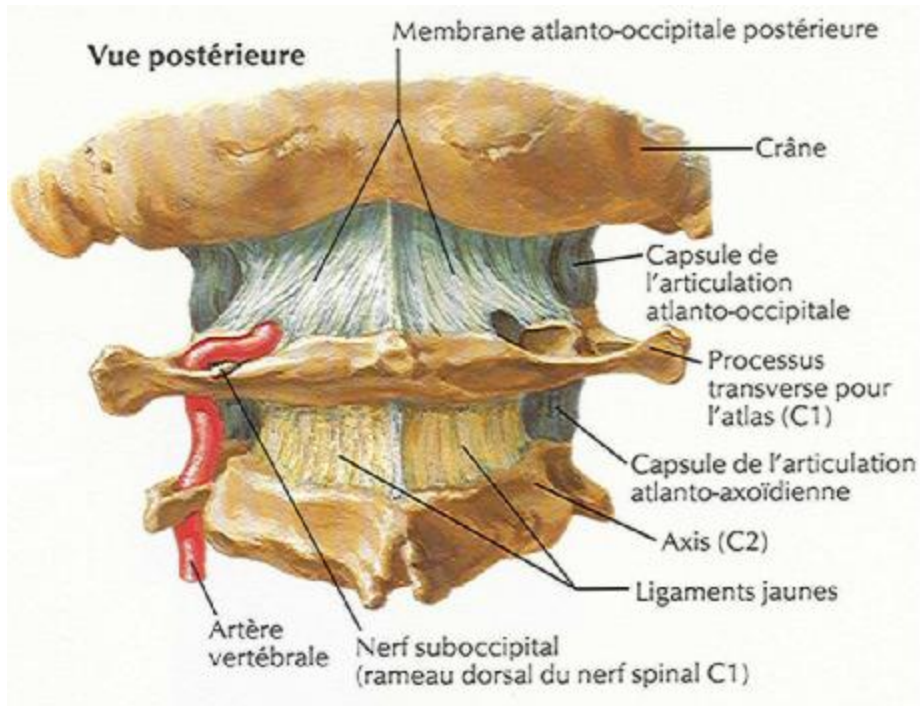


Figure 9 : schéma de la colonne cervicale montrant les ligaments crânio-vertébraux externes en vue postérieure [4].

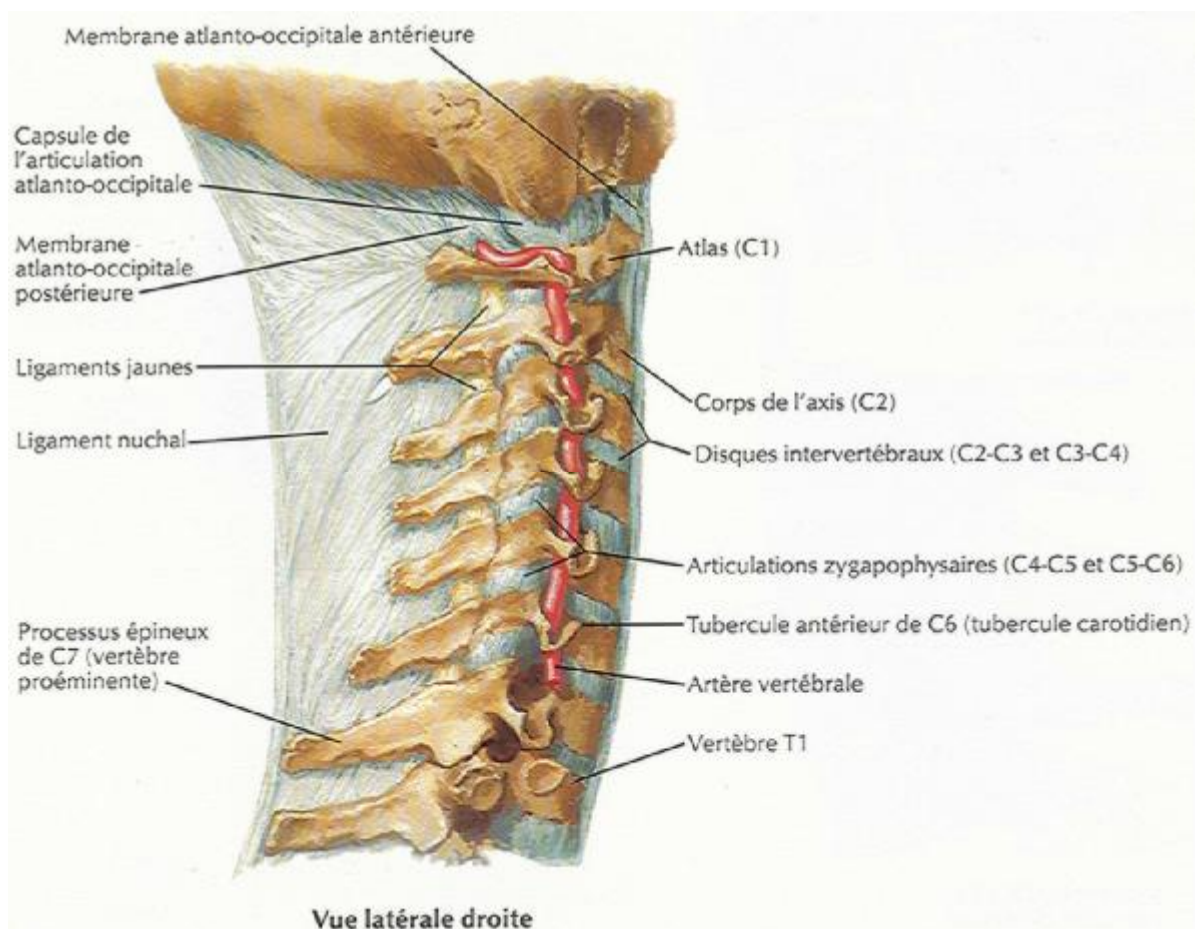


Figure 10 : schéma de la colonne cervicale montrant les ligaments crânio-vertébraux externes en vue latérale droite [4].

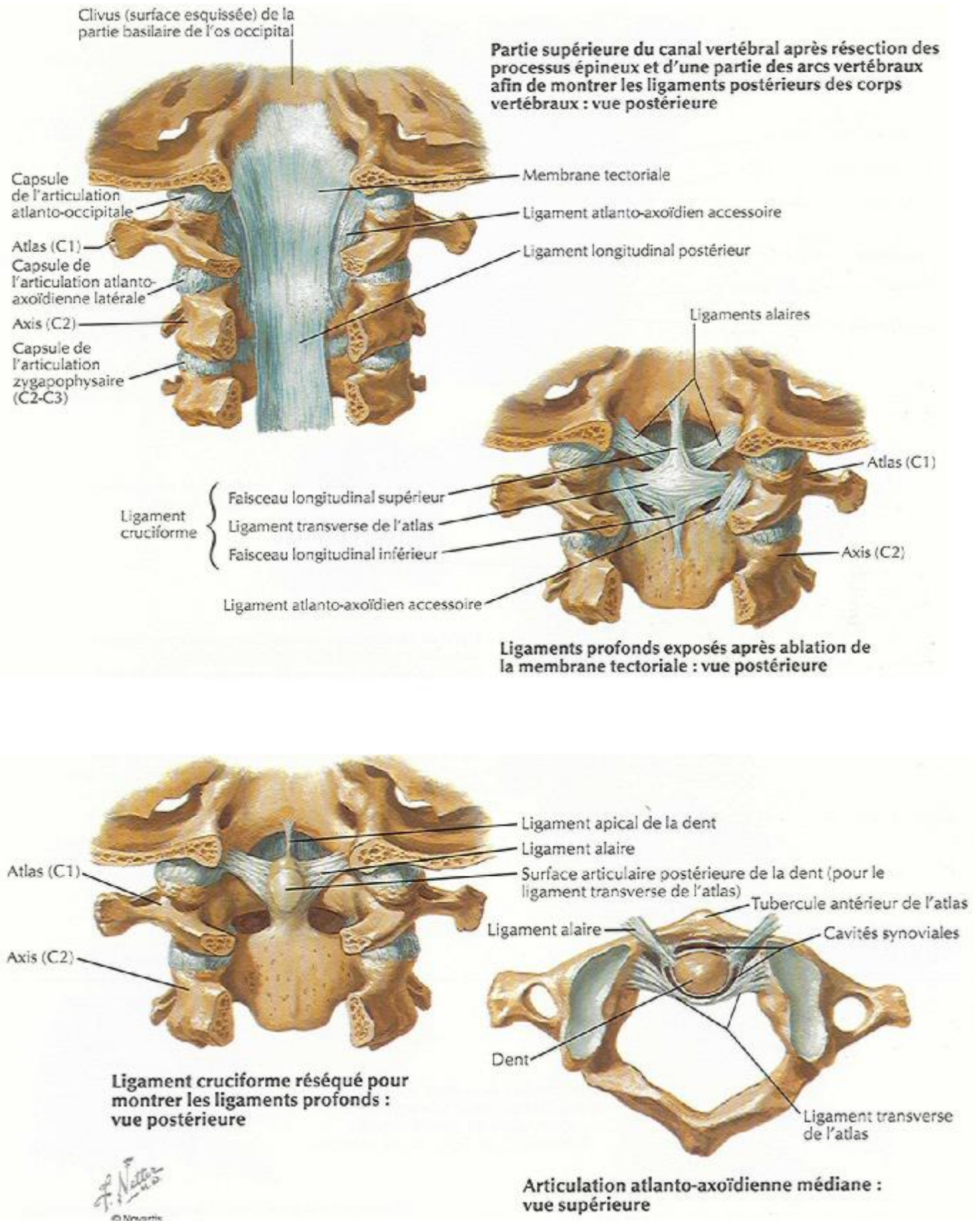


Figure 11 : schéma du rachis cervical supérieur montrant les ligaments crânio-vertébraux internes [4].

III. RAPPORTS

1) Rapports du rachis sous-occipital avec l'axe nerveux :

Le système nerveux cérébro-spinal est contenu à l'intérieur de la boîte crânienne et du canal rachidien. Le bulbe, qui sort par le trou occipital, et la moelle épinière cervicale, qui donne naissance aux racines du plexus cervical et plexus brachial, sont ainsi protégés par le canal rachidien cervical. Ils ont donc des rapports très étroits avec le rachis cervical, plus particulièrement au niveau du rachis sous occipital, qui est la région servant de pivot, très mobile, la plus sollicitée mécaniquement.

L'intégrité des éléments de contention ligamentaires et les facteurs osseux de stabilité est donc primordiale. Ainsi, toute fracture de la base de l'odontoïde désolidarise complètement C1 et C2. L'atlas peut ainsi basculer en arrière ou, ce qui est plus grave, en avant, ce qui entraîne une compression du bulbe et donc probable mort immédiate.

De même, toute rupture du ligament transverse permet la luxation antérieure de C1 sur C2, entraînant une compression du bulbe par l'intermédiaire de l'odontoïde.

Il en découle que la flexion du rachis cervical, lors d'une manipulation pour le relèvement d'un blessé, peut être dangereuse par le déplacement d'une éventuelle lésion rachidienne. Il convient donc qu'un sauveteur ait pour tâche unique de tirer la tête dans l'axe du rachis et de la porter en légère extension, pour éviter tout déplacement d'une éventuelle lésion.

2) Rapports du rachis sous-occipital avec les racines cervicales :

Le premier nerf cervical sort par un orifice situé au niveau du ligament occipito-atloïdien postérieur, juste en arrière des masses latérales de l'atlas.

Le deuxième nerf cervical émerge par un orifice situé en arrière de l'articulation atloïdo-axoïdienne ; sa branche postérieure constitue le grand nerf occipital d'Arnold.

Le troisième nerf cervical, quant à lui, sort par le trou de conjugaison entre l'axis et C3.

3) Rapports du rachis sous-occipital avec les éléments vasculaires :

Les vaisseaux vertébraux, passant dans les canaux transversaires, sont très à l'étroit, ce qui entraîne un grand risque de lésion ou de compression.

L'artère vertébrale est la plus importante au niveau fonctionnel. Collatérale de l'artère sous-clavière, elle traverse le creux sus-claviculaire, pénètre dans le canal transversaire de la sixième vertèbre cervicale, puis monte dans les canaux transversaires, verticalement. Après avoir franchi le canal transversaire de C1, elle s'horizontalise et forme une courbe à concavité antéro-interne sur la partie postérieure des masses latérales de C1. Elle traverse la membrane occipito-atloïdienne postérieure, puis la dure-mère, contourne la face latérale du bulbe rachidien, et pénètre dans le crâne par le trou occipital.

Les artères vertébrales vascularisent une grande partie de l'encéphale, et, par les branches radiculaires, la moelle épinière.

Elles sont chacune accompagnées d'une veine vertébrale et de filets du sympathique cervical ou nerf de François Franck.

Dans tout mouvement du rachis cervical, les artères se déforment, en changeant de direction, en s'allongeant, en se couchant, etc..., souvent même jusqu'aux limites de la sécurité hémodynamique [1,5].

IV. PHYSIOLOGIE DES ARTICULATIONS ATLOIDO-AXOIDIENNES :

L'atlas et l'axis s'articulent par l'intermédiaire de trois articulations :

- l'articulation atloïdo-odontoïdienne, axiale, l'apophyse odontoïde servant de pivot ;
- les deux articulations atloïdo-axoïdiennes, latérales et symétriques, composées de la face inférieure des masses latérales de C1 et des surfaces articulaires supérieures de C2.

L'analyse des mouvements se fait dans les trois axes de l'espace.

1) La flexion-extension des articulations atloïdo-axoïdiennes et atloïdo-odontoïdienne :

Le ligament transverse maintient étroitement l'arc antérieur de C1 au contact de l'odontoïde, le centre du mouvement de flexion-extension de C1 sur C2 est donc un point situé à peu près au centre de l'apophyse odontoïde vue de profil.

Il en découle que les facettes inférieures des masses latérales de C1 roulent et glissent en même temps sur les surfaces articulaires supérieures de C2, comme les condyles fémoraux roulent et glissent simultanément dans les cavités glénoïdes du tibia.

Cette articulation présente une certaine souplesse, le ligament transverse étant déformable, d'une part, ce dernier étant logé dans la gouttière postérieure de l'odontoïde qui est cartilagineuse, d'autre part. Le ligament peut donc s'incurver soit vers le haut dans l'extension, soit vers le bas dans la flexion.

La comparaison de radiographies de profil prises lors de mouvements extrêmes de flexion-extension du rachis cervical permet d'évaluer l'amplitude de flexion-extension du rachis sous-occipital. Cette dernière est calculée en soustrayant à l'amplitude totale de flexion-extension au niveau de l'ensemble du rachis cervical (130°) l'amplitude de flexion-extension au niveau du rachis cervical inférieur (100-110°) : 20-30°.

2) La rotation au niveau des articulations atloïdo-axoïdiennes et atloïdo-odontoïdienne :

Ce mouvement correspond au rôle fonctionnel essentiel de l'articulation atloïdo-axoïdienne.

L'articulation atloïdo-odontoïdienne est une trochoïde, formée :

- d'une part, d'une surface cylindrique pleine, l'apophyse odontoïde, ou presque cylindrique, ce qui permet les mouvements de flexion extension ;
- d'autre part, d'un cylindre creux recevant ce cylindre plein, formé en avant par l'arc antérieur de C1, sur les côtés par les masses latérales de C1 comportant sur leur face interne un tubercule bien marqué sur lequel se fixe le ligament transverse, puissant ligament étendu transversalement en arrière de l'odontoïde.

Cette articulation, donc formée par l'odontoïde encastré dans un anneau ostéo-ligamentaire, présente en avant une articulation de type synovial, avec une cavité articulaire, une capsule, une synoviale et deux replis (gauche et droit), mettant en contact la facette antérieure de l'odontoïde et la facette postérieure de l'arc antérieur de C1.

En arrière, une articulation sans capsule, située à l'intérieur d'un tissu cellulo-adipeux comblant l'espace entre l'anneau ostéo-ligamentaire et l'odontoïde, met en

contact les surfaces fibro-cartilagineuses de la face postérieure de l'odontoïde et de la face antérieure du ligament transverse.

Lors du mouvement de rotation, l'odontoïde reste fixe, tandis que c'est l'anneau oséo-ligamentaire, formé par l'atlas et le ligament transverse, qui tourne autour d'un centre correspondant à l'axe de l'odontoïde, la capsule articulaire se détendant du côté vers lequel la rotation a lieu, se tendant du côté opposé.

Parallèlement, les deux articulations atloïdo-axoïdiennes, liées mécaniquement, se déplacent, une masse latérale de C1 avançant tandis que l'autre recule, suivant ainsi le sens de la rotation.

Par exemple, une rotation de la gauche vers la droite entraîne l'avancée de la masse latérale gauche de C1 et le recul de la masse latérale droite.

Or, ces masses latérales se déplacent sur une surface non plane ; en effet, les surfaces articulaires supérieures de C2 sont convexes d'avant en arrière ; le trajet des masses latérales de C1 n'est donc pas rectiligne mais curviligne à convexité supérieure.

L'atlas subit donc, lors de la rotation sur C2, un déplacement vertical vers le bas de deux à trois millimètres ; le mouvement est donc hélicoïdal, le pas de l'hélice étant faible, une hélice pour la rotation dans un sens, une hélice de pas inverse pour une rotation dans le sens opposé.

Une rotation par glissement d'une seule articulation est possible, l'autre restant immobile, le centre de déplacement passant par l'articulation fixe. Ceci est permis par la possibilité de déplacement de l'apophyse odontoïde, due à une certaine élasticité du ligament transverse, et par des mouvements de flexion-extension ou d'inclinaison associés.

L'amplitude de rotation propre à l'articulation atloïdo-axoïdienne est difficile à évaluer.

3) Inclinaison latérale :

Les articulations occipito-atloïdienne et atloïdo-axoïdienne peuvent présenter un certain degré d'inclinaison latérale.

L'amplitude globale est de 30 à 40°, vite arrêtée par la tension des membranes atloïdo-occipitales.

4) Mouvements combinés :

L'articulation atloïdo-axoïdienne complète ou corrige ainsi les mouvements rotationnels de la colonne cervicale, ce qui donne une gamme de possibilités de rotation et d'inclinaison de la colonne cervicale très importante.

Par exemple si le rachis cervical inférieur s'incline à droite, ce mouvement s'accompagne mécaniquement d'une rotation de celui-ci vers la droite. Deux solutions sont possibles :

- soit la rotation de l'articulation atloïdo-axoïdienne se fait dans le même sens ; rotation et inclinaison s'additionnent, ce qui permet de toucher l'épaule avec le menton ;
- soit la rotation de l'articulation se fait en sens inverse, ce qui permet d'incliner le cou sans rotation de tête, donc de regarder droit devant, et même, par une contre-rotation plus importante, de tourner la tête vers la gauche, donc de regarder le ciel.

A l'inverse, la rotation du rachis cervical inférieur s'accompagnant toujours d'une inclinaison, le rachis sous-occipital permet ainsi d'obtenir soit une rotation pure, en contrebalançant l'inclinaison, soit une inclinaison pure, en contrebalançant la rotation. [1,2,5]

RADIOLOGIE DU
COMPLEXE
ATLOÏDO-AXOÏDIEN

I. Ossification : [6]

Jusqu'à l'âge de 8 à 9 ans, le rachis cervical de l'enfant diffère de celui de l'adulte car les vertèbres n'ont pas terminé leur ossification et sont constituées de noyaux d'ossification primaires dont la calcification va augmenter progressivement.

La vertèbre c1 est formée par 3 points d'ossification :

- Un antérieur et médian : arc antérieur.
- Deux latéraux et symétriques : arcs neuraux.

Ces 3 pièces sont reliées par 3 synchondroses : deux antérieures et symétriques et une postérieure et médiane fermant l'arc neural.

L'arc neural n'est que partiellement calcifié et donc radiologiquement visible chez seulement 20% des nouveau-nés. Il apparaît généralement entre 9 et 12 mois.

L'arc postérieur se ferme vers 3 ans et les deux synchondroses antérieures ne fusionnent que vers 7 ans.

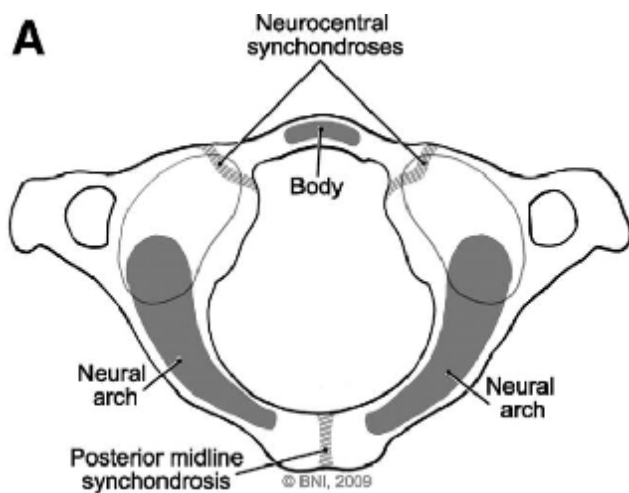


Figure 12 : Illustration montrant les centres d'ossification et synchondroses de l'atlas. [7]

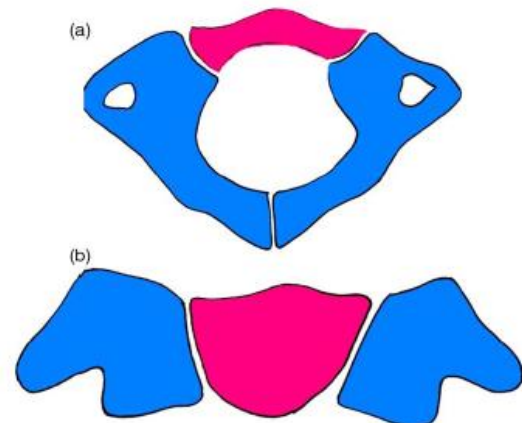


Figure 13 : Schéma d'ossification de C1
(a) vue axiale
(b) vue de face [6]

(Arc antérieur en rouge et arcs neuraux en bleu)

La vertèbre C2 est formées par 5 points d'ossification primaires mais à la naissance seuls 4 d'entre eux sont identifiables, car les 2 correspondant à l'odontoïde ont fusionné vers le 7ème mois fœtal. Un liseré d'ostéosclérose vertical séparant la dent en deux peut persister.

L'extrémité du processus odontoïde est souvent bifide. Un point d'ossification secondaire apparaît entre 3 et 6 ans et coiffe l'odontoïde ; il doit être fusionné à 12 ans et sa persistance n'est pas une variante normale : c'est une zone de fragilité et l'os odontoïdeum peut être symptomatique à l'origine de cervicalgies, voire d'instabilité.

4 synchondroses sont présente au niveau de C2, 3 superposables à celles de C1 et se fermant en même temps, et une située entre le corps de C2 et l'odontoïde. A ce niveau, la fusion s'effectue entre 3 et 6 ans mais un liseré d'ostéosclérose peut persister jusqu'à 11 ans.

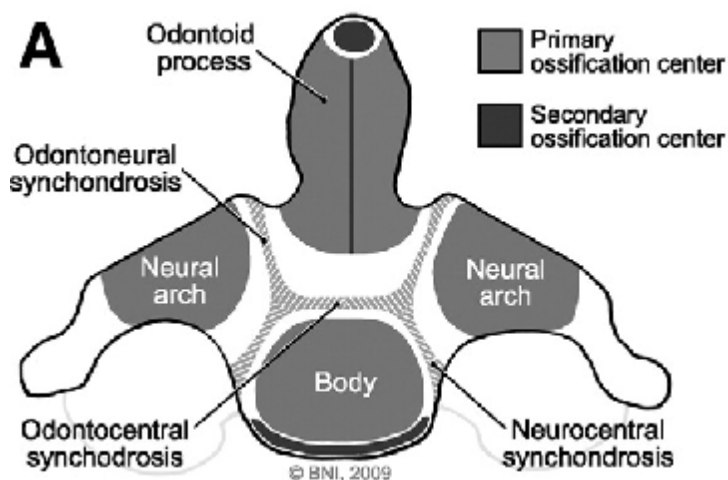


Figure 14 : Illustration montrant les centres d'ossification et les synchondroses de l'axis [7].

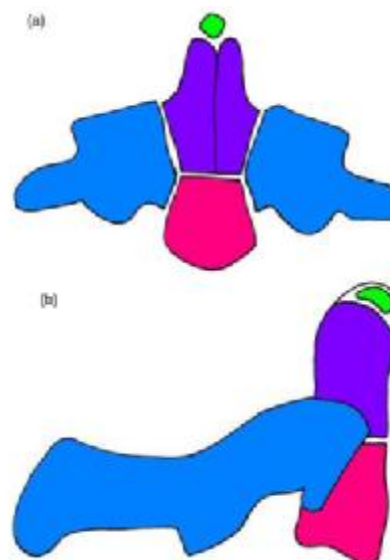


figure 15 : schéma d'ossification de C2

(a) vue de face

(b) vue de profil

(Arc antérieur en rouge, arcs neuraux en bleu, os odontoïde en violet et point d'ossification secondaire en vert). [6]

II. La radiologie standard :

1) Cliché de face bouche ouverte :

Position du patient : assis, tête droite ; bouche ouverte au maximum pour libérer C1-C2, voir C3 de la superposition de la mandibule (incidence antéro-postérieure).

Point de centrage au bord inférieur des incisives supérieures avec rayon directeur horizontal.

Critères de réussite : l'odontoïde et l'épineuse de l'axis sont sur la ligne médiane. Le bord inférieur des incisives supérieures et la face inférieure de l'occipital sont superposés.

Résultats : bonne visibilité des masses latérales de C1 et C2 (alignement des bords externes) et de l'odontoïde (analyse de l'espace séparant l'odontoïde des masses latérales de C1) [8].

2) Cliché de profil :

Position du patient : assis, épaules tombantes, tête parallèle au plan du film, plan occlusal horizontal.

Point de centrage : à la verticale du CAE, à mi-hauteur entre l'angle mandibulaire et l'épaule (soit C4) avec un rayon directeur horizontal.

Critères de réussite : superposition des angles mandibulaires, des apophyses articulaires droites et gauches. Absence de dédoublement des murs postérieurs. Dégagement de tous les interlignes discaux et articulaires postérieurs. Visualisation de tout le rachis cervical jusqu'en C7-D1. [8]

Résultats:

- Etude de la courbure rachidienne.
- Structure et morphologie des corps vertébraux.

- Alignement des murs postérieurs.
- Hauteur des espaces intervertébraux.
- Position et morphologie des arcs postérieurs.
- Ligne spino-laminaire.
- Diamètre antéro-postérieur du canal cervical.
- Epaisseur des parties molles pré-vertébrales.
- Respect de la distance atloïdo-odontoidienne normale.

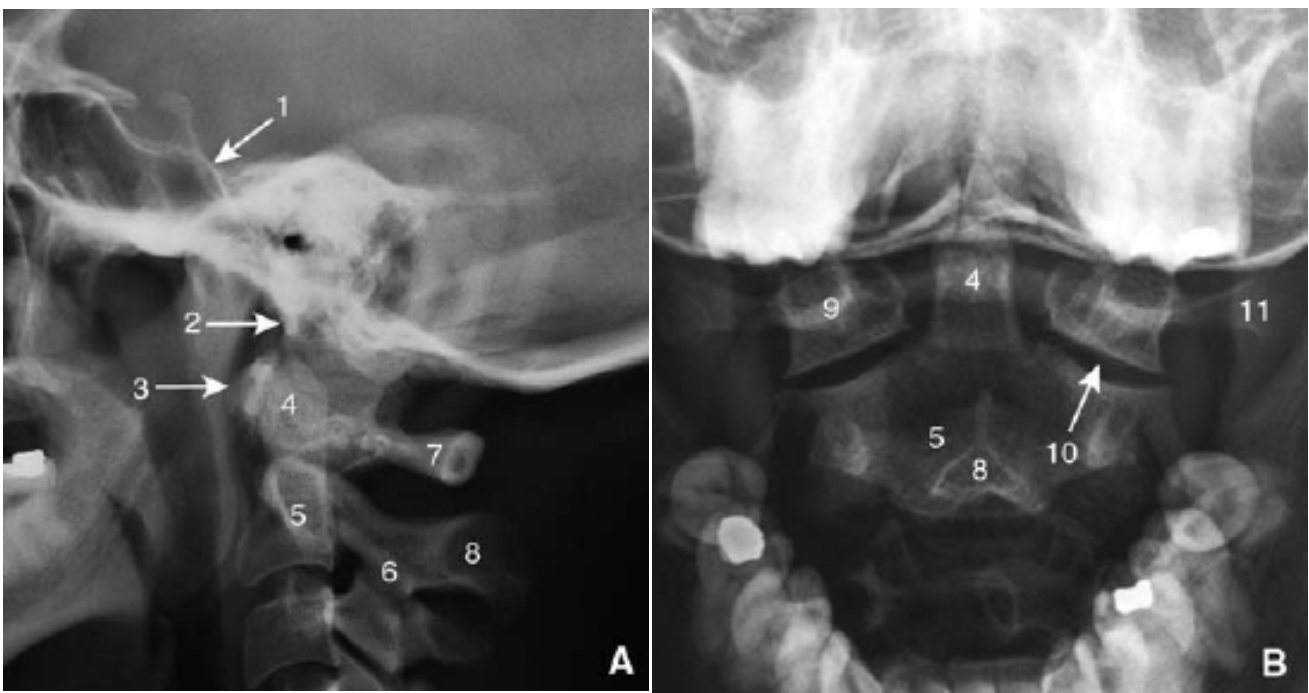


Figure 14 : radiographie standard normale de la charnière cervicocrânienne en incidence latérale (A) et en incidence antéropostérieure « bouche ouverte » (B). [9]

1. clivus ; 2. Basion ; 3. arc antérieur de l'atlas ; 4. Odontoïde ; 5. Corps de l'axis ; 6. Processus articulaire intérieur de l'axis ; 7. Arc post de l'atlas ; 8. Apophyse épineuse de l'axis ; 9. masse latéral de l'atlas ; 10. Articulation AA latérale ; 11. processus transverse de l'atlas.

III. La tomodensitométrie :

Le scanner fournit, à ce niveau, des coupes axiales perpendiculaires au grand axe du rachis particulièrement informatives.

La finesse de l'anatomie du rachis cervical implique l'utilisation d'une technique TDM adaptée : coupes fines, très haute définition, focalisation, nécessité fréquente d'une injection intraveineuse de produit de contraste.

Technique de réalisation :

- Le patient est installé en décubitus dorsal, tête calée dans une têtère adaptée, les épaules abaissées au maximum. L'alignement du rachis cervical, strictement de face, et l'immobilisation du patient doivent être particulièrement soigneux.
- Si une injection IV de produit de contraste est prévue, une voie d'abord sera installée avant le positionnement du patient afin d'éviter tout mouvement secondaire de celui-ci.
- On réalise une radiographie digitalisée de repérage (« scout view ») sur laquelle seront positionnées les coupes à effectuer. Celles-ci sont adaptées au problème posé. Elles sont placées parallèlement au plan des disques à étudier) et mesurent 1 à 2 mm d'épaisseur. Elles sont jointives ou espacées de 1 mm. Les coupes vont de zone saine à zone saine, débordant de part et d'autre la zone pathologique à étudier.
- L'étude des coupes est faite systématiquement à fenêtre osseuse (300-1500 UH environ) et fenêtre des parties molles (50-400 UH).
- Toute image anormale fait l'objet d'une mesure de densité (à examiner avec un œil critique car les densités intracanales sont sujettes à de multiples artefacts).

- Nous utilisons plus volontiers un filtre « dur » dans la mesure où, étant donné la petite taille des structures, une excellente définition spatiale est demandée. Si une bonne résolution en densité est nécessaire, un filtre « mou » peut être utilisé.
- Pour l'étude du rachis cervical supérieur, il est nécessaire d'incliner les plans de coupe, à la demande, en fonction de la radiographie digitalisée de repérage, de façon à éviter au maximum les amalgames dentaires qui provoquent des artefacts extrêmement gênants.

Morphologie normale des coupes TDM du rachis cervical supérieur :

- Ces coupes sont extrêmement proches des coupes anatomiques.
- La plus importante est celle qui passe par l'anneau atloïdien. Elle montre parfaitement les rapports entre l'odontoïde et l'arc antérieur de C1, l'odontoïde est plaqué contre la face postérieure de l'arc antérieur. L'interligne articulaire est mince et régulier.
- L'apophyse odontoïde est située à mi-distance entre les masses latérales de C1. On distingue les tubercules d'insertion du ligament transverse et, notamment après injection IV de contraste, le ligament transverse lui-même à fenêtre des parties molles : il s'agit d'une bande de 2 mm d'épaisseur prenant le contraste, parallèle à la face postérieure de l'apophyse odontoïde. L'espace épidual est particulièrement large et riche en veines à ce niveau.
- La moelle et le bulbe sont bien vus dans un LCR abondant. On peut suivre l'anatomie des artères vertébrales, notamment leur boucle en arrière de la masse latérale de C1 et leur trajet sous-arachnoïdien jusque dans la fosse postérieure.

- Les reconstructions 3 dimensions et les reconstructions sagittales, indispensables, sont d'une aide précieuse et permettent de compléter l'exploration de la région. [10]

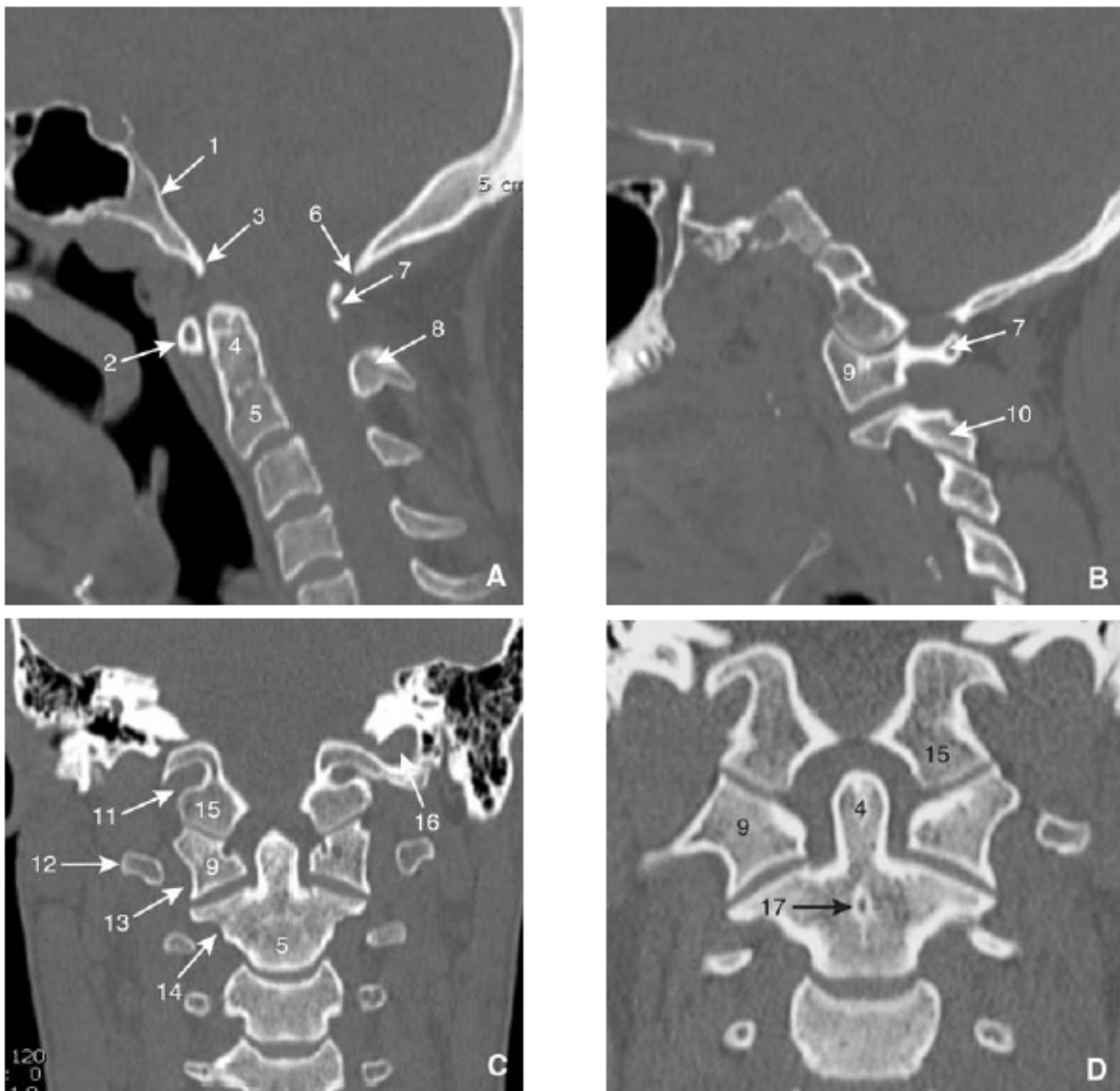


Figure 15 : scanner de la charnière cervicocrânienne en coupes sagittales médianes (A), sagittales paramédiannes (B) et coronales (C, D). [9]

- 1. Clivus ; 2. Arc antérieur de C1 ; 3. Basion ; 4. Dent de l'axis ; 5. Corps de l'axis ; 6. Opisthion ; 7. Arc post 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 nourissier du corps de l'axis.

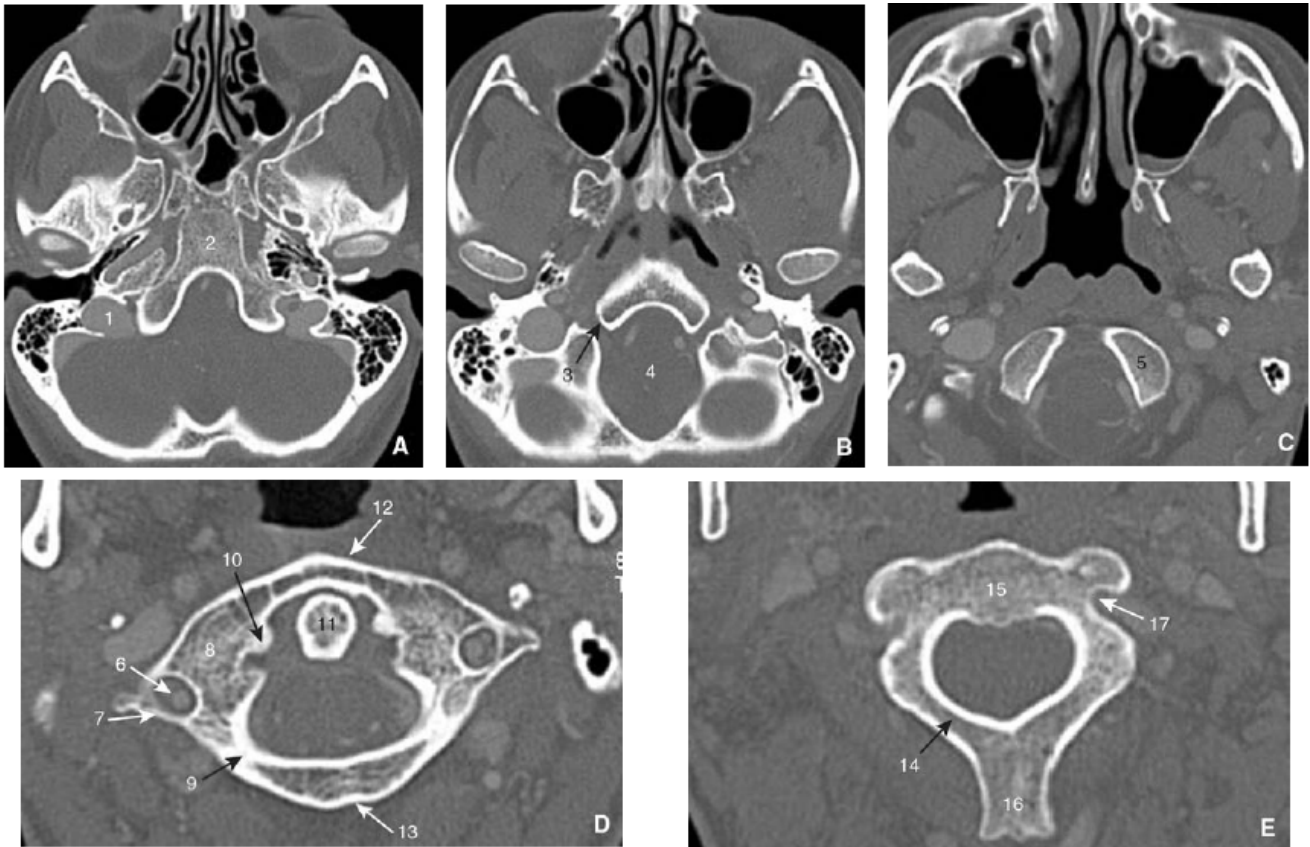


Figure 16 : coupes scannographiques axiales de la partie crânienne de la charnière cervicocrânienne (A et C), de l'atlas (D) et de l'axis (E) [9].

1. Foramen jugulaire ; 2. Partie basilaire de l'os occipital ; 3. Canal du nerf hypoglosse ; 4. Foramen magnum ; 5. Condyle occipital ; 6. Foramen transverse de l'atlas ; 7. Processus transverse de l'atlas ; 8. Masse latéral de l'atlas ; 9. Sillon de l'artère vertébrale ; 10. Tubercule de l'insertion du ligament transverse ; 11. Dent de l'axis ; 12. Arc antérieur de l'atlas ; 13. Arc post de l'atlas ; 14.lame de l'axis ; 15. Corps de l'axis ; 16. Apophyse épineuse de l'axis ; 17. Foramen transverse de l'axis.

IV. TDM dynamique :

La pratique d'un examen dynamique peut aussi être riche d'enseignement, les coupes sur C0, C1 et C2 étant réalisées en position fixée, en rotation vers le côté de la déformation et vers le côté opposé [11].

La technique est la même que celle décrite pour une TDM statique sauf que sa réalisation et son interprétation sont délicates chez le jeune enfant [12].

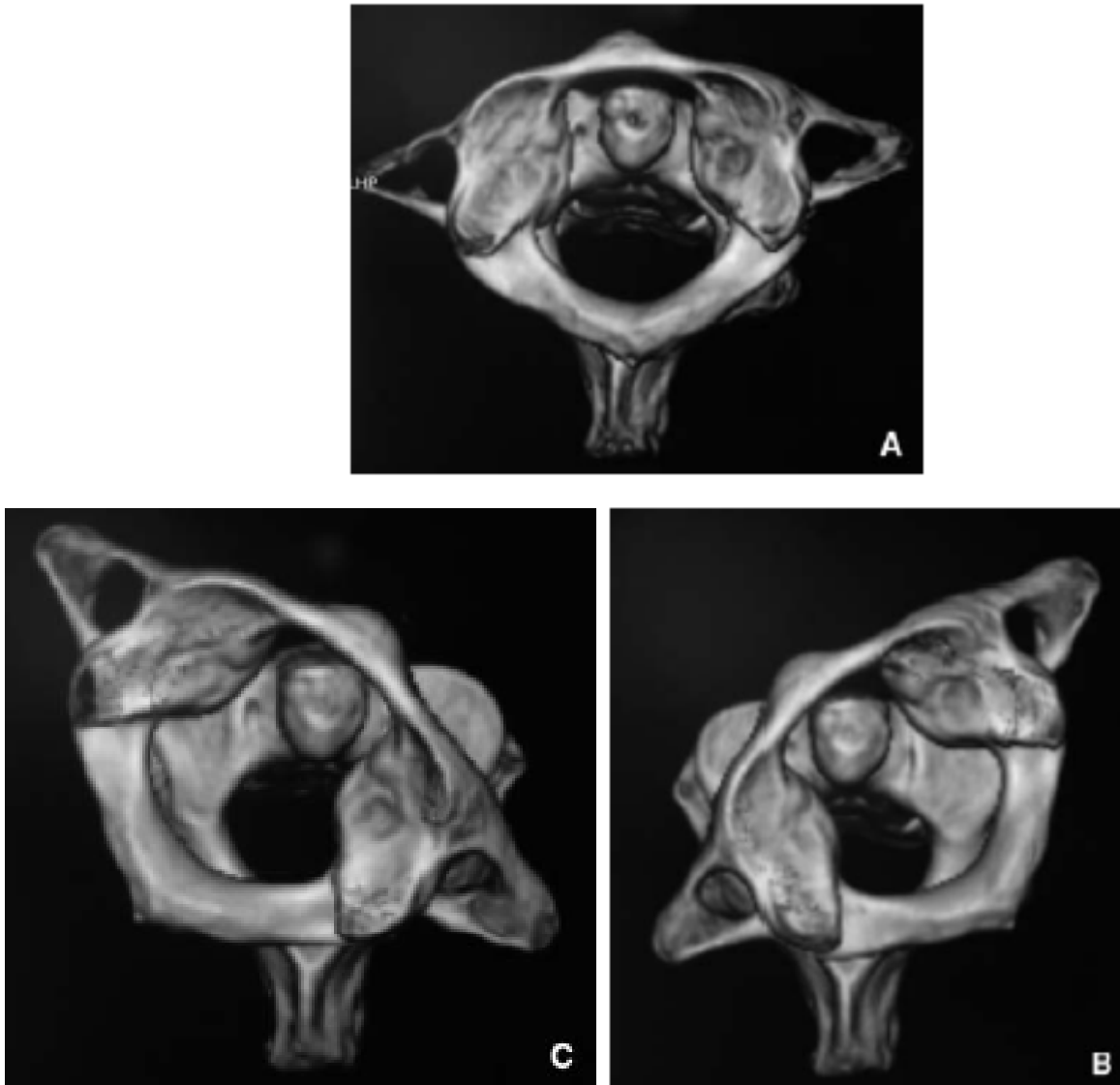


Figure 17 : rotation de la charnière cervicocrânienne en scannographie 3D au niveau de C1-C2 (A à C). Position indifférente (A), rotation de la tête vers la gauche (B) et vers la droite (C). [11]

V. L'imagerie par résonance magnétique :

Les raisons qui font le succès de l'IRM dans le diagnostic médullorachidien sont multiples. Il y a d'abord ses apports objectifs comparés aux autres techniques : au premier rang l'excellente différenciation tissulaire qui en fait le seul examen permettant de renseigner sur le tissu médullaire lui-même. Il y a aussi la possibilité pour l'IRM de donner ses renseignements dans n'importe quel plan de l'espace, que ce soit un plan de référence (plan sagittal, frontal...) ou un plan adapté à la structure suspecte, plan d'une racine par exemple.

L'IRM a bien sûr aussi des inconvénients ou des limites. Pour les malades, il y a encore des progrès à faire sur la longueur de l'examen, ce qui entraîne la possibilité de mouvements des patients et l'obligation de sédation chez certains d'entre eux. D'un point de vue technique, les coupes sont toujours soumises au compromis de l'épaisseur/bruit et aux artefacts nombreux dans certaines séquences.

Pour le déroulement de l'examen, insistons d'emblée sur le fait que la bonne orientation clinique conditionne la réalisation efficace de l'examen.

Concernant la mise en place le patient est allongé en décubitus dorsal dans le tunnel de l'appareil d'IRM [13].

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) permet une étude simultanée, d'une part, des structures osseuses, des disques, des ligaments vertébraux et, d'autre part, du contenu du canal rachidien, espace épidual avec sa graisse, ses veines et ses racines nerveuses, moelle épinière avec ses racines et ses vaisseaux. Les techniques d'exploration IRM incluent systématiquement des coupes sagittales en séquences pondérées en T1 et T2, complétées par des coupes axiales et frontales, mais aussi des coupes après injection de PC. Des coupes en séquences pondérées en T2 acquises en 3D permettent une étude en haute résolution des

racines nerveuses et des vaisseaux de la surface médullaire. Les variantes anatomiques radiculaires et quelques images pièges (artefacts de flux ou de volume partiel) doivent être bien connues [14].

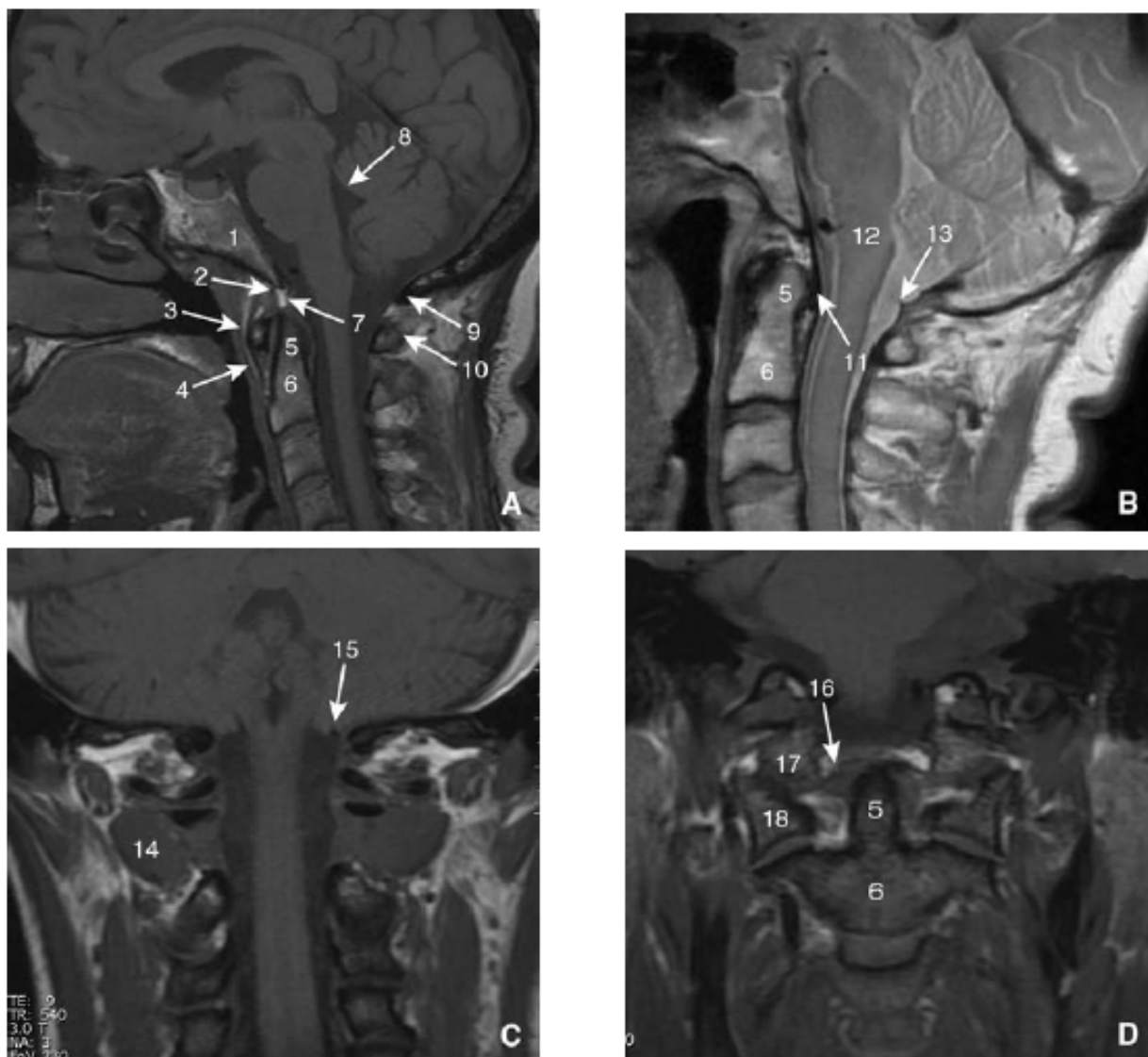


Figure 18 : Charnière cervicocrânienne en IRM en coupes sagittales en T1 (A), en densité protonique (B) et en coupes coronales en T1 (C, D). [9]

1. Clivus ; 2. Basion ; 3. arc antérieur de l'atlas ; 5. Ligament longitudinal antérieur ; 6. Dent de l'axis ; 7. Ligament de l'apex de la dent ; 8. Quatrième ventricule ; 9. Opisthion ; 10. Arc post de l'atlas ; 11. Ligament transverse ; 12. Bulbe ; 13. replis duremérien au niveau de l'espace CO-C1 ; 14. Muscle oblique inférieur de la tête ; 15. Amygdale cérébelleuse ; 16. Ligament alaire ; 17. Condyle occipital ; 18. Masse latérale de l'atlas.

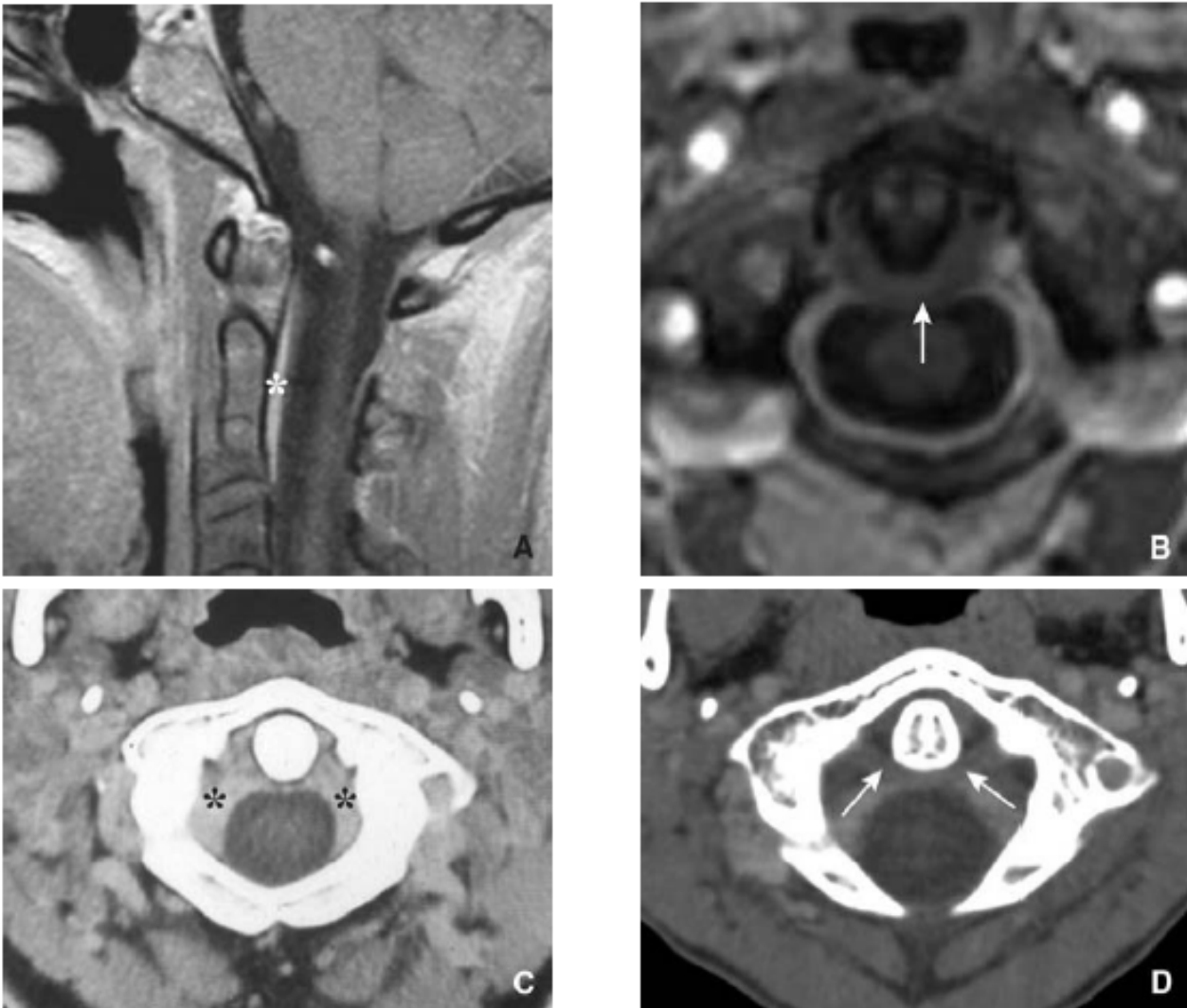


Figure 19 : Espace épidural en C1 et C2. L'IRM en coupes sagittales (A) et axiale (B) en T1 après injection de gadolinium et les coupes scannographiques axiales après injection de PC (C, D) visualisent les veines épidurales antérolatérales (astérisques). Noter la bonne visualisation du ligament transverse (flèches). [9]

PRESENTATION DES CAS CLINIQUES

Notre étude rétrospective étalée sur 3 ans, concernant 3 cas de luxations rotatoires C1C2 chez l'enfant, a été réalisée au sein du service de traumatologie orthopédie pédiatrique du CHU HASSAN II de Fès.

Dans ce travail, nous n'avons inclus que les patients ayant une luxation rotatoires C1C2 confirmée par TDM.

Pour réaliser cette étude, nous avons consulté les dossiers des patients afin de ressortir toutes les caractéristiques épidémio-cliniques, thérapeutiques et évolutives de cette pathologie.

Observation n° 1 :

L'enfant A. K., garçon âgé de 8ans, aîné d'une fratrie de 2, issu d'un mariage non consanguin, d'une mère âgée de 37 ans médecin et d'un père de 42 ans fonctionnaire, originaire et habitant à Fès et mutualistes.

L'enfant ne présentait aucun antécédent pathologique médical ou chirurgical notable.

Il consulte le 11/08/2010 pour un torticolis douloureux, fixé avec impossibilité de tourner la tête survenant brutalement au réveil 15 jours auparavant alors qu'il était endormi à l'arrière de la voiture, et cela sans notion de traumatisme.

L'enfant avait bénéficié d'un traitement anti-inflammatoire sans aucune amélioration poussant la famille à consulter dans notre formation.

L'examen clinique à l'admission trouvait un torticolis avec limitation importante des mouvements actifs et passifs sans déficit neurologique sensitif ou moteur. Le reste de l'examen général et des autres appareils était sans particularité.

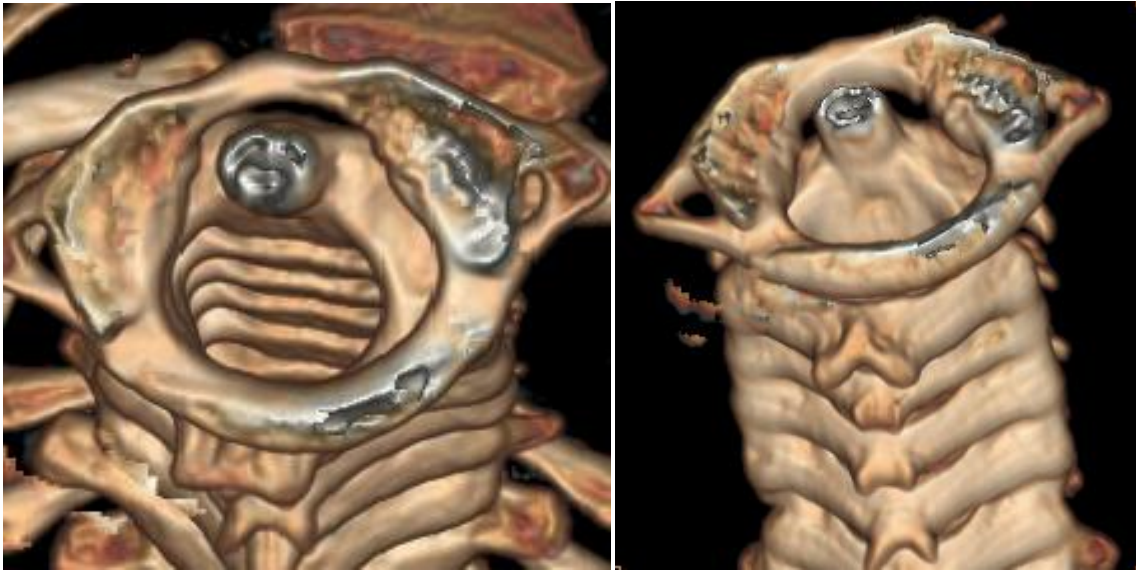
Le patient a bénéficié dans un premier temps aux urgences pédiatriques de radiographie du rachis cervical de face et de profil.



Radiographie de profil du rachis cervical montrant une distance atloïdo-odontoïdienne à 5,2 mm et l'absence de superposition des arcs postérieurs de C1 témoin de la rotation. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

Le bilan paraclinique a été complété par une TDM du rachis cervical (coupes axiales de 0.6mm avec reconstruction sagittales et coronales et 3D) :

- Ascension de C2 avec recul postérieur de l'apophyse odontoïde qui affleure le bord post du clivus avec diastasis antéropostérieur entre l'arc antérieur de C1 et la dent de C2.
- Impression basilaire.
- luxation rotatoire droite C1C2.
- Absence de fracture osseuse.



Images scannographiques de reconstruction tridimensionnelle du rachis cervical en vue supérieure (figure à gauche) et postéro-supérieure (figure à droite) mettant en évidence la perte de l'alignement atloïdo-axoïdien avec un déplacement rotatoire de C1 par rapport à C2. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

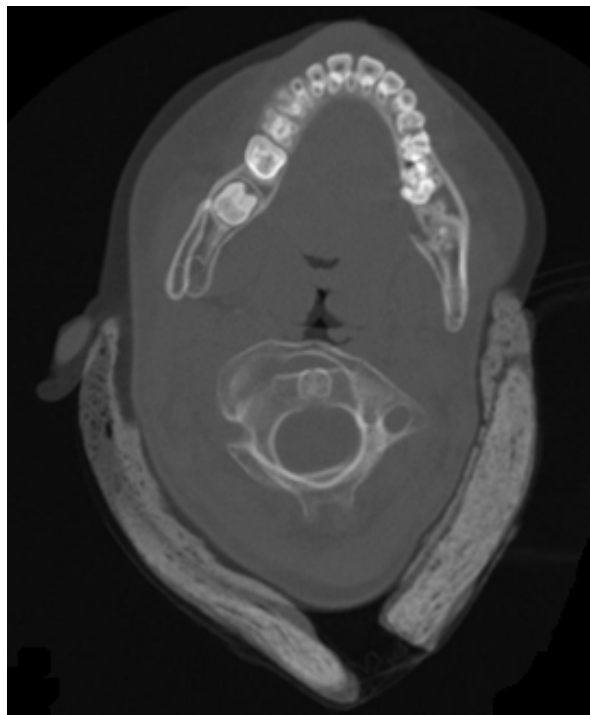


Image scannographique combinée fusionnant 2 coupes axiales passant par l'axe de C1 et de C2 (fenêtre osseuse) montrant la désaxation de C1 par rapport à C2. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

Une IRM (T1 T2 et T2 FS) faites le 11/08/2010 avait confirmé la luxation rotatoire et objectifé :

- Intégrité du ligament transverse avec épanchement liquidien de faible quantité en regard des surfaces articulaires.
- Absence de compression de la jonction bulbomédullaire.
- Absence d'anomalie des parties molles.

Le diagnostic de luxation rotatoire a été retenu sur un faisceau d'argument radio-cliniques et la prise en charge thérapeutique a été décidée comme suit :

Le patient avait bénéficié d'une traction cervicale par étrier mise en place sous sédation au bloc opératoire. Un poids de 500g pour débiter augmenté progressivement jusqu'à 5Kg.

L'évolution a été marquée par un lâchage de la traction au 10^{ème} jour (démontage du système de traction) qui a conduit à la remise en place d'une nouvelle traction au bloc opératoire.

Après 3 semaines, la traction a été relayée par une minerve plâtrée pendant 2 mois, suivie d'une contention par minerve rigide pendant 1 mois.

Le contrôle radiologique après immobilisation était satisfaisant et notait la disparition de la luxation rotatoire et du diastasis atloïdo-axoïdien. L'examen clinique notait aussi une amélioration nette avec disparition du torticolis, l'absence de cervicalgies et le retour d'une mobilisation normale de la tête et du cou.

Avec un recul de 20 mois l'évolution du patient est satisfaisante, et n'a été marquée par aucune complication. Les résultats sont jugé bons et l'enfant se porte très bien, a repris ses activités sportives (natation) et ne garde aucune séquelle de sa pathologie.

Observation n° 2 :

L'enfant M. K., garçon de 5 ans, aîné d'une fratrie de 2, issu d'un mariage non consanguin, d'une mère âgée de 26 ans femme au foyer et d'un père de 30 ans maçon de profession, originaire et habitant à Fes, non scolarisé non mutualiste.

L'enfant ne présentait aucun antécédent pathologique médical ou chirurgical notable.

Le patient a été admis le 14/03/2011 aux urgences après une chute du 3ème étage avec point d'impact au niveau du membre inférieur droit et au niveau du crâne.

L'examen initial trouvait un patient conscient avec une plaie occipitale faisant 4 cm sans trait de fracture. On notait un torticolis fixé très douloureux et toute tentative de mobilisation du rachis cervical était impossible.

Le membre inférieur droit était placé en attitude du traumatisé, déformé, raccourcis et douloureux à la mobilisation. Le reste de l'examen était sans particularité.

Le patient avait été hospitalisé avec immobilisation cervicale par minerve et a bénéficié d'emblé d'une TDM cérébrale et du rachis cervical qui a montré :

- Une hémorragie méningée au niveau de la fau du cerveau sans autre anomalie du parenchyme cérébral.
- Une fracture occipitale droite et une fracture du rocher gauche labyrinthique avec une bulle d'aire au niveau du vestibule.
- Une luxation rotatoire C1C2 sans trait de fracture sans anomalie des parties molles paravertébrales.

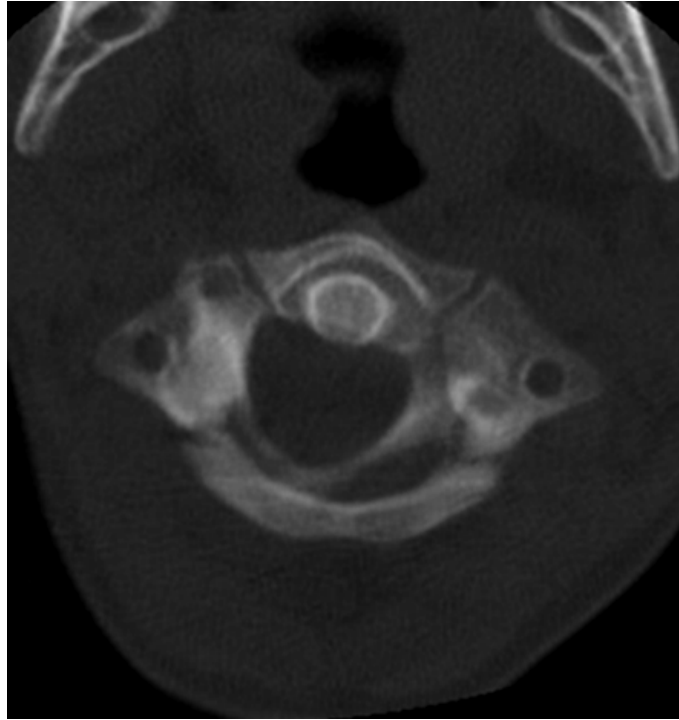
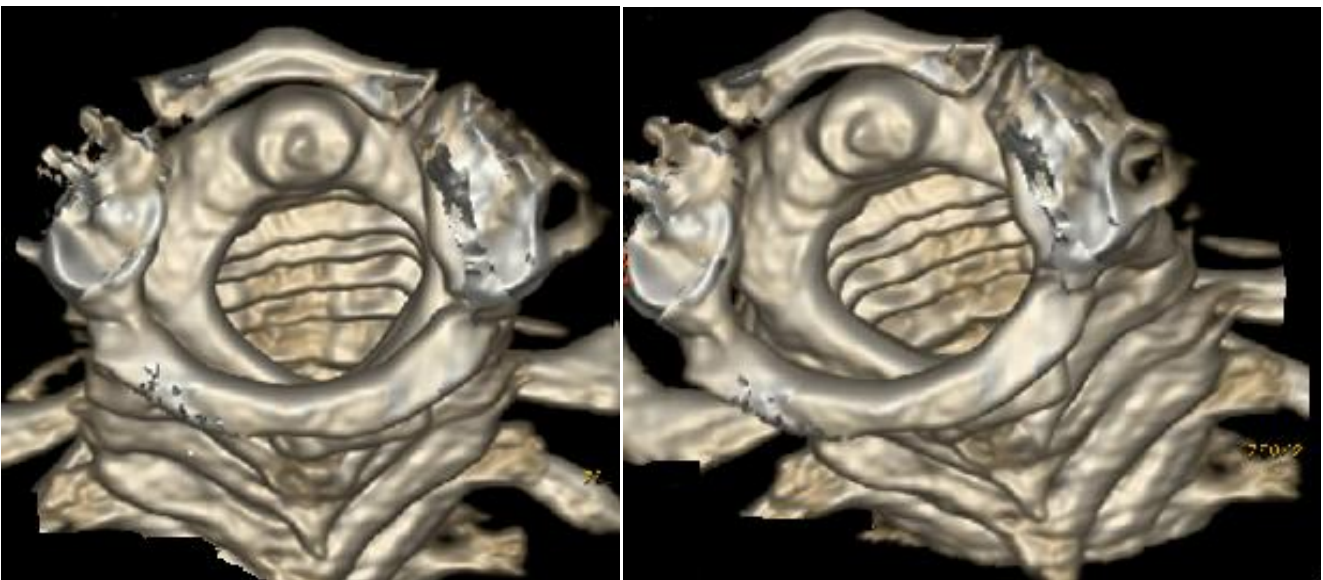


Image scannographique combinée fusionnant 2 coupes axiales passant par l'axe de C1 et de C2 (fenêtre osseuse) montrant la désaxation de C1 par rapport à C2. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)



Images scannographiques de reconstruction tridimensionnelle du rachis cervical en vue supérieure mettant en évidence la perte de l'alignement atloïdo-axoïdien avec un déplacement rotatoire de C1 par rapport à C2. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

La LRAA avait été traité en première intention le 22/03/2011 par une mise en place d'un système de traction cervicale sous anesthésie, en concomitance avec réduction orthopédique de sa fracture fémorale.

Le contrôle scannographique fait à 3 semaines avait noté la persistance de la luxation rotatoire, raison pour laquelle l'indication chirurgicale fut posée. L'enfant avait bénéficié le 25/04/2011 d'une arthrodèse postérieure C1C2 avec mise en place d'un greffon iliaque et vissage-haubanage.

L'acte chirurgical s'était déroulé en 3 temps sous AG, en DV, tête sur têtère :

Ø 1^{er} temps :

- incision postérieure de la nuque à hauteur de l'occiput jusqu'en regard de l'épineuse de C3.
- Dissection sous-cutanée.
- Passage dans la ligne médiane jusqu'au rachis.
- Individualisation des apophyses épineuses de C1 et C2 et déperiostage de ces 2 vertèbres avec déperiostage de l'occiput, tout en veillant à rester médian vu le risque de léser les artères vertébrales.



Ø 2^{ème} temps :

- Incision au niveau iliaque en regard de l'épine iliaque postéro-supérieure.
- Dissection sous-cutanée + déperiostage de l'aile iliaque.
- Prélèvement d'un greffon de 1 cm sur 2 cm.
- Hémostase osseuse.
- Fermeture plan par plan sur drain aspiratif.

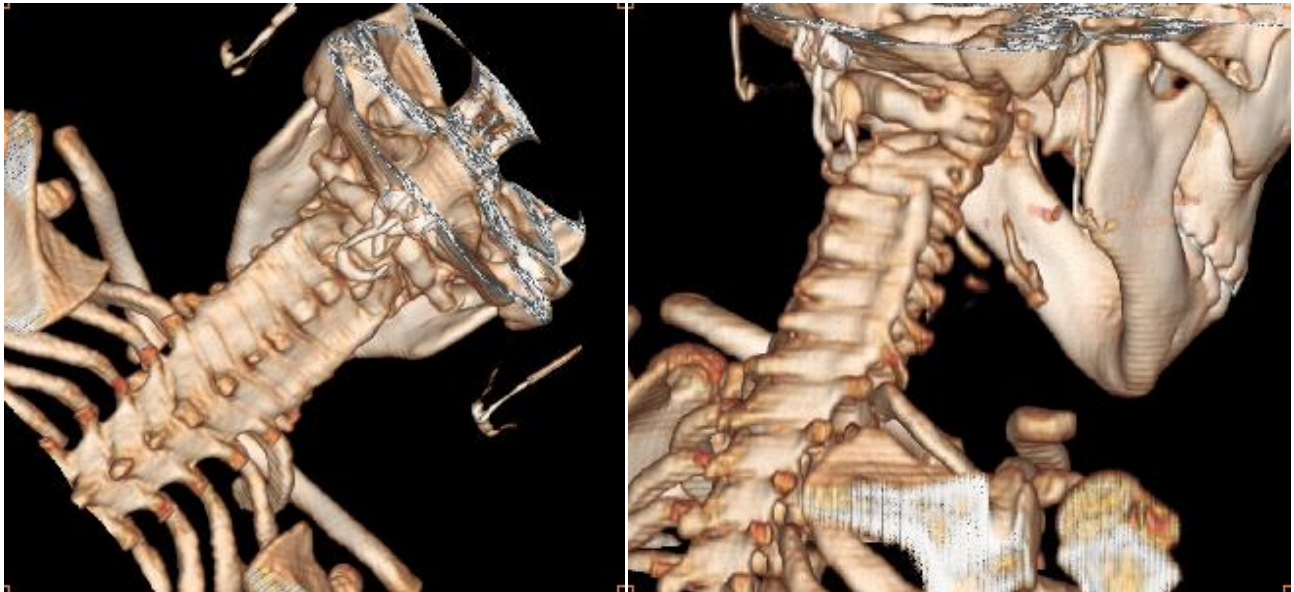
Ø 3^{ème} temps :

- Mise en place du greffon et sa fixation par haubannage en passant par 2 vis fixées sur la région occipitale et au niveau de l'apophyse épineuse de C2.
- Fermeture plan par plan sur drain aspiratif.



Ø Mise en place d'une minerve plâtrée.

Les suites opératoires immédiates étaient simples et une TDM cervicale de contrôle avec reconstruction 3D faite le 11/04/2011 note une disparation de la LRAA précédemment décrite sans autre anomalie décelable.



Images scannographiques de reconstruction tridimensionnelle du rachis cervical en vue postérieure (figure à gauche) et postéro-latérale (figure à droite) faite 1 mois après l'arthrodèse montrant un alignement atloïdo-axoïdien normal. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

Avec un recul de 12 mois, l'évolution du patient est jugée satisfaisante et n'a été entravée par aucune complication. L'enfant a repris toutes ses activités et reste cliniquement asymptomatique.

Le patient vu la dernière fois en consultation le 23/02/2012 ne rapporte aucune plainte et mobilise sa tête et son cou sans douleur. L'examen clinique ne notait aucune anomalie.

Observation n°3 :

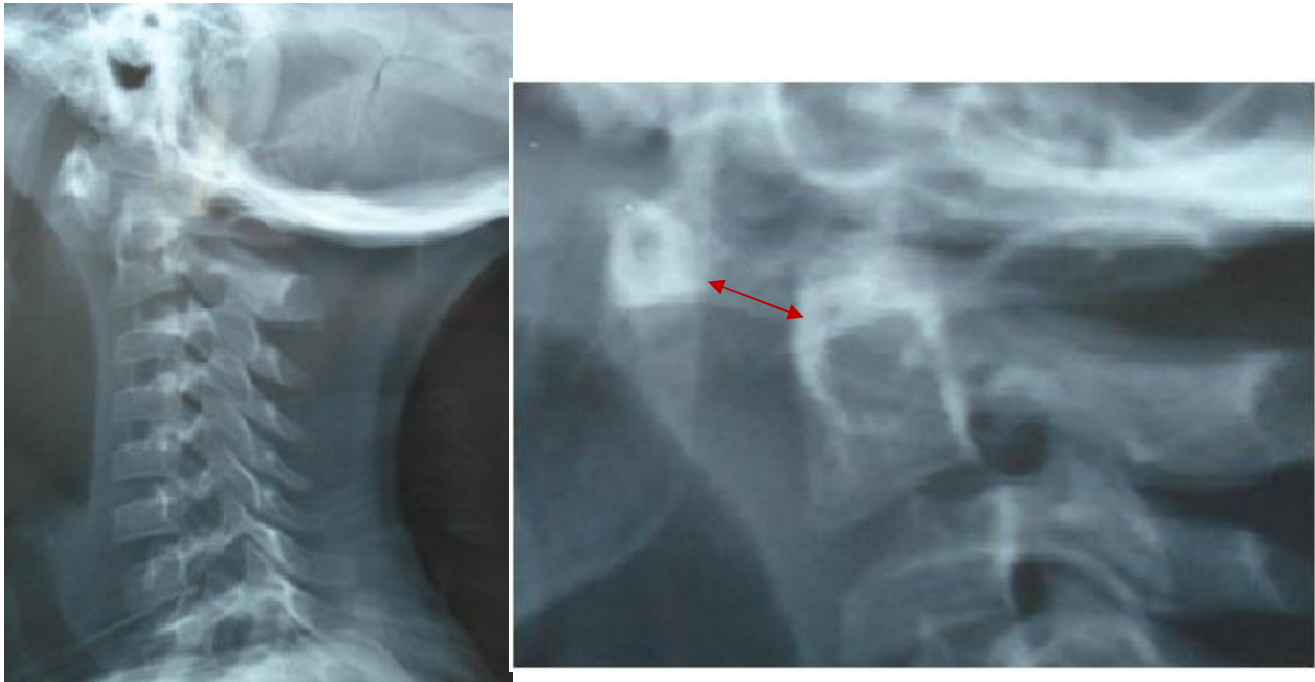
Il s'agit de l'enfant C. H. âgé de 6 ans, cadet d'une fratrie de 4, issu d'un mariage non consanguin d'une mère de 29 ans femme au foyer et d'un père de 36 ans commerçant de profession, scolarisé, originaire et habitant à Fes et non mutualiste.

L'enfant ne présentait aucun antécédent pathologique médical ou chirurgical notable.

Il consultait le 20/04/2010 pour rachialgies cervicales avec torticolis fixé et impossibilité de tourner la tête survenant brutalement au réveil 03 mois auparavant, sans autre signe associé et cela sans notion de traumatisme. Le patient avait consulté à plusieurs reprises et mis sous traitement symptomatique sans amélioration. Une semaine avant son admission dans notre formation l'enfant avait consulté chez un pédiatre qui avait diagnostiqué une luxation C1C2 sur une TDM cervicale avant de le référer.

L'examen du rachis avait objectivé une mobilisation cervicale passive et active très douloureuses ainsi qu'un signe de la sonnette à l'appui des apophyses épineuses de l'atlas et de l'axis. Par ailleurs, il n'existait pas de douleur à la palpation des parties molles latérovértébrales ni de signes inflammatoires en regard du rachis.

Une radiographie du rachis cervical de profil réalisées à l'admission avait révélé un diastasis atloïdo-axoïdien de 6,2 mm.



Radiographie de profil du rachis cervical montrant une distance atloïdo-odontoïdienne augmentée à 6,2 mm et l'absence de superposition des arcs postérieurs de C1 témoin de la rotation. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

Devant la forte suspicion de luxation C1C2, une TDM du rachis cervical fut demandée en urgence et a objectivé une luxation rotatoire atloïdo-axoïdienne.

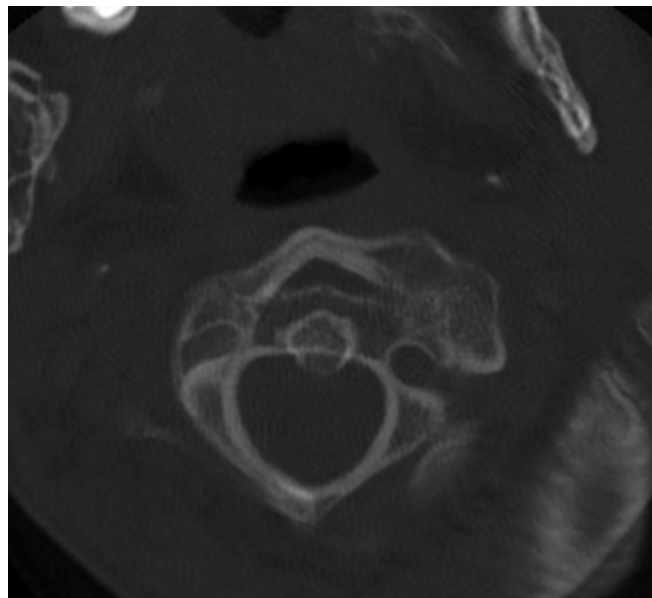
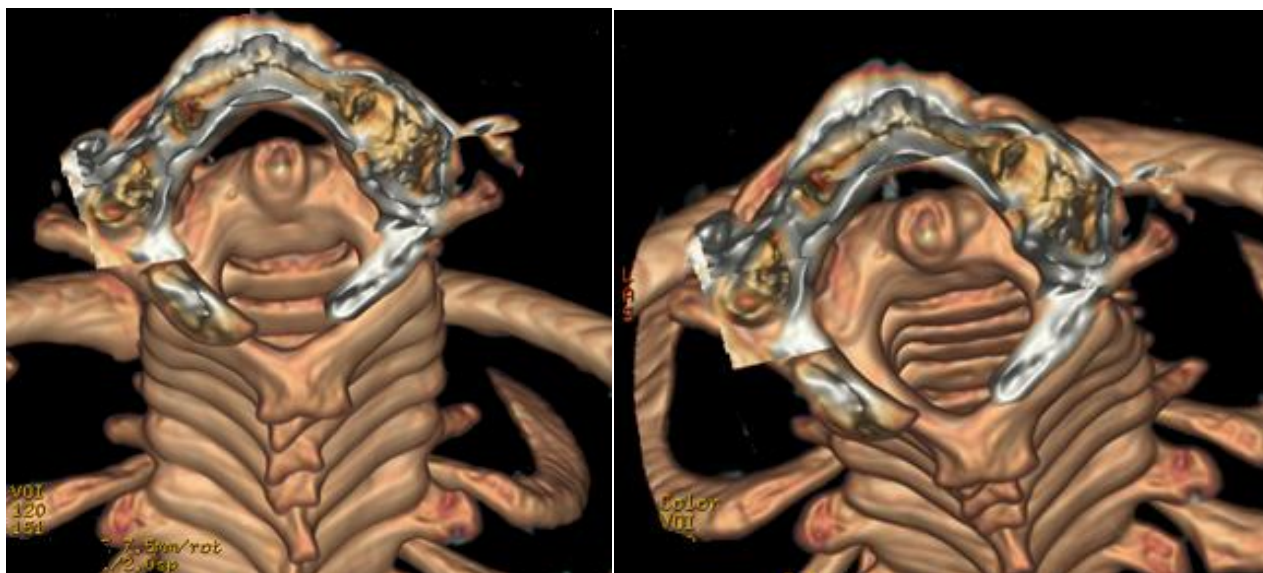
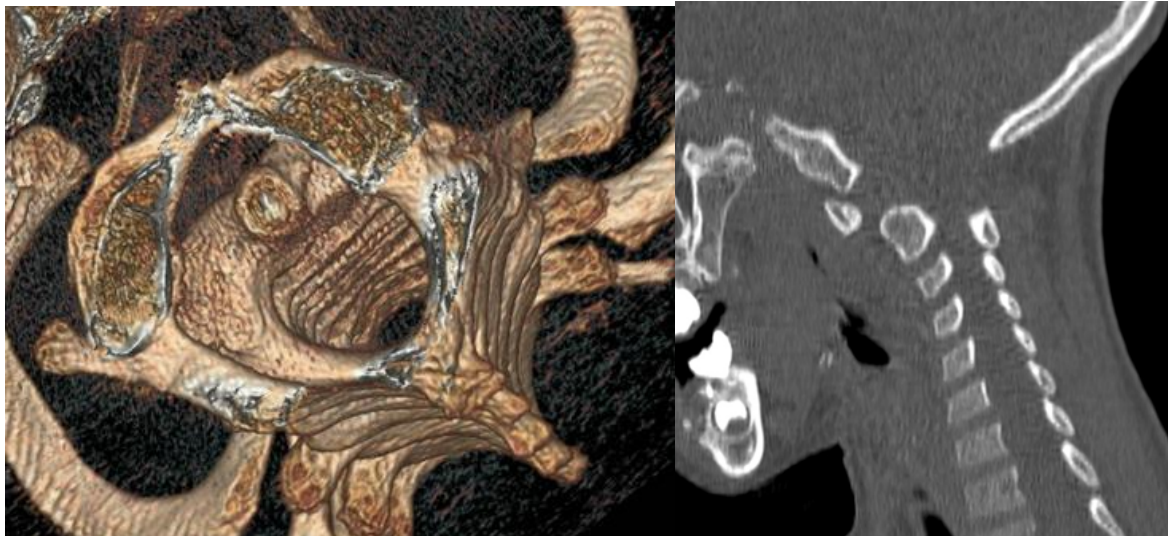


Image scannographique combinée fusionnant 2 coupes axiales passant par l'axe de C1 et de C2 (fenêtre osseuse) montrant la désaxation de C1 par rapport à C2. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

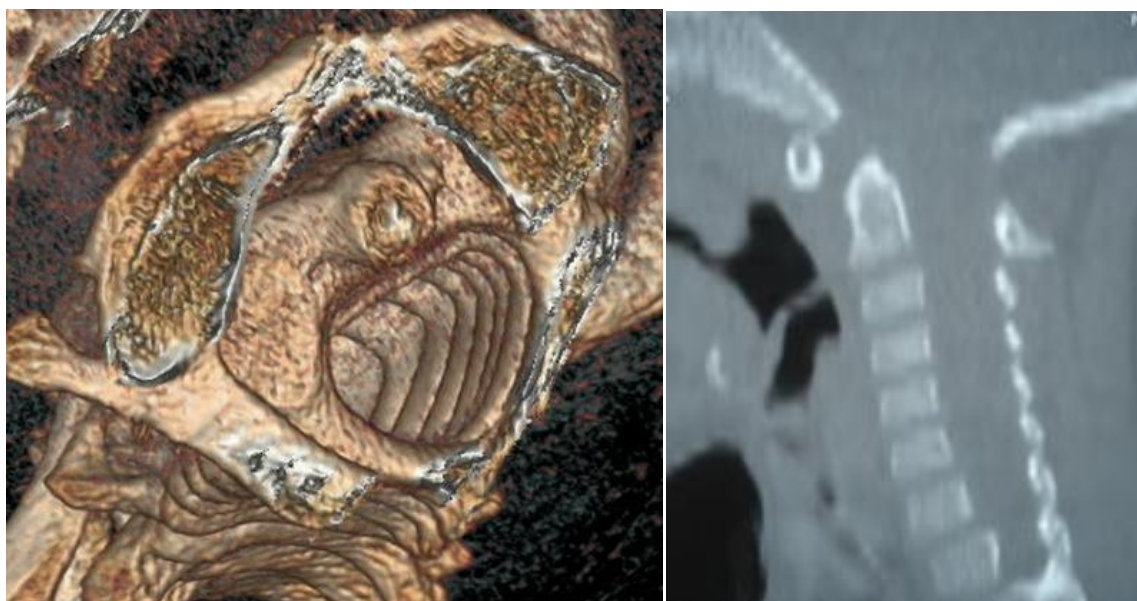


Images scannographiques de reconstruction tridimensionnelle du rachis cervical en vue supéro-postérieure mettant en évidence la perte de l'alignement atloïdo-axoïdien avec un déplacement rotatoire de C1 par rapport à C2. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

Le patient a bénéficié initialement d'une traction par un étrier mis en place au bloc opératoire sous sédation. Les TDM de contrôle faites à J12 puis à J30 de la traction ont cependant montré une persistance de la dislocation de C1 par rapport à C2, se manifestant par un important diastasis atloïdo-odontoïdien mesurant successivement 7,5 et 6 mm.



TDM du rachis cervical coupe sagittale (figure à droite) avec reconstruction 3D (figure à gauche) à J12 de la traction: persistance de la dislocation rotatoire C1-C2 avec diastasis de 7,5mm avec une asymétrie de distance des masses latérales de C1 de part et d'autre de l'odontoïde. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)



TDM du rachis cervical coupe sagittale (figure à droite) avec reconstruction 3D (figure à gauche) à J30 de la traction: persistance de la dislocation C1-C2 avec diastasis de 6mm et assimilation de la masse latérale droite de C1 au condyle occipital. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

L'indication chirurgicale fut posée et le patient a bénéficié d'une fixation occipito-cervicale C2 :

- Sous AG en décubitus ventral, tête sur têtère.
- Abord postérieur du rachis cervical allant de la tubérosité occipitale à l'épineuse saillante de C3.
- Instillation sous-cutanée de xylocaïne adrénalinée.
- Incision cutanée médiane et dissection musculaire.
- Section du ligament nuchal.
- L'exploration permet de mettre en évidence une luxation C1C2 manifeste avec occipitalisation de C1.
- Avivement des articulaires de C1C2 et de C2C3.
- Fixation occipito-cervicale C2 par du fil d'acier en 8 prenant appui sur l'épineuse de C2 et sur l'occiput (tubercule occipital)
- Prélèvement d'un greffon iliaque mis en place au niveau des zones de l'avivement.
- Fermeture plan par plan.
- Confection d'une minerve plâtrée.

L'examen clinique de l'enfant à J15 et à J30 du post-opératoire était normal. Les mobilités passive et active étaient possibles et non douloureuses et les radiographies de contrôle étaient satisfaisantes.



Radiographies du rachis cervical de faite après arthrodesè COC2. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

L'évolution a été marquée par la survenue de polyarthralgies au niveau des membres supérieurs associées à une éruption cutanée fugace environ 1 an après sa première consultation. Ces douleurs survenait dans un contexte fébrile et avaient motivées les parents à consulté à l'hôpital Ibn Alkhatib où le patient avait été hospitalisé pendant 4 mois et référé au service de pédiatrie du CHU Hassan II pour complément de prise en charge.

Après exploration paraclinique le diagnostic d'arthrite juvénile idiopathique a été posé et un traitement à base de corticoïdes et de méthotrexate avait été instauré.

La luxation rotatoire entre donc dans le tableau d'arthrite juvénile idiopathique et en a été inaugurale.

Le suivi du patient avait noté une limitation importante des mouvements du cou et de la tête avec un blocage en hyperflexion ayant répondu à un traitement par corticoïdes.



Radiographies du rachis cervical de profil 20 mois après traitement chirurgical montrant une fusion des 2 premières vertèbres cervicales avec une rectitude du rachis cervical. (Images du service de Radiologie, CHU HSSAN II, Fes)

Le patient a été vu en consultation le 07/03/2012 et présente une importante limitation des mouvements du cou avec impossibilité de faire ni les mouvements de rotation ni les mouvements de flexion-extension.



Tableau I : Tableau récapitulatif des patients de notre étude.

obs	épidémiologie			Signes cliniques	Moyen diagnostique	Délai diagnostique	Lésions associées	Traitement		Evolution	Recul moyen
	Age	Sexe	Étio					orthopédique	chirurgical		
1	8 ans	M	Indetrem.	Torticolis douloureux	TDM	15 jours	-	Traction cervicale	-	- disparition torticolis/douleur - disparition de la LRAA	20 mois
2	5 ans	M	trauma	Torticolis douloureux	TDM	0 jours	- hémorragie méningée - fracture occipitale droite. - fracture du rocher gauche	Traction cervicale	Arthrodèse occipito-C2	- disparition torticolis/douleur - disparition de la LRAA	12 mois
3	6 ans	M	AJI	Torticolis douloureux	TDM	03 mois	-	Traction cervicale	Arthrodèse occipito-C2	- attitude bloquée de la tête et du cou. - disparition de la douleur.	23 mois

DISCUSSION

I. Etude épidémiologique :

1) Age :

Bien que les LRAA puissent se voir à tout âge, elles restent exceptionnelles chez l'adulte et sont l'apanage de l'enfant et de l'adolescent [15,16].

Les auteurs de différentes séries concernant la population pédiatrique s'accordent à dire que la moyenne d'âge de survenue des LRAA varie entre 7 et 9 ans [17,18,19,20,21,22]. Lukhele [20] affirme que 75 à 80% des LRAA de la littérature ont été rapportées chez des enfants de moins de 13 ans.

Cette prédominance s'explique par diverses particularités anatomophysiologiques du rachis cervical pédiatrique prédisposant aux lésions de la charnière cervico-occipitale [23,24,25,26].

Tableau 1 : Variations de l'âge de survenue des LRAA selon les séries.

Séries	Moyenne d'âge (ans)	Intervalle d'âge (ans)
Dubrana [18] n=7	9	4,5-13
Brian [23] n=20	6,4	3-11
Lukhele [20] n=10	7,5	4-13
Philips [21] n=23	7,5	4-13
Pang [22] n=29	8,4	1,5-14,5

La moyenne d'âge dans notre étude est de 6,3 ans avec des extrêmes de 5 et 8 ans, ce qui est proche des moyennes des différentes séries.

2) Sexe :

Dans la pathologie traumatique rachidienne de l'enfant la prédominance masculine est avérée [22,25,28].

Mais, concernant la LRAA la plupart des séries rapportent une nette prédominance féminine allant de 70% à 100% [17,18,19,20,21,29]. Cela peut être expliqué par une fragilité ligamentaire et articulaire plus importante chez la fille. Cependant, une explication judicieuse de cette prédominance dans les LRAA manque [17].

Tableau 2 : Répartition du sexe dans les différentes séries.

séries		Garçons	Filles	Sexe ratio
Dubrana [18]	n=7	2 cas	5 cas	1/2
Brian [23]	n=20	6 cas	14 cas	1/2
Lukhele [20]	n=10	4 cas	6 cas	1/2
Philips [21]	n=23	8 cas	15 cas	1/2
Pang [22]	n=29	23 cas	12 cas	2/1

Dans notre étude tous les patients sont de sexe masculin ce qui va à l'encontre de la littérature.

3) Etiologies :

La LRAA est une pathologie de l'enfant. En effet, la taille relativement augmentée de la boîte crânienne, l'orientation des facettes articulaires, la laxité ligamentaire et la faiblesse des muscles du cou prédisposent à cette affection [17].

Néanmoins des étiologies diverses sont retrouvées dans différentes séries et dans différentes proportions.

1-1 Les traumatismes cervico-crâniens :

La majorité des séries de la littérature affirment que les traumatismes cervico-crâniens sont la cause la plus fréquente des LRAA [22,25,29,30]. Ainsi, Dubrana [18], Martinez-Lage [17], Brian [23], Pang [22] et Johnson [31] rapportent entre 70% et 100% de LRAA de cause traumatique dans leurs séries. Ces traumatismes peuvent être minimes ou de grande intensité [17] mais la littérature en rapporte rarement le type [22].

1-2 Les infections de la sphère ORL :

Cependant, pour d'autres auteurs, les LRAA suite à une infection ORL notamment celles des voies aériennes supérieures appelées syndrome de Grisel restent dominantes [20,23,32,]. Leurs mécanismes de survenue restent encore controversés, et plusieurs théories se valent : l'extension de l'infection aux articulations via les voies anastomotiques lymphatiques et veineuses [33], l'inflammation synoviale, la décalcification post-inflammatoire des insertions ligamentaires responsables d'un « relâchement articulaire », un spasme musculaire paravertébral assez puissant pour déstabiliser l'articulation atloïdo-axoïdienne [22].

1-3 Les LRAA en post-opératoire :

Même si elles sont minoritaires, les LRAA en survenant après une chirurgie de la tête et du cou ou après une anesthésie générale sont présentes dans plusieurs séries [18,19,22,23,34]. Ces cas sont par définition iatrogènes et sont probablement

dus à une position forcée en rotation et/ou hyperextension avec un relâchement musculaire induit par les myorelaxants utilisés durant l'anesthésie [17,22].

L'arthrite juvénile idiopathique :

Bien que rares les LRAA dans le cadre d'une arthrite juvénile idiopathique sont bien connues et doivent être soulignées vue leur gravité [20,21]. La LRAA est expliquée dans ce cas par l'atteinte inflammatoire évolutive du ligament transverse et aussi à l'érosion par l'inflammation de la face postérieure de l'odontoïde.

1-4 Pathologie congénitales et connectivites :

Certaines pathologies congénitales (trisomie 21, maladie de Marfan, maladie de Morquio), connectivites et malformations congénitales de la charnière cervico-occipitale semblent prédisposer aux LRAA chez l'enfant [26,31].

1-5 LRAA de cause indéterminée :

A signaler qu'une partie non négligeable des cas cités dans la littérature restent sans cause déterminée et sont rapportés par les parents comme étant spontanés, apparaissant au réveil [18,20,21,23,34]. Dans ces cas là un traumatisme mineur ou une infection des VARS passés inaperçus pourraient en être responsables.

Tableau 3 : Répartition des étiologies des LRAA dans la littérature.

séries	Trauma	Infections ORL	Post- chir/AG	AJI	Autres	indetrminé
Dubrana [18] n=7	70%	-	15%	-	-	15%
Brian [23] n=20	20%	35%	20%	-	-	25%
Lukhele [20] n=10	30%	40%	-	10%	10%	10%
Pang [22] n=29	70%	10%	-	20%	-	-
Philips [21] n=23	40%	40%	-	4%	-	16%

Notre étude rapporte 1 cas d'origine traumatique et 1 cas dû à une arthrite juvénile idiopathique et 1 cas dont l'étiologie reste indéterminée, ce qui est conforme à la majorité des publications de la littérature.

II. Etude Clinique :

1) Interrogatoire :

Temps primordial dans l'approche du malade porteur d'une LRAA, il recherche un antécédent de traumatisme, d'infections ORL récentes, de chirurgie de la tête ou du cou, de maladie inflammatoire chronique ou de pathologie congénitale prédisposante.

Il doit préciser les circonstances de survenue de la symptomatologie, son délai d'apparition et son éventuelle résistance à un traitement médical symptomatique.

Le patient ou ses parents rapportent :

- Une malposition de la tête.
- Des douleurs du cou et de la mâchoire.
- Une mobilité restreinte et douloureuse.

2) Examen clinique :

Dans un cadre aigu, Il est important de différencier une LRAA d'un torticolis musculaire dont elle se distingue par certaines caractéristiques cliniques.

L'inspection trouve un torticolis, plus précisément une déformation typique dite de « Cock-robin » où la tête est tournée d'un côté et fléchie latéralement du côté opposé avec une légère flexion. Cette terminologie employée par les anglo-saxons est donnée en analogie au rouge-gorge (Robin), oiseau qui guette sa proie (Cock), avec un mouvement de rotation de la tête d'un côté et une inflexion cervicale latérale controlatérale [15,30,36,37,38,39].

L'enfant résiste à toute mobilisation, aussi douce soit elle. Celle-ci produit chez lui une douleur intense rarement rencontrée lors d'un torticolis musculaire commun [22,40].

3 signes sont évocateurs du diagnostic :

- Le signe de Sudek : l'apophyse épineuse de C2 est déviée dans le sens de la rotation de la tête contrairement à la normale [29,41].
- On retrouve une contracture secondaire réflexe du muscle sterno-cléido-mastoïdien du côté de la rotation dans le but de vaincre la déformation [15,20,29,36,37,42].
- L'impossibilité de faire une rotation de la tête dépassant la ligne médiane dans la direction contraire du torticolis. [43]



Figure 20 : photographies d'enfants avec un torticolis typique du à une LRAA.

L'examen ORL minutieux à la recherche d'un foyer infectieux (otite, pharyngite, sinusite...) est incontournable.

Examen neurologique : il est obligatoire et doit être détaillé dans le but de rechercher tout signe de souffrance neurologique et d'écartier tout autre cause de torticolis [17,23].

Tous nos patients présentaient des torticolis douloureux à leur admission et résistaient à toute mobilisation de la tête et du cou comme cela est décrit dans la littérature.

III. Etude anatomopathologique :

1) Classification des LRAA :

Les clichés radiologiques standard ont permis depuis longtemps l'étude des instabilités rotatoires C1C2 et d'en proposer une classification. Fielding [15] a établi en 1977 une classification comprenant 4 types de fixations rotatoires qui est utilisée depuis de façon habituelle [18,20,32] . L'auteur emploie le terme de fixation car l'atlas et l'axis se fixent en position de subluxation, de dislocation ou même dans des degrés de mobilité normaux.

- Le type 1 : luxation rotatoire à pivot central sans déplacement antérieur de C1. Elle est stable avec un déplacement ≤ 3 mm. Il existe une luxation rotatoire bilatérale des masses latérales de C1, le centre de rotation étant situé sur le processus odontoïde. Le ligament transverse et le processus odontoïde sont intacts.
- Le type 2 : luxation rotatoire à pivot latéral avec déplacement antérieur. La distance atloïdo-odontoïdienne est comprise entre 3 et 5 mm. Une seule des masses latérales de C1 se déplace en avant de la masse latérale correspondante de C2 (luxation unilatérale). Il existe donc une rupture du ligament transverse.
- Le type 3 : luxation rotatoire à déplacement antérieur avec une DAO > 5 mm. Il associe une luxation antérieure d'une masse et une subluxation antérieure de l'autre. Cette forme est rare et hautement instable.

- Le type 4 ou luxation rotatoire à déplacement postérieur. Très rare et instable. Il s'agit d'une luxation postérieure d'une masse et une subluxation postérieure de l'autre qui implique une anomalie associée du processus odontoïde.

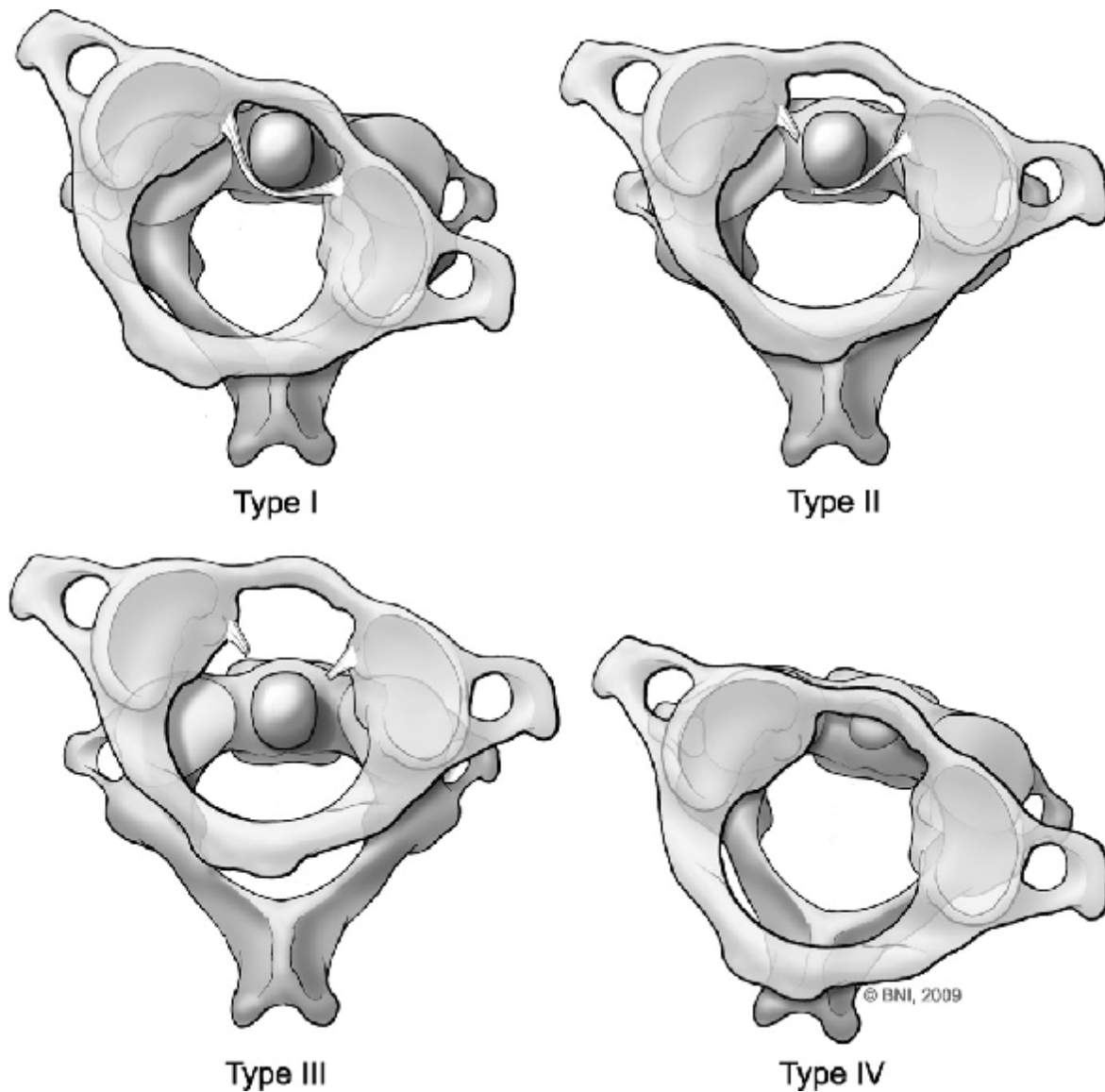


Figure 21 : Représentation schématique des types de déplacement rotatoire C1-C2 selon Fielding [44].

Cependant, certains auteurs proposent quelques modifications à cette classification pour différentes raisons.

CLARE et Al. ajoutent un 5ème type associant une luxation rotatoire atlanto-occipitale à la LRAA vu que leur pathogénie est probablement similaire [45].

DUBRANA et Al. [18], après avoir analysé les résultats de leur série, modifient les types 2 et 3 de la manière suivante :

- Type 2* : luxation rotatoire avec déplacement antérieur d'une masse latérale avec une DAO > 5 mm. Le ligament transverse est rompu.
- Type 3* : luxation antérieure avec DAO > 5 mm et rupture du ligament transverse. Les deux masses latérales de l'atlas se mobilisent vers l'avant avec, en cas d'asymétrie, une fixation rotatoire.

La considération d'une DAO comme normale jusqu'à 5 mm revient souvent dans la littérature se basant sur la laxité ligamentaire physiologique [18] comme le montrent les travaux de Barcat [46], Gouraud [47], Pennecot [48] et Roy-Camille [49].

ARLET [50] quant à lui propose une autre classification en raison des difficultés et des erreurs éventuellement rencontrées lors de l'interprétation des clichés radiologiques dans le but de classer les LRAA selon Fielding. Il distingue ainsi, sans référence à des lésions capsulo-ligamentaires qui restent, dans chaque cas, hypothétiques :

- Les instabilités ou luxations rotatoires C1 - C2 qui ne correspondent qu'à une rotation fixée de l'atlas tourné autour de l'odontoïde dans des limites physiologiques, mais restée fixée pour une raison inconnue (sans doute une contracture réflexe).
- Les luxations correspondant à un véritable déchaussement des articulaires C1 - C2 unilatéral ou bilatéral (mais alors habituellement asymétrique).

- Les luxations C1 - C2 « mixte avec une luxation occipito-axoïdienne de sens inverse.
- Les luxations rotatoires avec une forte composante en translation-cyphose de l'atlas sur l'axis. Cette classification se faisant aussi bien par TDM.

2) Lésions associées :

Les lésions associées chez les patients ayant une LRAA sont rarement rapportées dans la littérature exception faite pour les fractures de la clavicule. Ainsi les auteurs font état de quelques fractures au niveau des membres ou du crâne chez des patients polytraumatisés [21,51,52].

La lésion associée à la LRAA la plus fréquemment rapportée paraît donc être la fracture de la clavicule. Cette association n'est pas exceptionnelle [18] et à été rapportée dans différentes publications [18,21,32,51,52,53,54,55].

L'association d'une LRAA et d'une fracture de la clavicule a été soulignée pour la première fois par Goddard dont il rapporte 5 cas [53]. En cas de traumatisme, il est probable que le mécanisme de la blessure entraîne une rotation forcée combinée avec un élément de flexion. Ceci est compatible avec une chute sur l'épaule. Ce mécanisme joint aux particularités physiologiques du complexe C1C2 pourrait expliquer la coexistence des LRAA et fractures claviculaires [54].

L'association des luxations rotatoires de C1 sur C2 avec une fracture de la clavicule est difficile à apprécier cliniquement en raison de la dissimulation du torticolis par les symptômes aigus de la fracture de la clavicule [55].

La méconnaissance de l'association de LRAA et de fracture de la clavicule peut pousser à se fier indûment aux radiographies conventionnelles manquant ainsi le diagnostic. L'examen clinique est donc primordial. Il est important d'expliquer la présence du torticolis et être absolument satisfait des radiographies et ne pas

présumer qu'il soit du à un spasme du SCM lié à la fracture claviculaire. Si un doute subsiste, la tomodensitométrie doit être faite pour exclure la LRAA [54]. Notre série elle ne comporte aucune fracture de la clavicule, mais de multiples lésions associée chez notre patient polytraumatisé.

IV. Etude radiologique :

1) Radiologie standard :

Les clichés radiologiques standards sont le premier moyen facile et accessible d'étude des LRAA [56]. L'exploration comprend 2 clichés qui peuvent être contributifs au diagnostic :

1-1 Le cliché de profil du rachis cervical :

3 signes majeurs peuvent être objectivés sur cette radiographie :

- Les arcs postérieurs de C1 ne se superposent plus du fait de la déformation de la tête et du cou propre à la pathologie [34,36,42].
- La masse latérale luxée de C1 se retrouve en avant, là où l'arc antérieur se situe normalement, témoin de la rotation [34,36,42,57].
- Le déplacement antérieur de C1 apprécié par la mesure de l'espace odonto-atloïdien, c'est-à-dire la mesure millimétrique de l'intervalle séparant la face postérieure de l'arc antérieur de C1, du bord antérieur de l'apophyse odontoïde [18,34,58,59]. Cette mesure permettra de classer la LRAA selon la classification de Fielding.



Figure 22 : Radiographies de profil du rachis cervical supérieur montrant une distance atloïdo-odontoidienne augmentée [52,54]

1-2 Le cliché de face bouche ouverte :

Cette radiographie montre différents aspects liés à l'anomalie de positionnement :

- Les masses latérales de C1 paraissent asymétriques avec respect de l'odontoïde [30,31,36,57,60]. Ainsi, la masse latérale qui a subi une rotation vers l'avant paraît plus large et plus proche de la ligne médiane [45,57,59,61,62]. Le processus odontoïde n'est plus centré [32,37,63]. Une mesure millimétrique des distances séparant les masses latérales de C1 de l'odontoïde doit donc être réalisée [34].
- On peut observer un pincement ou bien même une disparition de l'interligne articulaire des masses latérales de C1 et C2 (l'interligne zygapophysaire) du côté où C1 a présenté une rotation vers l'arrière (côté droit dans le cas d'une rotation vers la droite et vice versa), comme si les deux masses latérales étaient imbriquées [34]. La facette articulaire du côté luxé peut même être masquée en raison d'un chevauchement apparent [15,42,59,61,63].

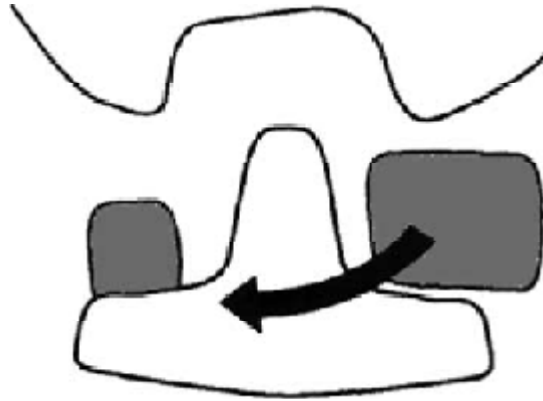


Figure 23 : Vue schématique antéro-postérieure montrant les rapports entre les masses latérales de C1 et l'apophyse odontoïde lors d'une LRAA [59].



Figure 24 : Radiographie du rachis cervical de face bouche ouverte.

Désaxation et excentration de l'odontoïde par rapport aux masses latérales. La masse latérale droite de C1 paraît plus large et plus proche de la ligne médiane que son homologue controlatéral [64].

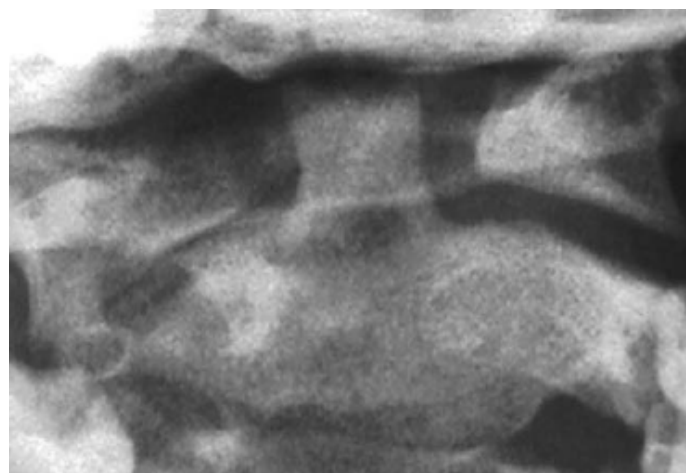


Figure 25 : Cliché radiographique du rachis de face bouche ouverte, montrant une asymétrie des masses latérales de C1 et un pincement de l'interligne articulaire des masses latérales de C1 et C2 [6].

Chez nos patients la radiographie du rachis cervical de profil a été systématique mais n'a pas toujours été contributive au diagnostic. Les clichés de face bouche ouverte eux n'ont été fait chez aucun de nos malades. La radiologie standard dans l'ensemble avait donc peu d'intérêt dans notre prise en charge.

Cependant tous les auteurs s'accordent à dire que l'étude de la LRAA en radiologie standard reste difficile à réaliser et à interpréter [17,20,23,,32,21,37,45,56] ; et cela pour différentes raisons :

- La difficulté de positionnement du patient du fait de la déformation, de la douleur et de la non compliance des enfants peut fausser le positionnement des repères anatomiques et amoindrir la qualité des clichés obtenus, d'autant plus que l'anatomie de la région AA est complexe. [17,21,23,32,23,45].
- Les signes radiologique décrits ne sont pas pathognomoniques de la LRAA et peuvent être observés chez un enfant sain faisant une rotation volontaire de la tête ou dans le cas de torticolis musculaire commun [15,19,37,45,60,65].

De ce fait, bon nombre d'enfants ayant une LRAA et bénéficiant de radiographies considérées comme normales ou objectivant des anomalies considérées comme positionnelles se retrouvent avec un retard diagnostic [17,21,32,45].

La radiologie standard a donc peu d'intérêt dans le diagnostic de LRAA car elles ne fournit pas de preuves concluantes d'une déformation rotatoire fixée, mais peut néanmoins écarter une fracture ou une anomalie congénitale [17,19,23].

2) La tomodensitométrie statique et dynamique :

La majorité des auteurs recommandent donc de compléter le bilan radiologique par une TDM du rachis cervical supérieur sur laquelle il sera plus aisé de reconnaître la perte de l'alignement AA avec un déplacement rotatoire de C1 par rapport à C2 [17,19,20,21,23,32,45].

La TDM à coupes fines permet des reconstructions axiales, coronales et 3D qui sont très utiles pour évaluer la rotation et la fixation du complexe AA [17,66] [65,67,68] et représente ainsi, pour certains auteurs, le moyen diagnostique de choix pour les LRAA [69,65,67,70].

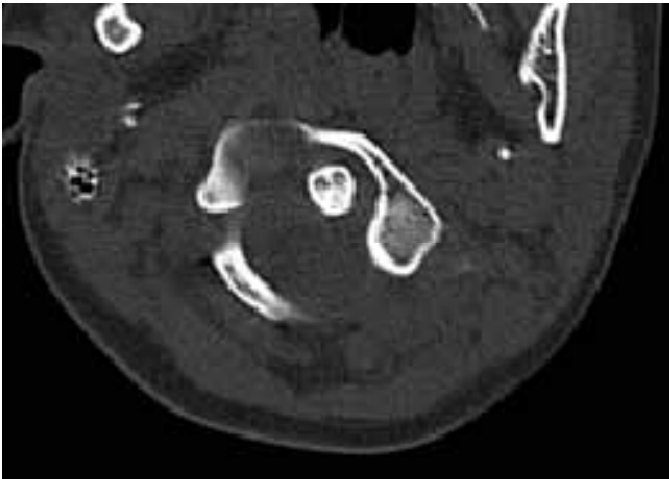


Figure 26 : Scanner du rachis cervical :
Coupe axiale en fenêtre osseuse
passant par C1C2 montrant une
luxation rotatoire uniarticulaire [64].

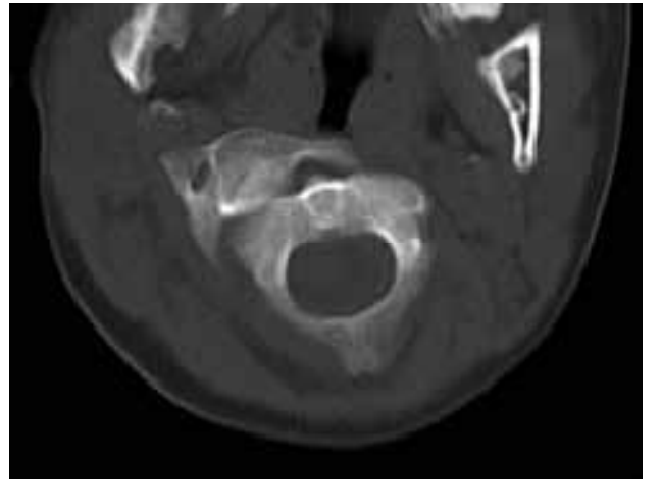


Figure 27 : Scanner du rachis cervical :
superposition C1C2 permettant de mesurer
l'angulation C1C2 [71].

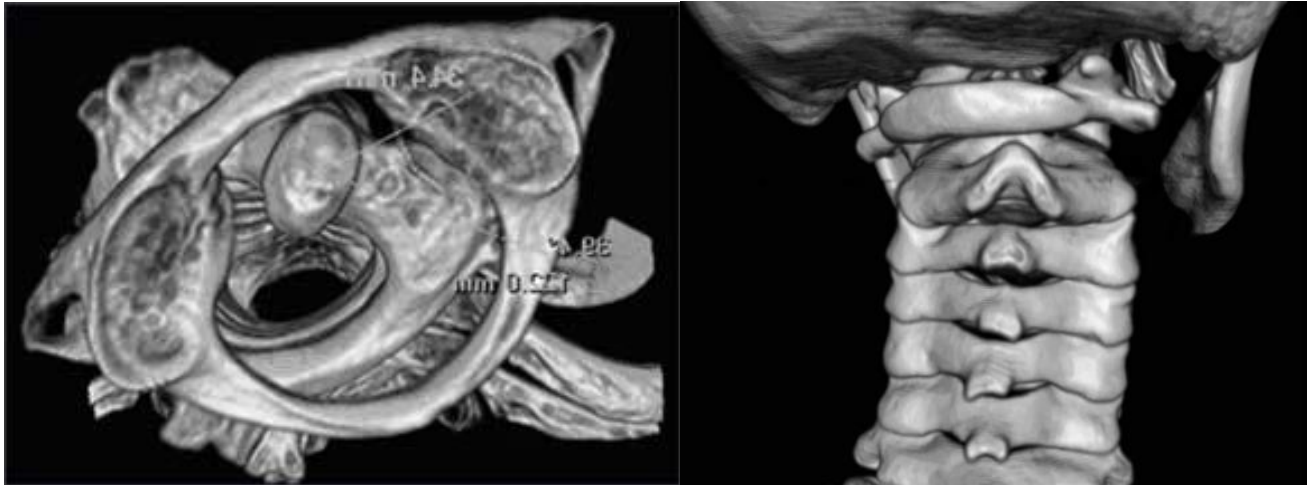


Figure 28 : images scannographiques de reconstruction tridimensionnelle du rachis cervical en vue supérieure (figure de gauche) et postérieure (figure de droite) mettant en évidence une luxation rotatoire C1C2 [71].

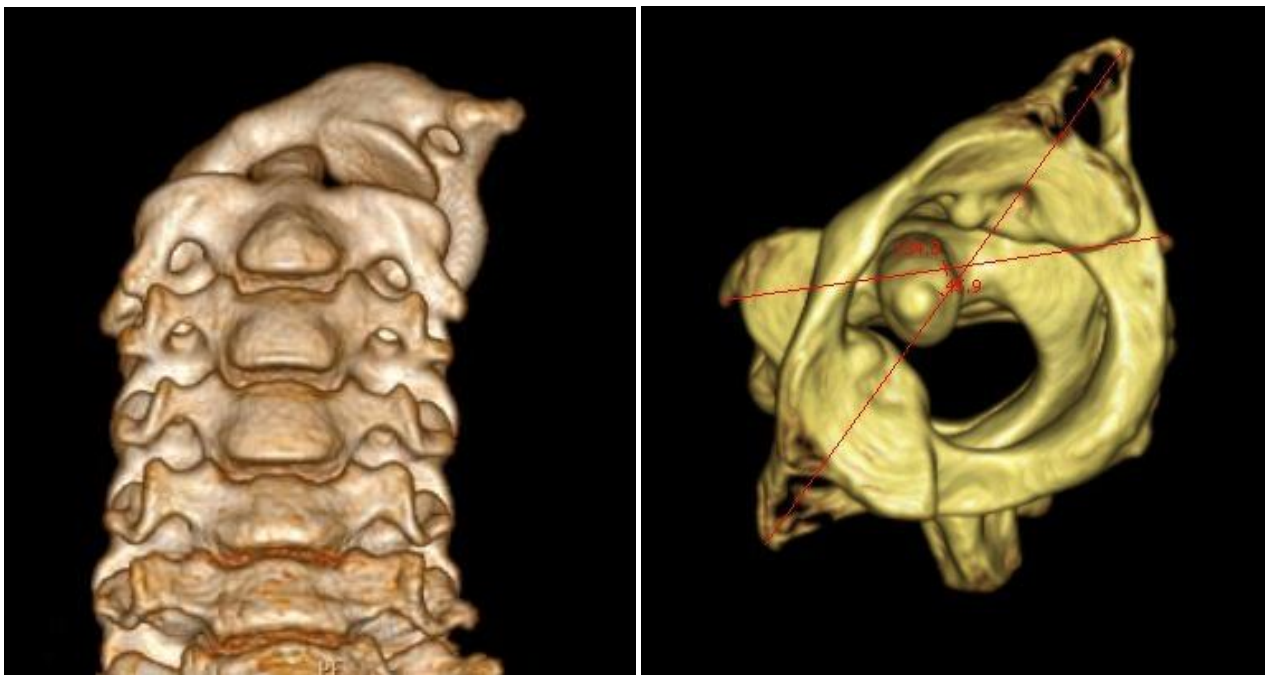


Figure 29 Images TDM 3D montrant une luxation rotatoire atlanto-axoïdienne. On note une position neutre de l'axis qui n'est pas physiologique pour des rotations de cette amplitude [72].

La TDM du rachis cervical supérieur a été faite chez tous nos malades et a représenté le moyen diagnostic sur lequel a reposé le diagnostic. Les images combinées fusionnant 2 coupes axiales passant par l'axe de C1 et de C2 ainsi que les reconstructions 3D ont été d'une grande aide au diagnostic.

Mais, bien que la TDM statique puisse donner une meilleure résolution de l'articulation AA, elle peut aussi échouer à révéler une LRAA [23]. Car en effet, même avec les reconstructions 2D et 3D il peut être difficile de différencier une rotation normale ou un torticolis musculaire commun d'une LR si celle-ci se fait dans une proportion de rotation normale et s'il n'y a pas de déplacement antérieur ou postérieur (notamment dans le type 1 de Fielding) [37,60].

Pour éviter ces erreurs d'interprétation les publications récentes recommandent l'utilisation de la TDM dynamique qui convient idéalement à l'étude des LRAA [20,21,37,45,73] ; car elle offre une évaluation plus pertinente de la mobilité entre C1C2 au vu des éléments de fixation rotatoires qu'implique cette pathologie [23].

Introduite pour la première fois en 1979 par Rinaldi [74], la technique comprend 3 étapes avec réalisation de fines coupes axiales scannographiques, le patient étant positionné différemment dans chaque étape.

- La première acquisition est effectuée avec le patient en position neutre ou dans la position de déformation avec laquelle il se présente.
- Les 2 autres acquisitions sont réalisées respectivement avec la tête en rotation active maximum gauche puis droite jusqu'à limitation par la gêne engendrée.

Le diagnostic sera établi par l'observation d'une limitation ou d'une absence de mouvements entre C1 et C2 durant la rotation, [15,22,23,31,37,60,75] tandis

que chez les patients sains ou avec un torticolis transitoire une réduction ou une inversion de la rotation est objectivée [36,60].

Reste le problème de normalité de l'angle entre C1 et C2 qui est encore discuté. C'est l'angle formé par l'intersection de 2 lignes antéropostérieures passant au milieu de chaque vertèbre. [23]

Pang et Li [22] ont affiné l'utilisation du scanner dynamique avec des coupes axiales de 3 mm du clivus à la base de C3 premièrement, afin de définir la relation dynamique entre l'occiput et C1 (qui se déplace comme une seule unité) et, deuxièmement, entre C1 et C2, chez des enfants normaux. Cette construction a permis de tracer une courbe de mouvement normale, qui était fortement reproductible entre les individus. Autour de 0°, C1 croise C2 dans l'une ou l'autre direction pour commencer la rotation ; et pour les premiers 23° de rotation à partir de la position neutre C1 tourne sans le déplacement de C2. De 23° à 65°, C2 commence à tourner progressivement avec C1 et puis entre 65° et 90° de rotation C1 et C2 se déplacent à l'unisson avec un angle fixe de séparation entre eux (en moyenne 43° de la séparation). Pang et Li ont alors continué à définir les courbes de mouvement obtenues chez 40 enfants avec des déformations douloureuses suspectes de LRAA par TDM dans la position de présentation, dans une position rotative neutre et avec la tête activement tournée au côté opposé autant que le patient pourrait le tolérer.

Ils ont défini leur propre classification comprenant 5 groupes :

- Un groupe avec un angle irréductible dynamiquement fixe entre C1 et C2 (Atlanto-axoidal rotatory fixation type I : AARF I).
- Un autre groupe avec un angle de séparation C1-C2 anormal mais réductible, qui n'a jamais atteint le zéro quelque soit l'importance de la rotation (AARF II),

- Un groupe de patients chez qui C1 croisait C2, mais seulement dans des amplitudes extrêmes de rotation du côté controlatéral (AARF III).
- Certains patients avaient une dynamique de mouvement normale malgré la difformité.
- Un petit nombre était classé dans « une zone diagnostique grise».

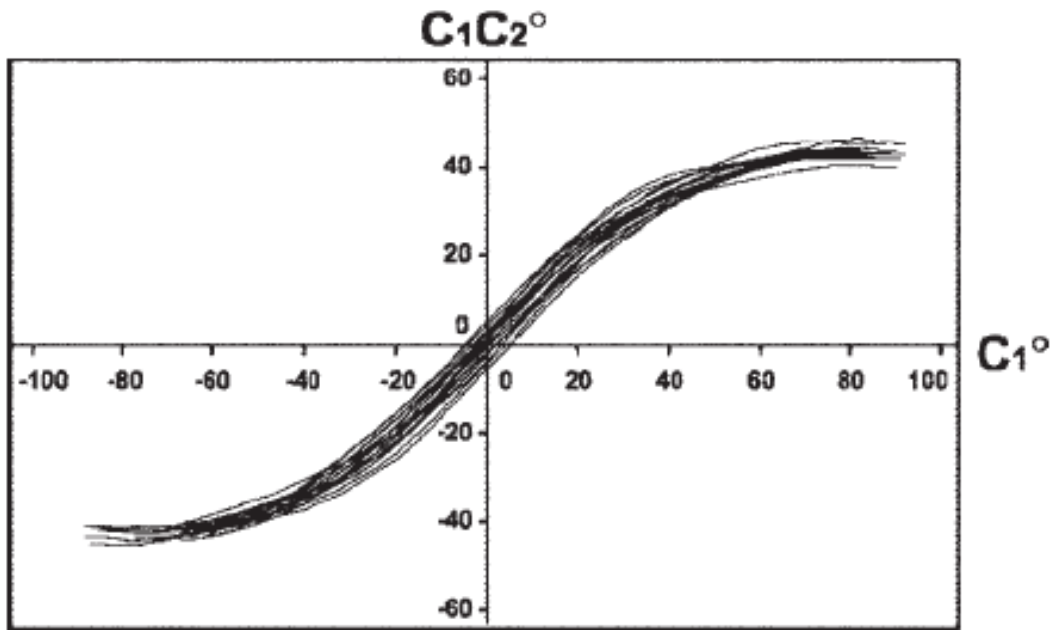


Figure 30 : Courbes de mouvements C1-C2 superposées de 18 patients normaux. L'axe des X représente la position de la tête et donc la position C1 par rapport au corps. L'axe des Y indique l'angle de rotation entre C1 et C2. De 0 ° (défini par la position de la tête droit devant) à 23° de rotation de la tête, C1 tourne indépendamment de C2 immobile. De 23 ° à 65 °, C2 tourne avec C1, quoique plus lentement. A 65 ° rotation de la tête, un angle fixe (43 °) de la séparation rotatoire de C1-C2 est atteint. La rotation de la tête plus de 65 ° à 90 ° est caractérisée par une étape de verrouillage des mouvements de C1 avec C2 et résulte entièrement de la mobilité en rotation du RCI [22].

Cependant, pour les patients les plus jeunes, une étude scannographique dynamique précise n'est pas toujours possible en raison de l'inobéissance due à la douleur durant l'examen compliquant encore plus un diagnostic déjà difficile [73].

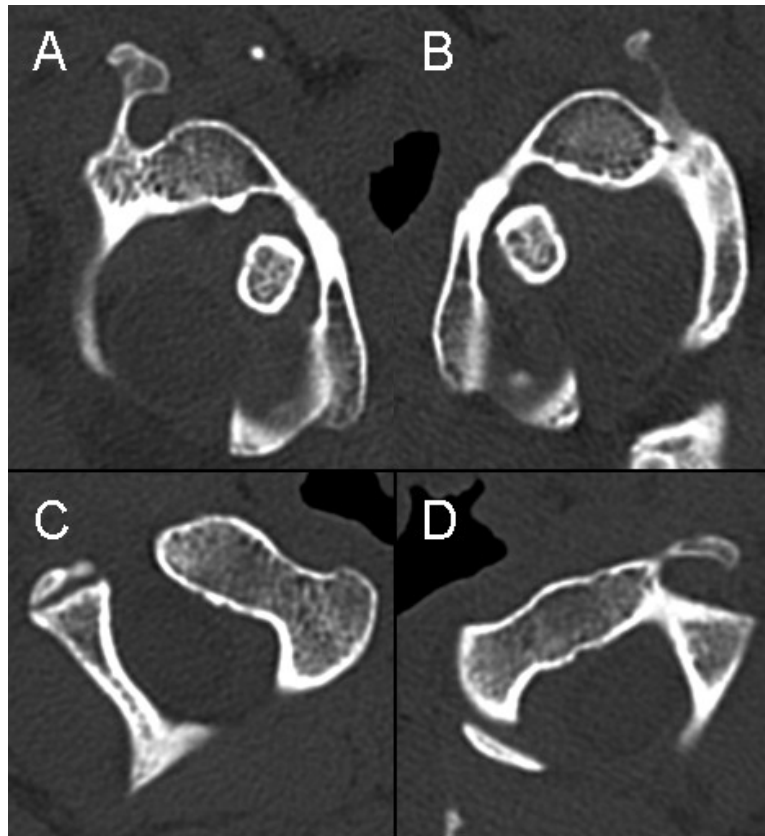


Figure 31 : images d'une TDM dynamique du rachis cervical supérieur après traitement montrant une mobilité normale du complexe AA sur des coupes axiales passant par l'atlas (fig A et B) et par l'axis (fig C et D) avec la tête en rotation gauche (fig A et C) et en rotation droite (fig B et D) [72].

3) L'imagerie par résonance magnétique :

L'utilisation de l'IRM dans l'étude des LRAA a l'avantage de ne pas irradier les patients d'autant plus qu'il s'agit d'enfants, d'avoir une meilleure capacité multi-planaire et une excellente résolution pour les tissus mous [45]. Elle peut donc objectiver une lésion du ligament transverse et détecter les lésions médullaires [17,19,45,56].

Certains auteurs ne la recommandent qu'en cas de déficit neurologique clinique [20] vu son coût élevé, sa difficulté de réalisation chez un enfant porteur de torticolis douloureux et son infériorité par rapport au scanner dans l'étude des structures osseuses [39,56].

Un complément d'angiographie par résonance magnétique peut être utilisé afin de détecter une anomalie des artères vertébrales qui peuvent être lésées lors des LRAA [45]. Govender [52] en rapporte l'intérêt particulier avant le traitement chirurgical des LRAA chroniques.

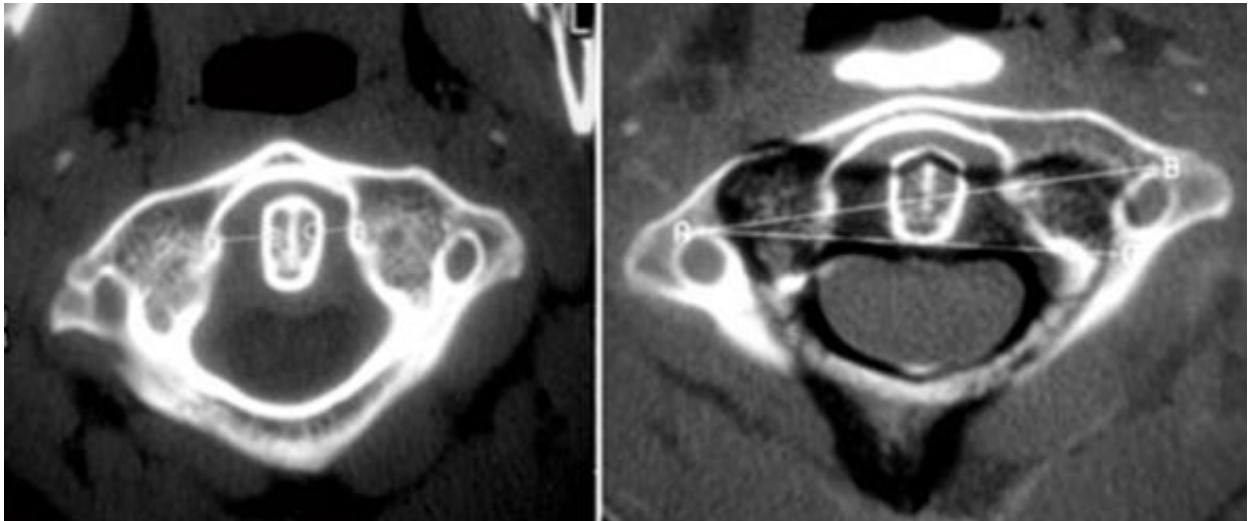


Figure 32 : Luxation rotatoire C1-C2 modérée sans rupture du ligament transverse [72].

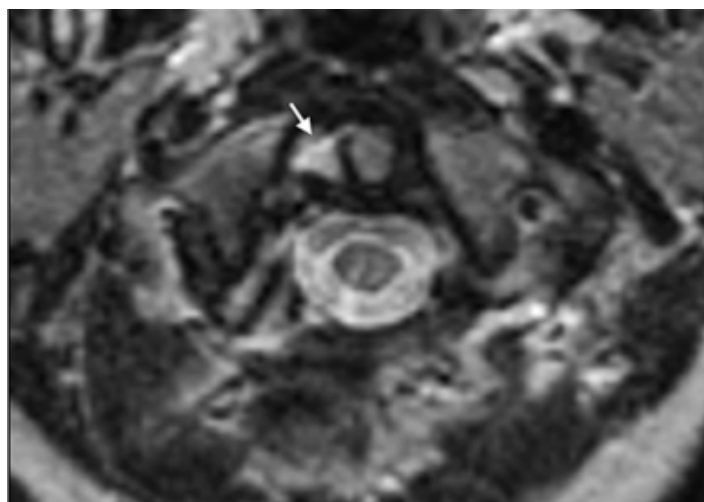


Figure 33 : coupes axiales d'IRM enT2 pondéré montrant une image anormale en hypersignal au niveau de l'espace créé par la luxation rotatoire probablement due à un processus inflammatoire ou à une hémorragie [72].



Figure 34 : IRM du rachis cervical : une coupe sagittales en T2 pondéré montrant une image hyperintense d'une fibrose du complexe atloïdoaxoïdien [52].

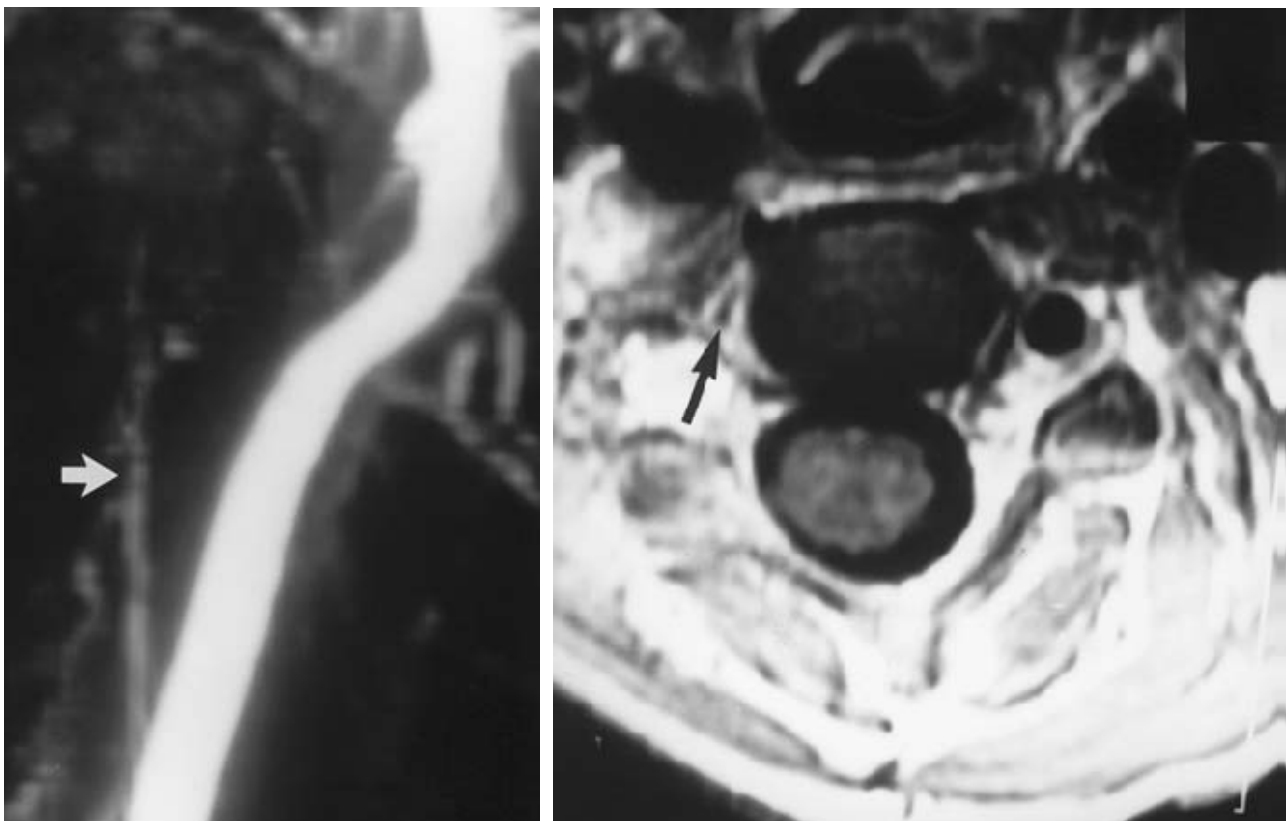


Figure 35: images d'ARM montrant la perte de la continuité de l'artère vertébrale (en regard de la flèche, figure à gauche) et une thrombose de l'artère vertébrale droite (en regard de la flèche figure à droite) secondaires à des LRAA [52].

V. Traitement :

Malgré une littérature abondante sur le sujet, les auteurs ne s'accordent pas sur une prise en charge codifiée de la LRAA et le traitement demeure un sujet controversé [17,23].

Cependant, la majorité rapporte que plus précoce sera le traitement, meilleurs seront les résultats avec moins de recours à la chirurgie [21,29,31,42].

Le but du traitement sera de réduire le déplacement, lever une éventuelle compression médullaire et puis stabiliser le rachis pour éviter l'installation d'une déformation chronique et ses conséquences notamment neurologiques.

Le traitement des LRAA va du traitement orthopédique conservateur aux procédures chirurgicales invasives.

1) Moyens :

1-1 traitement orthopédique :

a. Traction cervicale :

La majorité des auteurs recommandent la traction cervicale continue comme un moyen efficace et peu risqué pour réduire la LRAA.

Différentes techniques peuvent être utilisées :

- Traction par étrier de Gardner.
- Traction cervicale de Halter.
- Traction par halo.

Le système de traction est réalisée sous AG et les poids dépendent de l'âge de l'enfant et seront augmentés progressivement jusqu'à obtention de la réduction.

La traction est accompagnée par l'administration d'antalgiques et de myorelaxants (BZD) qui semblent atténuer la douleur et réduire la luxation plus rapidement [23,29].

Tous nos patients ont bénéficié d'une traction cervicale à l'étrier mise en place sous AG au bloc opératoire.

b. L'immobilisation :

L'immobilisation par orthèse cervicale est utilisée par les auteurs dans 2 buts différents :

- Pour la contention post-réductionnelle systématique.
- Comme traitement de première intention dans le but d'obtenir une réduction chez les patients diagnostiqués le plus précocement.

Différentes orthèses peuvent être utilisées :

- Collier mousse.
- « Philadelphia collar ».
- SOMI (sternal occipital mandibular immobilization).
- Minerve occipito-mentonnière avec bandeau frontal.
- Orthèse de Guilford.
- « Halo vest ».
- « Minerva cast ».

La durée recommandée du port de l'orthèse est très variable selon chaque équipe et en fonction de l'indication initiale.

Pour nos malades l'immobilisation après réduction a été systématique et faite à l'aide d'une minerve plâtrée.

c. Réduction par manœuvres manuelles :

Elle représente un moyen de plus dans l'arsenal thérapeutique des LRAA mais largement controversée et reste donc utilisée de façon minoritaire par les auteurs [56].

Cette réduction consiste en une traction manuelle de la tête, cou en extension, accompagnée d'une rotation de la tête jusqu'à la ligne médiane, suivie après réduction par une immobilisation cervicale [34].

Certaines équipes la recommandent chez des patients avec les luxations récentes [21,32,56,76,77,78] et notent d'excellents résultats [76,79] mais aucune étude ne compare ses résultats à ceux de la traction [56].

Il faut cependant prendre en compte quelques contre-indications comme une pathologie osseuse, une arthrite inflammatoire, un signe de l'Hermitte positif, etc [79].

D'autres auteurs la contre-indiquent vu le risque de survenue de complications neurologiques majeures lors de la manipulation, causées par un éventuel déplacement secondaire [15,20,29].

1-2 Traitement chirurgical

Le traitement chirurgical est un moyen thérapeutique primordial dans la prise en charge des LRAA.

L'arthrodèse C1C2 est la technique de choix pour fixer le rachis cervical supérieur dès qu'il y existe une instabilité.

Il existe différentes voies d'abord du rachis cervical supérieur mais la voie postérieure reste largement la plus utilisée [17,18,19,20,23,56].

Les arthrodèses par voies antérieures restent, quant à elles, exceptionnelles [38] vu les complications per et postopératoires encourues. Certains auteurs les pratiquent pour leurs résultats considérés meilleurs [52], cependant d'autres ne les réalisent qu'en cas de contre-indication à la voie postérieure [38].

Pour certains praticiens l'arthrodèse doit être occipito-cervicale [80,81] pour avoir le meilleur alignement possible. Ils la jugent donc suffisante au regard des résultats [15,31, 80,81,82].

Quelques auteurs procèdent à une tentative de réduction pendant le geste chirurgical [83,84,85] quand la majorité rejette cette pratique [21] jugée dangereuse et parfois inutile constatant que l'arthrodèse, même dans une position luxée, améliore les mouvements cervicaux, fait disparaître la symptomatologie et prévient avant tout les récurrences [21,22,86].

a. Techniques de la voie postérieure :

Ø installation et voie d'abord :

Les patients doivent être endormis et surtout intubés avec la plus grande prudence, évitant toute hyperflexion pour les lésions à déplacement antérieur et toute hyperextension en cas de fractures de l'odontoïde à déplacement postérieur.

Le retournement est le premier temps délicat de l'intervention : le chirurgien doit y participer pour guider la tête, en rectitude, dans la têtère où il la fixera par de l'Elastoplaste®. Le rasage est alors possible jusqu'à l'aplomb du vertex en sachant que la découverte de lésions cutanées peut contre-indiquer l'abord postérieur. L'installation en proclive et l'abaissement opératoire de la tension artérielle diminuent le saignement. Avant d'entreprendre quelque acte chirurgical que ce soit, un contrôle sous amplificateur de brillance des rapports ostéoarticulaires est indispensable car la réduction peut être effectuée plus aisément avant la mise en place des champs, en agissant sur la hauteur et l'inclinaison de la têtère. L'abord de C1-C2 est d'autant plus facile que la tête est en rectitude ou même en légère flexion alors que l'hyperextension qui rapproche l'occipital de C1, puis C1 de C2, rétrécit le champ opératoire.

L'incision est strictement médiane avec pour repère les épineuses saillantes de C2 et C7 : il faut dégager au bistouri le tubercule postérieur de C1, puis l'épineuse de C2 et progresser latéralement jusqu'aux articulaires ; on revient alors sur C1 qui peut être dénudé sur 2 cm de part et d'autre de la ligne médiane en courant le

risque, si on se porte plus latéralement, de blesser les veines et même l'artère vertébrale : en ce cas le tamponnement prolongé doit être le premier temps de l'hémostase, l'utilisation, limitée, de la coagulation devant être parfaitement contrôlée.

Ø Techniques d'arthrodèse :

Arthrodèse postérieure C1-C2 par laçage métallique et greffon corticospongieux iliaque :

Un greffon de 3 × 4 cm prélevé sur la crête iliaque postérieure est apposé après avivement à la fraise du bord postéro-inférieur de l'arc postérieur de C1 (figure n.A) et création à la pince-gouge d'une gouttière à la base de l'apophyse épineuse de C2 soigneusement libérée de ses attaches ligamentaires. La fixation est assurée selon l'une des variantes de la technique de Gallie par un fil métallique placé autour de l'arc postérieur de C1 puis sous l'apophyse épineuse de C2 où l'on a bien respecté l'insertion du ligament interépineux C2-C3.

- Technique de Dubousset : Le fil métallique est plus facile à passer directement « en boucle » autour de l'arc postérieur de C1 s'il est assez rigide (10 à 12 mm) mais son passage à travers le greffon et sous l'apophyse de C2 est plus aisé lorsqu'il est souple comme par exemple les fils tressés « en câbles » type Sofamor ou Acromed qui ont par ailleurs l'avantage de ne pas migrer dans le canal lors de leur rupture.
- Technique de McGraw et Rusch (elle évite le refend du greffon lors de sa pénétration, comme dans la technique précédente). Le greffon est simplement « appliqué » par le fil métallique.
- Les laçages prenant appui inférieur autour de l'arc postérieur de C2 (Brooks et Jenkins) sont plus dangereux pour l'axe médullaire.

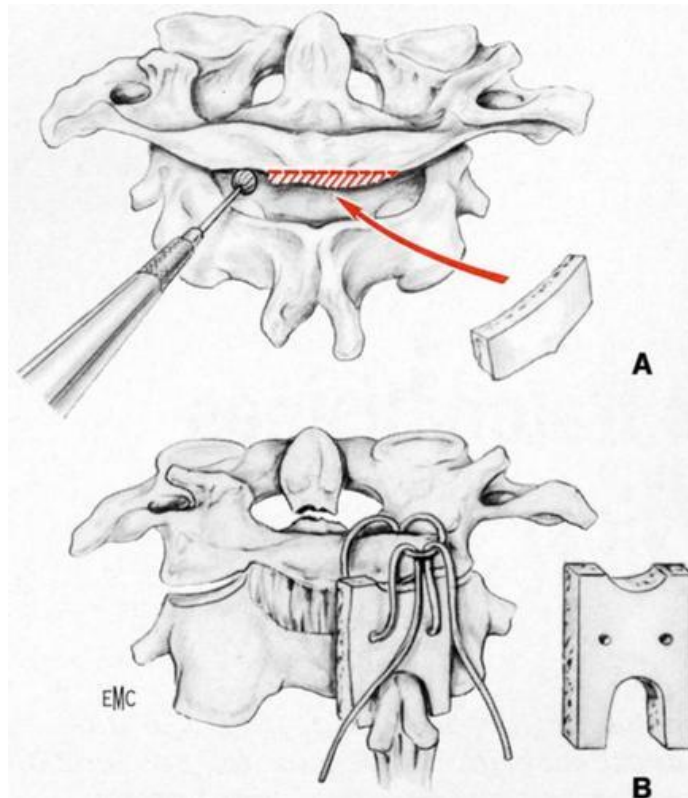


Figure 36 : (A) Arthrodeuse C1-C2 : avivement à la fraise du bord inférieur de C1, sous lequel va s'appliquer le greffon iliaque. (B) Arthrodeuse postérieure C1-C2 : type Gallie.

Technique de Dubousset : le greffon iliaque est appliqué contre C1 et C2 par un fil métallique qui le transfixie.

Arthrodeuse C1-C2 par greffe iliaque fixée par implants métalliques :

On peut utiliser des clamps métalliques entre C1 et C2 comme le Halifax® (Codman), le CD pédiatrique ou l'Apofix® (Sofamor) : le principe de la greffe est identique, le sertissage du clamp, après son resserrement à l'aide d'un compresseur, entraîne une bonne stabilité.

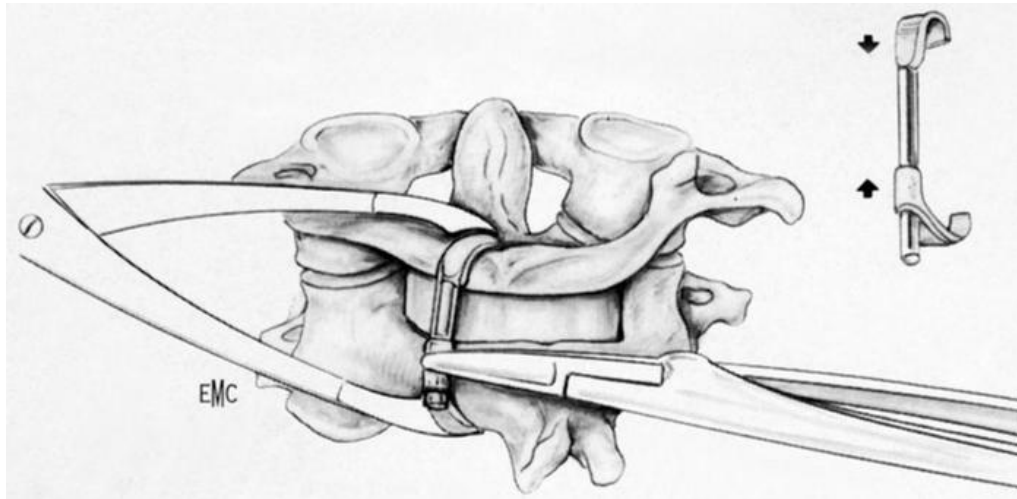


Figure 37 : Schéma de la mise en place d'un clamp Apofix®

Le clamp Apofix® en titane pour l'arthrodèse postérieure C1-C2 : le crochet supérieur, solidaire de la tige, est placé au-dessus de l'arc postérieur de C1 ; l'inférieur, libre, sous C2, va coulisser sur la tige lors de la mise en compression par une pince spéciale. La fixation est assurée par « sertissage » du crochet inférieur sur la tige à l'aide de la pince à sertir ; un fil souple en titane peut solidariser les deux clamps droit et gauche.

Arthrodèse C1-C2 par vissage articulaire selon Magerl :

Elle nécessite la mise en place, sous contrôle visuel, d'une vis transarticulaire entre C2 et C1 : après ouverture de la capsule articulaire, une broche de Kirchner refoule vers le haut les parties molles qui protègent ainsi le nerf grand occipital et le volumineux plexus veineux situés à ce niveau (fig. 22 A). L'avivement de l'interligne est difficile par cette voie très étroite et on peut se contenter d'une simple fixation transarticulaire qui peut être d'ailleurs associée à une arthrodèse classique C1-C2 par fil métallique médian.

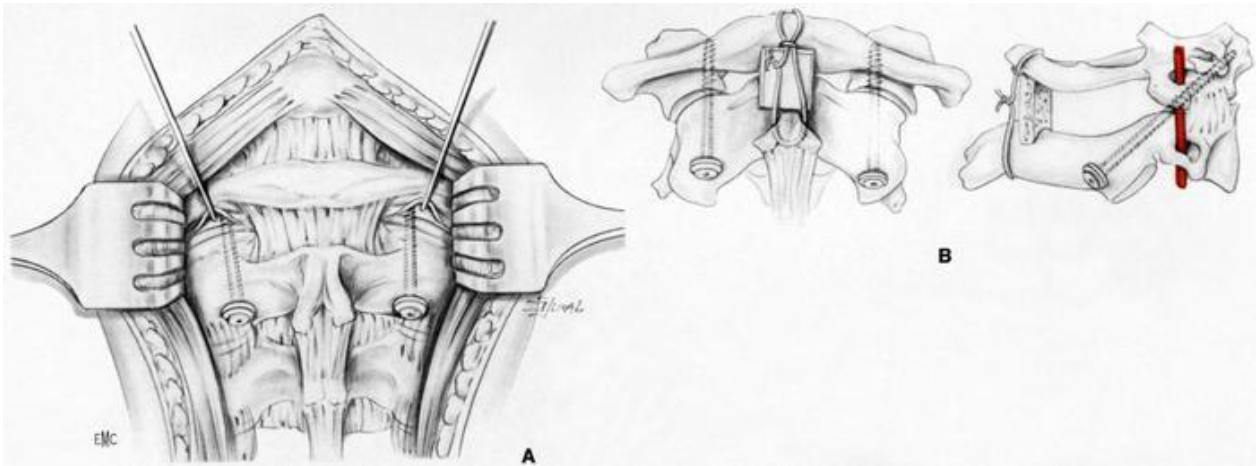


Figure 38 : (A) Arthrodesè postérieure C1-C2 selon Magerl : le point d'introduction de la vis se situe à la partie postéro-inférieure de la lame de C2 ; son trajet peut être suivi grâce à l'ouverture de la capsule articulaire et au contrôle sous amplificateur. (B) Noter l'obliquité vers le haut (45°) et le trajet sagittal qui laisse l'artère vertébrale en dehors ; la pénétration de la masse latérale de C1 se poursuit jusqu'à son bord antérieur. L'association à une arthrodesè type Gallie réalise un montage triangulaire très stable.

b. Les voies antérieures :

Ø La voie antérieure trans-orale :

Installation :

Après intubation nasale ou orale, l'opéré est installé en décubitus dorsal, tête en extension et le chirurgien se place à la tête du patient. Une désinfection soignée de la cavité buccale est répétée. Un écarteur buccal autostatique est mis en place, maintenant l'ouverture buccale et permettant par fixation de différentes lames : l'abaissement de la langue, l'écartement de la sonde d'intubation et l'utilisation d'écarteurs accessoires. La luette est fixée par un point au palais pour permettre une bonne vision de la paroi postérieure du pharynx.

Abord :

La palpation de cette paroi permet de repérer le tubercule antérieur de C1 et, en cas de doute, il est souhaitable de pratiquer un contrôle radiographique avec index métallique en place. L'incision de cette paroi est strictement médiane, sur 5 cm du bord supérieur de C1 jusqu'en regard de C2-C3, faite directement jusqu'au plan osseux. En restant au contact de l'os, l'arc antérieur de C1 est ruginé jusqu'au bord latéral des articulations atloïdoaxoïdiennes. Au-delà, il existerait un risque de blessure des vaisseaux vertébraux.

Le corps de C2 est lui aussi ruginé des insertions ligamentaires et du muscle long du cou, mais sur 1 cm seulement de part et d'autre de la ligne médiane dans sa partie inférieure ; en effet, au-delà, il existe un autre risque de blessure des vaisseaux vertébraux. Ces deux volets musculoligamentaires sont maintenus par un écarteur autostatique ou par des broches plantées dans les masses latérales de C1 et dans le corps de C2. Dans cet abord une exposition trop latérale pourrait blesser aussi le tronc sympathique, le nerf laryngé supérieur et, au-delà, la carotide interne.

Ø La voie antéro-latérale ou présterno-cléido-mastoïdienne :

Son principe est de passer en avant du muscle sterno-cléido-mastoïdien (SCM), puis entre l'axe aérodigestif en dedans et le paquet jugulocarotidien en dehors. Le choix du côté pour l'abord du RCS par cette voie ne pose pas de problème. Il est plus commode pour un droitier d'utiliser une voie d'abord du côté droit. Nous décrivons la voie d'abord à gauche, côté le plus utilisé.

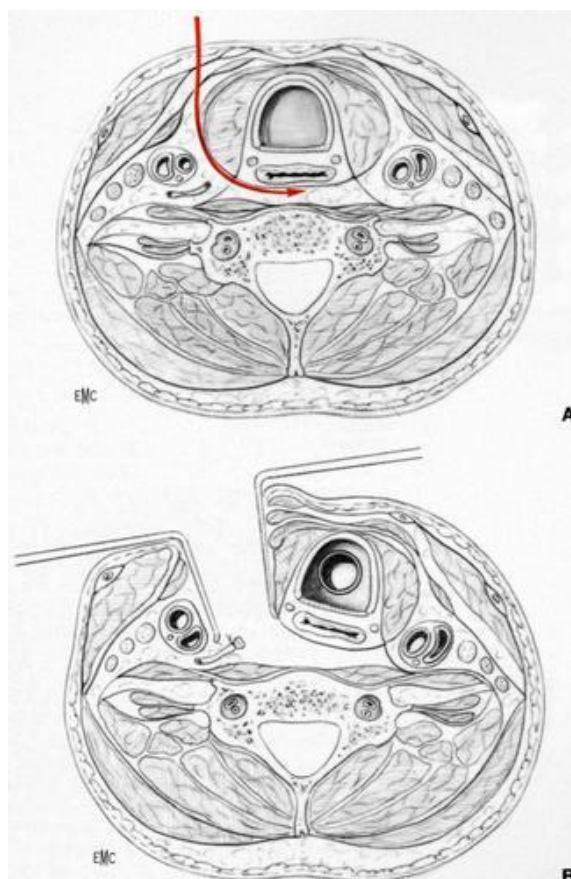


Figure 39 : Voie antérolatérale présterno-cléido-mastoidienne.

(A) Coupe transversale montrant les différents plans traversés.

(B) L'écartement de l'axe aérodigestif en dedans et du paquet jugulocarotidien en dehors mène sur la face antérieure du rachis.

Installation :

Le patient est en décubitus dorsal, bras le long du corps, sur une table ordinaire. Les cheveux sont maintenus dans une coiffe et les yeux protégés par des compresses. Les épaules sont un peu soulevées par un champ plié glissé sous les omoplates, qui maintient le cou en légère extension. Une bande adhésive, appliquée sur le front et collée aux bords de la table, maintient le cou en rotation neutre ou modérée vers la droite. Une rotation à gauche rendrait difficile l'écartement de l'axe aérodigestif ; à l'inverse une rotation à droite de la tête supérieure à 20° rendrait difficile l'écartement du SCM qui se trouverait tendu et pourrait induire une erreur

d'appréciation de l'orientation des vertèbres ; dans l'abord du rachis cervical supérieur cette rotation excessive gênerait l'exposition du rachis en déplaçant la région carotidienne haute vers la ligne médiane.

Avant l'installation des champs, il est prudent de dessiner sur la peau le bord antérieur du SCM, la ligne médiane, la jugulaire externe bien visible par compression du creux sus-claviculaire et l'incision cutanée prévue. L'incision cutanée est longitudinale suivant le bord antérieur du muscle.

Un contrôle radiographique, avec un index métallique sur ce tracé d'incision, vérifie le bon centrage par rapport aux niveaux à atteindre, ou permet de mesurer le décalage à donner à ce tracé vers le haut ou vers le bas. L'opérateur se place du côté de l'abord, ici à gauche, ses aides en face de lui et à la tête du patient. Si une prise de greffe iliaque est nécessaire elle sera installée du côté gauche ; les anesthésistes sont au pied de l'opéré et à droite de du tronc.

Abord :

Pour un abord étendu, l'incision cutanée longitudinale suit le bord antérieur du SCM, au maximum du bord antérieur de la mastoïde au manubrium sternal. Le peaucier du cou est décollé de l'aponévrose cervicale superficielle sous-jacente aux ciseaux et sectionné parallèlement. L'aponévrose cervicale est alors incisée de façon longitudinale sur toute la hauteur de la voie d'abord parallèlement au bord antérieur du SCM. L'hémostase de veines cervicales transverses et la section de rameaux nerveux est habituelle et, en haut, la ligature de la veine jugulaire externe peut être nécessaire.

Une fois dans la portion haute ou sus-hyoïdienne (occiput-C2) cette voie d'abord gagne l'espace rétropharyngé en passant entre, d'une part l'os hyoïde et le pharynx en avant, et d'autre part la carotide externe et la veine jugulaire interne en arrière. Ce passage est barré par des éléments vasculonerveux destinés à la face et à

l'axe aérodigestif ; des éléments vasculaires sont liés mais il faut respecter les éléments nerveux : nerf laryngé supérieur, nerf hypoglosse et nerf facial. L'aponévrose cervicale superficielle ayant été incisée au bord antérieur du SCM et la veine jugulaire externe liée, il faut prendre garde à ne pas léser le nerf spinal qui pénètre le bord antérieur du SCM en regard de C1. Le bord antérieur de ce muscle est libéré de bas en haut jusqu'à la glande parotide dont le pôle inférieur, qui protège le nerf facial et récliné vers le haut. A ce niveau il faut éviter la dissection au doigt qui pourrait léser la fine paroi du pharynx. La dissection aux ciseaux permet d'isoler les veines destinées à la face et à la langue, parfois confluentes en un tronc : elles sont ensuite sectionnées entre ligatures. Le ventre postérieur du muscle digastrique qui descend obliquement en bas et en avant et passe au-dessus de la grande corne de l'os hyoïde est repéré : derrière lui chemine le nerf hypoglosse qu'il faut respecter. Le tendon intermédiaire du muscle digastrique est alors sectionné et le ventre postérieur récliné en arrière. Il peut être utile aussi de sectionner le muscle stylohyoïdien qui longe le bord antérieur de ce ventre postérieur du digastrique. Le nerf laryngé supérieur qui apparaît en dedans de la carotide externe, sous l'artère linguale, presque au contact des muscles prévertébraux, à hauteur de la grande corne de l'os hyoïde, doit être repéré et respecté. En restant en dessous du nerf grand hypoglosse, la dissection prudente de la paroi pharyngée et refoulement vers le dedans permettent d'accéder à la face antérieure du rachis jusqu'à C1, dont le tubercule antérieur bien palpable constitue un bon repère.

En passant au-dessus du nerf hypoglosse et en le réclinant vers le bas, la dissection prudente du pharynx permet d'accéder au clivus, au-dessus du tubercule antérieur de C1. Les ligaments prévertébraux sont alors sectionnés verticalement sur la ligne médiane au bistouri électrique, puis ruginés de part et d'autre avec les muscles prévertébraux.

Ø Technique de fixation : fixation antérieure C2-C1 par vis :

Cette technique est commune aux 2 voies antérieures et peut être réalisée pour renforcer une arthrodèse postérieure peu stable, ou traiter par la même voie antérieure l'instabilité C1-C2 de type ligamentaire, on peut introduire sous contrôle de l'amplificateur de brillance, à partir du bord inférieur de C2, deux vis divergentes qui vont se fixer dans les masses latérales de C1, réalisant ainsi par voie antérieure la même fixation que la technique de Magerl par voie postérieure [87,88,89].

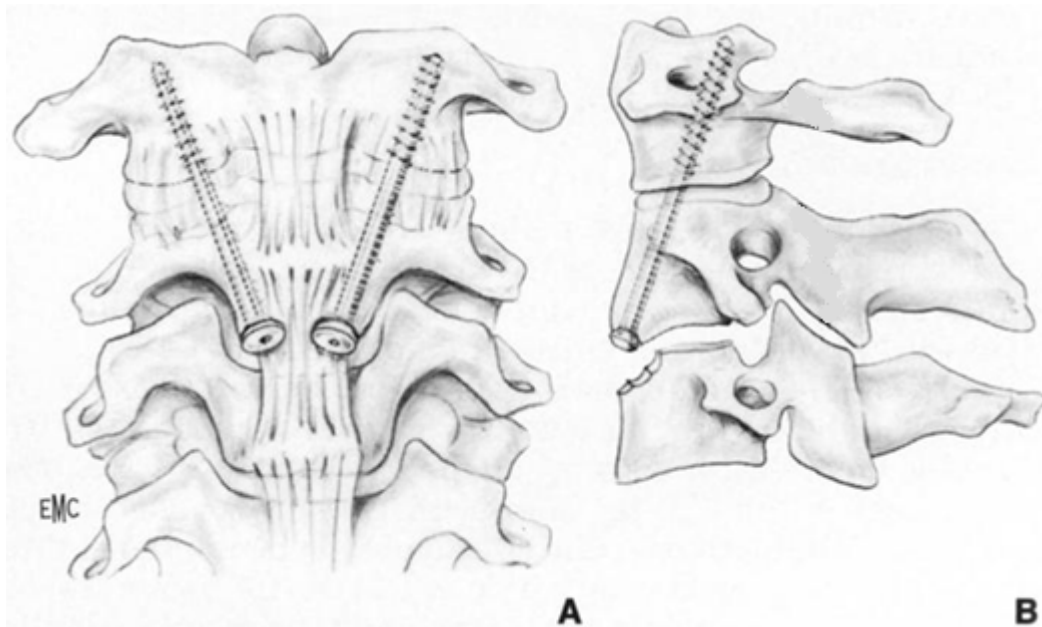


Figure 40 : schéma de la fixation C1C2 par vis.

2) indications :

Malgré le nombre relativement important de publications depuis plus de 100 ans, des recommandations claires en matière de LRRAA manquent encore.

Ainsi les guidelines de la prise en charge thérapeutique diffèrent énormément selon les écoles.

William [21] propose un plan thérapeutique en fonction de l'ancienneté des symptômes :

- Luxation < 1 semaine : immobilisation par collier cervical et repos au lit pendant une semaine. Si la réduction ne se produit pas, une hospitalisation avec traction cervicale est indiquée.
- Luxation > 1 semaine : hospitalisation et mise en place d'une traction cervicale jusqu'à réduction, suivie d'une immobilisation de 4 à 6 semaines.
- Luxation > 1 mois : la traction cervicale peut être tentée pendant 3 semaines au maximum.
- Un traitement chirurgical à type d'arthrodèse C1C2 est indiqué chez les patients où les tentatives de réduction orthopédique ont échoué.

Antonio E. Muniz [37] pose également les indications en fonction du délai diagnostique, mais d'une différente façon :

- Symptomatologie < 1 semaine : antalgiques associés au port d'un collier cervical.
- Symptomatologie > 1 semaine : traitement médical avec traction cervicale type Halter relayé par une contention par orthèse cervicale.
- Symptomatologie > 1 mois ou si échec d'une traction type Halter : réduction par traction au halo.
- Symptomatologie > 3 mois ou instabilité : arthrodèse C1C2.

On retrouve le même raisonnement thérapeutique chez Menezes [26], Subach [29], Martinez-Lage [17] et Brian [23] sans qu'ils mentionnent les délais diagnostiques précis en fonction desquels se posent les indications.

D'autres auteurs comme Godard [38] et Chiapparini [19] prônent une traction cervicale comme traitement de première intention indépendamment de l'ancienneté de la pathologie. Une fois la réduction obtenue, une immobilisation cervicale par minerve est portée 6 semaines pour maintenir la réduction et consolider les structures ligamentaires et capsulaires. En cas d'échec de la première réduction, le choix entre retenter une traction ou procéder à une arthrodèse cervicale reste problématique et dépend des équipes.

Cependant pour d'autres auteurs le schéma thérapeutique à suivre dépend du type de LRAA selon la classification de Fielding.

- Type 1 : traitement orthopédique par contention externe seule [3] ou par traction cervicale associées aux antalgiques et myorelaxants, suivie par une contention cervicale est recommandé par [46,53,77,90].
- Type 2 : traitement orthopédique d'emblée par traction et minerve suivi à l'issue du traitement par la réalisation de clichés radiologiques dynamiques afin de s'assurer de l'intégrité du ligament transverse. Le traitement se fera donc en fonction de ces résultats. [6,58]
- Type 3 : arthrodèse C1-C2 est la règle, mais un traitement orthopédique par traction/immobilisation peut être malgré tout tenté avec évaluation par clichés dynamiques et à la fin du traitement. [58]
- Type 4 : le déplacement postérieur suppose l'anormalité de l'apophyse odontoïde ou sa fracture et pose donc le problème d'instabilité généralement réglé par l'arthrodèse chirurgicale.

Pang et Li [22] quand à eux, traitent en fonction des 2 paramètres, l'ancienneté de la luxation et son type lésionnel selon leur propre classification. Dans tout les cas, le protocole thérapeutique qu'ils recommandent comprend 2 phases, une phase de réduction et une phase de stabilisation. La réduction est jugée faite quand la tête revient à la ligne médiane avec une confirmation scannographique.

Il ressort de leur étude novatrice des recommandations claires et précises concernant les indications thérapeutiques :

- 1- Les LRAA aiguës et subaiguës (respectivement ≤ 1 mois et entre 1 et 3 mois), indépendamment du type, doivent être traitées en première intention par une traction type Halter et immobilisées (par orthèse de Guilford) après réduction pendant 3 mois.
- 2- Les LRAA chroniques (≥ 3 mois) type III sont traitées selon la première recommandation et seulement si l'immobilisation échoue il faudra procéder à une traction par étrier et une contention par halo.
- 3- Les patients porteur d'une luxation type II chronique sont d'abord traités par une traction Halter, mais seront équipés par une contention au halo durant la phase de stabilisation car ils ont un risque élevé de récurrence de la luxation après réduction. Les colliers sont généralement inadéquat pour le maintien de l'alignement.
- 4- Les luxations chroniques type I, qui cumulent les plus mauvaises perspectives de réussite d'une réduction orthopédique, le taux le plus élevé de récurrence des luxations et nécessitant le temps de traction le plus long pour obtenir une réduction, sont aussitôt traitées par traction avec étrier crânien et immobilisés après réduction par un dispositif halo pour une durée de 3 mois.

- 5- Toute première récurrence est traitée par la remise en place d'une contention par orthèse cervicale si la récurrence est un type III, et par traction à l'étrier et immobilisés après réduction par un dispositif halo si la récurrence est un type I ou II.
- 6- Une seconde récurrence de la luxation est considérée comme une LRAA récurrente. Les LRAA récurrentes aiguës et subaiguës sont traitées par traction à l'étrier crânien et immobilisés après réduction par un halo. Les LRAA récurrentes chroniques sont elles traitées par arthrodèse chirurgicale.
- 7- Toute récurrence pendant l'immobilisation au halo ou après son ablation à 3mois bénéficie d'une arthrodèse chirurgicale C1C2.
- 8- Tout patient avec une déformation irréductible après 2 semaines et demie de traction à l'étrier est traité par arthrodèse postérieure C1-C2 avec le meilleur alignement possible.

Chez nos patients nous optons pour un traitement orthopédique de première intention à type de traction cervical à l'étrier mise en place au bloc opératoire sous AG. Des examens radiologiques de contrôle de la réduction de la luxation rotatoire sont faits tout au long de la durée de la traction. Dans le cas où aucune amélioration n'est notée nous procédons à une arthrodèse occipito-C2 qui assurera la stabilité du complexe atloïdo-axoïdien.

Tous les malades seront immobilisés après traitement par minerve plâtrée pendant 3 mois avec des contrôles radiologiques lors du suivi.

VI. Les complications :

1) Complications immédiates :

Des névralgies occipitales homolatérales ont été rapportées mais restent rares. Elles sont dues à l'irritation du nerf grand occipital qui émerge entre C1 et C2 [22,45].

Très rarement une occlusion suite à un étirement de l'artère vertébrale peut être responsable de vertiges, nausées, vomissements, acouphènes, troubles visuels et d'autres déficits neurologiques rattachés au tronc cérébral [45,52].

Les déficits neurologiques restent exceptionnels probablement grâce à la largeur importante du diamètre du canal rachidien à ce niveau. Cependant, ils sont systématiquement recherchés à l'examen neurologique complet : atteintes radiculaires motrices ou sensitives et/ou médullaires et/ou bulbaires [17,20,26,29].

Les signes pyramidaux à type d'hémiplégies ou de tétraplégies sont les manifestations neurologiques les plus fréquemment décrites dans la littérature [15,20,73].

De très rares cas de décès suite à une transection de la moelle par l'atlas ont été rapportés par Fielding et Hawkins ; et Watson-Jones. [15,20]

2) Complications des LRAA non traitées :

Malheureusement, l'histoire naturelle de la LRAA n'est pas complètement élucidée [20], mais la littérature recense plusieurs complications alarmantes aux LRAA chroniques non traitées.

- L'asymétrie faciale avec un aplatissement de la face du côté de l'inclinaison de la tête probablement attribué à une traction musculaire continue et asymétrique de la mandibule et d'autres structures maxillo-faciales en croissance [15,20,37,42,45,86,91]. Cela est au mieux un problème

esthétique mais qui peut, au pire, conduire à une dentition perturbée et une malocclusion de la bouche [22,29].

- La compression pharyngée chronique entraîne un changement de la voix [23,29].
- Ni la douleur ni la déformation ne diminuent avec la chronicité [17,22]. En fait, la contracture douloureuse du muscle sternocléidomastoïdien homolatéral tend à se généraliser avec le temps au côté controlatéral et aux muscles nucaux postérieurs, faussant sévèrement la relation entre la tête et le cou. Cela entraîne avec la cessation de la rotation de C1-C2 une accélération des changements dégénératifs du RCI [22].

Trois autres complications de la chronicité sont potentiellement plus dangereuses :

- Le retard du traitement et la progression de la LRAA :

La fixation pathologique entre C1 et C2 augmente avec la persistance d'une dynamique pathologique chez les patients non traité, probablement à cause de la contracture des tissus mous périarticulaires et des modifications adhésives des surfaces articulaires. Il est question qu'un retard thérapeutique de plus de 2 ou 3 mois conduit à des formes plus sévère de LRAA, ce qui présage donc une évolution plus longue et plus pénible. L'attente peut alors irrévocablement restreindre les chances de guérison complète.

- La laxité compensatoire occipito-atloïdienne :

Cette modification se fait grâce à la capacité adaptative du rachis cervical de l'enfant dans le but de rétablir le meilleur alignement possible de la tête et du cou [52].

Normalement le crâne est étroitement lié à C1, mais avec la persistance d'une déviation anormale dans les LRAA chroniques l'angle de rotation entre l'occiput et

l'atlas s'élargi considérablement. Cette évidente laxité occipito-C1 résulte vraisemblablement d'une surdistension des muscles et ligaments de l'articulation atlanto-condylienne secondaire à des tentatives forcées et répétées de retour la tête à la ligne médiane [22].

Cette évolution n'a pas été rapportée par beaucoup d'auteurs [45] mais reste importante par ses complications éventuelles et les indications thérapeutiques qu'elle implique.

La question est de savoir si elle menace la moelle épinière ou non. Certains auteurs pensent que oui et procèdent donc dans ce cas de figure à une arthrodèse occipito-C2 affirmant que cette laxité est une vraie et irréversible instabilité [75,91,92,93].

Pang [26], quand à lui, pense qu'il n'est pas nécessaire de fixer tout le rachis cervical supérieur en se basant sur les résultats satisfaisants de la surveillance scannographique de ses patients.

- L'insuffisance chronique du ligament transverse :

Avec la déformation rotatoire prolongée, la tête se voûte en quelque sorte en avant et en bas en plus de la posture en rotation-inclinaison.

Comme le montrent les observations de Pang, la distance atlanto-odontoïdienne augmente si la LRAA n'est pas traitée ; et l'atlas s'incline gravement en avant par rapport à C2.

Ces changements sévères résultent du déplacement antérieur de la facette homolatérale de C1 par rapport à C2 avec un déplacement du centre de gravité de la tête en avant loin de l'axe-pivot de l'apophyse odontoïde. A ce moment, le ligament transverse se distend pour s'accommoder avec la migration postérieure de l'odontoïde qui se fait finalement au détriment de la largeur du canal médullaire. La moelle risque certainement d'être lésée à ce stade, et même si un intervalle atlanto-

odontoïdien et une largeur du canal médullaire normaux sont restaurés avec la réduction, la perte de l'intégrité structurale du ligament peut être permanente. Sa répétitivité peut rendre le complexe atlanto-axial chroniquement instable dans le plan horizontal [22].

3) Complications tardives :

3-1 Les récurrences de LRAA :

Les luxations récurrentes après réduction initiale ont été largement rapportées dans les LRAA [20,21,23,29,27,91] . Mais la désignation d'une luxation rotatoire comme récurrente est inconsistante dans la littérature du fait de l'absence d'un test fiable prouvant la réversibilité des dynamiques normales [22].

Pang [22] définit la LRAA récurrente comme l'état suivant la survenue d'une seconde luxation car il apparaît que dans ce cas de figure :

- Le recours à un traitement invasif est presque certain.
- La durée du traitement est plus longue.
- Et la moitié de ces patients vont finalement perdre une rotation C1-C2 normale, attestant d'un mauvais pronostic.

Les récurrences sont probablement dues à un étirement excessif des ligaments stabilisateurs à une surdistention et une flaccidité ultérieure de la capsule articulaire et à un remodelage de la facette inférieure de C1 en une surface inclinée en bas qui glisse facilement sur une facette de C2 également remodelée [22,91,94].

Le taux de récurrence dans les différentes séries est variable. Brian [23] rapporte 33% de récurrence, Lukhle [20] 30%, Pang [22] 26% et Schwarz [32] 25% ; quand Philips [21] en trouve 22%.

Il est important de noter que le risque de récurrence est corrélé à l'ancienneté de la LRAA [21,29,95]. Ainsi, comme le rapporte Brian [23] et Pang [22], la

réurrence d'une luxation rotatoire est essentiellement notée chez les patients ayant une LRAA ancienne.

Brian [23] affirme que les LR de plus de 3 semaines ont un risque significativement plus élevé de récurrence, mais par contre ne retrouve pas de relation statistique entre l'âge, le sexe ou la cause de la pathologie et sa probabilité de récurrence.

Pang [22], quant à lui, avance que la sévérité aussi bien que la chronicité de la LR est un facteur prédisposant à la récurrence car il est normal de s'attendre à ce qu'une puissante pression déformant le cou est plus encline à pousser les tissus au-delà des limites de leur élasticité et que plus ces tissus sont distendus, moins il y a de probabilité qu'ils reviennent à leur état normal.

3-2 L'irréductibilité des LRAA :

Cette notion a été rapportée dans la littérature à plusieurs reprises [17,23,32,37,52] mais manque de définition précise et son incidence reste donc à évaluer. Brian [23], Lukhele [20] et Subach [29] notent 10% de LR irréductibles.

Les auteurs relatent ainsi dans leurs séries de LRAA certains cas où la réduction ne peut être obtenue et recourent alors à une fixation chirurgicale même en position luxée dans un souci majeur de stabilité.

Il est communément admis que ces cas de LR irréductibles sont essentiellement rencontrés chez les patients diagnostiqués et donc traités tardivement [20,22,23,32]. Chez ces enfants la traction n'est pas apte à soustraire et désengager l'articulation AA verrouillée. Ceci est expliqué par les modifications permanentes survenant à ce niveau :

- La contracture de la capsule articulaire et des ligaments et tendons périarticulaires [15].

- L'osteoarthrite perturbe le mouvement de glissement articulaire harmonieux [91].
- Des bandes de fibrose adhésive [85,96] et même des unions osseuses croisées [84,91] reliant les surfaces articulaire ont été retrouvées lors de chirurgies.
- Un fragment articulaire ou un lambeau synovial parfaitement enclavé entre les surfaces articulaires luxées [20].

Il est difficile de concevoir que de tels changements puissent un jour conduire à une fonction articulaire normale même si l'alignement physiologique forcé est obtenu.

3-3 Séquelles de la chirurgie des LRAA :

Le traitement chirurgical des LRAA consistant en une arthrodèse cervicale supérieure n'est pas anodin. En plus des risques de complications per et postopératoires inhérents à tout acte opératoire, les résultats fonctionnels limités propres à l'arthrodèse sont importants à signaler.

L'arthrodèse cause en effet des limitations permanentes des fonctions du RCS même si les restrictions des mouvements sont compensées par le reste du rachis cervical non immobilisé, et ce, jusqu'à une certaine mesure chez le jeune enfant [32].

En effet, cette perte d'amplitude des différents mouvements du RCS une concession nécessaire face à la stabilité qu'apporte l'arthrodèse cervicale.

Dans notre série aucun de nos patient n'a présenté de complication ni immédiate ni tardive.

VII. Résultats globaux et pronostic :

Il est difficile d'évaluer les résultats thérapeutiques concernant les LRAA, car plusieurs contraintes entravent cette appréciation :

- Le nombre de patients relativement bas dans certaines séries de la littérature.
- L'absence de consensus sur un protocole thérapeutique à suivre.
- La période de suivi décrite par certains auteurs est relativement courte.
- Les critères d'évaluation des résultats sont subjectifs en l'absence d'un système commun de notation.

Malgré ce constat, quelques points importants notés par plusieurs auteurs doivent être soulignés.

La majorité des LR seront résolues par un traitement conservateur [29] avec un taux de recours à la chirurgie modéré qui varie selon les séries, avec des extrêmes de 0% à 50% [17,18,19,20,21,23,29,31,32].

Tableau 4 : Taux de recours à la chirurgie dans la littérature.

série		Taux de recours à la chirurgie
Dubrana [18]	n=5	20%
Brian [23]	n=20	30%
Lukhele [20]	n=10	20%
Philips [21]	n=23	13%
Subach [29]	n=20	30%

Si le pronostic des LRAA traitées précocement chez l'enfant reste bon [97] celui des patients non traités ou pris en charge tardivement est pondéré au vue des complications éventuelles. Ainsi, les auteurs s'accordent à dire que la prise en

charge précoce améliore les résultats et diminue le recours à la chirurgie [20,31,45,69].

La chronicité assombrit le pronostic car elle augmente la durée et la difficulté du traitement, le nombre de récurrences, le taux d'irréductibilité, le recours à la chirurgie et le pourcentage de patient perdant finalement une rotation C1-C2 normale. L'âge, le sexe et l'étiologie ne semblent pas corrélés à la sévérité ni influencer le pronostic. Le pronostic des récurrences, lui, est jugé moins bon [22].

L'évolution post-thérapeutique de la majorité des séries est jugée satisfaisante par leurs auteurs [17,18,26,35] surtout pour les patients traités orthopédiquement par rapport à ceux qui ont bénéficié d'une arthrodèse cervicale au vu des les résultats fonctionnels relativement moins bons du 2ème groupe.

Le retard de diagnostic est un point essentiel qui revient dans toutes les séries avec des pourcentages plus ou moins important (16% pour Govender [52], 29% pour Pang [22], 30% pour William [21], 60% pour Lukhele [20]), même s'il n'y a pas d'accord sur le délai nécessaire pour considérer qu'une luxation est chronique.

La reconnaissance précoce de la LRAA prend donc une importance majeure d'autant plus qu'elle est souvent diagnostiquée tardivement [20].

Dans notre série le résultat est jugé chez 2 de nos patients ; le premier traité orthopédiquement et le deuxième ayant une arthrodèse cervicale. On note chez eux une disparition de la douleur et une mobilisation normale de la tête et du cou. Leur délai diagnostique était court et leur traitement fut donc précoce.

Chez le troisième malade le diagnostic n'a été fait que 03 mois après la survenue de la LRAA secondaire à une arthrite juvénile idiopathique. Chez ce patient on note disparition de la douleur mais une importante restriction des mouvements de rotation et de flexion extension du cou.

CONCLUSION

La LRAA est une pathologie rare de l'enfant d'étiologies multiples dominées essentiellement par les traumatismes et les infections ORL et peuvent être associée à d'autres lésions, essentiellement la fracture de la clavicule.

Le diagnostic est souvent retardé car difficile pour plusieurs raisons :

- La méconnaissance de la pathologie par les praticiens.
- La symptomatologie est commune et bénigne.
- La réalisation et l'interprétation difficile des clichés radiologiques standards.
- L'absence de consensus sur des critères diagnostiques précis.

L'interrogatoire et l'examen clinique sont un temps primordial dans la démarche diagnostique des LRAA car ils permettent d'évoquer ce diagnostic et de rechercher ses complications immédiates

Le diagnostic devra donc être confirmé par TDM dynamique qui paraît être le moyen le plus fiable de faire la différence entre images pathologique ou simplement positionnelle.

La LRAA est une pathologie globalement de bon pronostic mais néanmoins grave par ses retentissements fonctionnels et ses multiples complications immédiates ou chroniques si la prise en charge n'est pas adéquate.

La reconnaissance précoce de la LRAA prend donc une importance majeure d'autant plus qu'elle est souvent diagnostiquée tardivement.

Le traitement peut aller de la traction orthopédique à l'arthrodèse chirurgicale et ses indications restent largement controversées.

L'amélioration du pronostic passe donc par différentes étapes :

- Améliorer la connaissance de cette pathologie par les praticiens.
- Pousser d'avantage la recherche pour la compréhension de la physiopathologie des LRAA.

- Fixer des critères diagnostiques précis se basant sur les progrès de l'imagerie.
- Etablir un consensus thérapeutique clair et complet.

Il devrait être possible, dans un avenir proche, d'approfondir les connaissances physiopathologiques des LRAA et donc d'établir des critères diagnostics clairs et précis puis de définir un consensus sur le traitement de cette pathologie qui résoudrait les questions qui restent encore en suspens.

RESUME

Résumé

La luxation rotatoire atloïdo-axoïdienne est une pathologie rare de l'enfant pour laquelle un consensus diagnostique et thérapeutique manque encore et dont les complications peuvent être graves.

Notre travail a consisté en une étude rétrospective portant sur une période de 03 ans réalisée au sein du service de traumatologie-orthopédie pédiatrique du CHU HASSAN II de Fès et concernant 03 cas de luxations rotatoires C1C2 chez l'enfant. Le but de notre travail est d'analyser nos résultats en fonction de plusieurs paramètres épidémiologiques et cliniques, de choisir la meilleure stratégie diagnostique et la bonne conduite pratique devant cette pathologie.

Nos patients ont été diagnostiqués par TDM et ont été suivis après traitement avec un recul moyen de 18 mois et 10 jours.

La moyenne d'âge dans notre étude est de 6,3 ans et tous les patients sont de sexe masculin. Les étiologies sont diverses avec 1 cas d'origine traumatique, 1 cas entrant dans le cadre d'une arthrite juvénile idiopathique et 1 cas de cause indéterminée.

Un de nos malades a été traité orthopédiquement par traction cervicale suivie d'une immobilisation avec succès. Les deux autres patients, après échec de la traction, ont bénéficiés d'une arthrodeuse C0C2 par vissage haubanage et mise en place d'un greffon osseux.

L'évolution a été satisfaisante chez 2 patients (1 cas ayant bénéficié d'un traitement orthopédique et 1 cas traité chirurgicalement) avec un bon résultat fonctionnel. Les résultats sont moins bons chez le 3ème patient ayant une AII et diagnostiqué tardivement.

Summary

The atlanto-axoidial rotator dislocation is a rare condition of the child for which a consensus diagnosis and treatment are still missing and whose complications can be serious.

Our work consisted of a retrospective study over a period of 03 years performed in the Trauma- Orthopedic Pediatrics department in University Hospital Center Hassan II of Fez and about 03 cases of C1C2 rotational dislocation in children. The aim of our study was to analyze our results based on several epidemiological and clinical settings, choose the best diagnostic strategy and good driving practice to this pathology.

Our patients were diagnosed by CT and were followed after treatment with a mean of 18 months and 10 days.

The average age in our study was 6.3 years and all patients are male. The etiologies were various with a case of traumatic origin, a case due to juvenile rheumatoid arthritis and one case of undetermined cause.

One of our patients was treated conservatively with cervical traction followed by immobilization successfully. The other two patients, after failure of traction, have benefited from a fusion C0C2 by screwing guying and implementation of a bone graft.

Evolution was satisfactory in 2 patients (1 case who received orthopedic treatment and one case treated surgically) with a good functional result. The results are worse in the third patient with JRA who were diagnosed late.

ملخص

إن الخلع التدويري الفَهَقِيُّ المَحَوْرِيّ مرض نادر للطفل لا يوجد توافق على كيفية تشخيصه أو علاجه بعد، والذي يمكن أن تكون مضاعفاته خطيرة.

يمثل عملنا دراسة استعادية على مدى 03 سنوات و التي أجريت في مصلحة طب عظام الأطفال بالمركز الاستشفائي الجامعي الحسن الثاني في فاس، بشأن 03 حالة خلع تدويري فَهَقِيُّ مَحَوْرِيّ عند الأطفال. كان الهدف من دراستنا تحليل النتائج التي توصلنا إليها بناء على وملاحظات وبائية وسريرية، واختيار أفضل استراتيجية للتشخيص و علاج هذه الحالة المرضية.

تم التشخيص عند مرضانا بواسطة المِفْرَاس وتمت متابعتهم بعد العلاج بمتوسط 18 شهرا و 10 أيام.

كان متوسط العمر في دراستنا 6,3 سنوات، وجميع المرضى هم من الذكور. كانت المسببات مختلفة فحالة كانت ناتجة عن رَضْح، وحالة أخرى تدخل في نطاق مرض التهاب المفاصل وحالة واحدة مجهولة.

تم علاج واحد من مرضانا عن طريق جر العنق يليه تثبيت كلل بالنجاح. وقد استفاد الاثنان الآخران بعد فشل الجر من تَثْبِيتُ المَقْصِلِ الفَهَقِيُّ المَحَوْرِيّ وتطبيق تطعيم العظام. وكان التطور عند مريضين جيدا (حالة تلقت علاج تقويم وحالة عولجت جراحيا) مع نتيجة وظيفية جيدة. أما المريض الثالث فإن النتائج كانت لديه أسوأ بسبب تشخيص متأخر.

BIBLIOGRAPHIE

[1] BOUCHET A., CUILLERET J. :

Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle, Vol 2.

Simep 2ème édition, p : 615-618 ; 625-627.

[2] Chevrel J.P, Fontaine C.

Anatomie clinique. Tête et cou. Tome 3. 1996, Ed Springer. P :267-306.

[3] CHAKOUR K., EL KOUACHE M, MELLAS S.

Images du Laboratoire d'Anatomie, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Fès.

[4] Netter Franck H.; Hansen John T.

Atlas d'Anatomie Humaine, Msson, 2004.

[5] ROUVIERE H., DELMAS A.

Anatomie Humaine Descriptive, Topographie et Fonctionnelle : Tome 1 ELSEVIER /
MASSON 2002 ; p : 124-143 ; 166-189.

[6] P.journeau, L. mainard-simard

Le rachis cervical traumatique de l'enfant : mise au point ;

Journal de traumatologie du sport 27 (2010) 128-138 © 2010 Elsevier Masson SAS.

[7] Pankaj A. Gore, MD, Steve Chang, MD, and Nicholas Theodore, MD

Cervical Spine Injuries in Children: Attention to Radiographic Differences and
Stability Compared to Those in the Adult Patient;

Semin Pediatr Neurol 16:42-58 © 2009 Published by Elsevier Inc.

[8] A. SALEM

Techniques radiologiques : Rachis cervical et dorsal ; Radiologie, HCN.

[9] Dietermann J.-L., Sanda R., Koob M., Dosch J.-C.,

Imagerie de la charnière cervico-occipitale: aspects normaux. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Radiologie et Imagerie médicale – musculosquelettique – neurologique – maxillofaciale, 30-785-A-10, 2010.

[10] G Morvan.

Imagerie du rachis cervical : Exploration tomodensitométrique normale. EMC (Elsevier Masson SAS), RADIOLOGIE ET IMAGERIE MÉDICALE : Musculosquelettique - Neurologique - Maxillofaciale, 30-550-A-60, 1989.

[11] Michel Panuel, Nadine Girard, Philippe Petit, Jean-Luc Jouve, Brigitte Bourlière-Najean, Françoise Faure, Charles Raybaud, Philippe Devred. Imagerie des lésions traumatiques vertébro-médullaires de l'enfant. EMC (Elsevier Masson SAS), RADIOLOGIE ET IMAGERIE MÉDICALE : Musculosquelettique - Neurologique - Maxillofaciale, 31-045-A-30, 1998.

[12] E.-L. Glaude, F. Lapègue, L. Thines, M. Vinchon, A Cotten ;

Traumatisme du rachis cervical ; Masson, Paris, 2006. Feuillet de Radiologie 2006, 46, n° 1, 5-37.

[13] Braun M., Anxionnat R., Moret C., Bracard S., Picard L., Marchal C., Roland J.

Imagerie médullorachidienne. EMC (Elsevier Masson SAS), Neurologie, 17-035-A-60, 2003.

- [14] C. Jacques, A. Bogorin, M.-I. Vargas, V. Lens, L. Gergis, G Zöllner
Techniques d'étude d'imagerie par résonance magnétique et anatomie normale du rachis cervical, thoracique et lombaire. EMC (Elsevier Masson SAS), RADIOLOGIE ET IMAGERIE MÉDICALE : Musculosquelettique - Neurologique - Maxillofaciale, 30-551-A-10, 2002.
- [15] Fielding JW, Hawkins RJ.
Atlanto-axial rotatory fixation (fixed rotator subluxation of the atlanto-axial joint). J Bone Joint Surg 1977; 59: 37-44.
- [16] Lee SC, Lui TN, Lee ST.
Atlantoaxial rotatory subluxation in skeletally immature patients. Br J Neurosurg 2002; 16: 154-157.
- [17] J. F. Martinez-Lage, M. Martinez Perez, V. Fernandez Cornejo, M. Poza
Atlanto-Axial Rotatory Subluxation in Children: Early Management.
Acta Neurochirurgica 2004; 143(12): 1223-1228.
- [18] Dubrana F, Fenoll B, Dartoy C, Person H, Le Nen D, Courtois B.
Luxation traumatique atloïdo-axoldienne chez l'enfant : à propos de 7 cas. Acta Orthop Belg. 1994; 60(1):65-71.
- [19] L. Chiapparini, G. Zorzi, T. De Simone, C. Maccagnano, B. Seaman, M.Savoiaro, C. Corona, N. Nardocci.
Persistent Fixed Torticollis due to Atlanto-Axial Rotatory Fixation: Report of 4 Pediatric Cases. Neuropediatrics 2005; 36: 45-49.

[20] Lukhele M.

Atlanto-axial rotatory fixation. S Afr Med J. 1996 Dec;86(12):1549-52.

[21] William.A. Phillips, R.N. Hensinger;

The management of rotatory atlanto-axial subluxation in children.

The Journal of Bone and Joint Surgery (1989); 71(5): 664-668.

[22] Pang D.

Atlantoaxial rotatory fixation.

Neurosurgery. 2010 Mar; 66(3 Suppl):161-83.

[23] Brian R. Subach BR, McLaughlin MR, Albright AL, Pollack IF.

Current Management of Pediatric Atlantoaxial Rotatory Subluxation. Spine 1998 Oct 15;23(20):2174-9.

[24] De Beer JD, Hoffman EB, Kieck CF.

Traumatic atlantoaxial subluxation in children. J Pediatr Orthop. 1990 May-Jun;10(3):397-400.

[25] Lowry DW, Pollack IF, Clyde B, Albright AL, Adelson PD.

Upper cervical spine fusion in the pediatric population.

J Neurosurg. 1997 Nov;87(5):671-6.

[27] Menezes AH, Ryken TC, Brockmeyer DL

Abnormalities in the craniovertebral junction. Pediatric neurosurgery 2001; p400-422.

- [28] Martinez-Lage JF, Torres Tortosa P, Piqueras Perez C
Trauma to the spine and spinal cord in children and adolescents.
In: Villarejo F, Martinez-Lage JF eds. Neurocirugia pediatrica. Madrid: Ergon, 2001:
221-239.
- [29] Subach BR, McLaughlin MR, Albright AL, Pollack IF.
Current management of pediatric atlantoaxial rotatory subluxation.
Spine; 1998 Oct 15;23(20):2174-2179.
- [30] Wortzman G., Dewar F.P.
Rotator fixation of the atlantoaxial joint
Radiology 90: 479-487.
- [31] Johnson DP, Fergusson CM.
Early diagnosis of atlanto-axial rotatory fixation.
J Bone Joint Surg Br. 1986 Nov;68(5):698-701.
- [32] Schwarz N.
The fate of missed atlanto-axial rotatory subluxation in children.
Arch Orthop Trauma Surg. 1998;117(4-5):288-9.
- [33] Parke WW, Rothman RH, Brown MD
The pharyngo- vertebral veins: an anatomical rationale for Grisel's syndrome. J Bone
Joint Surg 1984; 66(4): 568-574.

[34] Rousseau W.

Luxations rotatoires de l'atlas sur l'axis chez l'enfant. Thèse de Médecine, Bordeaux, 1986.

[35] Herzka A, Sponseller PD, Pyeritz RE.

Atlantoaxial rotatory subluxation in patients with Marfan syndrome. A report of three cases. Spine (Phila Pa 1976). 2000 Feb 15;25(4):524-6.

[36] Maheshwaran S, Sgouros S, Jeyapalan K, Chapman S, Chandy J, Flint G.

Imaging of childhood torticollis due to atlanto-axial rotatory fixation.

Childs Nerv Syst. 1995 Dec;11(12):667-71.

[37] Muñiz AE, Belfer RA.

Atlantoaxial rotary subluxation in children.

Pediatr Emerg Care. 1999 Feb;15(1):25-9.

[38] GODARD J.; JACQUET G. ; BONNEVILLE J. F. ; GUYOT J. ; CZORNY A.

Subluxation rotatoire C1-C2. Intérêt de l'imagerie moderne pour le diagnostic et problèmes thérapeutiques C1-C2 rotatory subluxation.

Rachis (Clichy) A. 1993, vol. 5, n° 5, pp. 251-256.

[39] DOMENGIE F. ; DESTRIEUX C. ; COTTIER J. P. ; VINIKOFF-SONIER C. ; HERBRETEAU D. ; BONNARD C. ; DOYON D. ; SIRINELLI D.

Un torticollis spasmodique lié à la prise de métoclopramide : une cause rare de pseudoluxation rotatoire C1-C2 chez l'enfant

Journal de radiologie (Paris) A. 2006, vol. 87, n° 9, pp. 1089-1092.

[40] Muniz AE, Belfer RA.

Atlantoaxial rotary subluxation in children.

Pediatr Emerg Care 1999;15:25-9.

[41] Sudek P. Ueber

drehungsverrenkung des *atlas*. Dtsch Z Chir 1923; 183:289-303 In Brian R. Subach BR, McLaughlin MR, Albright AL, Pollack IF; Current Management of Pediatric Atlantoaxial Rotatory Subluxation. Spine 1998 Oct ; 23(20):2174-9.

[42] SL Weinstein,

Atlantoaxial rotatory displacement, The Pediatric Spine, 1, Raven Press, New York (1994), p. 408-420.

[43] Van Holsbeeck EM, Mackay NN.

Diagnosis of Acute Atlanto-Axial Rotatory Fixation. J Bone Joint Surg (Br)jm, 1998; 71(1):90-91.

[44] Pankaj A. Gore, S. Chang, Nicholas T.;

Cervical Spine Injuries in Children: Attention to Radiographic Differences and Stability Compared to Those in the Adult Patient.

Semin Pediatr Neurol 16:42-58 © 2009 Published by Elsevier Inc.

[45] Clare J Roche, Michael O'Malley, John C Dorgan, Helen M Carty.

A Pictorial Review of Atlanto-Axial Rotatory Fixation: Keypoints for the Radiologist. Clinical Radiology 2001; 56(12): 947-958.

[46] BARCAT E., RIGAULT P., PADOVANI JP., MARTIN P. ;

Fractures et luxations du rachis cervical chez l'enfant. *Ann Chir Infant*, 1975, 17, 197-212.

[47] Gouraud D.

Etude radiologique de la stabilité du rachis cervical chez l'enfant. Thèse Doctorat en Médecine, Paris, 1981.

[48] Pennecot GF, Gouraud D, Hardy JR, Pouliquen JC.

Roentgenographical study of the stability of the cervical spine in children.

J Pediatr Orthop 1984; 4:346-352.

[49] Roy-Camille R., De La Caffinière J. Y., Saillant G. ;

Traumatismes du rachis cervical supérieur C1C2. Masson, 1973.

[50] V. Arlet, P. Rigault, J.P. Padovani, G. Finidori, Ph. Touzet, P. Janklevicz

Instabilités et luxations méconnues ou négligées du rachis cervical supérieur de l'enfant A propos de 20 observations. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique* 1992 ; 78(5) : 300.

[51] Niibayashi H.

Atlantoaxial rotatory dislocation. A case report. *Spine* 1998; 23 : 1494-1496

[52] Govender S, Kumar KP.

Staged reduction and stabilisation in chronic atlantoaxial rotatory fixation.

J Bone Joint Surg Br. 2002;84:727-731.

[53] Goddard NJ, Stabler J, Alert JS.

Atlanto-axial rotatory fixation and fracture of the clavicle. An association and a classification. *J Bone Jt Surg (Br)* 1990;72(1):72-5.

[54] R. Nannapaneni a, F.P. Nath a, S.L. Papastefanou b,

Fracture of the clavicle associated with a rotatory atlantoaxial subluxation
Injury, *Int. J. Care Injured* 32 (2001) 71-73.

[55] Al-Etani H, D'Astous J, Letts M, Hahn M, Yeadon A.

Masked rotatory subluxation of the atlas associated with fracture of the clavicle: a clinical and biomechanical analysis. *Am J Orthop* 1998; 27(5):375-80.

[56] Sobolewski BA, Mittiga MR, Reed JL.

Atlantoaxial rotary subluxation after minor trauma. *Pediatr Emerg Care*. Dec 2008;24(12):852-6.

[57] Kawabe N, Hirotsu H, Tanaka O.

Pathomechanism of atlanto-axial rotatory fixation in children.
J Pediatr Orthop 1989; 9:569-574.

[58] DUMEZ JF, AVEDIKIAN J, CLARAC JP.

Un cas de dislocation rotatoire C1-C2 post-traumatique de l'enfant.
Rachis 1995 ; 7(5) : 249-252.

[59] Ghanem I, El Hage S, Rachkidi R, Kharrat K, Dagher F, Kreichati G.

Pediatric cervical spine instability. *J Child Orthop* 2008; 2:71-84.

[60] Kowalski HM, Cohen WA, Cooper P, Wisoff JH.

Pitfalls in the CT diagnosis of atlantoaxial rotary subluxation. . AJNR, 8 (1987) : 697-702.

[61] M. Panuel, N. Girard, P. Petit, J.-L. Jouve, B. Bourlière-Najean, F. Faure, C. Raybaud, P. Devred.

Imagerie des lésions traumatiques vertébro-médullaires de l'enfant. EMC (Elsevier Masson SAS), RADIOLOGIE ET IMAGERIE MÉDICALE : Musculosquelettique - Neurologique - Maxillofaciale, 31-045-A-30, 1998

[62] Swischuk L. E.,

Emergency imaging of the acutely ill or injured child. Williams & Wilkins, 1994 : 695-700.

[63] E.-L. Glaude, F. Lapègue, L. Thines, M. Vinchon, A. Cotten

Traumatismes du rachis cervical. Feuillet de Radiologie 2006 46(1) : 5-37.

[64] Louati H., Douira W., Sahli H., Said W., Ben Hassine L., Smida M., Ben Ghachem M., Bellagha I.

Torticollis chez un enfant Tun Orthop 2008, Vol 1, N° 2 : 210-212

[65] Roche CJ, O'Malley M, Dorgan JC, Carty HM.

A pictorial review of atlanto-axial rotatory fixation: key points for the radiologist. Clin Radiol 2001; 56:947-958.

[66] Murray JB, Ziervogel

M. The value of computed tomography in the diagnosis of atlanto-axial rotatory fixation. Br J Radiol 1990; 63: 894-897.

[67] Hicazi A, Acaroglu E, Alanay A, Yazici M, Surat A.

Atlantoaxial rotatory fixation-subluxation revisited: a computed tomographic analysis of acute torticollis in pediatric patients. *Spine* 2002; 15:2771-5.

[68] Maile S, Slongo T.

Atlantoaxial rotatory subluxation: realignment and discharge within 48 h. *Eur J Emerg Med.* 2007 Jun; 14(3):167-9.

[69] Wang YF, Mu-Huo Teng M, Sun YC, Yuan WH, Chang CY.

Torticollis due to atlantoaxial rotatory fixation.

J Clin Neurosci. 2008 Mar;15(3):316-8.

[70] Been HD, Kerkhoffs GM, Maas M.

Suspected atlantoaxial rotatory fixation-subluxation: the value of multidetector computed tomography scanning under general anesthesia. *Spine.* 2007 Mar 1; 32(5): 163-7.

[71] Jean-Luc Jouve, Gérard Bollini, Philippe Petit, Emmanuel Garron, Christophe Lecoq, Michel Panuel.

Traumatisme du rachis de l'enfant. EMC (Elsevier Masson SAS), Appareil locomoteur, 15-815-A-10, 1999.

[72] Meza Escobar LE, Osterhoff G, Ossendorf C, Wanner GA, Simmen HP, Werner CM.

Traumatic atlantoaxial rotatory subluxation in an adolescent: a case report. *J Med Case Reports.* 2012 Jan 23;6:27

[73] Scott Y Rahimi, E Andrew Stevens, David John Yeh, Ann Marie Flannery, Haroon Fiaz Choudhri

Treatment of atlantoaxial instability in pediatric patients. *Neurosurgical focus* 2003; 15(6):ECP1.

[74] Rinaldi I, Mullins wj, Delaney wF.

Computerized tomographic demonstration of rotational atlanto-axial fixation. *J. Neurosurg* 1979; 50:115-9.

[75] ONO, KEIRO; YONENOBU, KAZUO; FUJI, TAKESHI; OKADA, KOZO.

Atlantoaxial Rotatory Fixation: Radiographic Study of Its Mechanism. *Spine*. 10(7):602-608.

[76] Sen-Wei Tsai, Chorng-Song Chou;

A case report of manipulation under anesthesia of posttraumatic type ii occipital-atlantoaxial rotatory subluxation in a 4-year-old girl. *J Manipulative Physiol Ther* 2005; 28:352-355.

[77] El-Khoury GY, Clark CR, Gravett AW.

Acute traumatic rotatory atlanto-axial dislocation in children. *J Bone Joint Surg [Am]* 1984;66:774-7.

[78] Burkus I., Deponte R.

J. Chronic atlantoaxial rotatory. fixation correction by cervical traction, manipulation and bracing. *J. Pediat. Ortho.*, 1986, 6, 631-635.

[79] Chia-Hung Lin, Chun-Jung Chen, Chuan-Mu Chen, Su-Lan Liao, Shue-Ling Raung, Sen-Wei Tsai

Treatment of Atlantoaxial Rotatory Fixation With Botulinum Toxin Muscle Block and Manipulation. *J Chin Med Assoc* 2010; 73: 222-224.

[80] Meyer PR Jr, Heins S.

General and surgical management of fractures: surgical stabilization of the cervical spine. Rotary fixation injuries: atlantoaxial joint. IN: Meyer PR Jr. *surgery of spine trauma*. NY Churchill Livingstone, 1989: 437-438.

[81] Wertheim SB, Bohlman HH.

Occipitocervical fusion. Indications, technique, and long-term results in 13 patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1987; 69:833-836.

[82] Leventhal MR, Maguire JK Jr, Christian CA.

Atlantoaxial rotary subluxation in ankylosing spondylitis. A case report.

Spine (Phila Pa 1976). 1990 Dec;15(12):1374-6

[83] Atul Goel, Abhidha Shah

Atlantoaxial facet locking: treatment by facet manipulation and fixation. Experience in 14 cases: Technical note. *J Neurosurg: Spine* 2011, 14: 3-9.

[84] Goto S, Mochizuki M, Kita T, Murakami M, Nishigaki H, Moriya H.

Transoral joint release of the dislocated atlantoaxial joints combined with posterior reduction and fusion for a late infantile atlantoaxial rotatory fixation. *Spine* 1998 Jul; 23(13):1485-9.

[85] Hosono N, Yonenobu K, Tada K, Yoshikawa H.

Lateral atlantoaxial joint arthrography in atlantoaxial rotatory fixation.

J Spinal Disord Tech. 2003 Apr; 16(2):216-20.

[86] Tuite GF, Veres R, Crockard HA, Sell D.

Pediatric transoral surgery: indications, complications, and long-term outcome. J

Neurosurg. 1996 Apr; 84(4):573-83.

[87] H. Pascal-Moussellard

Ostéosynthèse du rachis cervical supérieur. Conférences d'enseignement de la SOFCOT 2009 (n°98) : 364-383.

[88] Lassale B, Guigui P, Delecourt C.

Voies d'abord du rachis. Encycl Méd. Chir Techniques Chir Orth Traum, Paris 1995; 44-150.

[89] Argenson C, De Peretti F, Boileau P ;

Chirurgie des traumatismes du rachis. Cervical - Techniques Chirurgicales E.M.C.

Orth. Traumat., 1994 ; 44 : 176.

[90] Hardy D., Pouliquen J. C., Livcrnaux P.

Luxation traumatique C1-C2 chez l'enfant. Rev. Chir. Orthop. 1990, 76, 17-22.

[91] Crossman JE, David K, Hayward R, Crockard HA.

Open reduction of pediatric atlantoaxial rotatory fixation: long-term outcome study

with functional measurements. Spine 2004 Mar;100(3):235-40.

[92] Altongy JF, Fielding JW.

Combined atlanto-axial and occipito-atlantal rotatory subluxation. A case report. J. Bone Joint Surg 1990; 72A:923-6.

[93] Clark CR, Kathol MH, Walsh T, El-Khoury GY.

Atlanto-Axial Rotatory Fixation with Compensatory Counter Occipitoatlantal Subluxation, A Case Report. Spine, 1986; 11(10):1048-1050.

[94] Mihara H, Onari K, Hachiya M, Toguchi A, Yamada K.

Follow-up study of conservative treatment for atlantoaxial rotatory displacement.] Spinal Disord 2001 Dec;14(6):494-9.

[95] Crook TB, Eynon CA.

Traumatic atlantoaxial rotatory subluxation. Emerg Med J. 2005 Sep; 22(9):671-2.

[96] Crockard HA, Rogers MA.

Open reduction of traumatic atlanto-axial rotatory dislocation with use of the extreme lateral approach. A report of two cases. J Bone Joint Surg Am. 1996 Mar;78(3):431-6.

[97] Grøgaard B, Dullerud R, Magnaes B.

Acute torticollis in children due to atlanto-axial rotary fixation. Arch Orthop Trauma Surg. 1993;112(4):185-8.