

Évaluation kinésithérapique des troubles neuropsychologiques

P. JAILLARD, V. CANNIZO,
M. DARRIGRAND, V. ROULET,
S. VIALARD



■ Pourquoi une rééducation vésico-sphinctérienne précoce post-prostectomie radicale est nécessaire ?
K. SANANIKONE, D. BEURTON

■ Quelques aspects intéressants anatomiques et mécaniques de la charnière crânio-rachidienne (1^{re} partie)
J.-Ch. KLEIN

■ Étude par méthode pliométrique des conséquences des plasties de ligament croisé antérieur
B. BROGHI, J.-L. CAILLAT-MIOUSSE, É. BOUVAT

■ Le rythme biomécanique fondamental justifie la Kinésithérapie Analytique
R. SOHLER

Quelques aspects intéressants anatomiques et mécaniques de la charnière cranio-rachidienne

(1^{ère} partie)

Jean-Charles KLEIN*

“ La compréhension méticuleuse des phénomènes mécaniques de la jonction cranio-rachidienne permettra une évolution quant à la prise en charge du patient. Des bilans et des traitements fins seront adaptés à cette charnière. ”

Beaucoup d'études biomécaniques et radiocliniques concernant le rachis cervical supérieur ont été menées dans les départements de neurologie, d'orthopédie ou de radiologie depuis 1934. Des thèses contradictoires en ressortent.

Les kinésithérapeutes et les ostéopates ont ajouté un support clinique manuel grâce aux tests de mobilité.

Quelques rappels anatomiques et cinématiques du rachis cervical supérieur

L'unité **occipito-atloïdo-axoïdienne** est un segment vertébral unique. Elle ne possède pas de *disque intervertébral* et son système ligamentaire complexe est très spécialisé sur le plan biomécanique.

Les ligaments **alaires** et **transverse** confèrent à l'ensemble une stabilité tridimensionnelle.

C'est une des régions les plus sollicitées, le rachis cervical bougeant 600 fois par heure, éveillé ou endormi (Bland, 1990) [3].

L'articulation **occipito-atloïdienne (OA)** a pour principal mouvement la flexion-extension. La rotation de l'OA reste un sujet de controverse : certains auteurs [29] lui attribuent 0°, alors que d'autres trouvent 3 à 5° de chaque côté [5, 10, 14].

La luxation occipito-atloïdienne est, le plus souvent, létale. Bailey et coll. [2] en décrivent une mortelle suite au déploiement d'un airbag.

L'articulation **atloïdo-axoïdienne (AA)** est atypique puisqu'elle est biconvexe dans le sens antéro-postérieur. Elle est, de par sa nature, instable et nécessite un système ligamentaire adapté.

La valeur moyenne de rotation de l'AA se situe autour de 40° [6], avec des extrêmes entre 31 et 47° de chaque côté [5, 22, 26].

MOTS CLÉS

- Articulation occipito-atloïdienne (OA) et atloïdo-axoïdienne (AA)
- Axe instantané de rotation
- Charnière cranio-rachidienne
- Ligament alaire et transverse
- Test de mobilité

• • • • •

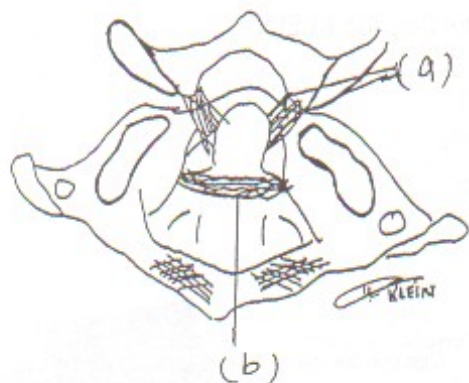
* Kinésithérapeute, Ottmarsheim (68)
Ostéopathe, Mulhouse (68)

Quelques aspects intéressants anatomiques et mécaniques de la charnière cranio-rachidienne (1^{ère} partie)

White et Panjabi [8, 30], puis Töcker [26] établissent qu'il faut une rotation maximale de l'AA avant que le reste de la colonne cervicale ne participe.

L'articulation occipito-atloïdienne représente 50% de la flexion-extension cervicale [16].

L'articulation atloïdo-axoïdienne assure 50 à 77% de la rotation cervicale [5, 10, 21].



▲ Schéma 1

a- Ligament alaire
b- Ligament transverse

Le ligament transverse s'insère uniquement sur l'atlas et participe, avec l'arc antérieur de l'atlas, à la trochloïde où se loge l'odontôïde.

Les ligaments alars sont occipito-odontôïdiens. Pour Roche, Dvorak et Panjabi [5, 22], leur rôle est d'empêcher une rotation excessive de la jonction cranio-rachidienne.



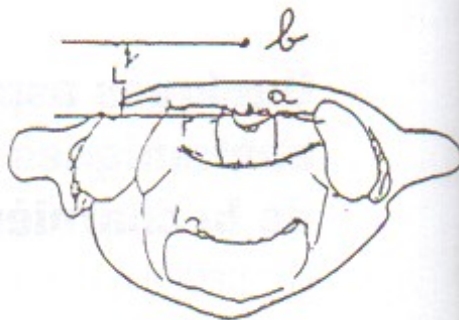
▲ Schéma 2

Les articulations atloïdo-axoïdiennes sont instables sans le ligament transverse et les ligaments alaires [20].



▲ Schéma 3

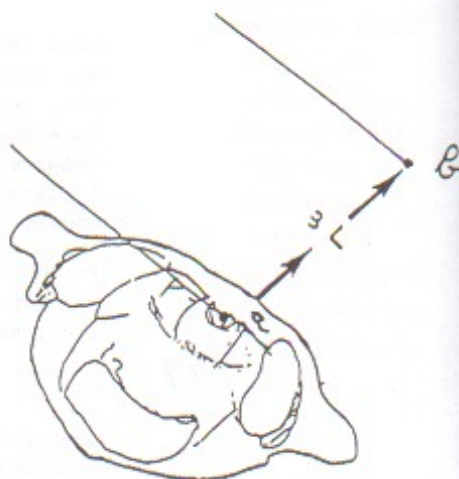
Les articulations atloïdo-odontôïdiennes et transverso-odontôïdiennes sont instables postéro-antérieurement lorsque le ligament transverse est rompu ou laxe par un processus traumatique [15, 19] ou inflammatoire [23, 25] (diastasis atloïdo-odontôïdien).



▲ Schéma 4

Sujet en position neutre (inspiré de Al-Etani et coll. [1]).

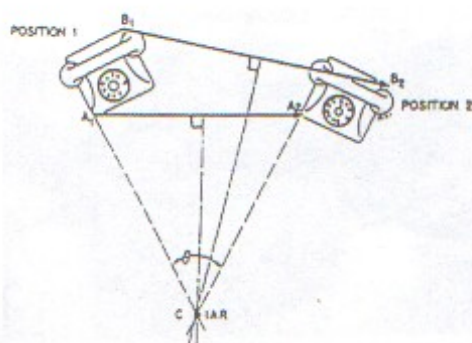
a- Axe de rotation de la tête
b- Centre de gravité de la tête



▲ Schéma 5

Lors de la rotation de la tête, la distance entre le centre de gravité de la tête et l'axe de rotation vertical de l'axis est triplée. Le moment de force est donc augmenté. Ceci accroît le glissement antérieur de l'axis. Lors des torticolis traumatiques inflammatoires et/ou infectieux (syndrome de Grisel), l'intégrité du ligament transverse induit ou non une instabilité de l'atlas lorsque la tête se présente en rotation.

Le mouvement de rotation de l'AA passe actuellement par la notion d'axe instantané de rotation (AIR) décrit par White et Panjabi (schéma 6).



▲ Schéma 6

D'après White et Panjabi [30] : *Clinical biomechanics of the spine*, 1990 : p. 88

La méthode actuelle pour déterminer l'axe instantané de rotation (AIR) : l'AIR est construit à partir de deux déplacements vectoriels de A et B. L'angle θ suit le déplacement A1-A2.

Les études, très récentes, menées *in vivo* par les équipes d'Hiroshi [10] et de Roche [22], confirment la présence de l'AIR au niveau de l'odontotoïde (schémas 7 et 8).



▲ Schéma 7

Étude portant sur la rotation active du rachis cervical supérieur chez 20 sujets normaux en radiographie biplane informatisée

L'AIR se situe, dans 88 % des cas, au niveau de la dent de l'axis (ellipse hachurée). D'après Hiroshi Lai et coll. : Three dimensional motion analysis of the upper cervical spine during axial rotation. *Spine* 1993;18(16): 2389-92

▲ Schéma 8

Localisation des AIR au niveau de l'odontotoïde chez 15 sujets sains

12 sur 15 cas étudiés ont un AIR au niveau de la partie postérieure de l'odontotoïde. D'après Roche et coll. The atlanto-axial joint : physiological range of rotation on MRI

Lors de la rotation maximale de l'articulation atlanto-axoïdienne (47°), il persiste 61 % de la surface canalaire initiale à ce niveau (Tucker, 1998 [26]).

Au niveau de l'axis, la moelle cervicale n'occupe que 27 % de la surface canalaire totale [4]. En conséquence, dans les conditions physiologiques, aucune rotation de C1-C2 ne peut causer de compression médullaire [22].

Pour Mazzara et Fielding [18], l'AA doit effectuer 64° de rotation droite ou gauche pour réduire suffisamment le canal rachidien et provoquer une compression médullaire.



▲ Schéma 9

Position neutre de l'articulation atlanto-axoïdienne (AA) (vue supérieure)

La surface canalaire est représentée par du gris

▲ Schéma 10

Rotation maximale de C1 avant que C2 ne bouge

La masse latérale de l'atlas reculée du côté où la tête tourne. Remarquez comme la surface canalaire se réduit à ce niveau

Ceci explique que les fractures de l'atlas décrites par Levine s'accompagnent rarement de signes neurologiques. Sur 34 fractures de l'atlas, seules 2 ont été suivies de complications neurologiques [16, 17].

Quelques schémas cinématiques de la charnière craniale rachidienne aideront à la compréhension des clichés radiographiques et des tests cliniques.

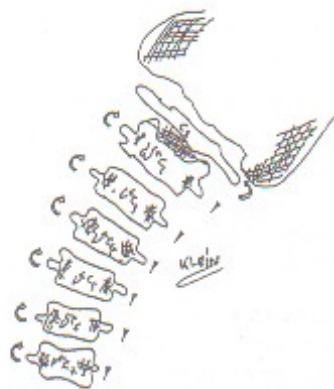


▲ Schéma 11

Hohl et Baker [11, 12], en 1964, lors d'études sur les vues antéro-postérieures cinéradiographiques, visualisent l'apophyse épineuse de C2 qui commence à bouger dans le sens controlatéral après 30° de rotation active de la tête

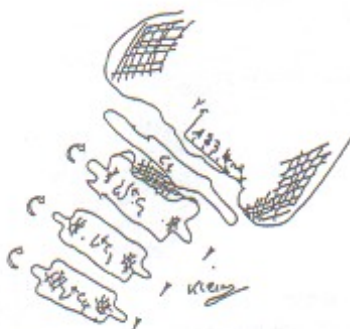
Ebraheim et coll. [6], après des expérimentations menées sur 18 paires d'os sec C1-C2, ont établi que la surface canalaire de C2 est en relation avec la **rotation** et le **déplacement antérieurs de l'atlas**. Ses résultats sont à peu près concordants avec ceux de Tucker [26].

Quelques aspects intéressants anatomiques et mécaniques de la charnière crano-rachidienne (1^{ère} partie)



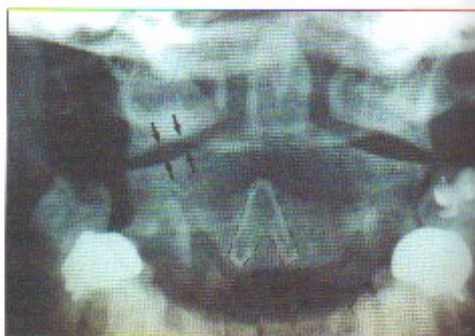
< Schéma 12

La latéro-flexion active de l'articulation occipito-atloïdienne s'accompagne d'une rotation de l'axis du côté de l'inclinaison latérale (Weme, 1957 [27]). Shapiro et Youngberg [24], en 1973, mettent en évidence une contre-rotation de C1 pour maintenir la tête dans l'axe.



< Schéma 13

Expérimentation : 7 auteurs, de 1934 à 1991, précisent que l'axis glisse du côté homolatéral à l'inclinaison latérale du rachis cervical [7, 8, 9, 11, 12]. Ce glissement latéral peut aller jusqu'à 4 mm dans les conditions physiologiques.



▲ Figure 2

Position neutre de l'AA

L'apophyse épineuse de l'axis est bien centrée (en pointillés)



▲ Figure 3

Lors de l'inclinaison gauche, l'épineuse de C2 se déplace à droite avec retrait à gauche de l'axis, signant ainsi sa rotation (C2 se postérorise à gauche)



▲ Figure 1

Lors de l'inclinaison droite du rachis cervical, l'apophyse épineuse de C2 se déplace à gauche, signant la rotation droite de l'axis (apophyse épineuse à gauche en pointillés).

L'espace atloïdo-occipital est plus pincé à droite.

Est-ce dû à la masse latérale droite de C1 qui recule ?



▲ Schéma 14

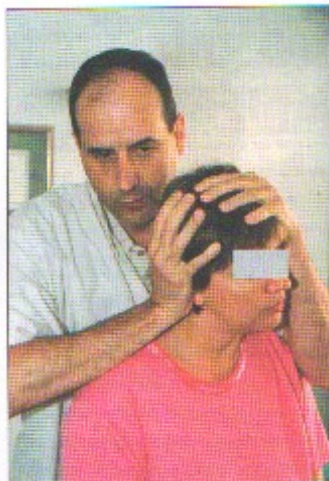
Hiroshi et Coworkers [10], en 1993, lors d'une étude en radiologie biplane informatisée portant sur les mouvements de rotation *in vivo* du rachis cervical supérieur, concluent que C0-C1 effectuent une contre-rotation de 4° et C1-C2 une inclinaison contralatérale de 11°.

L'AA compense donc l'inclinaison homolatérale des autres vertèbres cervicales, et permet à la tête de rester droite.

C'est une étude *in vivo* très intéressante car peu d'expérimentations de ce type concernent le rachis cervical supérieur.

Ces études récentes viennent donc contredire les notions développées par Weme [27] et Kapandji [13] qui considéraient que l'inclinaison latérale de l'AA était impossible.

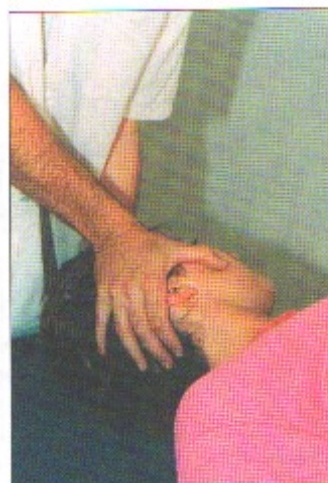
Les tests de mobilité permettent de détecter manuellement les articulations hypomobiles ou les postériorités de la charnière craniale.



▲ **Figure 4**
Test postéro-antérieur de l'occiput-atlas (OA)
La main gauche exerce une compression sur le crâne.
La main droite mobilise en rotation (faible ou inexistante) en inclinaison latérale ou en postéro-antérieur sagittalement.



▲ **Figure 5**
Test antéro-postérieur de l'OA, patient en décubitus dorsal
La poussée en arrière se fait par le mouvement du praticien en fente avant.



▲ **Figure 6**
Mobilisation de l'OA en inclinaison latérale, colonne cervicale en rotation maximale
La main, non visible, fait un couple de force avec la main visible dans le sens de l'inclinaison latérale de l'OA.
Contre-indications : vertiges positionnels, nystagmus ou sensation lipothymique du patient.



▲ **Figure 7**
Test en décompression de l'OA
La main droite sous-occipitale exerce une poussée vers le haut.
La main gauche stabilise la tête.



▲ **Figure 8**
Test en transition latérale de CT par rapport à l'occiput
L'occiput est stabilisé par la main supérieure. La main inférieure exerce une translation horizontale (prae en fer à cheval).
Le test peut être effectué en actif (voir Biomécanique de l'atlas en inclinaison latérale du rachis cervical).



▲ **Figure 9**
Test de mobilité de C2 avec inclinaison latérale gauche du rachis cervical (actif et passif)
L'épophyse épineuse de C2 se déplace du côté droit. Le pouce est du côté gauche de l'épophyse de C2.
Le même test est pratiqué en inclinaison latérale droite de la colonne cervicale (voir Biomécanique de l'axe).

Quelques aspects intéressants anatomiques et mécaniques de la charnière cranio-rachidienne (1^{re} partie)



▲ Figure 10

Test de mobilité de C2 avec rotation gauche de la colonne cervicale : prise à 3 doigts

Le troisième doigt est sur l'apophyse épineuse de C2. Les 2^e et 4^e doigts sont sur C2 respectivement. L'hémicorps de C2 avance (4^e doigt), l'épineuse de C2 se déplace à droite. L'hémicorps gauche recule du côté de la rotation de la tête (2^e doigt).



▲ Figure 11

Test de mobilité de l'AA

Lors de la rotation gauche de la tête, la masse latérale droite avance (5^e doigt). Celle de gauche recule (2^e doigt). Enfin, l'épineuse de l'axis se déplace à droite (3^e doigt).

Conclusion

La compréhension méticuleuse des phénomènes mécaniques de la jonction cranio-rachidienne permettra une évolution quant à la prise en charge du patient. Des bilans et des traitements fins seront adaptés à cette charnière.

Suite dans notre numéro de juillet

Indexation Internet :
Biomécanique – Cou – Tête

Bibliographie

- AL-STANI H, CASTIGLIONE J, LETTS M, HAHN V, YEADON A. Motion history of the atlas associated with fracture of the dens: a clinical and biomechanical analysis. *Am J Orthop*. 1999;29(12):678-81.
- BALAY H, PEREZ N, BLANK REID C, KAPLAN L. Atlanto-occipital dislocation: an unusual lateral injury. *J Emerg Med*. 2002;vol 24(2):215-8.
- BLAND J, BOLSHEVY D. Anatomy and physiology of the cervical spine. *Seminars Arthroplasty*. 1999;vol 20(1):1-20.
- BRIDGMAN POST M. Cervical stenosis of the spine. Baltimore: Williams & Wilkins; 1984. p. 145.
- CHOWRASEY J, PANJABI M, GERBER M, MICHAEL M. Functional diagnosis of the rotatory stability of upper cervical spine: an experimental study of cadavers. *Spine*. 1987;vol 12(1):87.
- EBRAHEIM N, XYR, AHMAD M, HOOK B. The effect of atlas anterior translation on rotation of the cervical spine: a computer-assisted anatomic study. *Am J Orthop*. 1999;vol 29(1):28-32.
- ELLIS G. Involvement of the atlas (C1) and axis (C2). *Emerg Med Clin North Am*. 1987;vol 19(7):119-32.
- HELDING J, HAWKINS R. Atlanto-axial rotary fixation. *J Bone Joint Surg*. 1977;vol 59A:37-44.
- HELDING J, and al. Atlanto-axial rotary deformities. *Orthop Clin North Am*. 1978;vol 13:66-87.
- HIROSHI L, HIDEHIGE M, SUMIO S, KAZUHIRO Y, YASUHIRO Y, YAMASAKI T. Three-dimensional motion analysis of the upper cervical spine during axial rotation. *Spine*. 1999;vol 24(16):1638-42.
- HOLM M, BAKER H. The atlanto-axial joint. *J Bone Joint Surg*. 1964;vol 46A:733.
- HOLM M. Normal motions of the upper cervical spine. *J Bone Joint Surg*. 1964;vol 46A:777-9.
- KARANDJI H. *Physique articulaire*. Tome 3. Paris: Masson; 1984.
- KARHU J, PARKKOLA R, KOTU M, KORMAN M, KORHONEN S. Kinematic magnetic resonance imaging of the upper cervical spine using a novel positioning device. *Spine*. 1995;vol 20(17):1703-6.
- LEVINE A. Revision of the transverse ligament associated with a fracture of the atlas: a case report. *Orthop*. 1985;vol 10(4):77-79.
- LEVINE A, EDWARDS C. Treatment of injuries in the C1-C2 complex. *Orthop Clin North Am*. 1986;vol 17(2):44.
- LEVINE A, EDWARDS C. Fractures of the atlas. *J Bone Joint Surg Am*. 1991;vol 73B:680-91.
- MAZZARA J, HELDING J. Effect of C1-C2 rotation on canal size. *Clin Orthop*. 1986;vol 207:15-8.
- MCBRIEN J, BUTTERFIELD W, GOSSUNG H. Jefferson fracture with disruption of the transverse ligament: a case report. *Clin Orthop*. 1979;vol 126:15-6.
- PANJABI M, CRISCO JJ, DODD G, DVERAK J. The mechanical properties of human intervertebral ligaments of the neck and their relationship to the cervical spine. *Spine*. 1989;vol 14(12):1172-80.
- PENNINO L, VALMANKI J. Rotation of the cervical spine: ACT study in normal subjects. *Spine*. 1997;vol 22(23):2732-6.
- ROCHE C, KING S, LANGERFIELD P, CARRY M. The atlanto-axial joint: physiological range of motion in MRI and CT. *Spine*. 2002;vol 27(12):1318-6.
- SERRE H, DUBOIS L. Atlanto-axial dislocation in rheumatoid arthritis. *Revue de Rhumatisme*. 1995;vol 22:58.
- SHAPIRO R, YOUNGBERG A, ROTHMAN S. The differential diagnosis of traumatic lesions of the occipito-atlanto-axial segment. *Neurol Clin North Am*. 1993;vol 11:125.
- SULLIVAN A, ROCHESTER N. Subluxation of the atlanto-axial joint: a review of the literature. *Spine*. 1995;vol 20(17):1703-6.
- TUCKER S, TAYLOR S. Spinal cord injury in simulated displacements of the atlanto-axial segment. A cadaver study. *J Bone Joint Surg*. 1999;vol 81A:1273-8.
- WERNER S. Studies in spontaneous atlas dislocation. *J Orthop Res*. 1957;vol 25(1):150.
- WHITE A, PANJABI M. *Reconstruction of the spine: Clinical biomechanics of the spine*. Philadelphia, USA: JB Lippincott; 1991. pp. 49-125.
- CLARK G, CLUCKER T, DVERAK J, JARVIS S, HERZOWITZ H, LEVINE A, REZZELLO P, GILBERT C, ZEDMAN S. *The cervical spine*. 3rd ed. Lippincott-Raven Publishers; 1999.
- WHITE A, PANJABI M. *Clinical biomechanics of the spine*. Lippincott-Raven Publishers; 1990.

Fiche d'évaluation

- Le mouvement principal de l'OA est la rotation
- Le mouvement principal de l'AA est la rotation
- L'AA représente plus de la moitié de la rotation cervicale totale
- Les ligaments alaires préviennent une rotation excessive de C1-C2
- Le ligament transverse assure une stabilité postéro-antérieure de l'atlas
- La section d'un ligament alaire rend instable la rotation contralatérale de l'OA et l'AA
- La rotation de l'AA réduit la surface canalaire de C1-C2
- La surface du canal médullaire est petite au niveau de C1-C2. Les complications myélopathiques sont courantes

- Après 30° de rotation active de la tête, C2 commence à bouger
- L'atlas glisse du côté homolatéral à l'inclinaison latérale du rachis cervical
- La rotation de l'axis est associée au glissement homolatéral de l'atlas lors de l'inclinaison latérale de la colonne cervicale
- L'inclinaison latérale de l'AA est impossible
- Lors de la rotation de la tête, C1 commence à bouger, puis C2 et le reste du rachis cervical moyen et inférieur suivent
- Y a-t-il une différence entre hypermobilité et instabilité segmentaire ?

Réponses page 64