



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA



UNIVERSITÉ DE NANTES

FACOLTÀ DI MEDICINA E ODONTOIATRIA

CENTRE FRANCOIS VIETE (EA 1161)

**DOTTORATO DI RICERCA IN**  
NEUROSCIENZE

**ECOLE DOCTORALE**  
SOCIÉTÉS, CULTURES, ECHANGE

Studio storico, anatomico e sperimentale  
della chirurgia dell'atlante e dell'epistrofeo  
Étude historique, anatomique et expérimentale  
de la chirurgie de l'atlas et de l'axis

TESI DI DOTTORATO  
Disciplina: Neurochirurgia

THESE DE DOCTORAT  
Discipline: Epistémologie, Histoire des  
Sciences et des Techniques

*Présentée  
et soutenue publiquement par*

**FILIPPO MARIA POLLI**

*Le 22 octobre 2012, devant le Jury ci-dessous*

**Jury:**

Directeur: M. Roberto DELFINI, Professeur, "Sapienza" Università di Roma

Directeur: M. François RESCHE, Professeur Emerite, Université de Nantes

Co-directeur: M. Antonino RACO, Professeur, "Sapienza" Università di Roma

Co-directeur: M. Roger ROBERT, Professeur, Université de Nantes

Rapporteur: M. Massimo SCERRATI, Professeur, Università Politecnica delle Marche

Examinateur: M. Domenico D'AVELLA, Professeur, Università di Padova

Examinateur: M. Massimo MISCUSI, Professeur, "Sapienza" Università di Roma

# **TABLES DES MATIERES**

## **1. ÉTUDE HISTORIQUE**

a. Le Papyrus Edwin Smith	3
b. Srimad Bhagwat Mahapuranam	8
c. Grèce Antique	9
d. Rome Antique	16
e. Période Préscolastique	21
f. Médecine Arabe	22
g. Moyen Age: Médecine Scolastique	25
h. Renaissance	26

## **2. ÉTUDE ANATOMIQUE**

a. Voies d'abord antérieures	29
b. Voies d'abord latérales	37
c. Voies d'abord postérieures	40

## **3. ÉTUDE EXPERIMENTALE**

Étude anatomique sur cadavre pour le développement d'un dispositif intersomatique d'expansion pour la distraction atloïdo-axoïdienne.	44
---	----

## ÉTUDE HISTORIQUE

### LE PAPYRUS EDWIN SMITH

L'Égypte, en raison de conditions géographiques et historiques particulières, a offert un milieu culturel qui a permis l'essor d'une civilisation plus avancée que la civilisation assyro-babylonienne, notamment dans le domaine médical. De nombreux documents historiques révèlent l'existence de traités de médecine dès le troisième millénaire avant J.-C. (Période archaïque - Ancien Empire), à l'époque où vivait le grand vizir Imhotep, architecte et conseiller médical du pharaon Djoser (III<sup>e</sup> dynastie), incontestablement le premier médecin attesté dans l'histoire de la médecine.

La connaissance de l'art médical de l'Égypte antique est basée sur certains papyrus qui sont parvenus jusqu'à nous: le papyrus Ebers (conservé à l'Universität Leipzig-Lipsia), le papyrus médical de Berlin (Staatliche Museum zu Berlin), le Papyrus médical de Londres (British Museum), le papyrus Hearst (University of California). Ces manuscrits, dont la période d'émission se situe probablement au Moyen-empire et à la Seconde Période Intermédiaire (XVIII-XVI<sup>e</sup> siècle avant J.-C.), sont une liste de prescriptions utilisées par les médecins de l'époque, sans une réelle description des maladies. Le papyrus Ebers est le seul qui accorde attention à l'examen du patient et à la formulation d'une hypothèse diagnostique (présente dans 47 cas).

Dans tous ces documents, l'état de maladie est en relation avec le monde surnaturel et les conditions pathologiques sont décrites comme une intrusion démoniaque dans le corps sain. Dans l'interprétation spiritualiste des cas décrits, ces traités se réfèrent souvent à des liens avec le monde spirituel décrits dans des textes antérieurs (1).

Cette vision ensorcelée des maladies ne diffère pas de celle de la médecine babylonienne et est destinée à durer jusqu'à la naissance de la pensée grecque.

Le papyrus Edwin Smith est de loin le traité de chirurgie et traumatologie le plus ancien et le premier document rapportant des lésions de la moelle épinière. Dans ce remarquable document, la séquence des événements qui suivent chaque traumatisme est décrite en détail et précède les considérations de l'observateur sur les traitements possibles. Les conditions pathologiques et les processus qui les gouvernent sont ensuite étudiés par méthode inductive.

Edwin Smith a acheté le papyrus qui porte son nom en 1862 à Thèbes, mais 'il en a perçu l'intérêt n'a toutefois jamais été capable de le traduire. Le manuscrit, donné à la New York

Historical Society à son décès par sa fille en 1906, a été confié en 1920 à l'égyptologue James Henry Breasted, professeur à l'Oriental Institute de l'Université de Chicago. Après de nombreuses années d'étude et de recherche, entreprises en collaboration avec le Dr B. Arno Luckhardt, Breasted a publié en 1930 la transcription en hiéroglyphes (le papyrus est écrit en hiératique, la forme d'écriture cursive utilisée par les scribes de l'Égypte ancienne) (Fig. 1), la translittération du texte hiéroglyphique, et sa traduction en anglais, accompagnée de notes explicatives, tant grammaticales que médicales.

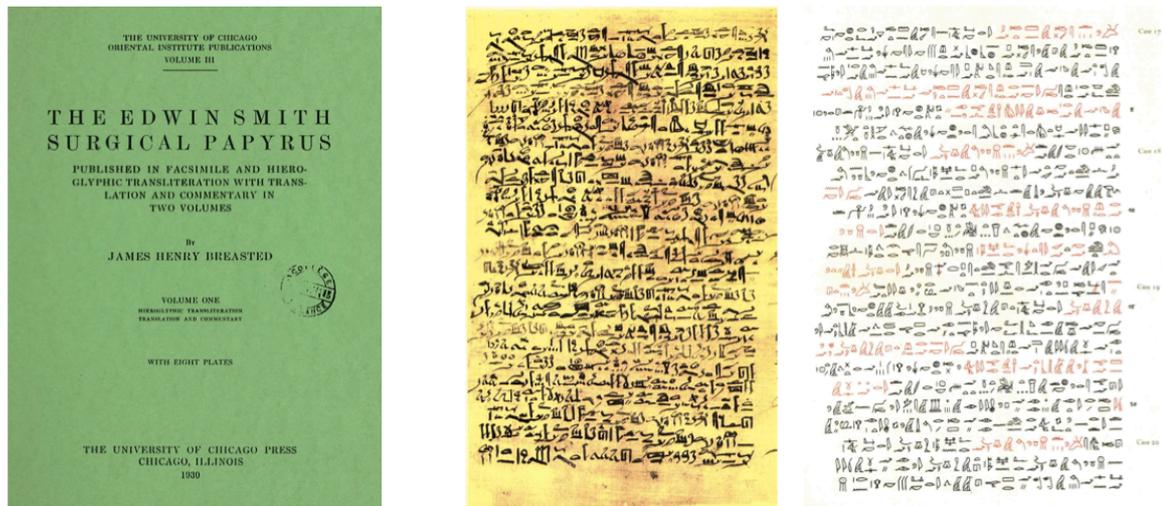


Fig 1 L'édition de 1930 de l'œuvre de James Henry Breasted et la colonne n° 7 en hiératique avec la transcription hiéroglyphique de l'auteur en regard.

Le vocabulaire et la grammaire du traité présentent des caractéristiques de la langue de l'Ancien Empire, période au cours de laquelle le texte original a probablement été composé (3000-2500 avant J.-C.). Le papyrus est une Nième copie au fil des siècles d'un document très ancien dont l'auteur restera à jamais inconnu.

Par pure conjecture, Breasted estimait qu'un traité de chirurgie d'une telle importance et datant du début de l'Ancien Empire pouvait être attribué à Imhotep, architecte et médecin, grand Vizir du pharaon Djoser, au début de la IIIe dynastie (XXVIIe siècle avant J.-C.) (2). Le traité est un manuel à l'usage des étudiants et médecins de l'époque, qui traite d'un certain nombre de cas cliniques de traumatismes et pathologie externe, et non de pathologie interne ou d'organes affectés. Plusieurs de ces lésions, qui touchent les hommes seulement, doivent avoir été contractées au cours des activités civiles normales de la société de l'époque, d'autres ont, sans doute, fait l'objet d'observations sur le champ de bataille (3,4). Après quelques siècles, la présence de nombreux termes qui n'étaient plus intelligibles, avait rendu le texte obsolète. Pour cette raison, au fil du temps, ont été

insérées dans le traité une série de gloses et de commentaires sous la forme de définitions et explications sémantiques du texte original.

Le Papyrus Edwin Smith, écrit au recto et au verso par deux scribes différents. Au recto, on compte de dix-sept colonnes d'écriture hiéroglyphique écrites de droite à gauche et de haut en bas, qui répertorient 48 cas "chirurgicaux". Au verso, il y a quatre colonnes et demi d'une écriture différente, qui ne présentent que des recettes et des sorts (communs à d'autres papyrus) qui n'ont aucun rapport avec la partie frontale. Le texte du recto s'interrompt brutalement au milieu du cas 48, traitant d'un traumatisme du rachis thoracique.

Chaque cas est décrit selon une organisation particulière des thèmes et des matériaux qui, sauf dans six cas plus élaborés, suit le schéma suivant: Titre, examen, diagnostic, traitement. Le souci pédagogique est évident avec pour chaque région du corps, une présentation des cas par ordre de gravité.

Après l'intitulé et l'exposé des symptômes et des signes, intervient l'un des trois verdicts "une affection à traiter", "une affection que je combattrai" (affection au pronostic incertain mais qui mérite une prise en charge), "une affection à ne pas traiter" (affection au pronostic fatal, mais dans cette éventualité des conseils permettant d'assurer un certain confort au patient sont dans quelques cas précisés). Les traitements possibles peuvent être purement mécaniques ou chirurgicaux, une combinaison de traitements chirurgicaux et applications topiques des médicaments ou des médicaments à usage topique exclusif.

Dans 29 cas sur 48 existent des appendices au texte original.

Ces ajouts, sous la forme de définitions et d'explications, datent probablement de la fin de l'Ancien Empire (bien avant la rédaction de la copie parvenue jusqu'à nous), quand il était déjà devenu nécessaire de clarifier des termes et des expressions devenues obsolètes et difficiles à comprendre pour les lecteurs de l'époque.

Six cas de lésions spinales sont cités dans le papyrus:

## CAS 29

### *Instructions (pour) une plaie dans une vertèbre de son cou*

Dans ce cas l'auteur décrit une blessure pénétrante, vraisemblablement un coup de poignard subi lors d'une bataille, qui intéresse la région postérieure du cou et qui s'étend jusqu'au plan vertébral (la vertèbre intéressée n'est pas indiquée). La blessure cause rigidité cervicale avec incapacité à la rotation et au fléchissement de la tête, sans par ailleurs causer de lésions médullaires. Le pronostic est incertain, cependant le chirurgien estime le soin de la blessure possible.

### CAS 30

#### *Instructions (pour) une entorse dans une vertèbre de son cou*

Le terme utilisé par l'auteur pour décrire cette lésion n'apparaît dans aucun autre texte. La traduction de Breasted en "entorse" a été donc possible grâce aux gloses, dans lesquelles est clairement décrit le traumatisme d'une articulation vertébrale ou costale (cas 42), sans cependant aucune altération des rapports articulaires. Ce cas, qui ne présente aucune blessure à la surface, représente la lésion vertébrale moins grave et a été interprété comme un coup de fouet. L'auteur estime pouvoir soigner la lésion.

### CAS 31

#### *Instructions (pour) une luxation dans une vertèbre de son cou*

Dans ce cas et dans le 33ème, l'auteur comprend et décrit clairement la relation de cause à effet entre le traumatisme vertébral et les symptômes neurologiques (myélopathie), ce qui témoigne d'une certaine connaissance de l'anatomie et de la physiologie vertébro-médullaire mais surtout d'un excellent don d'observation. La dislocation d'une vertèbre cervicale cause la "perte de connaissance des bras et des jambes", un priapisme et une incontinence urinaire (miction par regorgement). Le chirurgien de l'Antiquité distingue également la dislocation d'une vertèbre de la jonction cervico-dorsale, qui cause une paralysie des bras et des jambes, de la dislocation medio-cervicale, qui entraîne une spermatorrhée.

L'auteur s'étend dans un examen détaillé en dressant la liste des symptômes observés. Le pronostic qui suit le diagnostic des troubles neurologiques est évidemment défavorable et aucun traitement n'est conseillé. Les gloses ont une importance fondamentale dans l'interprétation de certaines locutions qui sont difficilement compréhensibles même pour l'auteur des commentaires.

### CAS 32

#### *Instructions (pour) un déplacement dans une vertèbre de son cou*

Bien que le déplacement soit une affection vertébrale grave, l'auteur l'ajoute comme le dernier des cas de traumatologie vertébrale cervicale et donne un pronostic favorable.

Il est intéressant de noter que le scribe a oublié de transcrire la formule " Alors tu diras à son sujet ..." avant l'exposé du diagnostic et qu'il l'a ajoutée en tête de colonne avec un renvoi dans le texte avec une croix rouge, ce qui peut être interprété comme l'ancêtre de notre astérisque.

### CAS 33

#### *Instructions (pour) une vertèbre écrasée dans son cou*

Ce cas, le dernier parmi les lésions vertébrales cervicales, est le plus grave du groupe et le seul dans lequel l'auteur décrit la dynamique du traumatisme. Le malade est tombé d'une hauteur considérable frappant avec force le crâne et entraînant l'éclatement d'un corps vertébral sur l'adjacent (fracture par impaction). La victime était probablement un ouvrier et le traumatisme a vraisemblablement eu lieu sur un chantier pendant la construction d'un des grands édifices voulus par les pharaons.

### CAS 48

#### *Instructions (pour) une entorse d'une vertèbre dans sa colonne dorsale*

Semblablement aux cas précédents ceci était probablement le premier et le moins grave d'une série de traumatismes vertébraux thoraco-lombaires. Malheureusement il est inachevé, le scribe s'est arrêté au milieu d'une phrase et n'a jamais repris son ouvrage.

### **Bibliographie**

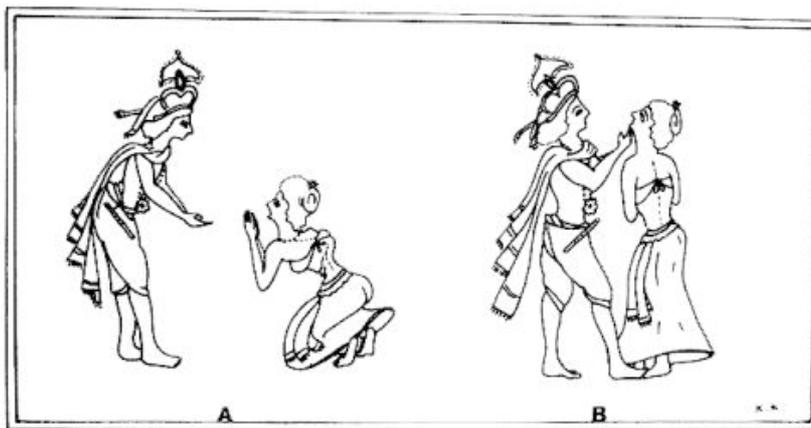
1. *Berlin Medical Papyrus* colonne XV ligne 1; *London Medical Papyrus* colonne VIII ligne 8-13.
2. BREASTED JH. *The Edwin Smith Surgical papyrus* (facsimile and hieroglyphic transliteration with translation and commentary, in two volumes). The University of Chicago Press, Chicago, 1930.
3. BRANDT-RAUF PW, BRANDT-RAUF SI. History of occupational medicine: relevance of Imhotep and the Edwin Smith papyrus. *Br. J. Ind. Med.*, 1987, 44, 1, p. 68–70.
4. SANCHEZ GM, BURRIDGE AL. Decision making in head injury management in the Edwin Smith papyrus. *Neurosurg. Focus.*, 2007, 23, 1, p. 1815-1823.

## SRIMAD BHAGWAT MAHAPURANAM

Srimad Bhagwat Mahapuram est un ancien texte indien, dans lequel apparaît, pour la première fois dans l'histoire, une référence claire à la traction pour le traitement des déformations vertébrales (1,2).

L'ancien texte religieux, écrit en sanskrit, probablement entre 3500 et 1800 avant J.-C., se compose de diverses épopées hindoues. Dans l'une de celles-ci, Krishna applique une traction axiale pour corriger la déformation vertébrale de l'un de ses fidèles dévoués (Fig. 1) (3).

L'intervention thérapeutique efficace de Krishna suggère que le traitement des déformations vertébrales était déjà connu et pratiqué plus d'un millénaire avant Hippocrate de Kos.



**Fig. 1** A) Kubja prie: «Lord Krishna" de l'aider et redresser sa colonne vertébrale. B) "Happy Lord Krishna" bloque avec un pied ceux de Kubja, attrape son menton avec deux doigts et le tire (3).

### Bibliographie

1. KUMAR K. Historical perspective: Spinal deformity and axial traction. *Spine*, 1996, 21, p. 653-655.
2. *Subramanian K Srimad Bhagavatam*. Bombay: Bharatiya Vidya Bhavan, 1979.
3. KUMAR K. Did the modern concept of axial traction to correct scoliosis exist in prehistoric times? *J. Neurol. Orthop. Med. Surg.* 1987, 8, p. 309-310.

## GRECE ANTIQUE

### Hippocrate de Cos (460 avant J.-C. - 370 avant J.-C.)

Il y a peu de notices biographiques certaines sur celui qui est considéré comme le "père de la médecine occidentale". Né dans une famille aristocratique, il a été initié à la théorie et aux premiers principes de la médecine dans le sanctuaire d'Asclépios à Cos, son île natale, qu'il ne tarde pas à quitter pour visiter Délos, la Thrace, la Thessalie, Athènes et de nombreuses autres régions où il a été praticien et professeur de médecine. Hippocrate a vécu très longtemps et a passé les dernières années de sa vie en Thessalie, où il meurt en 370 avant J.-C. dans ville de Larissa.

Environ soixante œuvres lui sont attribuées, probablement composées entre le Vème et IVème siècles, qui constituent ce que l'on appelle le *Corpus Hippocraticum*. On estime que le Corpus lui-même a été finalisé au IIIème siècle avant J.-C. quand, à l'occasion de la création de la bibliothèque d'Alexandrie, les œuvres médicales les plus importantes de l'époque ont été recueillies et rassemblées.

L'habitude de commenter les textes des anciens médecins auteurs, introduite par les adeptes d'Hérophile et les empiriques, puis renforcée par Galien, a contribué à attribuer la plupart de ces documents à l'illustre médecin de la tradition classique.

Il est possible de regrouper les textes hippocratiques en **traités de chirurgie** (*Sur les plaies de la tête, sur les fractures, Sur les articulations, L'atelier du médecin et La réduction des fractures*), où sont abordés les traitements des blessures, des luxations et des fractures; **traités sur la théorie humorale** (*Sur la nature de l'homme*); **livres sur les épidémies** (*Épidémies*) qui ont touché la Grèce dans certaines périodes historiques, organisée comme une liste de cas cliniques; **le manuel de géographie médicale**, *Des Airs, Eaux et Lieux* qui informe le médecin itinérant sur les conditions géographiques et climatiques particulières des lieux qu'il rencontrera; des **traités de méthode** qui permettent d'identifier la manière de diagnostiquer, comprendre et, finalement, traiter les maladies en changeant le style de vie (*Le pronostic, Prénotions Coaques, Le régime dans les maladies aiguës et Aphorismes*); **le serment**, fondement de l'éthique médicale; une série de **traités gynécologiques** attribués à l'école rivale de Cnide (*Sur les affections, Sur les maladies*) et une **série d'œuvres philosophiques** (1).

Bien qu'il était bien conscient des limites de l'expérience, toutes les descriptions de maladies dans le Corpus Hippocraticum sont dérivées de l'observation. Son système de

connaissance médicale repose, par conséquent, non sur un empirisme aveugle, mais sur l'expérience rationnelle (*Empeiria*).

La méthode clinique de recherche de la causalité de la maladie exclut le hasard, et en conséquence toutes les pratiques thérapeutiques des charlatans, magiciens et escrocs qui en vivent.

Un des éléments de l'histoire naturelle des maladies qui ont attiré l'attention d'Hippocrate est certainement leur tendance à avoir un résultat favorable ou défavorable (*Pronostic*).

La médecine hippocratique n'a pas eu beaucoup de succès dans le traitement des maladies qu'elle visait à guérir, mais a néanmoins été en mesure d'améliorer les conditions de vie et d'hygiène des malades, en prenant soin à la fois de l'aspect alimentaire, et de l'aspect psychologique.

Parmi les nombreux domaines de la médecine explorés par Hippocrate, l'anatomie et la pathologie de la colonne vertébrale ont fait l'objet d'un grand intérêt et d'études approfondies.

Dans ses textes sont clairement décrits les os, les tendons et les articulations de la colonne vertébrale et les rapports avec les structures adjacentes. En particulier, Hippocrate approfondit l'étude des courbures physiologiques vertébrales et de leurs variantes pathologiques.

La pathologie vertébrale comprend les cyphoses post-traumatiques, les fractures et les dislocations vertébrales, la spondylite tuberculeuse et la scoliose.

La dissection de corps humains était interdite dans la Grèce antique. Les médecins, toutefois, ont acquis leurs connaissances de l'anatomie à partir de cadavres sur les champs de bataille, de l'observation des athlètes s'entraînant dans des gymnases et de dissections d'animaux (2,3). La connaissance détaillée de la colonne vertébrale a probablement la même origine.

Dans l'introduction du traité *De la nature des os*, Hippocrate donne une description détaillée des segments vertébraux cervicaux, thoraciques et lombaires (4).

Les vertèbres sont de dimension variable. Chaque vertèbre possède un processus ("apophyse"), à l'arrière, surmontée d'une épiphyse cartilagineuse. Les tendons s'étendent à partir de ces épiphyses aux cordons musculaires thoraco-lombaires. Les vertèbres sont assemblées régulièrement et reliées entre elles par une structure muco-ligamentaire, vraisemblablement le disque intervertébral, qui s'étend à partir d'une couche de cartilage entre les vertèbres devant la moelle épinière.

Les tendons s'étendent verticalement le long de la colonne vertébrale, collés aux vertèbres à l'avant, à l'arrière (LLA et LLP) et latéralement (5,6).

Hippocrate, comme tous ses contemporains, ne reconnaît pas la différence entre les ligaments et les racines nerveuses. Hérophile (III<sup>e</sup> siècle avant J.-C.), le premier anatomiste de l'histoire et fondateur de la grande école médicale d'Alexandrie, sera le premier à clarifier la différence entre ces deux structures anatomiques.

Hippocrate croyait que la moelle épinière (considérée par la médecine grecque antique d'origine divine) communiquait avec les reins et les testicules à travers les veines. Cette vision est exprimé dans les traités *De la nature des os* et *Des lieux dans l'homme*, (7) et elle est conforme à la croyance que le sperme est produit à l'intérieur de la moelle épinière, croyance qui est présente dans certains autres textes anciens (8,9).

Dans son traité *Des articulations*, l'un des textes chirurgicaux les plus importants de l'ensemble du corpus, le médecin de Cos présente l'étiologie, les manifestations cliniques et le traitement des maladies de la colonne vertébrale, qui sont classés en cinq groupes (10):

1. Cyphose, à la suite d'une maladie ou secondaire à un traumatisme rachidien
2. Scoliose
3. Concussion.
4. Dislocation vertébrale
5. Fractures des apophyses épineuses

#### *Dislocations des vertèbres*

“Les luxations antérieures ou postérieures des vertèbres sont des événements rares, et nécessitent un grand impact pour se produire, comme, par exemple, celui causé par la chute d'un corps pesant.

Dans les luxations antérieures, généralement les vertèbres ne sont pas très disloquées, le déplacement important d'une ou plusieurs vertèbres provoque la mort du patient, car la mobilisation des vertèbres est distribuée le long d'un entier segment vertébral“ (6).

“Dans le cas d'un traumatisme avec déformation angulaire de la colonne, apparaissent fréquemment rétention d'urine et des selles, les pieds et les membres inférieurs sont froids, la mort est plus fréquente que dans les cas de luxation postérieure“ (6).

“Si le patient survit, il est plus exposé à l'incontinence urinaire et les membres inférieurs présentent impuissance et stupeur (anesthésie). Dans le cas où la dislocation se produit à un niveau supérieur, l'impuissance et la stupeur touchent l'ensemble du corps. Je ne connais aucune machine permettant la réduction de telles difformités“ (6).

Hippocrate conclut en soulignant la nécessité d'avoir des idées claires sur les déviations vertébrales: une déviation antérieure provoque la mort ou cause des blessures graves, tandis qu'une déviation postérieure ne provoque pas la mort ou la rétention urinaire, ou la stupeur des extrémités.

La Biblioteca Medicea Laurenziana abrite un célèbre code copié en minuscules par le médecin Nicéas de Constantinople au X<sup>ème</sup> siècle après J.-C., dans lequel apparaissent de nombreux écrits de chirurgie orthopédique de divers auteurs grecs, y compris le commentaire d'Apollonius de Citium (représentant de l'école empirique de Citium dans le premier siècle avant J.-C.) sur le Traité d'Hippocrate *Des articulations*, qui décrit plusieurs méthodes pour le traitement de la pathologie rachidienne, principalement des malformations (3, 11).

Si Srimad Bhagwat Mahapurana (3500-1800 avant J.-C.) est, comme on l'a vu, l'ancien texte religieux hindou dans lequel apparaissent pour la première fois les tractions vertébrales, Hippocrate est le premier à inventer des dispositifs pouvant corriger les déformations, basés sur le principe de la traction (12).

En conclusion, l'observation minutieuse et la recherche d'un lien de causalité ont conduit Hippocrate à acquérir des connaissances anatomiques et anatomopathologiques d'une importance extraordinaire. Si l'on exclut le système vasculaire, la description anatomique de la colonne que l'on peut trouver dans le Corpus Hippocraticum est précise et correcte. Dans ses traités sont, pour la première fois, décrits les lésions anatomopathologiques et les signes des affections vertébrales, y compris la spondylite tuberculeuse.

Les traitements proposés pour les déformations ont une valeur exceptionnelle, car ils sont basés sur la connaissance précise de l'anatomie de la colonne. Ils agissent donc en harmonie avec la nature (6).

### **Hérophile de Chalcédoine (ca 325 avant J.-C., ca 255 avant J.-C.)**

Après la mort d'Alexandre le Grand (323 avant J.-C.), Ptolémée I<sup>er</sup> Sôter, Diodotus d'Alexandre, obtient la satrapie d'Égypte, et fonde la dynastie des Ptolémées qui règnera jusqu'à la conquête romaine en 30 avant J.-C..

Sous le règne des premiers Ptolémées, Ptolémée I Sôter puis Ptolémée II Philadelphe, Alexandrie devient un centre de développement politique, économique et culturel du plus haut niveau. Gouvernée par une élite d'intellectuels grecs, la ville a vu la création d'une

bibliothèque - restée dans les mémoires comme l'une des merveilles du monde antique – qui abritait un grand nombre de papyrus provenant de partout dans le monde grec, y compris toutes les œuvres connues de l'époque - comme le Corpus Hippocraticum - et un musée, qui comprenait des sections d'œuvres littéraires, scientifiques et philologiques. (13).

Hérophile (14) né à Chalcédoine, petite ville sur la mer de Marmara en 325 avant J.-C. a été l'élève de Praxagore sur île de Cos (15, 16), où il a été entièrement pénétré par la doctrine d'Hippocrate. Après avoir terminé sa formation dans d'autres villes grecques, Hérophile s'installe à Alexandrie où il passe le reste de sa vie.

Avec Hérophile, son maître et quelques années plus âgé, Érasistrate a donné naissance à l'étude systématique de l'anatomie et de la physiologie humaines. La médecine hippocratique n'attribuait pas une valeur méthodologique à l'étude de l'anatomie, le savoir médical étant fondé sur la connaissance de l'équilibre des humeurs (13).

L'œuvre d'Hérophile et Erasistrate est complètement perdue, mais certains détails de leurs enseignements peuvent être trouvés dans les écrits d'auteurs plus tardifs, en particulier dans les écrits volumineux de Galien, qui possédait l'ensemble de leurs textes. Même Aulus Cornelius Celsus (environ 29 av. J.-C. - environ 37 après J.-C.), le grand encyclopédiste latin, décrit les activités des deux médecins dans *Sur la médecine*. Selon la pensée révolutionnaire des deux médecins, le corps n'est plus seulement un conteneur des humeurs, mais une structure complexe dont l'anatomie doit être étudiée de manière systématique pour comprendre le fonctionnement correct (physiologie), et la pathologie.

L'étude anatomique était réalisé sur des cadavres et par vivisection de condamnés à mort, le permis de dissection "in vivo" étant accordé par le pouvoir politique. Hérophile aurait décrit avec précision le système nerveux central et périphérique, distinguant clairement le cerveau du cervelet, identifiant le siège de l'âme dans les ventricules cérébraux et le cerveau comme le centre du système nerveux, se concentrant sur le quatrième ventricule (calamus scriptorius), les méninges et les sinus veineux (torcular ou Pressoir d'Hérophile)), les plexus choroïdes qui rappellent la membrane chorionique du fœtus.

Une partie importante de son travail a également été consacrée à l'étude et la description du foie, des poumons, du système circulatoire, del'appareil reproducteur masculin et féminin. Erasistrate, lié à la pensée aristotélicienne (il aurait dit-on épousé une de ses filles), semble avoir suivi la méthode d'Hérophile en particulier dans le domaine de la neurophysiologie en se consacrant également au fonctionnement physiologique du système cardiaque et circulatoire, de la digestion et de la respiration.

Le vif intérêt pour la physiologie et ses altérations pathologiques ont fait que Erasistrate est considéré comme le père de la physiologie.

La dissection anatomique des cadavres et condamnés à mort, par laquelle les deux grands médecins ont ouvert de nouvelles frontières dans la compréhension du corps humain et de ses maladies, a été autorisée uniquement pendant 30-40 ans, puis arrêtée pendant 18 siècles, jusqu'à la publication de *De Humani Corporis Fabrica* d'Andreas Vesalius en 1543 (17).

### **Bibliographie**

1. ADAMS F. *The Genuine Works of Hippocrates*. London: Sydenham Society, 1849.
2. EDELSTEIN L. The history of anatomy in antiquity. In: TEMKIN O, TEMKIN CL, *Ancient Medicine*. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1967, p. 247–301.
3. SINGER HE. *A History of Medicine. Vol. II*. New York: Oxford University Press, 1961, p. 260–295.
4. HIPPOCRATE / LITTRÉ E (trad.). De la Nature des Os. In *Oeuvres complètes*. Paris : J.-B. Baillière, 1844, 9, p. 169.
5. HIPPOCRATES. Mochlicon (Instruments of reduction). In: CAPPS E, PAGE TE, ROUSE WHD et al. *Hippocrates: The Loeb Classical Library. Vol. III*. London: W. Heinemann, 1927, p. 398–449.
6. HIPPOCRATE / LITTRÉ E (trad.). Des Articulations. In *Oeuvres complètes*. Paris : J.-B. Baillière, 1844, 4, p. 216-242.
7. HIPPOCRATES. On Places in Man. In: GOOLD GP, POTTER P. *Hippocrates: The Loeb Classical Library*. Cambridge, MA, and London, UK: Harvard University Press, 1995, 8, p. 13–101.
8. HIPPOCRATES. The sacred disease. In: CAPPS E, PAGE TE, ROUSE WHD et al. *Hippocrates: The Loeb Classical Library*. London: W. Heinemann, 1923, 2, p. 127–183.
9. PLATO. Timaeus. In: BURY RG. *Plato: The Loeb Classical Library*. London: W. Heinemann, 1929, p. 1–253.
10. MARKETOS SG, SKIADAS P. Hippocrates. The father of spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1999, 24, 13, p. 1381-1387.
11. APOLLONIUS OF KITIUM. Hippocratis de articulis commentarius. In: KOLLESCH J, KUDLIEN F, *Corpus Medicorum Graecorum XI 1, 1*. Berlin: Akademie-Verlag, 1965, p. 1–133.

12. KUMAR K. Historical perspective: Spinal deformity and axial traction. *Spine*, 1996, 21, p. 653-655.
13. CONFORTI M, CORBELLINI G, GAZZANIGA V. *Dalla cura alla scienza*. Editore EM Publishers, 2011.
14. EDELSTEIN L. The History of Anatomy. In Antiquity. Temkin O, Temkin CL. *Ancient Medicine*. Baltimore, MD: Johns Hopkins Press, 1967.
15. VON STADEN H. *Herophilus: the art of Medicin in early Alexandria*. Cambridge University Press, 1989.
16. PRAXAGORAS. In: GILLESPIE C. *The Dictionary of Scientific Biography*. New York: Scribner, 1980, p. 316-319.
17. VON STADEN H, HEROPHILUS. *The Art of Medicine in Alexandria*. 1st ed. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1989, p. 1-666.

## ROME ANTIQUE

Les Romains, habitués à une médecine empirique et magique basée sur des remèdes simples et salutaires, ont vécu de façon traumatique l'arrivée de la médecine grecque. Jusqu'au premier siècle avant J.-C., la connaissance des remèdes à base de plantes et animaux, ainsi que la tradition magique qui imprègne la préparation, est confiée au pater familias. La pratique médicale invasive et payante, de l'un des premiers médecins grecs à Rome, Arcagato de Lysanias, contribue à accroître l'aversion pour les pratiques d'origine hippocratique, qui n'avaient aucun sens pour les Romains. Cette situation va progressivement changer avec l'arrivée à Rome du médecin grec Asclépiade de Bithynie, qui commence à pratiquer avec un certain succès et une considérable notoriété (1). Asclépiade a eu le mérite de se faire accepter de la culture romaine, en rejetant les traitements violents et en proposant une thérapie variée basée sur le contrôle des modes de vie. Ce nouveau système va ouvrir la voie à la médecine grecque à Rome, aux sectes médicales, et à une discipline qui, avec Galien, ennemi juré d'Asclépiade, atteindra son maximum d'expression (1).

### **Aulus Cornelius Celsus (ca 29 av. J.-C.- ca 37 apr. J.-C.)**

La critique historique a longtemps débattu à propos de l'origine des connaissances médicales de Celse. Il n'était probablement pas médecin, mais plutôt juriste (comme suggéré par Max Wellmann), ou notable romain avec une grande capacité à résumer dans un traité l'essence de la médecine antique, la rendant accessible à un public plus large. Un encyclopédiste dont les efforts ont conduit à la création d'un nouveau langage qui va interpréter au mieux le sens original du savoir scientifique grec. Son *De re medica* faisait partie d'une œuvre beaucoup plus vaste intitulée *De Artibus* qui comprenait également des traités consacrés à la philosophie, à la rhétorique et à la jurisprudence, à l'art militaire et à l'agriculture. Seule la partie consacrée à la connaissance médicale a survécu et, après avoir été perdue pendant quatorze siècles (elle ne figurait pas parmi les textes transcrits par les traducteurs arabes) elle a été trouvée dans un vieux coffre de l'église de Sant'Ambrogio à Milan par un simple sous-diacre, Tomaso Parentucelli, qui deviendra en 1447 le Pape Nicolas V, fondateur de la Bibliothèque Vaticane. Le livre a été publié en 1478 à Florence avec l'editio princeps de Bartolomeo Della Fonte (2).

Le *De re medica* (Fig.1), probablement écrit sous Tibère (entre 25 et 35 après J.-C.), est un traité de thérapeutique, organisé en huit livres, précédé d'une préface qui contient la plus ancienne histoire de la médecine à notre disposition. Les septième et huitième livres sont

d'authentiques ouvrages de technique chirurgicale et d'orthopédie. Toutes les opérations étaient effectuées avec des instruments chirurgicaux spécialement conçus: scalpri, unci, specili, forceps, etc. (3).



Fig. 1 CELSUS AC. *De re medica libri octo*. Paris : Chrestien Wechel, 1529. (Bibliothèque Interuniversitaire de Santé - Paris)

Dans le domaine de la chirurgie vertébrale, Celse a rapporté plusieurs observations, dont la plus intéressante est certainement l'identification de certains symptômes, le vomissement et la dyspnée, dans les fractures vertébrales cervicales, en reconnaissant les résultats souvent fatals. Les fractures vertébrales plus caudales sont responsables de la faiblesse ou plégie des membres inférieurs, incontinence urinaire ou fécale (4, 5).

### **Galien de Pergame (ca 129 apr. J.-C. – ca 200 apr. J.-C.)**

Galien, fils du célèbre architecte Nicon, actif dans la restauration du temple d'Asclépios à Pergame, reçoit une formation dispensée par les meilleurs maîtres de son temps. Après une brève période, pendant laquelle il exerce dans sa ville natale en tant que médecin des gladiateurs, il part une première fois à Rome en 162 après J.-C., où il traite avec succès le philosophe Eudème et où il s'intègre dans un stimulant centre culturel, qui lui permet d'effectuer des dissections publiques d'animaux de fort impact spectaculaire (1). Il quitte Rome en 166, où il ne sera de retour que trois ans plus tard pour devenir le médecin de Marc Aurèle, après avoir guéri le petit Commode. La position sociale élevée assurée par sa fonction a permis à Galien de traiter les patients de toutes les classes sociales, d'éduquer les

étudiants et de progresser dans la dissection anatomique de singes envoyés d'Afrique dans ce but. Pendant cette période, à Rome, le grand médecin a écrit plusieurs traités tels que *De anatomicis administrationibus*, écrits en 177 après J.-C. qu'il a entièrement reconstitué à la suite de l'incendie de sa maison voisine du temple de la Paix (1). Sa production scientifique semble avoir atteint 400 manuscrits, mais moins de 100 traités sont parvenus jusqu'à nous. Il n'existe aucune certitude sur la date exacte de sa mort. Après avoir été quelque temps médecin à la cour de Septime Sévère, il aurait quitté Rome et serait mort dans sa ville natale à Pergame vers 201 après J.-C.

L'impossibilité d'effectuer des dissections sur des cadavres a conduit Galien à effectuer plusieurs expérimentations sur les primates et les porcs, dont l'anatomie était considérée comme similaire à celle des humains. L'illustre médecin réalise des études anatomiques importantes mais il commet aussi des erreurs grossières qui dépendaient de la méthode analogique même (par exemple le "réseau admirable" à la base du cerveau du porc). Parmi les expériences classiques doit être mentionnée la section du nerf laryngé récurrent d'une chèvre, avec aphonie conséquente (6). Le corps est organisé selon trois systèmes qui le composent, chacun est présidé par un organe: le cerveau, le siège du pneuma (i.e. le souffle vital) psychique, responsable avec la moelle épinière de la motilité, de la sensibilité et de la conscience; le cœur, siège du pneuma vital qui, avec le sang, est transporté dans les artères; le foie, le siège du pneuma végétatif d'où provient le sang qui transporte les nutriments à l'organisme entier (1).

L'anatomie de la colonne vertébrale est décrite avec une grande précision dans les trois traités *De ossibus ad tirones*, dans *De usu partium corporis humani* et dans les quatre commentaires sur le *Des articulations* d'Hippocrate (7,8). Dans le premier de ceux-ci, Galien se concentre sur l'anatomie des vertèbres et des articulations qui la composent, montrant la structure muco-ligamentaire du disque qui permet la motilité vertébrale et la composante postérieure qui assure la stabilité et la sécurité (8,9). Chaque vertèbre contient dans le canal vertébral la moelle épinière et tandis que les trous de conjugaison, "judicieusement créés par la nature" de chaque côté des vertèbres, accueillent les racines nerveuses (7,9). La moelle épinière et les racines sont contenues dans deux méninges: une fine, la plus interne, et une plus résistante, la plus externe.

Hérophile et Érasistrate avaient déjà démontré que les nerfs transmettent la sensibilité et la motilité aux membres et au tronc. Galien a été le premier à décrire en détail les nerfs crâniens et spinaux, et à identifier leur distribution (10). Grâce à des expériences menées sur des animaux, Galien décrit les anastomoses des plexus nerveux et en donne

l'interprétation la plus logique, celle pour laquelle en cas de lésion d'un nerf, la fonction est assurée par les autres fibres (9,10).

Les compétences de Galien sur la pathologie vertébrale proviennent avant tout des concepts et des théories hippocratiques exposés dans *Des fractures* et *Des articulations* (11), les classant dans quatre catégories: cyphoses, scolioses, lordoses et succussions, causées par 1) la présence de tubercules dans les poumons, 2) traumatisme spinal, 3) l'âge et la dégénérescence de la colonne vertébrale, 4) états douloureux (15). Le diagnostic et les traitements de la spondylite tuberculeuse et des traumatismes médullaires s'inspirent de ceux d'Hippocrate. Galien introduit de nouvelles observations sur le traumatisme médullaire, causé principalement par les dislocations antérieures, initialement responsables de la rétention urinaire et fécale et ensuite, hypotrophie musculaire et réduction de la motilité (12,15). Dans *De locis affectis*, dans *De symptomatum causis* et dans *De anatomicis administrationibus* (12,13,14), Galien illustre comment la transection médullaire complète entraîne la perte bilatérale de la sensibilité et de la motilité au dessous du niveau endommagé et décrit les symptômes de ce que nous connaissons comme le syndrome de Brown-Séquard. Plus la lésion de la moelle épinière est craniale, plus elle est grave (12).

Une lésion de la moelle épinière entre C1 et C2 ou entre C3 et C4 provoque la mort de l'animal par interruption de la respiration. Le cœur continue à battre, même dans les lésions de niveau C1, montrant une activité autonome du muscle cardiaque. Galien se concentre également sur les conséquences des sections médullaires de la colonne cervicale subaxiale, thoracique et lombaire.

Galien a été une autorité incontestée pendant près de quatorze siècles, jusqu'à ce que Vésale, dans son *De Humani corporis fabrica*, en 1543 montre les erreurs du grand médecin de Pergame. La longévité et la stabilité de la fortune de Galien proviennent d'un ensemble complexe de facteurs, y dont son stoïcisme bien accepté des religions monothéistes comme le christianisme et un peu plus tard l'islam, l'immensité de son savoir anatomique, l'autorité venant de sa position auprès de trois empereurs et sa capacité à se définir comme le seul et vrai interprète d'Hippocrate. Un grand médecin capable de combiner l'art de guérir et la philosophie (1).

## **Bibliographie**

1. CONFORTI M, CORBELLINI G, GAZZANIGA V. *Dalla cura alla scienza*. Editore EM Publishers, 2011.
2. STERPELLONE L. *I grandi della medicina*. Donzelli Editore, 2004, p. 40.

3. CELSI AC. *De arte medica libri octo, multis in locis iam emendatiores longe, quam unquam antea*, editi. Gulielmi Pantini Tiletani... amplissimi atque eruditissimi in duos quidem priores libros commentarii, et in reliquos annotationes breviores. Joannem Oporinum, 1552.
4. CELSUS AC. *De medicina*. Florence: Nicolaus Laurentii, 1478.
5. CELSUS AC. *Medicinae Libri VIII*. Venice: In aedibus Aldi, et Andreae Asulani soceri, 1528.
6. GALEN. *Omnia quae extant opera in Latinum sermonem conversa*. Venice: Apud haeredes Lucaeantonii Juntae, 1576–1577.
7. GALEN. De ossibus ad tirones. In: KUHN CG. *Claudii Galeni Opera Omnia., Vol. II*. [Reprint]. Hildesheim: Georg Olms, 1964, p. 755–763.
8. GALEN. Hippocratis de articulis liber et Galeni in eum commentarii quator. In: KUHN CG. *Claudii Galeni Opera Omnia., Vol. XVIII A*. [Reprint]. Hildesheim: Georg Olms, 1965, p. 493–565.
9. GALEN. De usu partium corporis humani. In: KUHN CG. *Claudii Galeni Opera Omnia., Vol. IV*. [Reprint]. Hildesheim: Georg Olms, 1964, p. 42–119.
10. GALEN. De nervorum dissectione. In: KUHN CG. *Claudii Galeni Opera Omnia., Vol. II*. [Reprint]. Hildesheim: Georg Olms, 1964, p. 831–856.
11. MARKETOS SG, SKIADAS P, HIPPOCRATES. The father of spine surgery. *Spine* 1999, 24, p. 1381–1387.
12. GALEN. De locis affectis. In: KUHN CG. *Claudii Galeni Opera Omnia, Vol. VIII*. [Reprint]. Hildesheim: Georg Olms, 1965, p. 61–66, p. 241–242, p. 405–408.
13. GALEN. De anatomicis administrationibus. In: KUHN CG. *Claudii Galeni Opera Omnia., Vol. II*. [Reprint]. Hildesheim: Georg Olms, 1964, p. 676–698.
14. GALEN. De symptomatum causis. In: KUHN CG. *Claudii Galeni Opera Omnia, Vol. VII*. [Reprint]. Hildesheim: Georg Olms, 1965, p. 111–112.
15. GALEN. Hippocratis de articulis liber et Galeni in eum commentarii quator. In: KUHN CG. *Claudii Galeni Opera Omnia., Vol. XVIII A*. [Reprint]. Hildesheim: Georg Olms, 1965, p. 493–565.

## PERIODE PRESCOLASTIQUE

La culture médicale byzantine a représenté un moment unique d'organisation et de transmission des textes anciens en continuité avec l'enseignement médical et scientifique de l'école d'Alexandrie. Loin de se limiter à une simple copie, la médecine byzantine a porté sur une sélection détaillée et une systématisation des anciennes connaissances médicales dans différents domaines, présentant une large variété de pratiques diagnostiques et thérapeutiques.

Le commentaire, genre littéraire, qui aura un grand succès au Moyen-Age, est né dans cette période; à travers une lecture critique et comparative, il a permis la transmission de textes qui auraient autrement été perdus (1).

Parmi les auteurs les plus connus de cette période et dont les œuvres font partie de la tradition médicale occidentale, on trouve Oribase de Pergame (325-403 après J.-C.) avec son *Collectiones Medicae*, un recueil de textes de Galien et d'autres auteurs anciens en 70 volumes, Alexander Trallianus (527-565 apr. J.-C.), auteur des manuels de pathologie systématique et topographique, très populaire à l'époque médiévale, et enfin Paul d'Egine (625-690 apr. J.-C.), le protagoniste de la dernière période de l'école d'Alexandrie avant la conquête arabe.

### **Paul d'Egine (625-690)**

On connaît peu de choses sur la vie de Paul d'Egine. Il est né sur l'île grecque d'Egine en 625 apr. J.-C., formé à l'école d'Alexandrie, comme les plus illustres de ses prédécesseurs, il a beaucoup voyagé tout au long de sa vie. L'ancien médecin byzantin a été l'un des compilateurs les plus prolifiques de textes de la médecine classique grecque et latine, en particulier ceux d'Aetius d'Amida (527-565), et il a regroupé son savoir en sept volumes, écrits environ en 660 apr. J.-C., les Sept Livres de Paul d'Egine (Επιτομῆς ἱατρικῆς βιβλία ἑπτὰ), une vaste collection d'études anatomiques et de textes médicaux sur l'ensemble de la matière médicale classique, y compris la chirurgie vertébrale.

Ce recueil était tenu en haute estime par les médecins arabes et italiens et a représenté un texte de référence jusqu'au XVIIe siècle. L'expérience et l'intérêt dans le progrès de la chirurgie l'ont amené à développer de nombreux instruments chirurgicaux, comme les rétracteurs, les râpes et les pinces ossivores, et à utiliser (empiriquement) le vin comme "antiseptique" dans la gestion des plaies chirurgicales. L'observation des symptômes et des lésions traumatiques de ses contemporains l'ont amené à introduire l'une des procédures les plus importantes dans le domaine de la chirurgie vertébrale, la laminectomie. L'ancien

auteur a souligné l'importance de cette technique chirurgicale et l'a utilisée dans de nombreux cas de fractures vertébrales avec compression médullaire postérieure.

Paul d'Egine a été le dernier médecin qui s'est consacré à l'étude de l'anatomie et à l'expérimentation chirurgicale sur la colonne vertébrale. Après lui, pendant la période Préscolastique byzantine tardive et arabe la recherche en neurologie et en chirurgie a été arrêtée, laissant place à la conviction que la pathologie vertébrale n'avait pas de remède et, par conséquent, tout traitement était inutile.

## **MÉDECINE ARABE**

La culture médicale arabe ne se réfère pas à des connaissances religieuses spécifiques, mais reflète la grande diversité d'ethnies, de langues et de cultures des populations au sein du monde islamique, de l'Inde à l'Espagne. Déjà à partir de 642, l'année de la conquête d'Alexandrie, existait le besoin de traduire les textes du savoir grec. Les œuvres philosophiques, scientifiques et médicales vont recevoir une attention accrue de la part de des auteurs arabes. La culture médicale arabe est le résultat des traductions sophistiquées et systématisées des classiques grecs avec des contributions des civilisations asiatiques.

Ce qu'on appelle «hellénisation» de l'islam commence avec la fondation de la "Maison de la Sagesse" par le calife al-Ma'mûn b. al-Rashid à Bagdad au début du IXe siècle, quand Hunain Ibn Ishaq commence son travail de traducteur et compilateur. Considéré comme l'"inventeur" de l'arabe scientifique, il rassemble de nombreuses traductions précédentes d'auteurs classiques avant de les traduire en arabe (il énumère, par exemple, les titres de 129 œuvres de Galien, un corpus plus grand que celui qui est parvenu jusqu'à nous).

Galien continue à représenter l'autorité de référence dans les pratiques empiriques de traitement promulguées par les auteurs arabes, mais l'immense travail de traduction du grec ne se limite pas au médecin de Pergame. Différents ouvrages sont traduits: sur les substances médicinales (*De materia medica* de Dioscoride), sur les maladies internes de Rufus d'Ephèse, sur les maladies de la peau de Criton, le travail du chirurgien Platon mais aussi des textes botaniques de la tradition indienne et persane.

La dissection humaine est interdite par les préceptes religieux et les textes des grands anatomistes alexandrins ne sont pas parmi les œuvres de la bibliothèque arabe du IXe siècle. La connaissance de l'anatomie et de la physiologie n'est que théorique et héritée du galénisme. Dans la médecine arabe la chirurgie a un rôle mineur, elle est rarement

pratiquée et se limite à des cas simples. Parmi les exceptions figurent toutefois la chirurgie ophtalmique et le traitement des fractures, en particulier des fractures vertébrales.

### Avicenne (Ibn Sina) (980-1037)

Né à Boukhara, ville actuellement Uzbeke de la région du même nom, Ibn Sina est probablement le plus célèbre médecin arabe. Comme certains de ses prédécesseurs, Avicenne a reçu une large formation enrichie par des études philosophiques (1).

Son principal ouvrage, *Canon Medicinæ* (*Al-Qanun fi al-Tibb*), est le résultat de la collection encyclopédique et la fusion intelligente des œuvres d'Aristote et de Galien avec la médecine arabe et syrienne. Les cinq livres qui composent l'ouvrage, ainsi que les précieux commentaires, ont été traduits au douzième siècle par Gérard de Crémone (Fig. 1) et ont exercé leur influence jusqu'à la fin du XVIe siècle (1,2,3).

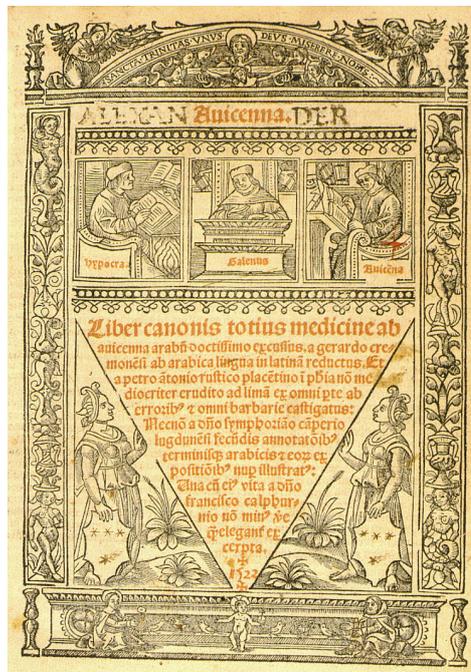


Fig. 1 AVICENNA, DE CREMONE G. *Liber canonis totius médecine*. Lyon : Jacques Ier+ Myt, 1522. (Bibliothèque Interuniversitaire de Santé – Paris).

La traduction intégrale de l'œuvre de Galien est certainement l'un des apports majeurs d'Avicenne à la médecine de l'époque, qui comprend également une série d'illustrations populaires sur le traitement des déformations vertébrales et lésions de la moelle (2,3). Dans le huitième chapitre du *Canon Medicinæ*, Avicenne décrit avec précision l'anatomie de la colonne cervicale (4). Dans le texte sont clairement décrits en détail la composante ostéo-articulaire, ligamentaire et musculaire avec quelques évaluations fonctionnelles de la

jonction cranio-cervicale et l'anatomie de la moelle épinière et celle des racines nerveuses (5).

En décrivant l'odontoïde, il note qu'il a deux fonctions: "Tout d'abord, c'est un protecteur efficace. Deuxièmement, il empêche le déplacement de la première vertèbre cervicale".

Dans le quatrième volume du *Canon Medicinæ*, l'auteur décrit les traumatismes vertébraux et les symptômes correspondants (3). Le traitement consiste, dans la plupart des cas, en une stabilisation externe et distraction afin de réduire les éventuelles dislocations (6). La dislocation de la première vertèbre cervicale provoque l'arrêt respiratoire dû à la compression de la moelle épinière à ce niveau et cause la mort du patient dans un court laps de temps (6).

Compte tenu du mauvais pronostic des patients atteints de traumatisme médullaire, Avicenne est rarement en faveur du traitement chirurgical. Dans le cas de fractures avec compression médullaire postérieure l'auteur recommande d'éliminer les fragments osseux et de nettoyer la plaie, selon la pensée de Paulus Aegineta (6).

## **Bibliographie**

1. CONFORTI M, CORBELLINI G, GAZZANIGA V. *Dalla cura alla scienza*. Editore EM Publishers, 2011.
2. AVICENNA, DE CREMONE G. *Liber canonis totius medicine*. Lyon : Jacques Ier+ Myt, 1522.
3. AVICENNA: Liber Canonis, De Medicinis Cordialibus, et Cantica. Basel, Switzerland: Per Joannes Heruagios, 1556.
4. MURRAY AT, DIMOCK GE. *The Odyssey / Homer Books 1–12* (translation), ed 2. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
5. AVICENNA. Canon d'Avicenne, Livre premier. In: DE KONING P. *Trois traites d'anatomie arabes*. Leiden E.J. Brill, 1903.
6. ACIDUMAN A, BELEN D, SIMSEK S. Management of spinal disorders and trauma in Avicenna's Canon of Medicine. *Neurosurgery*, 2006, 59, p. 397–403.

## MOYEN AGE: MÉDECINE SCOLASTIQUE

Au cours du XI<sup>e</sup> siècle, l'Europe occidentale connaît une augmentation progressive de la population dans les centres urbains qui suit la reprise des activités culturelles, y compris la médecine. La culture médicale classique est réintroduite dans le continent grâce au travail fondamental de traduction de l'arabe par certains auteurs et traducteurs en Italie et en Espagne.

Costantinus Africanus est né à Carthage et obtient une éducation «mixte» grecque, arabe et latine (1), à Monte Cassino il effectue son travail monumental de restauration de la culture médicale antique, en traduisant, en adaptant et en commentant les textes arabes basés sur les ouvrages de Galien. Les *Pantegni* de Costantinus, composés d'un mélange de différents textes, tels que l'*Isagoge Iohannitii* de Hunain Ibn Ishaq, ont une structure interne avec une subdivision en une partie Theorica et une partie Practica. Cet ouvrage, ainsi que l'*Isagoge Iohannitii*, fera partie du noyau des textes fondamentaux pour la formation médicale, qui porte le nom de Articella. Les traductions de l'arabe ont très bien réussi en Espagne, le site de la progressive reconquête chrétienne. A Tolède Gérard de Crémone a traduit, entre autres, le Canon de Avicenne qui a été vite inclus, ainsi que l'Articella, dans le corpus considéré comme essentiel par les centres d'études et les universités émergentes du continent.

La redécouverte de la culture médicale antique ne s'est pas produite seulement à travers les traductions de l'arabe. En Sicile et en Italie méridionale, les textes trouvés en grec sont traduits directement par des auteurs qui n'avaient jamais vraiment abandonné l'usage du grec.

Dans la seconde moitié du Xe siècle, à Salerne naît, pour la première fois, une école destinée à devenir le précurseur des universités qui vont émerger dans les deux siècles suivants. La traduction et l'organisation des œuvres de Galien ainsi que l'intérêt pour la philosophie ont créé les bases pour la naissance et le développement d'un débat théorique. Dans cette perspective, la reprise du genre du commentaire est la plus grande production qui était associée à l'enseignement de la pratique médicale.

L'école de Salerne a atteint son apogée au XII<sup>e</sup> siècle et attirait les médecins et les chercheurs de toute l'Europe, Gilles de Corbeil par exemple, qui ont contribué à la création de l'Articella, un texte fondamental pour toutes les universités naissantes d'Europe.

## RENAISSANCE

La Renaissance est marquée par une transformation progressive de la culture médicale en Europe et surtout en Italie. Les universités italiennes, en particulier celles de Padoue, Bologne, Ferrare, Pise, Rome et Naples deviennent des centres de discussion et d'échange entre les différentes disciplines comme la botanique, la minéralogie, la médecine et les mathématiques. La formation des médecins dans les universités perd peu à peu le caractère essentiellement théorique des enseignements, même si le galénisme reste la philosophie médicale dominante. L'enseignement de la médecine théorique est associé à la pratique qui comprend la pharmacologie, la diététique et la chirurgie (2). L'enseignement de l'anatomie produit une révolution méthodologique avec Andreas Vesalius, le père fondateur de l'anatomie scientifique.

### **André Vesale (1514-1564)**

Après une formation universitaire initiale au sein de l'Universitas studiorum Lovaniensi dans les Flandres, André Vésale s'installe à Paris en 1533 où il développe une compétence particulière dans la dissection anatomique associée à une connaissance approfondie de la médecine galénique et reçoit fréquemment de nombreuses invitations par les universités étrangères. C'est fréquemment dans le Nord de l'Italie, et à Padoue en particulier, qu'il établit le centre de ses recherches anatomiques en 1537, grâce aussi à la liberté que le gouvernement de la République de Venise lui assurait (3).

Son enseignement de l'anatomie va changer radicalement dans la ville de Venise. Traditionnellement, le professeur donnait des cours en étant assis sur une cathèdre l'objet de l'étude anatomique, alors qu'un technicien (un simple exécutant) s'occupait de la dissection (4). Les images représentant les leçons de Vésale, montrent au contraire un théâtre anatomique avec des dizaines d'étudiants rassemblés autour du maître pour voir de près le résultat de la dissection (5).

En 1543, André Vésale publie le monumental *De Humani Corporis Fabrica* (6) le premier livre basé uniquement sur la dissection anatomique. Écrit en trois ans et illustré par Jan von Calcar, un élève de Titien, avec une longue série de magnifiques gravures représentant les dissections anatomiques de l'auteur, l'ouvrage recense avec une surprenante précision et complexité l'anatomie de tous les organes du corps humain.

Les illustrations de Vésale sont pour la première fois un moyen de compréhension pour les étudiants de médecine, comme les atlas d'anatomie actuels. Les images, qui représentent des corps et des squelettes dans un décor antique (selon la tendance iconographique de

l'époque), sont à la fois raffinées et impeccables dans le détail, et présentent des références continues au texte.

André Vésale a mené sa propre recherche scientifique en accord constant avec la tradition et le respect des œuvres de Galien. Même la correction d'erreurs grossières telles que l'existence et le rôle du réseau admirable, force de la tradition galénique, a été une conséquence naturelle de l'enquête anatomique, menée de manière objective dans le seul but de rendre une image fidèle du corps humain (1).

En 1544, il commence son travail à la cour de Charles V et en 1555 il publie la deuxième édition du *Fabrica* dans laquelle il corrige certains points et ajoute de nombreuses observations sur les effets de la section des nerfs, en particulier le nerf laryngé récurrent, et sur l'ablation de la rate. En 1564, de retour d'un pèlerinage en Terre Sainte il tombe malade et meurt sur l'île de Zante.

André Vésale croyait que l'étude de l'anatomie devait commencer par l'ostéologie. Le *Fabrica* et l'*Epitome* commencent par de belles gravures sur le squelette (7). Toutes les vertèbres sont décrites en détail et la compréhension de la biomécanique de l'articulation atlo-axoïdienne est surprenante (Fig. 1).

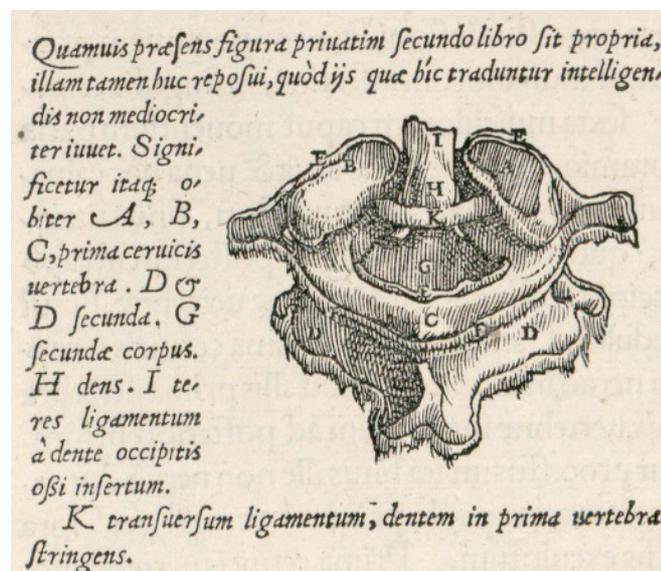


Fig. 1 Vesalii A. *Humani corporis fabriqua*. Libri Septem. Basile AE: Johann Oporinus, 1543, p. 66. (Service Commun de la Documentation de l'Université de Strasbourg).

## Bibliographie

1. CONFORTI M, CORBELLINI G, GAZZANIGA V. *Dalla cura alla scienza*. Editore EM Publishers, 2011.

2. ONGARO G. Storia della medicina dalla fine del Quattrocento alla fine del Settecento. In: *Storia Delle Scienze, vol. III*. Torino, Italy: Einaudi, 1993, p. 254.
3. SAUNDERS JBdCM, O'MALLEY CD. *The Illustrations from the Works of Andreas Vesalius of Brussels With Annotations and Translations, a Discussion of the Plates and Their Background, Authorship and Influence, and a Biographical Sketch of Vesalius*. Cleveland and New York: World Publishing Co., 1950.
4. CASSIRER EA. The place of Vesalius in the culture of the Renaissance. *Yale J. Biol. Med.* 1943, 16, p. 109-120.
5. SAWDAY J. *The Body Emblazoned: Dissection and the Human Body in Renaissance Culture*. London: Routledge, 1995.
6. ROBERTS KB, TOMLINSON JDW. *The Fabric of the Body: European Tradition of Anatomical Illustration*. Oxford: Clarendon Press, 1992.
7. CUSHING H. *A Bio-Bibliography of Andreas Vesalius*. London: Hamden, 1962.

## **ÉTUDE ANATOMIQUE : VOIES D'ABORD CHIRURGICALES DE L'ARTICULATION ATLOÏDO-AXOÏDIENNE**

Au cours des cinquante dernières années, les abords chirurgicaux de l'articulation atloïdo-axoïdienne ont évolué en parallèle avec les techniques de reconstruction et de stabilisation chirurgicales.

Dans la gestion des pathologies traumatiques, malformatives, vasculaires et oncologiques, le diagnostic et la planification chirurgicale ne peuvent pas se passer d'une parfaite connaissance de l'anatomie chirurgicale de cette région.

Les objectifs fondamentaux de la chirurgie de la région cranio-cervicale sont la décompression des structures nerveuses et l'éventuelle stabilisation du segment.

Au sein du Laboratoire d'Anatomie de l' Université de Nantes, des dissections anatomiques ont été réalisées afin de documenter l'anatomie normale, toutes les voies d'abord chirurgicales modernes, antérieures, latérales et postérieures de la jonction cranio-cervicale ont été réalisées. Au cours de ces dissections toutes les structures anatomiques concernées par les approches chirurgicales de la jonction atloïdo-axoïdienne ont été mises en évidence et photographiées.

### **VOIES D'ABORD ANTERIEURES**

Les abords chirurgicaux antérieurs sont les seuls qui permettent d'effectuer des exérèses radicales, la décompression des structures nerveuses et, dans certains cas, la stabilisation du segment dans les lésions de C1-C2 localisées ventralement, par exemple les néoplasmes osseux ou les chordomes ou les malformations telles que l'invagination basilaire.

Historiquement, l'abord le plus connu et le plus pratiqué est l'abord transoral, associé ou non à des variations qui peuvent étendre l'exposition au clivus ou à C2-C3.

#### **ABORD TRANSORAL.**

L'approche transorale est la voie d'abord idéale pour les lésions extra-axiales situées ventralement à la jonction cranio-cervicale. La technique standard permet l'exposition du tiers inférieur du clivus jusqu'à environ la moitié du corps de C2 (1-9).

Certaines variables individuelles et anatomiques limitent son utilité. L'ouverture de la bouche inférieure à 25° (10), certaines anomalies anatomiques telles que la platybasie ou l'invagination basilaire et l'étendue des lésions au-delà des limites décrites ne permettent pas une exposition adéquate par la voie transorale.

Au début des années quatre-vingt des variantes auxiliaires a fin d'étendre l'exposition crâniale, par palatotomie ou maxillotomie, et caudale, par glossotomie ou mandibulo-glossectomie ont été étudiées. Compte tenu de la longue durée opératoire et de la morbidité associée à ce type de variantes, troubles de la déglutition et dysphagie en particulier, plusieurs auteurs ont proposé, au cours des dix dernières années, des techniques endoscopiques pour l'abord de cette région (11,12,13).

La voie transorale utilise l'extrême simplicité d'abord de la surface antérieure des deux premières vertèbres cervicales à travers la paroi du pharynx. Les structures osseuses sont facilement palpables à travers la membrane musculaire et des manœuvres de réduction, en cas de luxation rotatoire, peuvent être réalisées par compression digitale directe des masses latérales de l'atlas.

La procédure chirurgicale commence par l'incision médiane de la muqueuse pharyngée postérieure et de la paroi musculaire au niveau du tubercule de l'atlas. Afin de maximiser l'exposition chirurgicale, dans certains cas le voile du palais et la luette peuvent être incisés (2,14). La muqueuse et la paroi musculaire sont mobilisées latéralement et les muscles longs du cou, qui, à ce niveau, convergent sur la ligne médiane, sont décollés de l'arc antérieur et de la surface antérieure et antéro-latérale du corps de C2. L'odontoïdectomie peut être effectuée rapidement avec l'utilisation de la perceuse haute vitesse après avoir retiré l'arc antérieur de l'atlas (Fig.1). Une fine couche de la corticale osseuse postérieure de l'apophyse odontoïde peut être enlevée avec une curette ou une pince Kerrison, a fin d'exposer le ligament cruciforme. La résection de ce dernier avec la membrana tectoria permet de visualiser la dure-mère antérieure. La plupart des cas nécessite une stabilisation chirurgicale après la résection chirurgicale ou la destruction de la composante osseuse ou ostéo-articulaire par la lésion. Même si certaines études ont mis en évidence la résistance biomécanique de certaines des plaques pour l'arthrodèse antérieure de C1-C2 (15), le risque élevé de pseudarthrose et de contamination bactérienne a continué à dissuader l'exécution de ce type d'arthrodèse antérieure. La procédure est complétée par une suture par couches, en utilisant des sutures en nylon pour la muqueuse et en faisant attention de ne pas trop les serrer afin de limiter le risque d'ischémie.

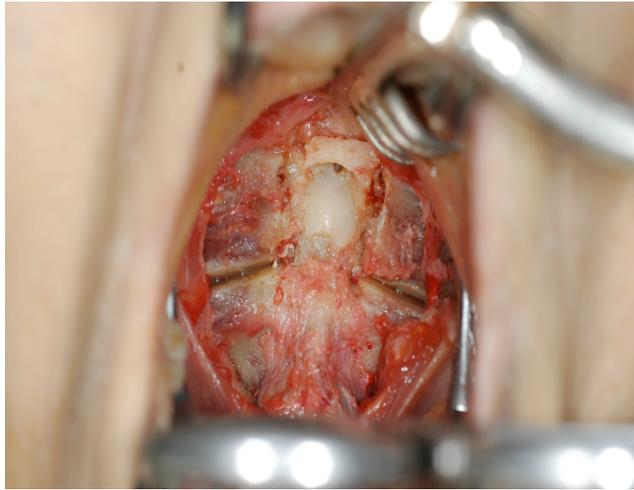


Fig. 1 L'odontoïdectomie peut être effectuée rapidement grâce à l'utilisation de la perceuse haute vitesse après avoir retiré l'arc antérieur de l'atlas (Laboratoire de Anatomie – Université de Nantes).

### **Bibliographie**

1. DELGADO TE, GARRIDO E, HARWICK RD. Labiomandibular, transoral approach to chordomas in the clivus and upper cervical spine. *Neurosurgery*, 1981, 8, 6, p. 675- 679.
2. HADLEY MN, SPETZLER RF, SONNTAG VK. The transoral approach to the superior cervical spine. A review of 53 cases of extradural cervicomedullary compression. *J. Neurosurg.*, 1989, 71, 1, p. 16-23.
3. DICKMAN CA, SPETZLER RF, SONNTAG VK. *et al.* Transoral approach to the craniovertebral junction. In: DICKMAN CA, SPETZLER RF, SONNTAG VK, *Surgery of the Craniovertebral Junction*. New York, NY: Thieme Medical Publishers, 1998, p. 355-369.
4. GAY E, SEKHAR LN, RUBENSTEIN E. *et al.* Chordomas and chondrosarcomas of the cranial base: results and follow-up of 60 patients. *Neurosurgery*, 1995, 36, 5, p. 887-897.
5. GILSBACH J, EGGERT H. Transoral operations for craniospinal malformations. *Neurosurg. Rev.*, 1983, 6, 4, p. 199-209.
6. HARKEY HL, CROCKARD HA, STEVENS JM. *et al.* The opérative management of basilar impression in osteogenesis imperfecta. *Neurosurgery*, 1990, 27, 5, p. 782-786.
7. CROCKARD HA, SEN CN. The transoral approach for the management of intradural lesions at the craniovertebral junction: review of 7 cases. *Neurosurgery*, 1991, 28, 1, p. 88-98.

8. BOUTHILLIER A, VAN LOVEREN HR, TEW JM. Anterior approaches to the clivus: classification & indications. *Contemp. Neurosurg.*, 1994, 16, 21, p. 1-8.
9. CROCKARD HA. The transoral approach to the base of the brain and upper cervical cord. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.*, 1986, 67, 5, p. 321-325.
10. CROCKARD HA. Transoral approach to intra/extradural tumors. In: SEKHAR LN, JANECKA IP, *Surgery of Cranial Base Tumors*. New York, NY: Raven Press, 1993, p. 225-234.
11. HUSAIN M, RASTOGI M, OJHA BK. *et al.* Endoscopic transoral surgery for craniovertebral junction anomalies. Technical note. *J. Neurosurg. Spine*, 2006, 5, 4, p. 367-373.
12. FREMPONG-BOADU AK, FAUNCE WA, FESSLER RG. Endoscopically assisted transoral-transpharyngeal approach to the craniovertebral junction. *Neurosurgery*, 2002, 51, 5 Suppl, p. S60-S66.
13. KASSAM AB, SNYDERMAN C, GARDNER Paul. *et al.* The expanded endonasal approach: a fully endoscopic transnasal approach and resection of the odontoid process—technical case report. *Neurosurgery*, 2005, 57, 1 Suppl, p. E213.
14. LIU JK, COULDWELL WT, APFELBAUM RI. Transoral approach and extended modifications for lesions of the ventral foramen magnum and craniovertebral junction. *Skull Base*, 2008, 18, 3, p. 151-166.
15. KANDZIORA, PFLUGMACHER R, K LUDWIG, *et al.* Biomechanical comparison of four anterior atlantoaxial plate systems. *J. Neurosurg.*, 2002, 96, 3 Suppl, p. 313-320.

### **ABORD RETROPHARYNGIEN HAUT**

En 1989, Paul C. McAfee a publié une série de cas de 17 patients atteints de tumeurs, traumatismes, malformations ou infections de la jonction cranio-cervicale (1), traités avec une approche sous-maxillaire, extension crânienne de la technique décrite par Riley, Robinson et Southwick (2,3). La voie rétropharyngienne "haute", également définie submandibulaire, offre la possibilité d'effectuer une décompression antérieure au niveau de C1-C2, sans les complications de la voie transorale ou d'effectuer la discectomie C2-C3 avec une arthrodèse antérieure sans traumatiser le nerf laryngé supérieur.

Le patient est installé en décubitus dorsal avec la tête en extension de 15° et tournée de 45° pour exposer les structures supérieures du cou. L'incision cutanée submandibulaire s'étend de la ligne médiane au bord antérieur du muscle sternocléidomastoïdien, à au moins 2 cm

du bord inférieur de la mâchoire afin de préserver la branche margino-mandibulaire du nerf facial (4). Le platysma est sectionné avec le fascia superficiel le long de la ligne d'incision cutanée et la veine faciale commune peut être ligaturée et sectionnée à ce niveau. La glande submandibulaire peut être mobilisée supérieurement après avoir sectionné le pédicule vasculaire. Le temps suivant consiste à exposer le ventre postérieur du muscle digastrique et le muscle stylo-hyoïdien, médialement au bord antérieur du muscle sternocléidomastoïdien. Les tendons des muscles digastrique et stylohyoïdien sont incisés et repliés vers le haut. Le nerf hypoglosse peut être identifié au dessous du muscle digastrique. La dissection, proximale et distale, du nerf crânien XII permet une mobilisation suffisante avec un risque minimal de traumatisme. Les artères linguale et faciale peuvent être sectionnées, si nécessaire, pour obtenir une exposition appropriée de la région rétropharyngée. Au cours de ce temps, l'espace rétropharyngé est exposé par la dissection émoussée dans un plan délimité par le nerf hypoglosse supérieurement, par le nerf laryngé supérieur, inférieurement, par le muscle mylo-hyoïdien et l'os hyoïde, médialement, et la gaine carotidienne latéralement. L'ouverture du fascia prévertébral, et le détachement ultérieur des muscles longs du cou de leurs insertions, qui convergent sur le tubercule antérieur de l'atlas, permettent d'exposer les première, deuxième et troisième vertèbres cervicales selon un angle approximativement perpendiculaire. Lorsque un écarteur autostatique a été introduit, il est possible de procéder à une discectomie C2-C3 ou une décompression antérieure C1-C2 par des techniques microchirurgicales à l'aide d'un foret à grande vitesse. Lors de la fermeture, il n'y a pas besoin de sutures profondes pour les tissus mous. Il suffit de suturer le tendon du muscle digastrique à son insertion sur l'os hyoïde suivi par le muscle platysma, les tissus sous-cutanés et la peau; il est toujours nécessaire de mettre en place un drainage.

## **Bibliographie**

1. MCAFEE PC, BOHLMAN HH, RILEY LH. *et al.* The anterior retropharyngeal approach to the upper part of the cervical spine. *J. Bone. Joint Surg. Am.*, 1987, 69, p. 1371-1383.
2. ROBINSON RA. SOUTHWICK WO. Surgical Approaches to the Cervical Spine. In: *Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons.* St. Louis. C. V. Mosby, 1960, 17, p. 299-330.
3. SOUTHWICK WO, ROBINSON RA. Surgical Approaches to the Vertebral Bodies in the Cervical and Lumbar Regions. *J. Bone and Joint Surg.*, 1957, 39-A, p. 631-644.

4. STERN SJ. Precise localization of the marginal mandibular nerve during neck dissection. *Head Neck*, 1992, 14, 4, p. 328-331.

## **LE VISSAGE ODONTOÏDIEN ET LE VISSAGE TRANS-ARTICULAIRE ANTERIEUR C1-C2.**

### **Le vissage odontoïdien**

Introduite pour la première fois par Nakanishi en 1980 et par Bohler en 1982 (1,2), l'insertion d'une vis le long de l'axe majeur de l'odontoïde est une technique efficace et élégante pour le traitement des fractures de C2 de type 2 ou 3 selon la classification d'Anderson et d'Alonzo avec intégrité du ligament transverse de l'atlas, qui permet la récupération fonctionnelle de l'articulation C1-C2 (3-12). En ce qui concerne le moment de la chirurgie, plusieurs travaux scientifiques indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives dans le pourcentage de fusion chez les patients opérés dans les 6 premiers mois qui suivent le traumatisme, tandis qu'après 18 mois, ce pourcentage chute dramatiquement. Un traitement initial conservateur ne devrait donc pas compromettre la possible chirurgie subséquente si elle est effectuée dans les 6 mois. De toute évidence l'âge est un facteur déterminant de risque de pseudarthrose, mais cette constatation s'applique également à un traitement conservateur (Halo vest), qui entraîne également une morbidité associée significativement plus élevée. Le vissage odontoïdien est donc recommandé pour les patients âgés qui n'ont pas de contre-indications spécifiques telles que l'ostéoporose.

Le patient est intubé par voie nasale ou oro-trachéale, de préférence avec un tube non armé de manière à ne pas interférer avec la visualisation antéro-postérieure de C2. La tête est fixée à une têtère de MAYFIELD, en extension afin d'aligner le corps de C2 avec l'odontoïde fracturé; la bouche est ouverte pour permettre un repérage correct dans la projection scopique antéropostérieure. Un abord classique rétropharyngien droit ou gauche avec une incision centrée sur C5 est utilisé après avoir introduit dans le champ opératoire les appareils de scopie en projection AP et LL et vérifié la visualisation correcte de C2. Après avoir ouvert le fascia pré-vertébral et atteint par dissection le bord inférieur de l'éperon de C2, une petite portion centrale du disque C2-C3 et du bord supérieur du corps de C3 sont rognés avec une fraiseuse à grande vitesse pour obtenir une trajectoire idéale de la vis. Un fil de Kirschner (K) est introduit sur la ligne médiane immédiatement au-dessous du bord antero-inférieur de C2, et dirigé vers l'apex de l'apophyse odontoïde. Avec l'aide de contrôles radioscopiques continus, le fil de K est introduit jusqu'à la corticale

supérieure de l'odontoïde, en faisant attention de rester sur la ligne médiane. Après avoir pénétré la corticale et mesuré la longueur du fil, il est possible d'insérer une vis partiellement filetée, ce qui permet une réduction optimale du fragment, ou entièrement filetée indiquée pour les fractures à orientation oblique antéro-inférieure. Certains auteurs proposent l'insertion de deux vis convergentes afin d'améliorer la stabilité en rotation (13).

### **Vissage transarticulaire antérieur C1-C2**

Au cours des dix dernières années, plusieurs études relatives à l'efficacité de la fixation transarticulaire antérieure C1-C2 ont été effectuées (14,15,16). Comparée aux fixations postérieures, cette procédure permet d'éviter la position en décubitus ventral du patient, et la dissection des muscles paravertébraux. Les étapes initiales de cette technique sont comparables à celles du vissage de l'odontoïde. Il est nécessaire de s'assurer qu'il n'y ait pas de rotation C1-C2 et que les masses latérales soient bien visibles dans les deux projections scopiques.

La dissection doit joindre les articulations atloïdo-axoïdiennes, qui sont exposées après avoir décollé latéralement les muscles longs du cou, et qui peuvent être ouvertes et cruentées avec une curette coudée. Selon la technique classique décrite par Aebi, le point d'introduction des fils de K est situé à environ 8 mm latéralement à la base de l'odontoïde, immédiatement au-dessous et en correspondance du tiers médiale de l'articulation C1-C2. Les fils de K sont introduits avec un angle d'environ 25° latérale et 20° sagittalement jusqu'à atteindre le bord supéro-externe des masses latérales en projection antéro-postérieure et le bord postérieur en projection latérale. Deux vis canulées partiellement ou totalement filetées de 3,5 ou 4 mm de diamètre sont insérées le long des fils de K après avoir mesuré la longueur. Bien qu'il n'y ait pas une arthrodèse réelle par un pont osseux, la stabilisation transarticulaire antérieure C1-C2 offre une alternative valide et efficace aux fixations postérieures.

### **Bibliographie**

1. NAKANISHI T. Internal fixation of the odontoid fracture. *Cent. Jpn. J. Orthop. Traumatic Surg.*, 1980, 23, p. 399–406.
2. BÖHLER J. Anterior stabilization for acute fractures and non-unions of the dens. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 1982, 64, 1, p. 18-27.
3. ANDERSON LD, D'ALONZO RT. Fractures of the odontoid process of the axis. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 1974, 56, 8, 1663-1674.

4. AEBI M, ETTER C, COSCIA M. Fractures of the odontoid process. Treatment with anterior screw fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*., 1989, 14, 10, p. 1065-1070.
5. DUNN ME, SELJESKOG EL. Experience in the management of odontoid process injuries: an analysis of 128 cases. *Neurosurgery*., 1986, 18, 3, p. 306-310.
6. MONTESANO PX, ANDERSON PA, SCHLEHR F. *et al.* Odontoid fractures treated by anterior odontoid screw fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1991, 16, 3 Suppl, p. S33-S37.
7. GREENE KA, DICKMAN CA, MARCIANO FF. *et al.* Acute axis fractures. Analysis of management and outcome in 340 consecutive cases. *Spine (Phila Pa 1976)*., 1997, 22, 16, p. 1843-1852.
8. APFELBAUM RI, LONER RR, VERES R. *et al.* Direct anterior screw fixation for recent and remote odontoid fractures. *J. Neurosurg.*, 2000, 93, 2 Suppl, p. 227-236.
9. FOUNTAS KN, KAPSALAKI EZ, KARAMPELAS I. *et al.* Results of long-term follow-up in patients undergoing anterior screw fixation for type II and rostral type III odontoid fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*., 2005, 30, 6, p. 661-669.
10. APUZZO ML, HEIDEN JS, WEISS MH. *et al.* Acute fractures of the odontoid process. An analysis of 45 cases. *J. Neurosurg.*, 1978, 48, 1, p. 85-91.
11. HADLEY MN, DICKMAN CA, BROWNER CM. *et al.* Acute axis fractures: a review of 229 cases. *J. Neurosurg.*, 1989, 71, 5 Pt 1, p. 642-647.
12. MAAK TG, GRAUER JN. The contemporary treatment of odontoid injuries. *Spine (Phila Pa 1976)*., 2006, 31, 11 Suppl, p. S53-S60.
13. POINTILLART V, ORTA AL, FREITAS J, *et al.* Odontoid fractures: review of 150 cases and practical application for treatment. *Eur. Spine J.*, 1994, 3, 5, p. 282-285.
14. SEN MK, STEFFEN T, BECKMAN L. *et al.* Atlantoaxial fusion using anterior transarticular screw fixation of C1-C2: technical innovation and biomechanical study. *Eur. Spine J.*, 2005, 5, p. 512-8.
15. REINDL R, SEN M, AEBI M. Anterior instrumentation for traumatic C1-C2 instability. *Spine (Phila Pa 1976)*., 2003, 28, 17, p. E329-E333.
16. ARLET V, DATTA JC. Upper cervical spine. In : AEBIM, ARLET V, WEBB JK. *et al.* *AO Spine Manual : Principles and Techniques. Vol. 1.* Stuttgart, New York : Thieme Verlag, 2007, p. 265-287.

## **VOIES D'ABORD LATÉRALES**

Les lésions touchant les structures antérieures de la jonction craniocervicale (C0-C2) sont encore aujourd'hui un véritable défi pour le neurochirurgien. Plusieurs structures neurales, vasculaires et osseuses sont l'objet de la dissection et doivent être soigneusement conservées dans les abords latéraux. L'artère vertébrale, avec son segment V3, est la structure fondamentale pour le contrôle de la surface latérale et postéro-latérale de la jonction C0-C2 (1,2).

Les voies latérales à la jonction craniocervicale ont été développées pendant ces dernières années et de nombreuses définitions (far lateral, extreme lateral, transcondylare etc.) et variantes techniques (3-10) sont publiées dans la littérature. Contrairement aux voies d'abord antérieures et médianes postérieures, ces abords offrent la possibilité d'exposer directement la paroi latérale de la jonction craniocervicale, du condyle à C2, avec un couloir de travail latéral (abord antéro-externe) ou postérieur (abord postéro-latéral).

### **ABORD ANTEROLATERAL**

Cet abord implique la réalisation d'un couloir chirurgical antérieurement au muscle sternocléidomastoïdien (SMC) et postérieurement à la gaine carotidienne pour exposer le segment V3 et la masse latérale de l'atlas. Le patient est installé en décubitus dorsal, la tête tournée vers le côté opposé et le lobe de l'oreille soulevé par un point de suture. L'incision cutanée suit le bord antérieur du muscle SCM, depuis le cartilage thyroïde elle s'étend vers le haut jusqu'à l'apophyse mastoïde, puis elle décrit une courbe postérieurement vers l'inion.

Après l'ouverture du fascia musculaire le long de la ligne d'incision il faut faire attention au nerf grand auriculaire, branche de l'anse cervicale moyenne du plexus cervical, qui traverse le muscle SCM. Après avoir palpé le processus mastoïde et l'apophyse transverse de l'atlas le muscle SCM est incisé transversalement immédiatement au-dessous du point d'insertion sur l'apophyse mastoïde. Le nerf accessoire se dirige en dessous de la veine jugulaire interne et se déplace latéralement pour entrer dans le muscle SCM à environ 3-5 cm en dessous du sommet de la mastoïde. La dissection proximale du nerf permet de médialiser le nerf avec le muscle SCM. L'incision de l'insertion mastoïdienne du muscle splénium capitis et la mobilisation médiale de la gaine carotidienne et de la colonne musculoviscérale permettent d'exposer les processus transverses de C1 et C2. Le segment V3 de l'artère vertébrale est exposé après la désinsertion des fibres musculo-tendineuses de l'apophyse transverse de l'atlas. La dissection se poursuit avec la résection de la paroi

latérale de l'apophyse transverse en respectant le plan sous-périosté qui permet la mobilisation et la transposition de l'artère vertébrale avec le plexus veineux hypertrophique qui l'entoure (Fig. 1). Une fois mobilisée l'artère vertébrale, il est possible de contrôler la surface latérale de la jonction craniocervicale, du condyle à C2. La résection de la masse latérale de l'atlas permet, également, d'exposer le processus odontoïde.

Cette voie d'abord a été développée pour la résection de lésions extradurales de la jonction craniocervicale et elle n'est pas la plus appropriée pour le contrôle et la résection des tumeurs intradurales.

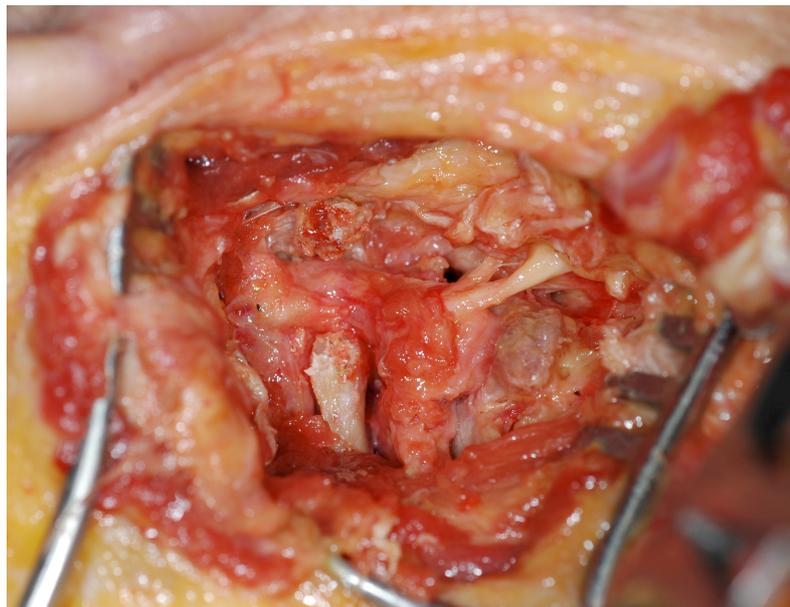


Fig. 1 Après la résection de la paroi latérale de l'apophyse transverse en respectant le plan sous-périosté, l'artère vertébrale avec le plexus veineux hypertrophique qui l'entoure est exposé (Laboratoire d'Anatomie – Université de Nantes).

### **ABORD POSTEROLATERAL**

Variante de la voie traditionnelle médiane postérieure, cet abord fait partie de l'ensemble des techniques développées pour la résection chirurgicale des lésions intradurales avec extension intracrânienne. Pour cette raison, il fera l'objet d'une brève description anatomique.

La position du patient dépend des préférences du chirurgien : il peut être assis, en décubitus ventral ou latéral. L'incision cutanée commence au niveau de C4-C5, sur la ligne médiane, jusqu'à la protubérance occipitale supérieure, où elle décrit une courbe latéralement vers l'apophyse mastoïde. Les muscles sont incisés en même temps que la peau et mobilisés latéralement. La dissection profonde qui doit se faire dans un plan sous-périosté pour limiter les saignements, continue en direction médio-latérale afin d'exposer

l'arc postérieur de l'atlas jusqu'à l'apophyse transverse, et la lame de C2 jusqu'à l'articulation atloïdo-axoïdienne. L'ouverture de l'apophyse transverse de l'atlas permet la transposition de l'artère vertébrale et l'exposition des articulations C0-C1 et C1-C2. À ce stade l'ostéotomie dépend de la localisation de la lésion et peut procéder crânialement et / ou caudalement au segment V4 de l'artère vertébrale.

### **Bibliographie**

1. GEORGE B. Exposure of the upper cervical artery. In : Dickman CA, Spetzler RF, Sonntag VKH. *Surgery of the Craniovertebral Junction*. New York : Thieme, 1998, p. 545-567.
2. GEORGE B. Management of the vertébral artery in skull base surgery. In : DONALD PJ. *Surgery of the Skull Base*. Philadelphia PA : Lippincott-Raven. 1998, p. 545-553.
3. AL-MEFTY O, BORBA LA, AOKI N. *et al.* The transcondylar approach to extradural nonneoplastic lesions of the craniovertebral junction. *J. Neurosurg.*, 1996, 84, 1, p. 1-6.
4. BERTALANFFY H, SEEGER W. The dorsolateral, suboccipital, transcondylar approach to the lower clivus and anterior portion of the craniocervical junction. *Neurosurgery.*, 1991, 29, 6, p. 815-821
5. GEORGE B, LOT G. Anterolateral and posterolateral approaches to the foramen magnum: technical description and experience from 97 cases. *Skull Base Surg.*, 1995, 5, 1, p. 9-19.
6. GEORGE B, LOT G. Lateral approaches. In: JANECKA P, TIEDEMAN K. *Skull Base Surgery : Anatomy, Biology and Technology*. New York : Lippincott-Raven, 1997, p. 243-260.
7. GEORGE B, BLANQUET A, ALVES O. The V3 segment of the vertebral artery. Surgery around the craniocervical junction. *Oper. Tech. Neurosurg.*, 2002, 5, 1, p. 50-74.
8. KAWASHIMA M, TANRIOVER N, RHOTON AL Jr. Comparison of the far lateral and extreme lateral variants of the atlanto-occipital transarticular approach to anterior extradural lesions of the craniovertebral junction. *Neurosurgery.*, 2003, 53, 3, p. 662-674.
9. PIROTTE B, DAVID P, NOTERMAN J. Lower clivus and foramen magnum anterolateral meningiomas: surgical strategy. *Neurol. Res.*, 1998, 20, 7, p. 577-584.

10. WEN HT, RHOTON AL Jr, KATSUTA T. Microsurgical anatomy of the transcondylar, supracondylar, and paracondylar extensions of the far-lateral approach. *J. Neurosurg.*, 1997, 87, 4, p. 555-585.

## **VOIES D'ABORD POSTERIEURES**

L'abord postérieur de l'articulation atloïdo-axoïdienne permet la décompression de la moelle épinière, le contrôle des rapports articulaires C1-C2 et l'arthrodèse éventuelle et la résection des tumeurs de petite taille des masses latérales de l'atlas. Les techniques de stabilisation C1-C2 ont été élaborées conjointement à la possibilité de comprendre et de visualiser les structures anatomiques concernées (grâce à CT et IRM) et à l'amélioration progressive des matériaux utilisés.

A partir de la fusion de Gallie, décrite en 1939 (1), les techniques de stabilisation atloïdo-axoïdienne par voie postérieure ont évolué jusqu'aux instrumentations modernes avec des vis polyaxiales et barres en alliage de titane. L'exposition chirurgicale nécessite que le patient, intubé et sous sédation, soit installé en décubitus ventral et la tête fixée avec une têtère à trois pointes, éventuellement soumise à traction. La tête doit être fléchie le plus possible afin d'obtenir une exposition chirurgicale adéquate C0-C1-C2 et en cas de fixation transarticulaire C1-C2, sous contrôle scopique. La peau est incisée sur la ligne médiane de la protubérance occipitale externe à l'apophyse épineuse de C5. La dissection se poursuit le long de la ligne médiane, en un plan avasculaire, à fin d'exposer l'apophyse épineuse de C2, et les insertions musculaires (rectus capitis posterior major e obliquus capitis inferior) sont sectionnées avec un bistouri électrique. Pour exposer correctement l'arc postérieur de l'atlas, il est nécessaire de procéder à la désinsertion des muscles paravertébraux de l'os occipital et de les mobiliser latéralement. Les saignements de l'os peuvent être contrôlés par de la cire à os. La surface de l'arc postérieur peut être palpée entre l'occipital et l'épineuse de C2 et après la désinsertion des muscles rectus capitis posterior. L'arc postérieur de l'atlas est exposé par voie sous-périostée, en faisant attention à l'artère vertébrale, qui à ce niveau est situé sur la surface supérieure de l'arc. Pour réduire le risque de saignement abondant du plexus veineux périradiculaire C1-C2, il est important de respecter le plan sous-périosté pendant toute la dissection. La masse latérale est exposée, en direction cranio-caudale, jusqu'à l'articulation; La même procédure est effectuée pour

visualiser les surfaces articulaires C1-C2 à travers la mobilisation vers le haut de la racine de C2 et l'ouverture douce de la fine capsule articulaire.

Les principales structures pour la stabilisation atloïdo-axoïdienne: à ce stade la masse latérale de l'atlas, l'isthme de C2 et la surface articulaire C1-C2 sont exposés et l'intervention peut continuer avec la technique d'arthrodèse choisie (Fig. 1).



Fig. 1 Les principales structures pour la stabilisation atloïdo-axoïdienne: la masse latérale de l'atlas, l'isthme de C2 et la surface articulaire C1-C2 sont exposés après le retrait du plexus veineux vertébral et de la racine C2. (Laboratoire de Anatomie – Université de Nantes).

### **Les techniques de stabilisation postérieure C1-C2**

La fusion de Gallie a été la première tentative de stabilisation de l'articulation atloïdo-axoïdienne avec utilisation de fils sous-laminaires et greffe osseuse autologue entre l'arc postérieur et l'épineuse de C2 (1). Pour améliorer la rigidité de la structure, en particulier en rotation, des variantes techniques ont été proposées comme celles de Brooks (2), de Sonntag (3), et de Locksley (4), qui prévoient, respectivement, la fixation sublaminaire bilatérale, l'ancrage des fils sur l'apophyse épineuse de C2 et la fixation des lames et de l'épineuse à trois greffes osseuses costales.

En 1978, Tucker (5) a décrit la technique de stabilisation postérieure C1-C2 par les Halifax clamps, réduisant le risque de lésion de la moelle épinière ou de fistules liquidiennes par les fils sous-laminaires. De nombreux cas de défaillance du système ont, cependant, été décrits dans la littérature. L'introduction de la stabilisation transarticulaire postérieure par Magerl en 1985 (6) a constitué une étape significative point tournant dans la stabilisation de l'articulation atloïdo-axoïdienne. La technique de Magerl, qui comprend une exposition de la lame, de l'isthme et du pédicule de C2 a fin d'introduire une vis transarticulaire postérieure et une fusion de Gallie pour améliorer la rigidité en flexion-extension, a ensuite

été modifiée par Olerud en 2001 (7) et par Matsumoto en 2002 (8). En 1994, pour la première fois Goel a décrit la stabilisation de C1-C2 avec l'introduction de vis dans les masses latérales de l'atlas et dans les pédicules de C2 reliées par une plaque (9). En 2001, Harm et Melcher ont introduit l'utilisation de vis polyaxiales et barres pour le même type de stabilisation (10). Cette technique permet la stabilisation de C1-C2, même en cas de subluxation rotatoire ou en présence d'une artère vertébrale aberrante et elle a fait l'objet de nouvelles améliorations dans les années suivantes (11). En 2004, Wright a introduit la dernière évolution de la technique de Goel-Harms: l'utilisation de vis intralaminaires sur C2 pour réduire le risque de traumatisme de l'artère vertébrale (12).

### **Bibliographie**

1. GALLIE WE. Fractures and dislocations of the cervical spine. *Am. J. Surg.*, 1939, 46, p. 495–499.
2. BROOKS AL, JENKINS EB. Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 1978, 60, p. 279–284.
3. DICKMAN CA, SONNTAG VK, PAPADOPOULOS SM. *et al.* The Interior Spinous Method of Posterior Atlantoaxial Arthrodesis. *J. Neurosurg.*, 1991, 74, p. 190-198.
4. VENDER JR, HOULE PJ, HARRISON S. *et al.* Occipital-cervical fusion using the Locksley intersegmental tie bar technique: long-term experience with 19 patients. *Spine J.*, 2002, 2, p. 134–141.
5. TUCKER HH. Technical report: method of fixation of subluxed or dislocated cervical spine below C1-C2. *Can. J. Neurol. Sci.*, 1975, 2, 381–382.
6. MAGERL F, SEEMANN P. Stable posterior fixation of the atlas and axis by transarticular screw fixation In: Kehr P, Weidener AJ. *Cervical Spine Injury* Wien, German~ Springer-Verlag, 1985, p. 322-327.
7. OLERUD S, OLERUD C. The C1 claw device: an new instrument for C1-C2 fusion. *Eur. Spine J.*, 2001, 10, p. 345–347.
8. MATSUMOTO M, CHIBA K, TSUJI T. *et al.* Use of a titanium mesh cage for posterior atlantoaxial arthrodesis. Technical note. *J. Neurosurg (Spine 1)*, 2002, 96, p. 127–130.
9. GOEL A, LAHERI V. Plate and screw fixation for atlanto-axial subluxation. *Acta Neurochir. (Wien)*, 1994, 129, p. 47–53.
10. HARMS J, MELCHER RP. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. *Spine*, 2001, 26, p. 2467–2471.

11. GOEL A. Double insurance atlantoaxial fixation. *Surg. Neurol.*, 2007, 67, 2, p. 135-9.  
Epub 2006 Nov 3.
12. WRIGHT NM. Posterior C2 fixation using bilateral, crossing C2 laminar screws:  
Case series and technical note. *J. Spinal Disord. Tech.*, 2004, 17, p. 158–162.

## **ETUDE ANATOMIQUE SUR CADAVRE POUR LE DEVELOPPEMENT D'UN DISPOSITIF INTERSOMATIQUE D'EXPANSION POUR LA DISTRACTION ATLOÏDO-AXOÏDIENNE.**

En 1998, Goel a proposé une nouvelle classification de l'invagination basilaire basée sur la présence ou l'absence de la malformation de Chiari I (1). Dans le type A, où il est possible d'appliquer la définition de Von Torklus (l'ascension de la colonne cervicale dans la fosse cérébrale postérieure) (2), il existe une dislocation atloïdo-axoïdienne irréductible, et la pointe de l'apophyse odontoïde se situe au-delà des lignes de Chamberlain, McRae et Wackenheim. Dans le type B, l'ensemble clivus, base de l'occiput et jonction cranio-cervicale est positionné rostralement et l'apex de la dent est au dessus de la ligne de Chamberlain mais au dessous des lignes de McRae et Wackenheim. Dans ce groupe, il n'existe pas de dislocation atloïdo-axoïdienne.

Encore aujourd'hui, le traitement chirurgical standard de l'invagination basilaire de type A prévoit la décompression par voie transorale (3,4,5).

En 2004, Goel a publié une série de cas de patients avec invagination basilaire de type A soumise à distraction et stabilisation atloïdo-axoïdienne (6) avec une technique déjà décrite en 2002 (7), qui prévoit la section bilatérale des racines de C2 et l'insertion de deux distracteurs de matériau métallique ou autologue dans l'articulation C1-C2 convenablement cruentée. Chez les patients atteints d'invagination basilaire de type A décrite par l'auteur, la distraction et la stabilisation de C1-C2 a contribué à réduire la dislocation odontoïdienne, avec la normalisation ou l'amélioration des relations anatomiques entre l'apophyse odontoïde et les lignes de Chamberlain, McRae et Wackenheim.

Bien que Goel minimise les complications liées à la section bilatérale de C2, nous pensons que, au-delà de l'anesthésie complète dans le dermatome correspondant, il ne faut pas sous-estimer les risques de dysesthésies douloureuses de dénervation.

Au sein du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de médecine et techniques médicales de l'Université de Nantes, nous avons réalisé une étude anatomique sur cadavre pour évaluer la possibilité d'introduire un dispositif pour la distraction de l'articulation atloïdo-axoïdienne sans pour autant sacrifier la racine C2.

Par voie postérieure, après exposition bilatérale des pédicules de C2 et de la masse latérale de l'atlas par voie sous-périostée, une cavité circulaire dans l'articulation C1-C2 est créée par l'intermédiaire d'un foret à haute vitesse, après avoir déplacé vers le haut la racine C2. Un stent métallique pour cyphoplastie, fabriqué par Synthes et modifié de manière

adéquate, est ensuite inséré dans l'espace articulaire et élargi à l'aide d'un ballon. Après avoir vérifié l'absence de conflit entre le stent et la racine C2, la préparation anatomique a est soumise à un scanner à rayons X. Les examens radiologiques effectués objectivent un le positionnement correct du stent, ce qui démontre la possibilité d'effectuer la distraction articulaire C1-C2 grâce à un système d'expansion avec conservation de la racine C2. Des études d'ingénierie sont en cours pour développer un dispositif avec les caractéristiques décrites et pouvant passer avec succès les tests précliniques et biomécaniques.

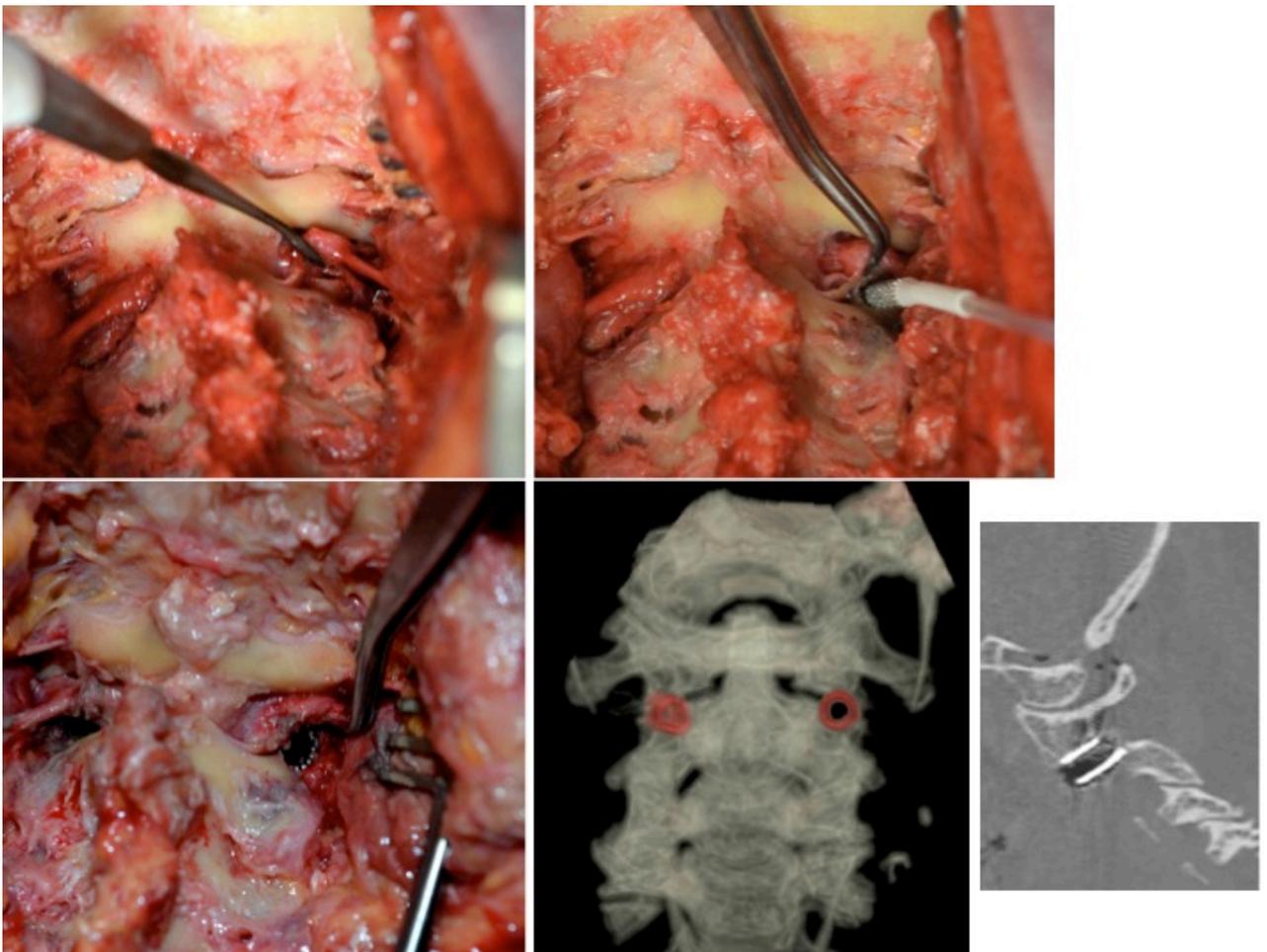


Fig. 1 Dissection postérieure de l'articulation atloïdo-axoïdienne avec la préservation de la racine nerveuse C2. La mise en place de dispositifs minimalement invasifs et le contrôle radiologique. (Laboratoire de Anatomie – Université de Nantes).

### **Bibliographie**

1. GOEL A, BHATJIWALE M, DESAI K: Basilar invagination: a study based on 190 surgically treated patients. J Neurosurg 88: 962–968, 1998

2. VONTORKLUS D, GEHLE W. *The Upper Cervical Spine. Regional Anatomy, Pathology and Traumatology. A Systematic Radiological Atlas and Textbook.* New York: Grune & Stratton, 1972, p. 1–98.
3. BONNEY G, WILLIAMS JP. Trans-oral approach to the upper cervical spine. A report of 16 cases. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 1985, 67, p. 691–698.
4. CROCKARD HA. Anterior approaches to lesions of the upper cervical spine. *Clin. Neurosurg.*, 1988, 34, p. 389–416.
5. MENEZES AH. Primary craniovertebral anomalies and hindbrain herniation syndrome (Chiari I): data base analysis. *Pediatr. Neurosurg.*, 1995, 23, p. 260–26.
6. GOEL A. Treatment of basilar invagination by atlantoaxial joint distraction and direct lateral mass fixation. *J. Neurosurg. (Spine 1)*, 2004, 3, p. 281–286.
7. GOEL A, DESAI KI, MUZUMDAR DP. Atlantoaxial fixation using plate and screw method: a report of 160 treated patients. *Neurosurgery*, 2002, 51, p. 1351–1357.

---

### **Résumé en français**

Par ses caractéristiques anatomiques et physiologiques uniques, l'articulation atlanto-axoïdienne est l'articulation la plus mobile du rachis. Toute affection altérant la stabilité de ce segment ou comprimant la moelle épinière à ce niveau peut mettre en danger la vie du patient. Les fractures sont la cause la plus fréquente d'instabilité C1-C2, mais d'autres affections telles que cancer, malformations et maladies dégénératives doivent être considérées.

La thèse a porté sur le développement du savoir médical en termes de diagnostic et de traitement des atteintes pathologiques qui atteignent ce segment du rachis cervical, depuis les origines de la culture médicale à la chirurgie moderne. En outre, en collaboration avec le Laboratoire d'anatomie de l'Université de Nantes, toutes les approches chirurgicales à l'articulation atlantoaxoïdienne ont été effectuées et les points critiques décrits dans les détails. Le Professeur Goel, dans son article publié en 2005, a identifié un sous-groupe de patients atteints d'invagination basilaire qui peuvent bénéficier de distraction et fusion C1-C2. La technique décrite par l'auteur comprend la section bilatérale de la racine C2, avec pour conséquence une anesthésie dans le dermatome correspondant et de possibles dysesthesies douloureuses de dénervation. Sur cadavre frais, on a par ailleurs examiné la faisabilité anatomique de l'introduction d'un dispositif d'écartement dans l'articulation C1-C2, afin de maximiser la distraction préservant la racine C2.

**Mots-clés:** Papyrus Edwin Smith, rachis cervical, articulation atlanto-axoïdienne, atlas, axis, anatomie chirurgicale

---

### **Titre en anglais**

**Historical, anatomical and experimental study on the atlantoaxial joint surgery.**

---

### **Résumé un anglais**

Due to its unique anatomical and physiological features, the atlantoaxial joint is the most mobile joint of the spine. Any disease altering the stability of this segment or compressing the spinal cord at this level can put at risk the life of the patient. Traumatic fractures are the most frequent cause of C1-C2 instability, but other challenging diseases such as cancer, deformities and degenerative disease should be considered. The thesis focused on the development of a medical knowledge in terms of diagnosis and treatment of pathology involving this segment of the cervical spine, from the origin of medical culture to modern surgery. Furthermore, in collaboration with the Laboratory of Anatomy of Nantes University, all the surgical approaches to the atlantoaxial joint have been performed and the critical points described in details. Prof. Goel, in his paper published in 2005, identified a subgroup of patients with basilar invagination that can benefit from C1-C2 distraction and fusion. The technique described by the author comprises the bilateral sectioning of C2 root, with consequent anaesthesia in the corresponding dermatome and possible painful dyesthesias from denervation. On a fresh cadaver, we finally investigated the anatomical feasibility of the introduction of an expanding device in the C1-C2 articulation, in order to maximize the distraction preserving the C2 root.

**Keywords:** Edwin Smith Papyrus, Cervical spine, Atlantoaxial joint, Atlas, Axis, Surgical anatomy

---

**Discipline:** Epistémologie, Histoire des Sciences et des Techniques

---

Centre François Viète EA 1161  
UFR Sciences et Techniques  
Faculté de Lettres et de Sciences Humaines  
2 rue de la Houssinière  
BP : 92 208 - 44322 Nantes Cedex 3