

Mémoire de Maîtrise en médecine No 3396

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

*Endoscopic anatomy of intern carotid artery from clivus to the
turcic sellae : a cadaveric study with plastination*

Etudiante

Fanny Delacrétaz

Tuteur

Prof. Philippe Pasche
Dpt d'ORL et de chirurgie cervico-faciale, CHUV

Co-tuteur

Prof. Beat Riederer
Dpt des neurosciences fondamentales, UNIL

Expert

Prof. Roy Thomas Daniel
Dpt de neurochirurgie, CHUV

Lausanne, le 12 décembre 2016

Abstract

Introduction

L'artère carotide interne, de par sa localisation d'accès difficile et son orientation tridimensionnelle, nous offre une anatomie complexe avec des rapports anatomiques importants. L'étude de son anatomie endoscopique est d'autant plus importante à connaître que les techniques opératoires se modernisent pour être de plus en plus « minimal invasive », en passant par voie transnasale.

Méthode et matériel

Dans le cadre de ce travail, une dissection de l'artère carotide interne du niveau du palais dur jusqu'au niveau de la selle turcique est effectuée sur une demi-tête abordée médialement, puis plastinée. Le système vasculaire est préalablement injecté avec du silicone coloré en rouge pour le système artérielle et en bleu pour le système veineux. Un support photographique est créé à partir de cette dissection, complété et confronté à des photographies d'une dissection endoscopique réalisée lors d'une précédente étude.

Résultats

Segment parapharyngé : ce segment débute à la bifurcation de l'artère carotide commune et se termine à l'entrée de l'artère carotide interne dans le canal carotidien de l'os temporal. Les repères mis en évidence sont la trompe d'Eustache, la fosse de Rosenmüller et le muscle élévateur du voile du palais.

Segment pétreux : ce segment débute au niveau du canal carotidien et se termine au bord postérolatéral de la surface caudale du foramen déchiré. Le repère principal de ce segment est le nerf Vidian et son canal.

Segment paraclival : ce segment va du bord postérolatéral de la surface caudale du foramen déchiré jusqu'au bord supérieur de la fissure pétroclivale (aspect supéromédial de l'apex pétreux). Les repères principaux de ce segment sont le nerf maxillaire et son canal, le foramen rond.

Segment parasellaire : ce segment débute au bord supérieur de la fissure pétroclivale (aspect supéromédial de l'apex pétreux) et se termine au niveau de l'anneau dural proximal. Les repères anatomiques sont les nerfs du sinus caverneux, c'est-à-dire les nerfs oculomoteur, trochléaire, ophtalmique et abducens.

Segment paraclinoïde : ce segment se situe entre l'anneau dural proximal et l'anneau dural distal. Les repères sont le nerf optique et le récessus optico-carotidien latéral.

Conclusion

Les repères mis en évidence dans ces dissections sont quelques repères constants afin de pouvoir s'orienter dans cette région du crâne par voie endoscopique. L'abord de l'artère carotide interne médialement sur la demi-tête a rendu la dissection plus facile et plus réalisable dans le cadre de ce travail de Master.

Mots clés : artère carotide interne, dissection, voie endoscopique, repères anatomiques

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

Sommaire

Introduction	4
Méthode et matériel	6
Dissection de la demi-tête.....	6
Plastination.....	7
Résultats	8
Anatomie générale de la fosse nasale postérieure.....	9
Artère carotide interne parapharyngée.....	12
Artère carotide interne pétreuse.....	14
Artère carotide interne paraclivale.....	16
Artère carotide interne parasellaire.....	19
Artère carotide interne paraclinoïde.....	24
Vue générale finale.....	26
Conclusion	28
Remerciements	28
Sources	28

Introduction

Les voies d'abord transcrâniennes et transfaciales ont longtemps représenté les seuls moyens d'accès à la base du crâne. Ces approches impliquent souvent des rétractions du cerveau, des manipulations neurovasculaires et une morbidité d'ordre esthétique ; et elles sont à l'origine de fermetures chirurgicales quelquefois complexes. La collaboration entre les neurochirurgiens et les otorhinolaryngologues a mené au développement de la chirurgie endoscopique endonasale de la base du crâne. Ces approches dites « minimal invasive » donnent accès à la base du crâne en utilisant des corridors spécifiques par le nez (1). Elles permettent d'une part la visualisation des lésions situées médialement, de la crista galli au processus odontoïde, et d'autre part et par différentes routes endoscopiques la visualisation de pathologies sur le plan paramédian comme le sinus caverneux, le cavum de Meckel, et la partie paramédiane de la fosse infratemporelle et ptérygomaxillaire (2).

L'avantage majeur de l'endoscopie endonasale de la base du crâne est qu'elle procure un accès anatomique direct vers les lésions situées sur la ligne médiane et paramédiane sans traverser de structures neurovasculaires majeures, en contraste avec les approches transcrâniennes ouvertes (3). De plus, elles ont une plus faible morbidité périopératoire et une durée d'hospitalisation plus brève (4).

Néanmoins, un des risques majeurs lié à la chirurgie endoscopique endonasale est la lésion de l'artère carotide interne (ACI). Ce risque est estimé à 0.25% (5).

L'endoscope offre une vision de l'anatomie différente de celle des voies externes. Une connaissance de l'anatomie endoscopique transnasale de l'ACI est essentielle afin d'éviter tout risque hémorragique majeur.

Le but de ce travail est de réaliser des dissections cadavériques de l'ACI du niveau du palais dur jusqu'au niveau de la selle turcique afin de comprendre son trajet et ses rapports anatomiques avec les structures qui l'entourent. Pour cela, nous avons effectué des dissections de l'ACI sur des demi-têtes coupées sur le plan sagittal médian.

Il existe plusieurs classifications de l'artère carotide interne. Certaines d'entre elles décrivent l'artère carotide interne telle qu'elle est abordée par voie transcrânienne. C'est le cas de la classification proposée par Bouthillier présentée ci-dessous (6).

Classification anatomique de l'artère carotide interne proposée par Bouthillier

Segment	Limite proximale	Limite distale
Cervical (C1)	Bifurcation carotidienne	Canal carotidien
Pétreux (C2)	Canal carotidien	Bord postérieur du foramen déchiré
Déchiré (C3)	Bord postérieur du foramen déchiré	Bord supérieur du ligament pétrolingual
Caverneux (C4)	Bord supérieur du ligament pétrolingual	Anneau dural proximal
Clinoïde (C5)	Anneau dural proximal	Anneau dural distal
Ophthalmique (C6)	Anneau dural distal	Artère communicante postérieure
Communicant (C7)	Artère communicante postérieure	Bifurcation de l'ACI

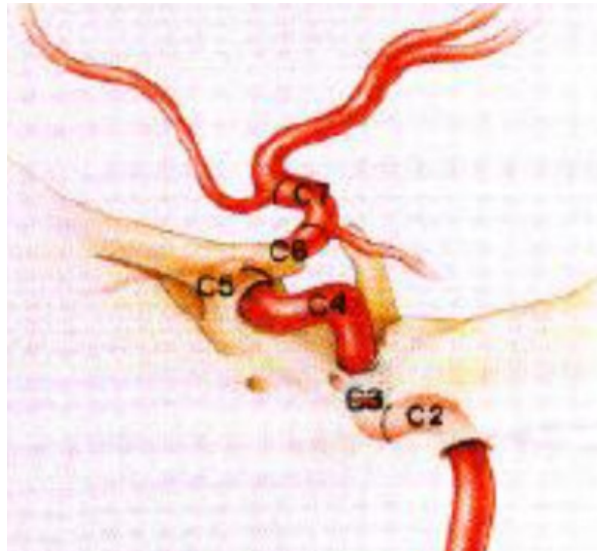


Image 1 : classification de l'artère carotide interne selon Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification. Neurosurgery. 1996 Mar;38(3):425-432-433. (6).

L'abord endoscopique endonasal de la base du crâne a amené les chirurgiens à adopter une classification adaptée à ce type d'approche. Nous avons repris la classification anatomique endoscopique de l'ACI proposée par Kassam (2).

La dissection de la demi-tête est ensuite plastinée dans un but d'enseignement de cette anatomie complexe.

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

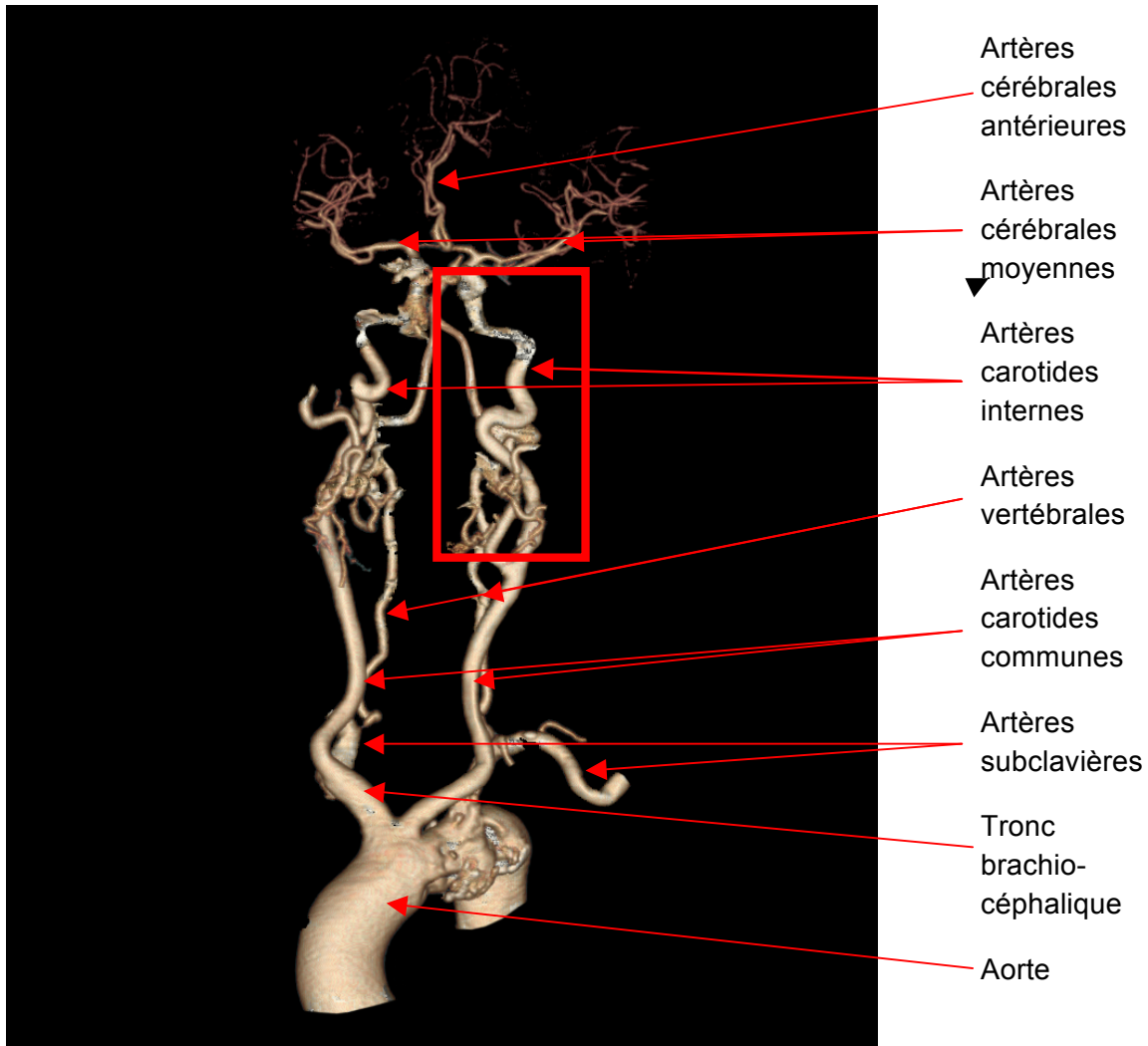


Image 2 : reconstruction 3D de l'arbre vasculaire du cou et de la tête tirée du travail de Master de M. Obrenovic, avec dans le rectangle rouge la région étudiée dans le cadre de ce travail (7).

Matériel et méthode

La tête cadavérique a été obtenue auprès de l'Institut de Biologie Cellulaire et de Morphologie de l'Université de Lausanne.

Dissection de la demi-tête :

Nous avons réalisé une dissection de l'ACI par voie nasale sous microscope sur une demi-tête fraîche avec au préalable une injection intravasculaire de silicone liquide coloré, rouge pour le système artériel et bleu pour le système veineux. La tête est congelée à -20°C pour sa conservation. La dissection a été faite secondairement après décongélation partielle de la tête qui a été ensuite conservée dans une solution de formol 6-10%.

La dissection débute par une septectomie nasale ainsi qu'une septectomie intersphénoïdale afin d'avoir une vue dégagée sur les fosses nasales, les cellules éthmoïdales et le sinus sphénoïdal et l'orifice de la trompe d'Eustache dans le nasopharynx. Une sphénoïdectomie complète est ensuite réalisée avec l'identification des repères anatomiques des parois

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

latérale et postérieure du sinus sphénoïde : selle turcique, empreinte du nerf optique, les récessus optico-carotidiens latéral et médian, l'empreinte de l'artère carotide interne. Les cornets moyen et inférieur sont réséqués et une méatotomie moyenne est réalisée, permettant d'accéder à la paroi postérieure du sinus maxillaire donnant accès à la fosse ptérygo-maxillaire. Le canal du nerf Vidian est exposé après un fraisage du plancher du sinus sphénoïde. Le nerf Vidian est suivi jusqu'à l'artère carotide interne pétreuse qui passe en arrière du sinus sphénoïdal en mettant bien en évidence son trajet latéral par rapport à l'ACI. Après avoir dégagé le canal du nerf Vidian, l'ACI pétreuse est dégagée jusqu'à son entrée dans la dure-mère. Les anneaux durs proximal et distal qui délimitent l'ACI paraclinoïdale sont disséqués. Latéralement à l'ACI parasellaire située dans le sinus caverneux, les nerfs crâniens III, IV, VI et V1 sont exposés. Avant l'entrée de l'ACI paraclinoïdale dans la dure-mère, au niveau de l'hypophyse, l'empreinte sphénoïdale du nerf optique ainsi que le récessus optico-carotidien latéral (dépression entre le nerf optique et l'ACI paraclinoïde) sont exposés. Le nerf maxillaire (nerf V2) est dégagé et suivi jusqu'au trou rond en fraisant la paroi inféro-latérale du sinus sphénoïde. Le nerf V2 passe sur la paroi latérale de l'ACI paraclivale.

Les rapports anatomiques de la carotide interne de la tête disséquée sont confrontés avec des images de dissection endoscopique réalisée lors d'une précédente étude (3).

Plastination :

La demi-tête fraîche injectée est ensuite plastinée selon la méthode standard S10 (8). Cette méthode commence par une déshydratation à température ambiante, utilisant des séries d'alcool de concentrations progressives de 50% à 100%. L'alcool est changé tous les trois jours avec au final trois changements dans 100% d'éthanol. La demi-tête déshydratée par l'éthanol est placée dans de l'acétone 95% à 4°C pendant 24 heures puis dans de l'acétone 100% à -20°C qui est changé 3 fois à 3 jours d'intervalles à chaque fois. La pièce anatomique est submergée à -20°C dans un polymère silicone (S10 Biodur®) contenant 1% de catalyseur (S3 Biodur®) pendant 24 heures. Le jour d'après, on fait le vide et l'imprégnation du silicone peut débuter en appliquant une réduction progressive de la pression d'air sur 4-5 jours. Quand l'imprégnation du silicone est terminée, le surplus de silicone est drainée à -20°C, puis à température ambiante. Après le drainage, l'excès de silicone est essuyé avec des serviettes de papier avant et pendant les phases initiales de durcissement avec un 2^{ème} agent durcissant (S6 Biodur®). Une fois la pièce solidifiée, l'artère carotide interne est peinte en rouge.

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

Résultats

Le tableau ci-dessous indique les différentes parties de l'artère carotide interne, reprises de Kassam, en décrivant pour chacune d'elles les repaires anatomiques correspondants.

Classification de l'artère carotide interne : limites et repères anatomiques		
Segment de l'ACI	Limite anatomique distale	Repères anatomiques
Parapharyngé	Orifice externe du canal carotidien	TE, fossette de Rosenmüller, muscle élévateur du voile du palais
Pétreux	Bord postérolatéral de la surface caudale du foramen déchiré	Canal vidian
Paraclival	Bord supérieur de la fissure pétroclivale (aspect supéromédial de l'apex pétreux)	NC V2, foramen rotundum
Parasellaire	Anneau dural proximal	Sinus caverneux, NC III, NC IV, NC V1 et NC VI
Paraclinoïde	Anneau dural distal	ROCL, canal optique

ACI = artère carotide interne ; TE = trompe d'Eustache ; NC = nerf crânien ; ROCL = récessus optico-carotidien latéral.

Anatomie générale de la fosse nasale postérieure

Les artères carotides internes gauche et droite viennent de la bifurcation des artères carotides communes gauche et droite respectivement, qui elles-mêmes prennent leur origine de l'aorte pour la gauche et du tronc brachio-céphalique pour la droite.

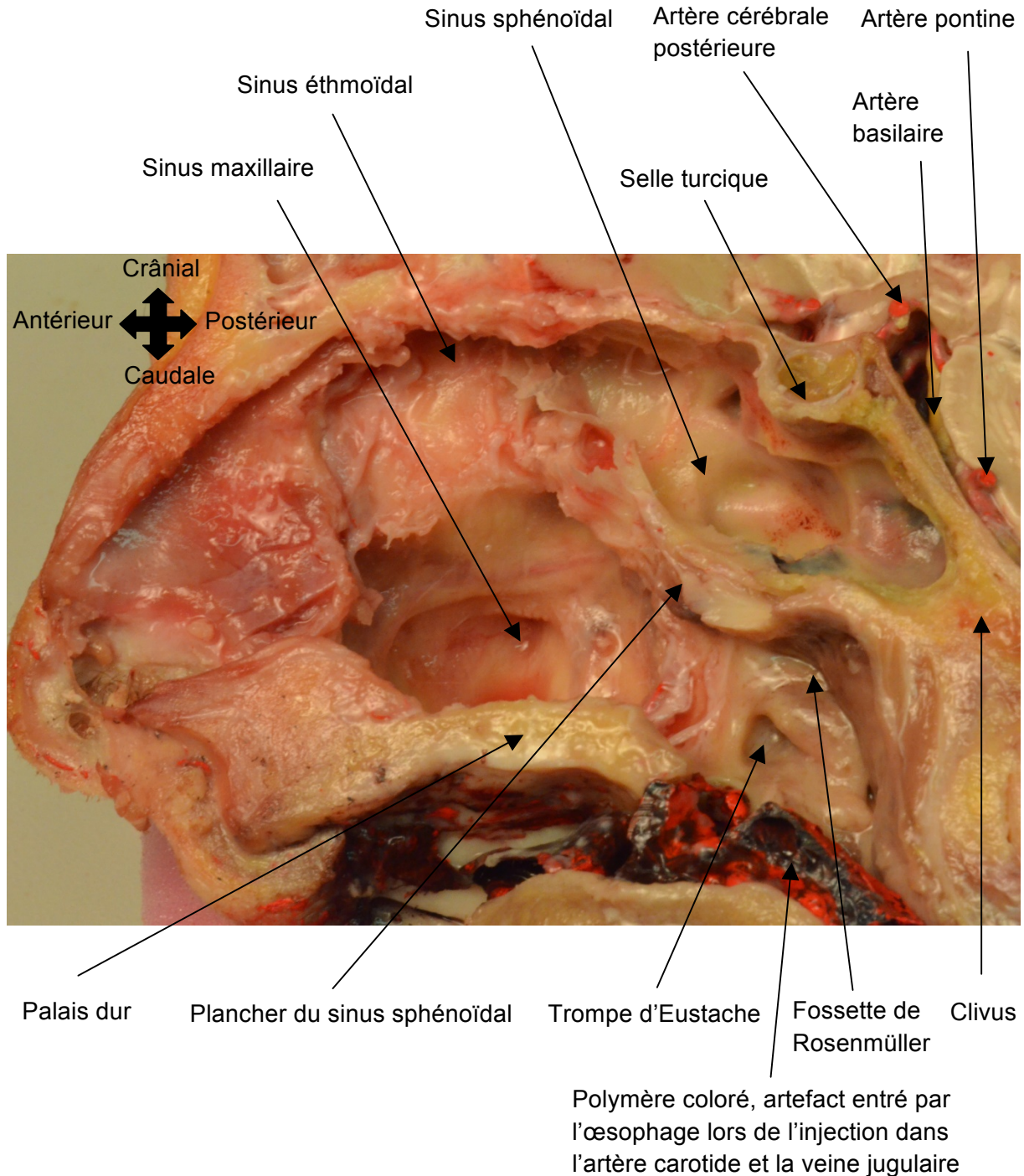
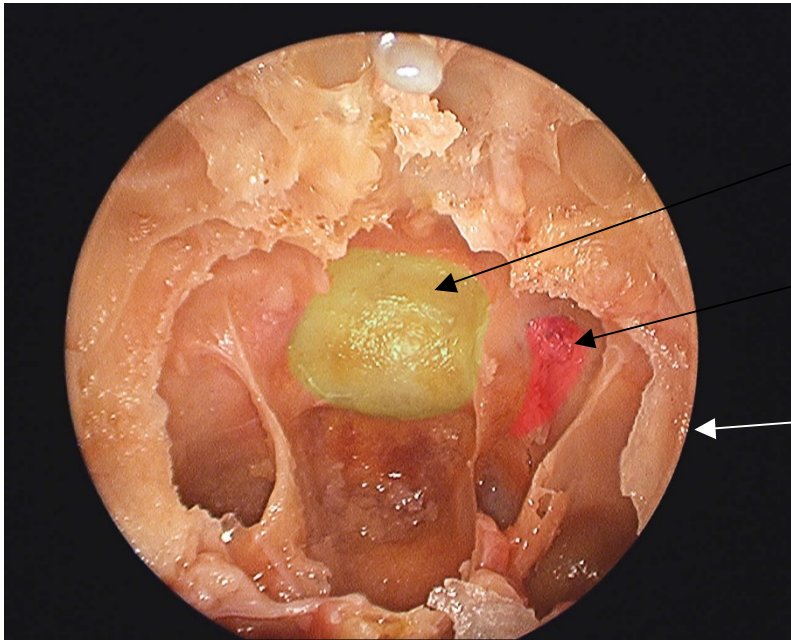


Image 3 : vue médiale initiale de la demi-tête après ouverture du sinus maxillaire et septectomies nasale et intersphénoïdale.

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination



Empreinte de l'hypophyse dans le sinus sphénoïdal

Empreinte de l'artère carotide dans le sinus sphénoïdal

Sinus sphénoïdaux

Image 4 : vue endoscopique ventrale après ouverture des sinus sphénoïdaux. Empreinte de la carotide interne en rouge et de l'hypophyse dans la selle turcique en jaune. Image fournie par le Prof. P. Pasche.



Crânial

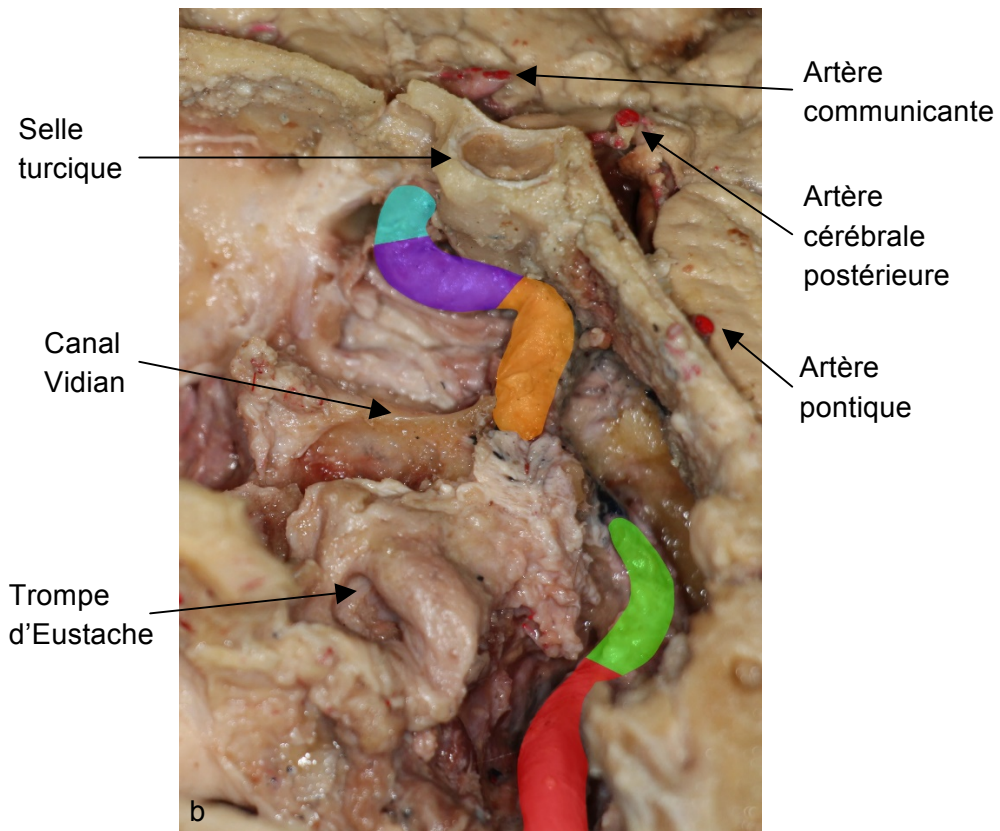
Antérieur ↔ Postérieur

↕

Caudale

Images 5a et 5b : vue médiale après dissection de l'artère carotide interne droite (en rouge) du palais dur à la selle turcique.

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination



Images 6a et 6b : subdivision de l'artère carotide interne droite, du palais dur à la selle turcique avec en rouge : **segment parapharyngé** ; en vert : **segment pétreux** ; en orange : **segment paraclival** ; en violet : **segment parasellaire** ; en bleu clair : **segment paraclinoïde**.

Artère carotide interne parapharyngée

Le premier segment de l'artère carotide interne est le segment parapharyngé. Il commence au niveau de la bifurcation de l'artère carotide commune et se termine à l'orifice externe du canal carotidien (foramen carotidien) dans la partie pétreuse de l'os temporal. Son trajet est vertical.

Les principaux repères anatomiques de l'artère carotide interne parapharyngée sont la trompe d'Eustache, la fossette de Rosenmüller et le muscle élévateur du voile du palais. La trompe d'Eustache s'étend de l'ostium tympanique, sur la paroi antéro-inférieure de la cavité tympanique, jusqu'à la paroi latérale du nasopharynx (9). Elle se dirige antérieurement, médialement et inférieurement en direction du nasopharynx. Sa paroi est osseuse sur le premier tiers de son trajet et cartilagineuse et sur les deux tiers restants. La trompe d'Eustache croise latéralement le segment parapharyngé de l'artère carotide interne. La fossette de Rosenmüller est un récessus pharyngien situé en arrière de l'orifice de la trompe d'Eustache dans le nasopharynx. Le segment parapharyngé de l'artère carotide interne est postérolatéral par rapport au fond de la fossette de Rosenmüller. Le muscle élévateur du voile du palais a deux insertions, l'une sur l'os pétreux, antérieurement au canal carotidien et l'autre sur la lame médiale de la partie cartilagineuse de la trompe d'Eustache. Il s'étend ensuite jusqu'à la face dorsale du palais mou en suivant une direction antérieure et médialement le long de la trompe d'Eustache. Le segment parapharyngé de l'artère carotide interne passe postérieurement au muscle élévateur du voile du palais.



Images 7a et 7b : trompe d'Eustache droite avec son trajet (en violet), croisant le segment parapharyngé de l'artère carotide interne (en rouge) droite sur son bord latéral.

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

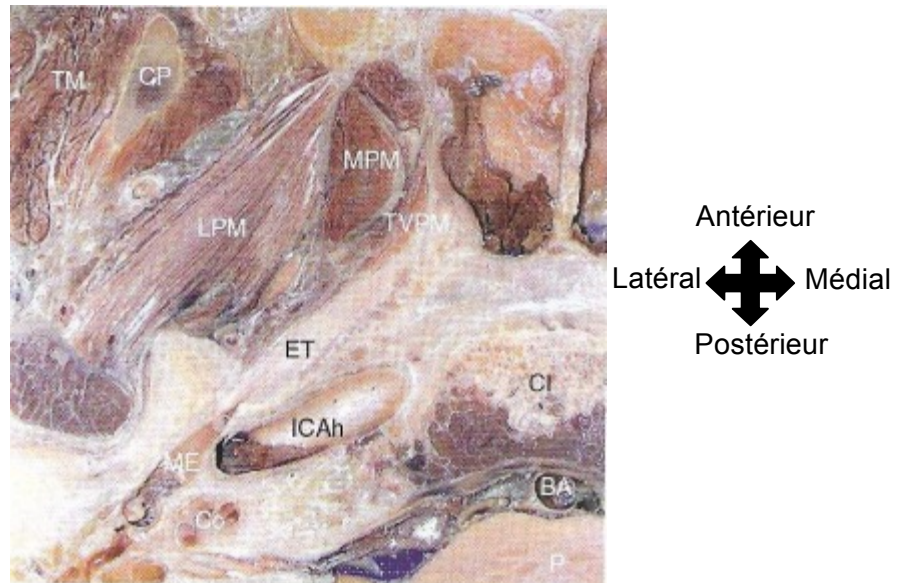


Image 8 : coupe transverse illustrant la trompe d'Eustache passant sur le bord latéral de l'artère carotide interne ; ET = trompe d'Eustache ; CI = clivus ; BA = artère basilaire ; ICAh = segment horizontale de l'artère carotide interne ; LPM = muscle ptérygoïde latéral ; Co = cochlée ; ME = oreille moyenne ; TVPM = muscle tenseur du voile du palais ; MPM = muscle ptérygoïde médial ; CP = processus coronoïde ; TM = muscle temporal. Castelnovo P, Dallan I, Tschabitscher M. *Surgical anatomy of the internal carotid artery: an atlas for skull base surgeons* page 40 (10).

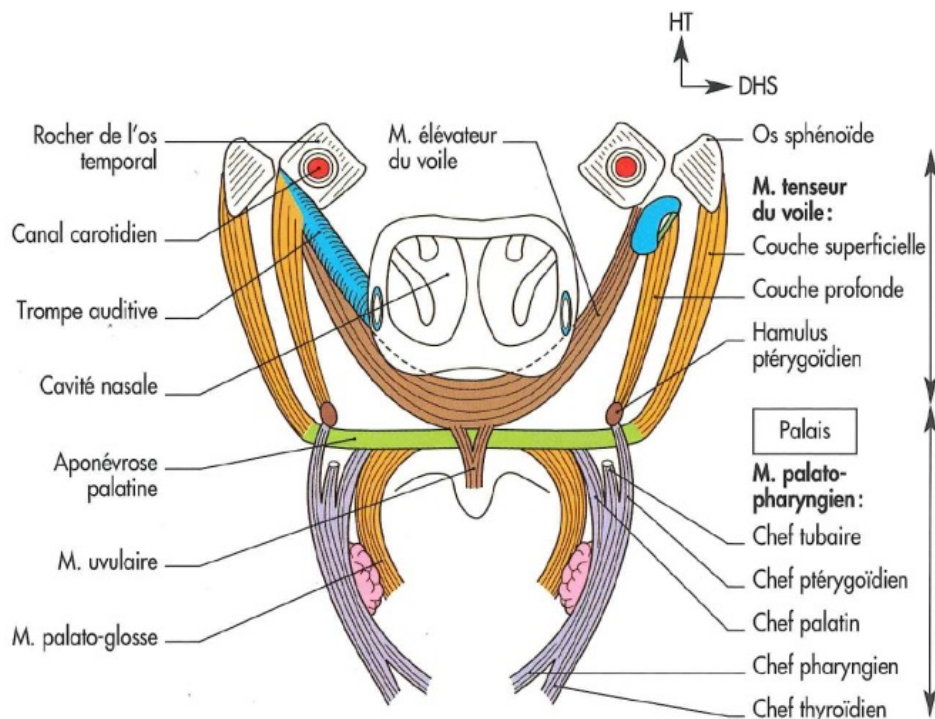


Image 9 : schéma d'une coupe frontale au niveau des cavités nasales tiré de Pierre Bonfils et Jean-Marc Chevallier, *Anatomie ORL*, illustrant le rapport entre la trompe d'Eustache et l'artère carotide interne (11).

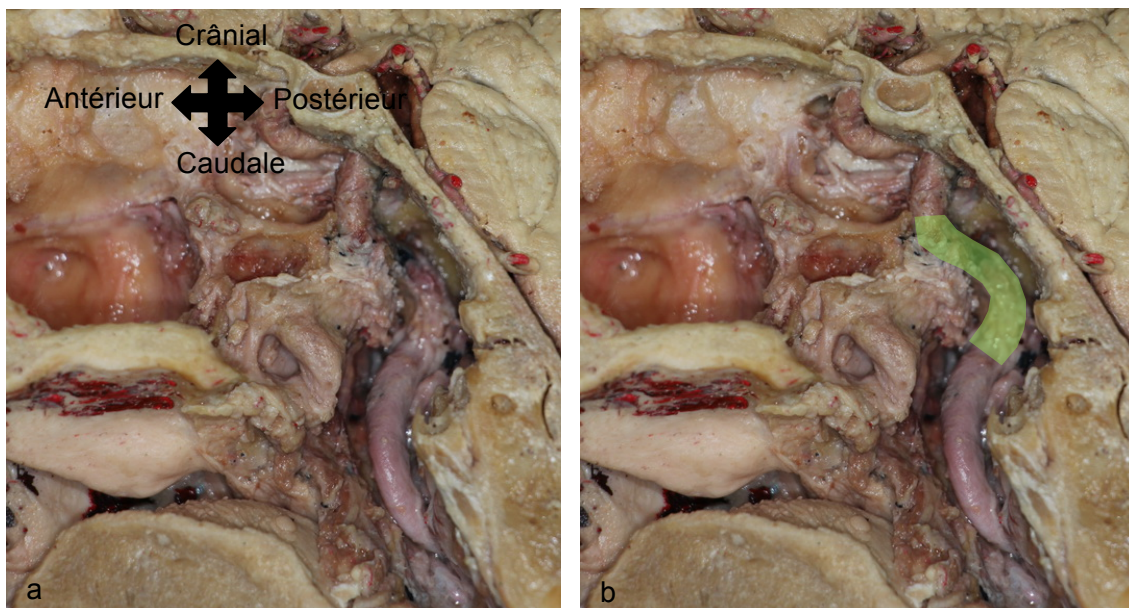
Artère carotide interne pétreuse

Une fois l'orifice externe du canal carotidien passé, l'artère carotide interne parapharyngée devient l'artère carotide interne pétreuse. Ce segment s'étend jusqu'à la partie postéro-latérale de la surface caudale du foramen déchiré. Cette partie pétreuse de l'artère carotide interne a son trajet dans trois plans : d'inférieur à supérieur, de postérieur à antérieur et de latéral à médial. En entrant dans le canal carotidien, l'artère carotide interne pétreuse s'élève verticalement puis tourne horizontalement pour se diriger vers le haut, vers l'avant et vers l'intérieur en direction du bord postérieur du foramen déchiré : elle forme ici son genou postérieur. Le foramen déchiré est entouré postérieurement par l'apex pétreux, antérieurement par la base de la lame médiale du processus ptérygoïdien et postéro-médialement par l'os basioccipital (9).

Le repère anatomique principal du segment pétreux de l'artère carotide interne est le canal Vidian, aussi appelé canal ptérygoïdien. Son ouverture antérieure est localisée sur la ligne de fusion entre la lame médiale du processus ptérygoïdien et le plancher du sinus du sphénoïde. Il s'ouvre antérieurement dans la paroi postérieure de la fosse ptérygo-palatine. Postérieurement, il communique avec le bord antérolatéral du foramen déchiré.

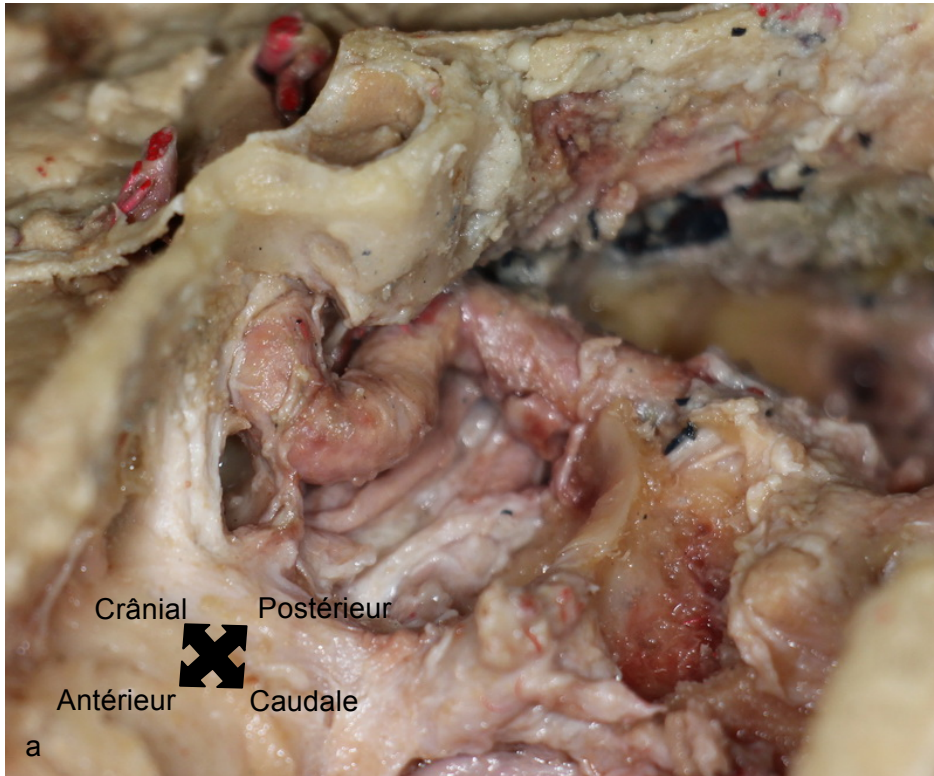
L'ouverture postérieure du canal Vidian est recouvert de tissus fibro-cartilagineux, qui fusionnent avec du tissu similaire qui recouvrent le foramen déchiré médialement et la trompe d'Eustache inférieurement.

Le canal Vidian contient l'artère et le nerf Vidian. Le nerf Vidian résulte de la réunion du nerf grand pétreux et du nerf pétreux profond. Le nerf Vidian se localise antérieurement, inférieurement et latéralement au genou antérieur de l'artère carotide interne. Le canal Vidian passe donc sur le bord latéral de l'artère carotide interne où il marque la transition entre le segment pétreux et le segment paraclival. C'est à cet endroit que l'artère carotide change de direction pour devenir plus verticale, formant ainsi son genou antérieur. Le ligament pétro-lingual, reliant l'apex pétreux et la lingula sphénoïdale, peut aussi servir de repère pour la transition entre le segment pétreux et le segment paraclival.



Images 10a et 10b : segment pétreux de l'artère carotide interne en vert.

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination



Images 11a et 11b : canal Vidian droit (en bleu) contenant l'artère et le nerf vidians (points rouge et jaune respectivement, avec leur trajet en pointillé à l'intérieur du canal Vidian), croisant latéralement l'artère carotide interne au niveau du passage du segment pétreux (en vert) au segment paraclival (en orange).

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

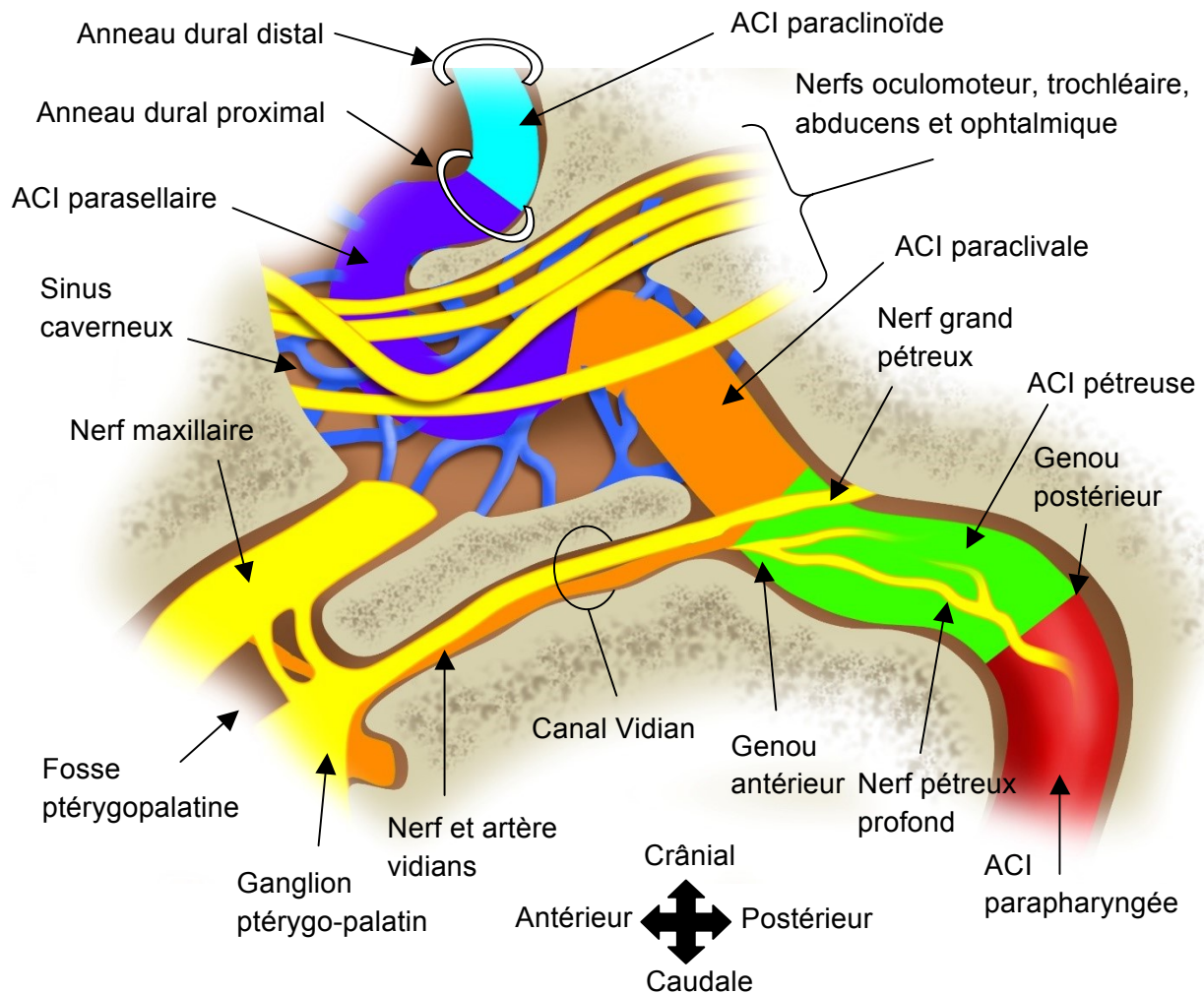


Image 12 : schéma modifié à partir du schéma de Anand VK, Schwartz TH. *Practical endoscopic skull base surgery*. Schéma de l'anatomie du canal Vidian d'un point de vue latérale externe. Le canal Vidian contient le nerf et l'artère vidians et s'étend jusqu'au foramen déchiré. Le trajet du nerf passe sur la face latérale de l'ACI. (12)

Artère carotide interne paraclivale

Le segment paraclival de l'artère carotide interne s'étend de la paroi postérolatérale du foramen déchiré, au niveau du genou antérieur de l'artère carotide interne, jusqu'à la limite supérieure de l'apex pétreux. L'apex pétreux est la portion la plus médiale de l'os temporal. Le repère anatomique que nous avons mis en évidence pour cette partie de l'artère carotide interne est le nerf maxillaire.

Le nerf maxillaire est la deuxième branche du nerf trijumeau. Il prend naissance dans le ganglion trigéminal aussi appelé le ganglion de Gasser situé dans le cavum de Meckel (cavité trigéminal dans la fosse temporale, = récessus dural qui s'étend de la fosse crânienne postérieure jusque dans la fosse crânienne moyenne). Il passe latéralement à l'artère carotide interne paraclivale, dans la limite inférieure du sinus caverneux, où la paroi latérale rencontre la paroi médiale du sinus caverneux. Il sort du crâne par le foramen rond qui se trouve dans la grande aile du sphénoïde. Il se retrouve ainsi dans la fosse ptérygo-palatine et rejoint après la fissure orbitaire inférieure pour atteindre l'orbite. Il assure la sensibilité de

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

la peau du visage en dessous de l'œil, des muqueuses du nez, du palais, du toit du pharynx, des sinus maxillaire, ethmoïde et sphénoïde, et une partie des méninges.

Le foramen rond est latéral et légèrement supérieur au point de sortie du canal du nerf Vidian (localisé sur la ligne de fusion entre la lame médiale du processus ptérygoïdien et le plancher du sinus du sphénoïde).

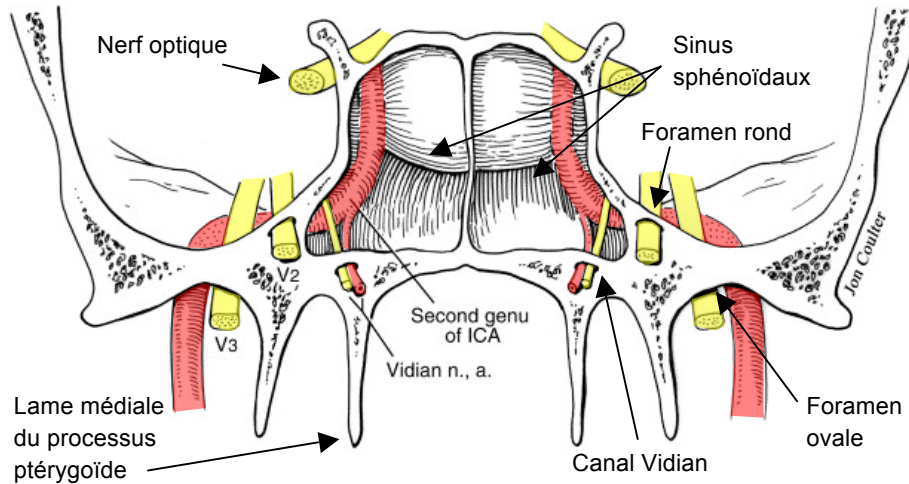


Image 13: schéma de Snyderman CH, Kassam AB, Carrau R, Mintz A. *Endoscopic approaches to the petrous apex* page 169, illustrant une coupe frontale avec vue ventrale au niveau des sinus sphénoïdaux montrant les sorties du nerf Vidian et du nerf maxillaire V2 (13).

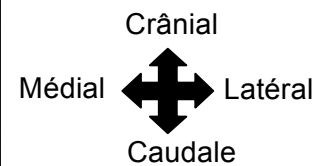
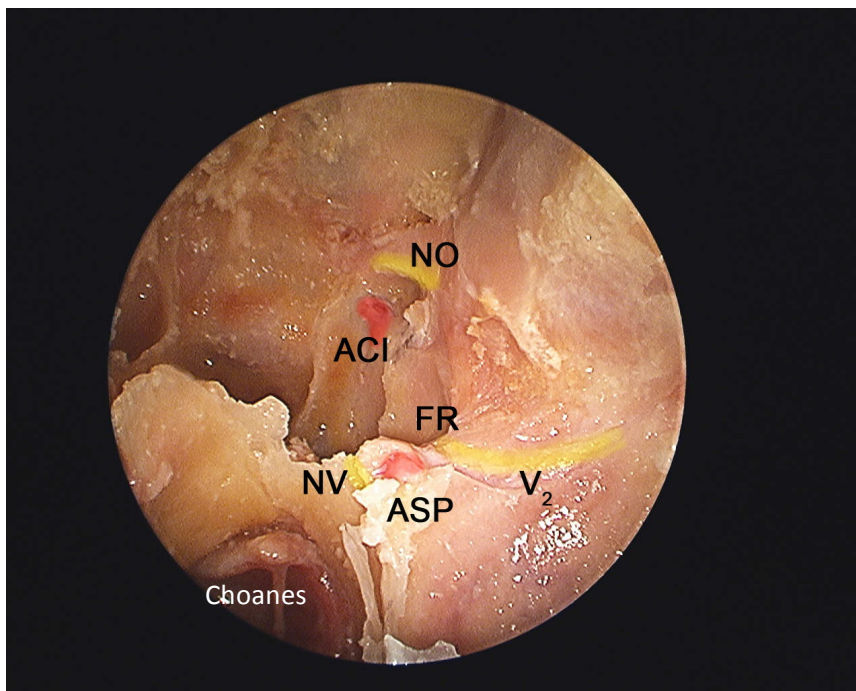


Image 14 : vue endoscopique ventrale des choanes et des sinus sphénoïdaux. NO = nerf optique ; ACI = artère carotide interne ; FR = foramen rond ; V2 = nerf maxillaire ; NV = nerf Vidian ; ASP = artère spléno-palatine. Image fournie par le Prof. P. Pasche

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

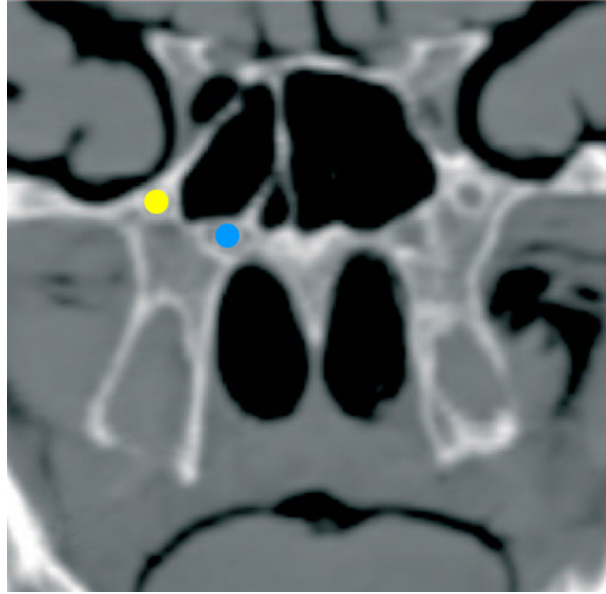


Image 15 : coupe frontale d'un scanner de la face montrant la sortie du nerf Vidian en bleu et celle du nerf maxillaire (V2) en jaune. Image fournie par le Prof. P. Pasche.

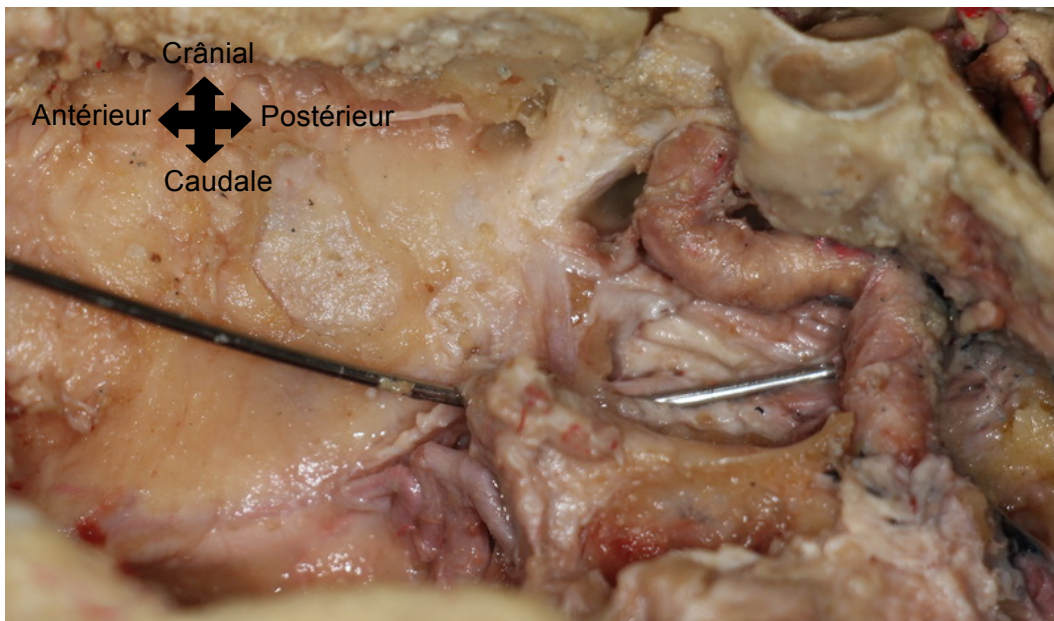
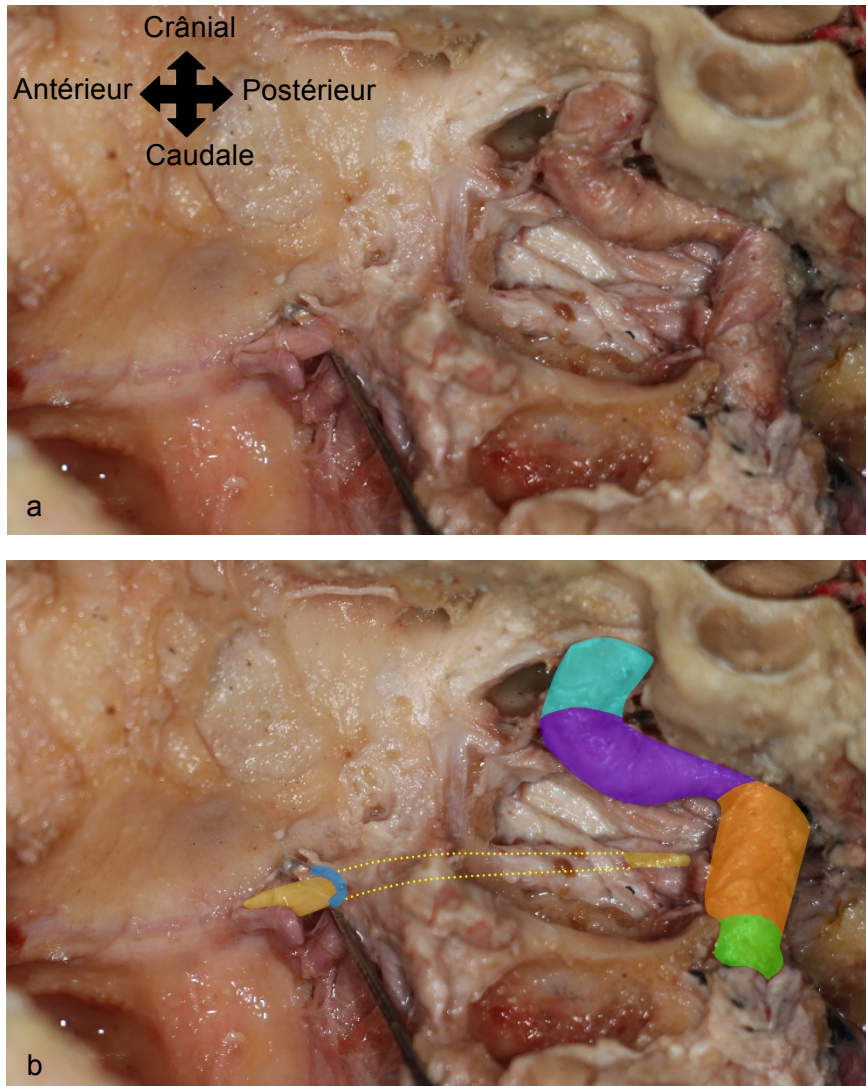


Image 16 : trajet du nerf maxillaire droit, croisant latéralement le segment paraclival de l'artère carotide interne droite avant d'entrer dans le foramen rond.

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination



Images 17a et 17b : nerf maxillaire droit (en jaune) après sa sortie du foramen rond (en bleu).

Artère carotide interne parasellaire

Le segment parasellaire chemine de la limite supérieure de l'apex pétreux médial jusqu'au niveau de l'anneau dural proximal de l'artère carotide interne. L'anneau dural proximal de l'artère carotide n'est ni complet ni solide et ne fusionne pas totalement avec l'adventice de l'artère carotide interne. Le segment parasellaire est la seule partie de l'artère carotide interne qui est totalement à l'intérieur du sinus caverneux. Il « flotte » à l'intérieur de celui-ci car il n'est pas entouré de structure osseuse, contrairement aux segments paraclival et paraclinoïde.

Les repères importants pour ce segment de l'artère carotide interne sont les composants du sinus caverneux, c'est-à-dire les nerfs crâniens oculomoteur (III), trochléaire (IV), ophtalmique (1^{ère} branche du nerf trijumeau, V1) et abducens (VI).

Le nerf abducens prend naissance dans le pont du tronc cérébral. Avant d'entrer dans le sinus caverneux, il est postérieur à l'artère carotide interne au niveau de la jonction entre son segment paraclival et son segment parasellaire. Une fois dans le sinus caverneux, il reste latéral à l'artère carotide interne parasellaire et médial au nerf ophtalmique. Il monte ensuite en direction de la fissure orbitaire supérieure, située entre la grande et la petite aile du

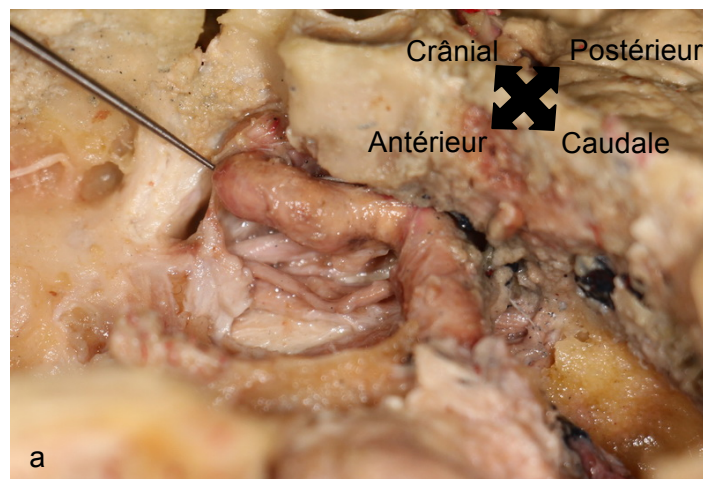
Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

sphénoïde, pour sortir du crâne et aller innerver le muscle droit latéral de l'œil. Durant son ascension dans le sinus caverneux, le nerf abducens reste inférieur à l'artère carotide interne parasellaire.

Le nerf oculomoteur (III) est issu de la région du bulbe du tronc cérébral. Le nerf entre dans le toit du sinus caverneux. Il se dirige dans le sinus latéralement en direction de la partie supérieure de l'artère carotide interne parasellaire, juste en-dessous de l'anneau dural proximal. Il sort également du crâne par la fissure orbitaire supérieure.

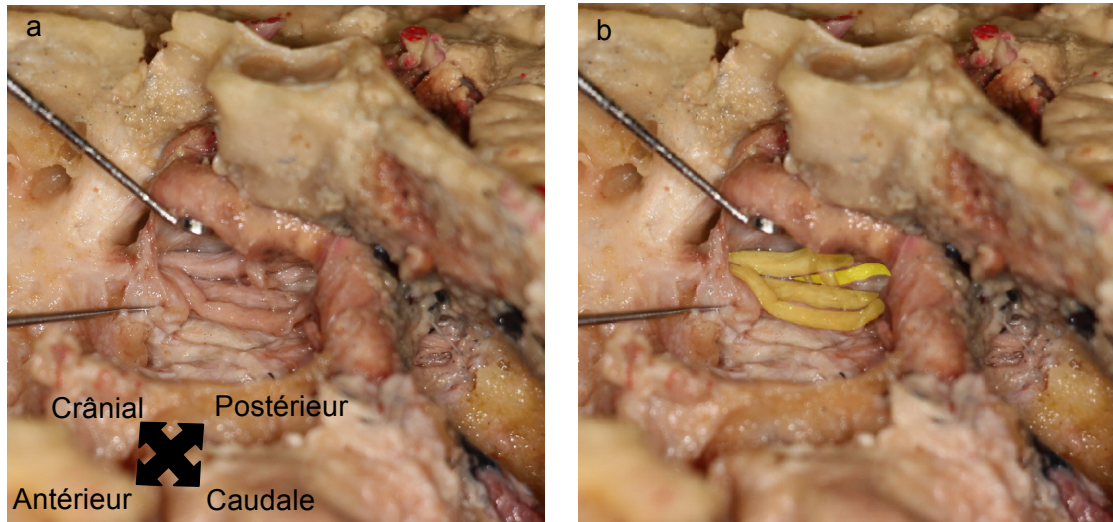
Les racines du nerf trochléaire (IV) viennent d'un noyau situé dans le mésencéphale. Il entre aussi dans le toit du sinus caverneux et est postérolatéral au nerf oculomoteur. Il circule en-dessous de ce dernier initialement. En s'approchant de la fissure orbitaire supérieure par laquelle il sort du crâne pour aller innerver le muscle oblique supérieur de l'œil, il passe en-dessus du nerf oculomoteur et se retrouve juste en-dessous de l'anneau dural proximal. Lors de son trajet dans le sinus caverneux, le nerf trochléaire se trouve latéralement au segment parasellaire de l'artère carotide interne.

Le nerf ophtalmique (V1), comme le nerf maxillaire, prend naissance dans le ganglion de Gasser. De la même façon que le nerf trochléaire, ce nerf reste latéral à l'artère carotide interne parasellaire. Il se trouve dans la partie inférieure de la paroi latérale du sinus caverneux, et rejoint ensuite la fissure orbitaire supérieure pour aller innerver la peau de la partie supérieure du visage.



Images 18a et 18b : artère carotide interne parasellaire droite avec l'anneau dural proximal (en blanc) marquant sa limite distale.

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination



Images 19a et 19b : sinus caverneux droit contenant les nerfs crâniens (de crânial à caudal, en jaune) oculomoteur (III), trochléaire (IV), ophtalmique (V1) et abducens (VI) du côté latéral de l'artère carotide interne parasellaire droite.

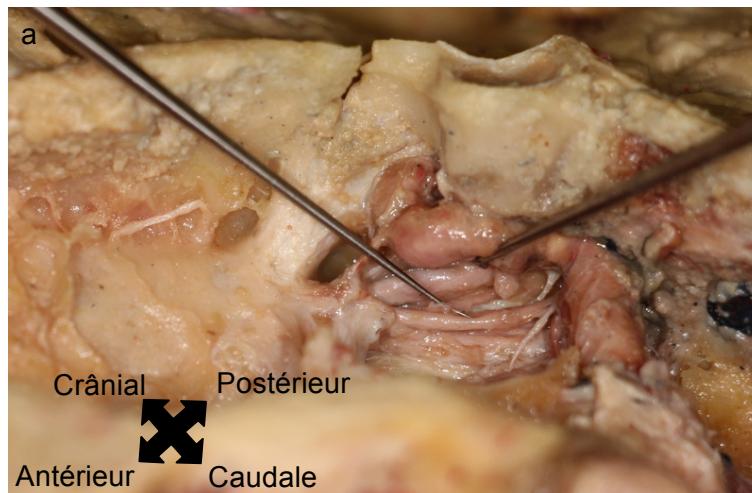


Image 20a : sinus caverneux droit du côté latéral de l'artère carotide interne parasellaire droite.



Image 20b : nerf oculomoteur (III) (en jaune).

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination



Image 20c : nerf trochléaire (IV) (en jaune).

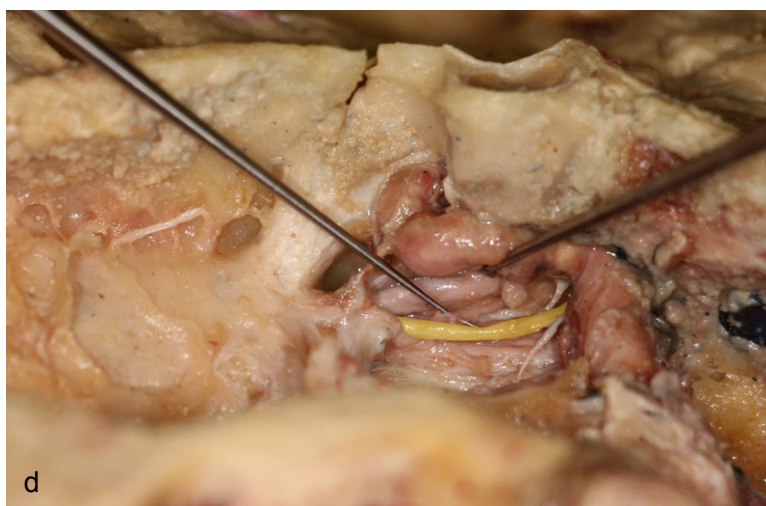


Image 20d : nerf ophtalmique (V1) (1^{ère} branche du nerf trijumeau, en jaune).



Image 20e : nerf abducens(VI) (en jaune).

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

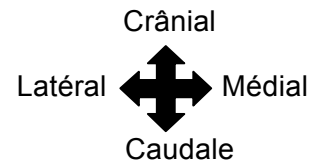
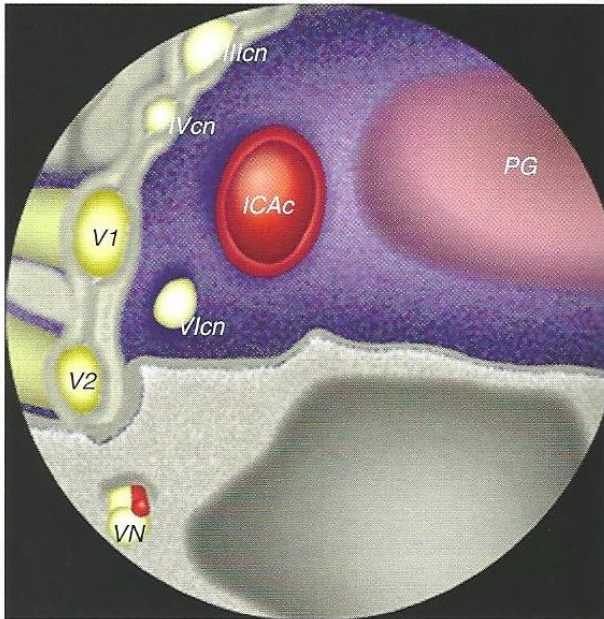


Image 21: schéma tiré de Castelnovo P, Dallan I, Tschabitscher M. *Surgical anatomy of the internal carotid artery: an atlas for skull base surgeons* page 106 représentant une vue endoscopique du sinus caverneux., ICAc = artère carotide interne caverneuse, VN = nerf Vidian, IIIcn = nerf oculomoteur, IVcn = nerf trochléaire, V1 = nerf ophtalmique, V2 = nerf maxillaire, VI = nerf abducens (10).

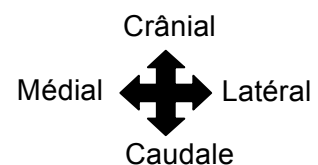
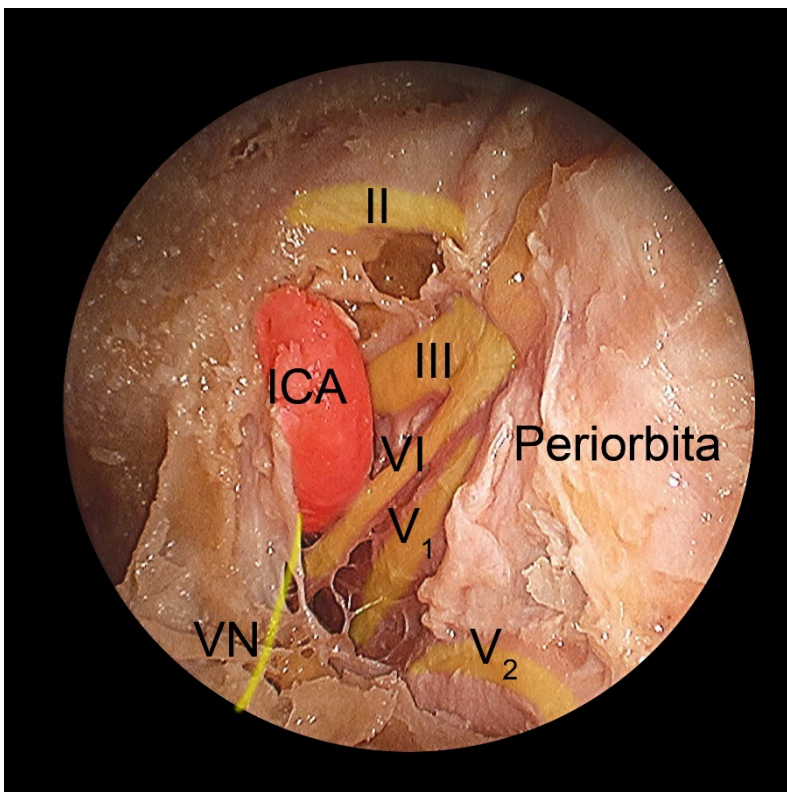


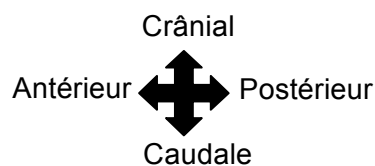
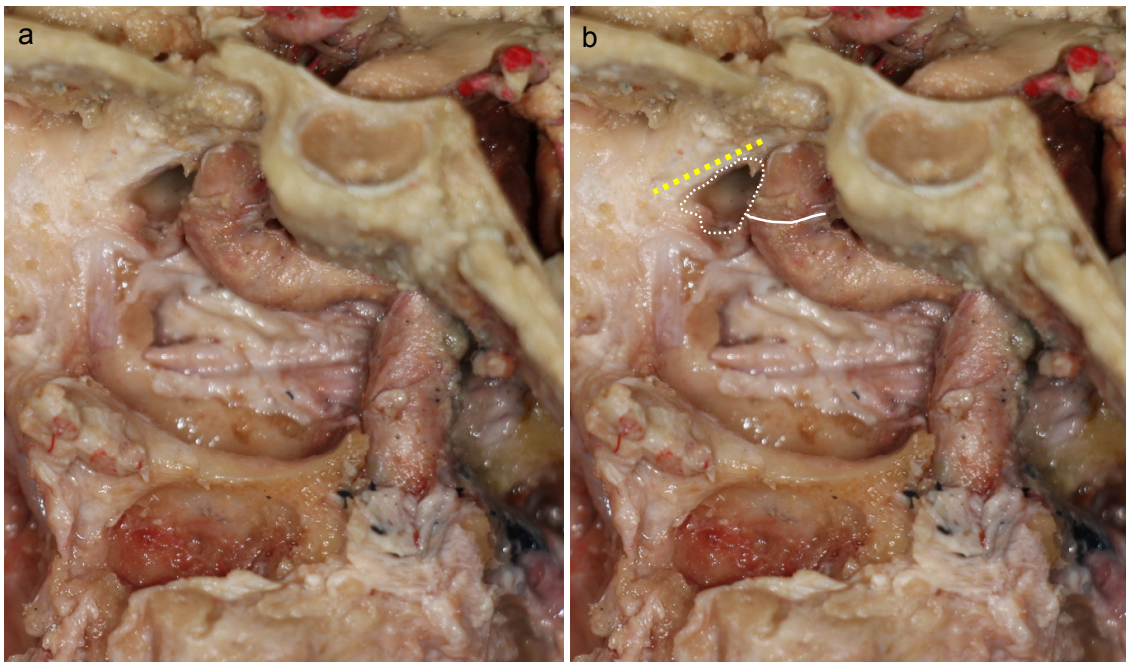
Image 22 : vue endoscopique de l'artère carotide interne parasellaire gauche, avec les nerfs du sinus caverneux sur sa face latérale. II = nerf optique ; III = nerf oculomoteur ; VI = nerf abducens ; V1= nerf ophtalmique ; V2 = nerf maxillaire ; VN = nerf Vidian (rajouté sur l'image), ICA = artère carotide interne. Image fournie par le Prof. P. Pasche.

Artère carotide interne paraclinoïde

Le segment paraclinoïde part de l'anneau dural proximal pour aller jusqu'à l'anneau dural distal de l'artère carotide interne. L'anneau dural distal est complet et plus résistant que l'anneau dural proximal ; il fusionne totalement avec l'adventice de l'artère carotide interne.

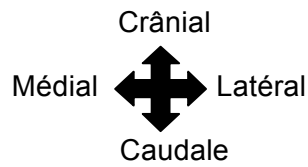
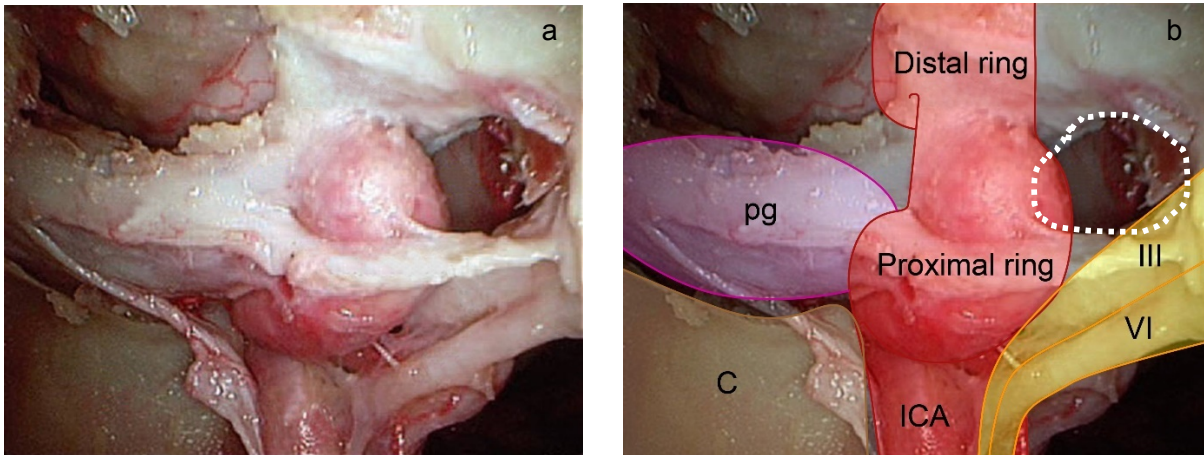
Les structures anatomiques en relation avec ce segment de l'artère carotide interne mis en évidence dans ce travail sont le récessus optico-carotidien latéral, le canal du nerf optique et l'anneau dural proximal.

Le récessus optico-carotidien latéral est une pneumatisation osseuse en forme de triangle. Le plancher du canal optique forme la surface oblique supérieure du récessus optico-carotidien latéral. La surface inférieure du récessus optico-carotidien latéral est formée par la fissure orbitaire supérieure. L'os qui recouvre la portion latérale du segment paraclinoïde de l'artère carotide interne représente la surface médiale du récessus optico-carotidien latéral.



Images 23a et 23b : artère carotide interne paraclinoïde droite avec l'anneau dural proximal (trait continu blanc) définissant sa limite proximale, le récessus optico-carotidien latéral (cercle pointillé blanc) et le nerf optique (trait tillé jaune).

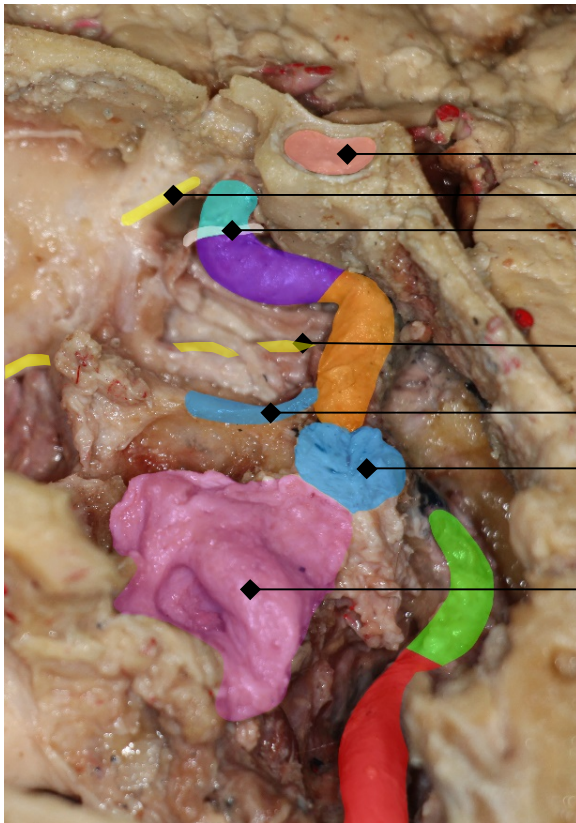
Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination



Images 24a et 24b : vue endoscopique de l'artère carotide interne paraclinoïde gauche entre les anneaux durs. Pg = glande pituitaire ; C = clivus ; ICA = artère carotide interne ; cercle pointillé blanc = récessus optico-carotidien latéral ; III = nerf oculomoteur ; VI = nerf abducens. Image fournie par le Prof. P. Pasche.

L'artère carotide interne devient intracrânienne après la limite définie par l'anneau dural distal. Elle croise le nerf optique latéralement et en arrière pour rentrer dans la cavité crânienne, où elle donne les branches de l'artère cérébrale antérieure, de l'artère cérébrale moyenne, de l'artère choroïdienne antérieure et de l'artère communicante postérieure.

Vue générale finale



- ◆ Hypophyse
- ◆ Nerf optique
- ◆ Anneau dural proximal
- ◆ Nerf V2
- ◆ Canal Vidian
- ◆ Os pétreux
- ◆ Trompe d'Eustache

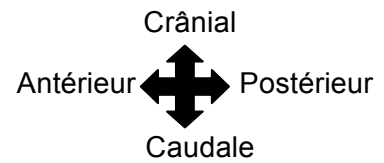


Image 25 : vue médiale de l'artère carotide interne après dissection, avec les différents repères anatomiques.

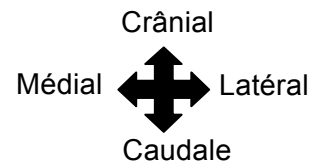
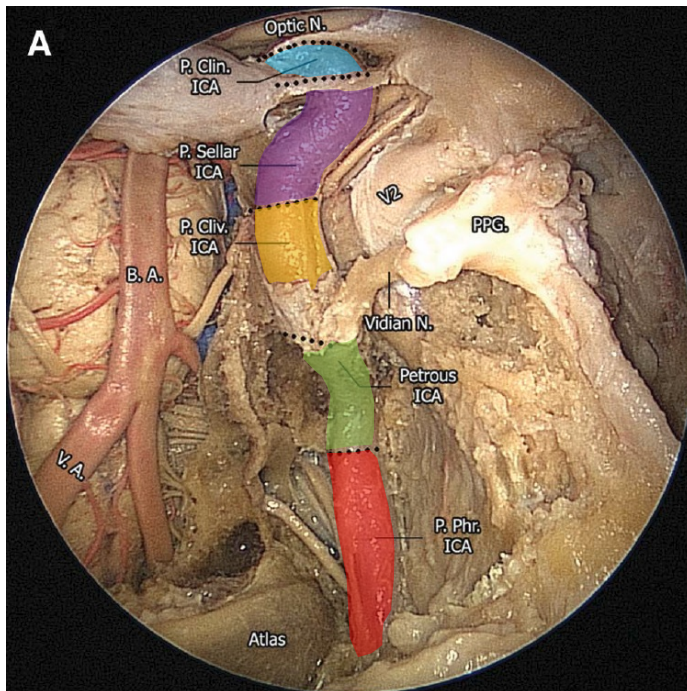


Image 26 : vue endoscopique ventrale de l'artère carotide interne après sa dissection. A. Kassam, A road map to the internal carotid artery in expanded endoscopic endonasal approaches to the ventral cranial base, page 452 (2).

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

Demi-tête plastinée :

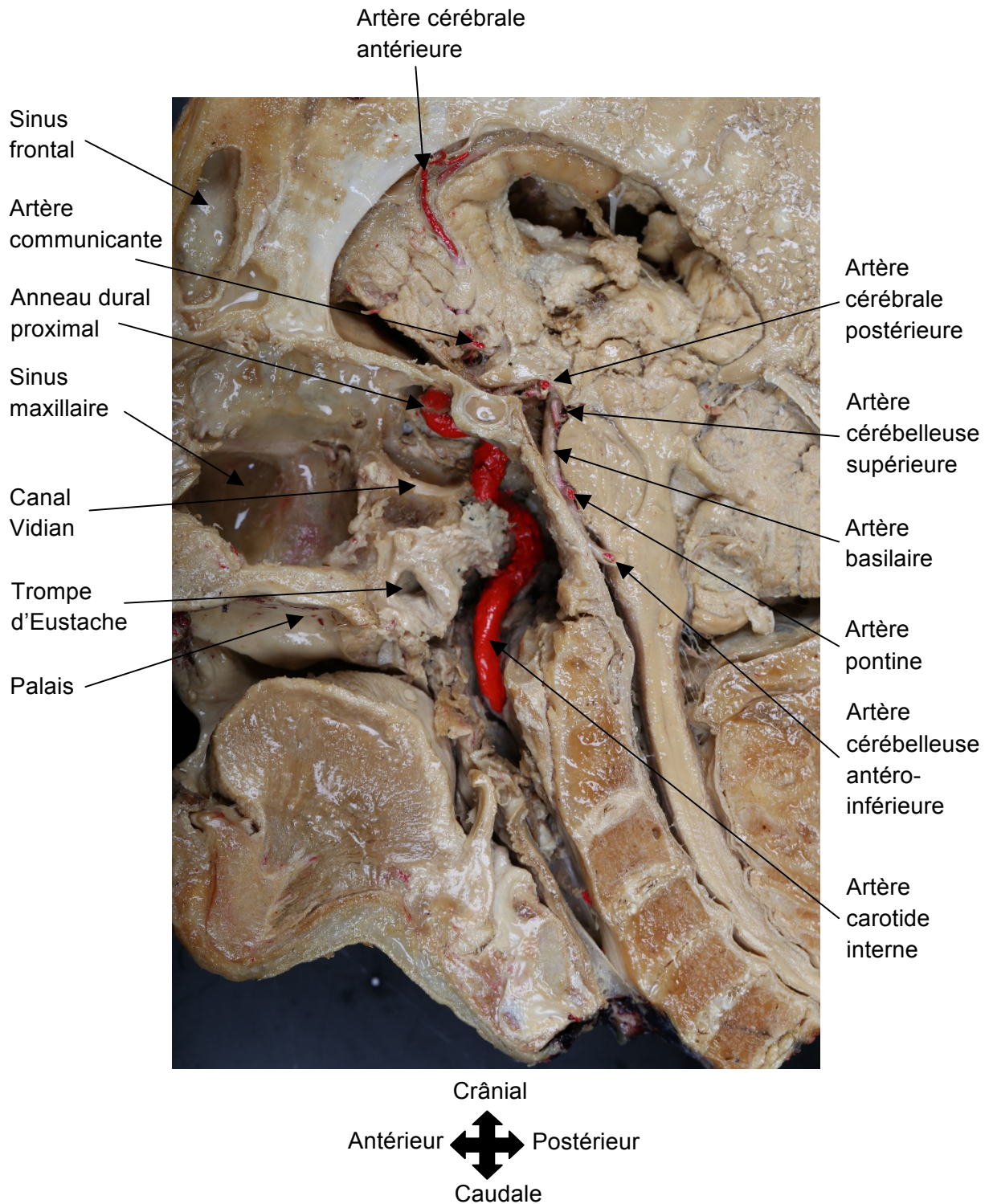


Image 27 : demi-tête après plastination avec l'artère carotide interne peinte en rouge.

Conclusion

Ce travail de Master a permis la création d'une pièce anatomique d'une demi-tête plastinée exposant la carotide interne depuis le niveau du palais dur jusqu'à sa bifurcation en artères cérébrales. Ce travail offre également un support photographique de cette anatomie d'une dissection endoscopique sur une tête entière et des dissections par voies médiales sur des demi-têtes.

Ce travail permet de comprendre l'anatomie en trois dimensions du trajet de l'artère carotide interne et des structures annexes ainsi que des différents repères anatomiques. La pièce anatomique plastinée facilement accessible est un outil utile aux chirurgiens endoscopiques pour se remémorer avec précision ces repères anatomiques. Elle permet également aux jeunes chirurgiens en formation de se familiariser régulièrement à cette anatomie complexe et devient ainsi un outil d'enseignement indispensable.

Remarque personnelle sur le projet :

Plusieurs dissections de l'artère carotide interne sur des demi-têtes ont été nécessaires avant d'obtenir une dissection de qualité satisfaisante pour la plastination. En effet, l'anatomie complexe de cette région du crâne et l'orientation tridimensionnelle de l'artère carotide interne m'ont demandé beaucoup d'implication pour comprendre comment disséquer et quelle systématique appliquer. De plus, j'ai dû apprendre à utiliser les outils de dissections mis à ma disposition, qui étaient nouveaux pour moi.

Ce travail permet de comprendre l'anatomie de base, mais ne traite pas des variations possibles entre les individus. Il peut être utilisé comme base pour de nouvelles dissections plastinées en relation avec chaque voie d'abord endoscopique de la base du crâne (voie transptérygoïdienne, transcribriforme, transclivale, infra-, para-, suprasellaire).

Remerciements

À Philippe Pasche pour son aide le long de ce travail ; à Beat Riederer, Hugues Cadas et Caroline Dubauloz pour la mise à disposition et la préparation des pièces anatomiques ; à Marion Brun pour le traitement des photographies et pour sa disponibilité ; à Martine et Jean-Laurent Delacrétaç pour le soutien moral tout au long de ce travail !

Sources:

1. Schwartz TH, Fraser JF, Brown S, Tabae A, Kacker A, Anand VK. Endoscopic cranial base surgery: classification of operative approaches. *Neurosurgery*. 2008 May;62(5):991-1002-1005.
2. Labib MA, Prevedello DM, Carrau R, Kerr EE, Naudy C, Abou Al-Shaar H, et al. A road map to the internal carotid artery in expanded endoscopic endonasal approaches to the ventral cranial base. *Neurosurgery*. 2014 Sep;10 Suppl 3:448-471; discussion 471.
3. Sandu K, Monnier P, Pasche P. Anatomical landmarks for transnasal endoscopic skull base surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2011 Jul 9;269(1):171-8.
4. Holzmann D, Krayenbühl N. Nouveaux concepts pour les tumeurs de la base du crâne, minimal disruptive au lieu de minimal invasive. *Forum Med Suisse*; 2011.

Anatomie endoscopique de l'artère carotide interne du clivus à la selle turcique : étude cadavérique avec plastination

5. Kassam AB, Prevedello DM, Carrau RL, Snyderman CH, Thomas A, Gardner P, et al. Endoscopic endonasal skull base surgery: analysis of complications in the authors' initial 800 patients. *J Neurosurg*. 2010 Dec 17;114(6):1544–68.
6. Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification. *Neurosurgery*. 1996 Mar;38(3):425-432-433.
7. Obrenovic M, Riederer B, Cadas H. Travail de Maîtrise n°2392, Vascularisation du cou et de la tête révélée par imagerie médicale et par dissection: élaboration d'un nouvel outil didactique pour l'enseignement. 2016.
8. Musumeci E, Lang FJW, Duvoisin B, Riederer BM. Plastinated ethmoidal region: I. Preparation and applications in clinical teaching. *J Int Soc Plast*. 2003;18:23–28.
9. Liu J, Pinheiro-Neto CD, Fernandez-Miranda JC, Snyderman CH, Gardner PA, Hirsch BE, et al. Eustachian tube and internal carotid artery in skull base surgery: An anatomical study. *The Laryngoscope*. 2014 Dec 1;124(12):2655–64.
10. Castelnuovo P, Dallan I, Tschabitscher M. Surgical anatomy of the internal carotid artery: an atlas for skull base surgeons [Internet]. Berlin; New York: Springer; 2013 [cited 2016 May 16]. Available from: <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=994376>
11. Bonfils P-J, Chevallier J-M. Anatomie [3], [3],. Paris: Flammarion médecine-sciences; 2005.
12. Anand VK, Schwartz TH. Practical endoscopic skull base surgery. San Diego, Calif: Plural Publ; 2007. 228 p.
13. Snyderman CH, Kassam AB, Carrau R, Mintz A. Endoscopic approaches to the petrous apex. *Oper Tech Otolaryngol-Head Neck Surg*. 2006 Sep;17(3):168–73.