

Anatomie et vascularisation de l'orbite

Orbital anatomy and vascularization

A. Ducasse

Mots-clés :

Anatomie
Orbite
Vascularisation orbitaire
Artère ophtalmique
Topographie orbitaire
Innervation orbitaire

Keywords:

Anatomy
Orbit
Orbital vascularization
Ophthalmic artery
Orbital topography
Orbital innervation

L'orbite présente du point de vue anatomique deux grandes parties : le contenant, c'est-à-dire l'orbite osseuse constituée par des os appartenant soit au massif facial, soit au massif crânien, formant une pyramide quadrangulaire à base antérieure et à sommet postérieur, l'apex orbitaire, et un contenu : le bulbe de l'œil, les muscles oculomoteurs, la glande lacrymale principale, des artères, des veines, des nerfs et le corps adipeux de l'orbite. Le contenant est inextensible et toute augmentation des structures du contenu conduit inexorablement à une saillie du globe oculaire vers l'avant, c'est-à-dire à une exophtalmie. Les variations anatomiques sont extrêmement nombreuses, notamment en ce qui concerne la vascularisation artérielle et veineuse de l'orbite. L'artère ophtalmique, branche de la carotide interne, innerve en grande partie les structures orbitaires, mais la carotide externe, par le biais de l'artère infraorbitaire et d'anastomoses inconstantes, voire de suppléances inconstantes, telle l'artère méningolacrurale, peut prendre une part plus ou moins importante à la vascularisation de l'orbite. L'innervation motrice est sous la dépendance des nerfs oculomoteurs, nerfs crâniens au nombre de trois les nerfs oculomoteur, trochléaire et abducens, et également du système nerveux autonome parasympathique et sympathique. L'innervation sensitive dépend des trois branches du nerf ophtalmique de Willis : les nerfs frontal, lacrymal et nasociliaire. Ce nerf ophtalmique va rejoindre les deux autres branches du nerf trijumeau pour gagner le tronc cérébral.

© 2013 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

From an anatomical point of view, the orbit is represented by two main parts: on one hand, the container, i.e. the bony socket consisting of facial or cranial bones, forming a four-sided pyramid with an anterior base and the orbital apex at the top. On the other hand, the content consisting of the bulb of the eye, extraocular muscles, the main lacrimal gland, arteries, veins, nerves and the orbital fat. The container is inextensible and any increase of the content inevitably leads to exophthalmos, which is the bulging of the eye anteriorly out of the orbit. There is an extremely large number of anatomical variations, especially regarding the orbit arterial and venous vascularization. The ophthalmic artery, a branch of the internal carotid artery, largely irrigates orbital structures, but the external carotid, through the infraorbital artery and inconstant anastomoses and substitutes such as meningo-lacrimal artery, can become more or less important in the orbit vascularization. The motor innervation is dependent on the three cranial oculomotor nerves (the oculomotor, trochlear and abducens nerves) and on the parasympathetic and sympathetic autonomic nervous system. The sensory innervation depends on the three branches of the Willis ophthalmic nerve: the frontal, lacrimal and nasociliary nerves. The ophthalmic nerve will join the other two branches of the trigeminal nerve to reach the brain stem.

© 2013 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Plan

| | |
|---------------------------------------------|----|
| ■ Introduction | 1 |
| ■ Orbite osseuse | 1 |
| Embryologie | 2 |
| Orientation et mensurations de l'orbite | 2 |
| Anatomie descriptive et rapports | 3 |
| ■ Contenu orbitaire | 10 |
| Bulbe de l'œil (ou globe oculaire) | 10 |
| Nerf optique | 10 |
| Muscles oculomoteurs | 10 |
| Glande lacrymale principale | 11 |
| Fascias orbitaires | 12 |
| Corps adipeux de l'orbite | 12 |
| ■ Vascularisation et innervation orbitaires | 12 |
| Vascularisation artérielle | 12 |
| Vascularisation veineuse | 17 |
| Vascularisation lymphatique | 18 |
| Innervation orbitaire | 18 |
| ■ Topographie orbitaire | 20 |
| Espace intraconique | 20 |
| Espaces extraconiques | 21 |
| ■ Explorations et voies d'abord de l'orbite | 21 |
| ■ Conclusion | 21 |

■ Introduction

Les deux orbites contiennent la partie antérieure de l'appareil visuel. Classiquement, elles sont constituées de deux parties :

le contenant ou orbite osseuse qui a pour rôle de protéger le contenu : bulbe de l'œil, nerf optique, muscles oculomoteurs, glande lacrymale principale et corps adipeux de l'orbite. Ces structures reçoivent une vascularisation artérielle et veineuse très développée ainsi qu'une innervation à la fois motrice, sensitive et autonome.

Situées à la partie supérieure du massif facial, les orbites sont à la jonction entre la face et le crâne, à la jonction des deux systèmes vasculaires artériels carotidiens interne et externe et des deux grands systèmes veineux endocrânien et facial. Les os constitutifs de l'orbite osseuse appartiennent soit à la base du crâne, soit au massif facial et une grande partie de l'anatomie orbitaire et des variations rencontrées s'explique embryologiquement par cette double appartenance crâniale et faciale des orbites.

Nous avons utilisé dans les descriptions qui suivent la Nomenclature anatomique française rédigée par R. Barone sous la direction de A. Gouazé, J.A. Baumann et A. Dhem dont la première édition avait été publiée en 1977. Cette nomenclature peut être retrouvée dans le Traité d'anatomie écrit par Sobotta^[1]. Certains termes français traditionnels ont été cités entre parenthèse.

■ Orbite osseuse

Formant le contenant, destinée à protéger les structures de l'appareil de la vision, l'orbite osseuse une cavité profonde, en forme de pyramide quadrangulaire en avant. On lui décrit quatre parois réunies par quatre angles ou bords, une base largement ouverte en avant et un sommet postérieur. Dans sa partie postérieure, l'orbite osseuse se rétrécit et devient une cavité triangulaire avec seulement trois parois par disparition de la paroi inférieure^[2].



Figure 1. Orbites osseuses de face.

Situées à la partie haute du massif facial, les deux orbites participent à la constitution de la fosse crâniale antérieure, et sont séparées l'une de l'autre par les cavités nasales et les sinus ethmoïdaux (Fig. 1). Pour permettre le passage des artères, des veines, des nerfs destinés aux structures intraorbitaires, de nombreux orifices traversent les parois osseuses, mettant en communication les orbites avec les fosses crânielles antérieure et moyenne et les cavités de la face.

Embryologie

La mise en place des os du crâne dépend de leur situation. On oppose classiquement un neurocrâne correspondant aux os plats de la voûte crânienne et aux os de la base du crâne et un viscérocrâne correspondant aux os de la face^[3]. Depuis quelques années, on insiste de façon importante sur la participation et le rôle des crêtes neurales dans la constitution de ces os. La crête neurale d'origine ectoblastique, apparaissant lors de la neurulation, se fragmente et migre pour coloniser le mésoblaste formant un tissu mixte ectomésoblastique classiquement appelé le neurectoblaste ou méséctoderme.

Les os plats de la voûte crânienne se forment par une ossification membraneuse. Ils forment globalement le neurocrâne membraneux, constitué de cellules neurales et de mésoblaste para-axial de la région occipitale et de la partie postérieure de la vésicule otique. Les os plats se mettent en place par l'apparition de spicules osseuses qui vont proliférer de façon radiaire avec une croissance rapide jusqu'à l'âge de 1 an, puis lente jusque vers l'âge de 7 ans. Les os de la voûte crânienne sont séparés par des sutures membraneuses : suture frontale ou métopique entre les deux ébauches du futur os frontal, suture coronale entre l'os frontal et le pariétal. À la jonction des principales sutures se situent des espaces membraneux assez lâches, persistants après la naissance : les fontanelles. La plus importante est la fontanelle antérieure située à la jonction entre la suture frontale et les deux sutures coronales. La fermeture précoce des sutures aboutit aux tableaux de crâniosynostoses (environ 1 sur 2500 naissances). La base du crâne ou chondrocrâne dépend d'une ossification enchondrale. Elle est souvent appelée neurocrâne cartilagineux et sa mise en place dépend également des crêtes neurales situées en avant de la notochorde aux environs de la selle turcique. On appelle cette zone le chondrocrâne préchordal. Cette plaque basale fusionne avec du mésoblaste para-axial situé plus en arrière, formant le chondrocrâne chordal. La fusion puis l'ossification de ces zones cartilagineuses aboutissent à la constitution des os de la base du crâne. En avant de la plaque basale, apparaissent sur la ligne médiane quatre zones d'ossification, d'avant en arrière : deux trabeculae cranii et deux cartilages polaires hypophysaires. Ces éléments fourniront le corps du sphénoïde et une partie de l'ethmoïde. Latéralement, deux cartilages vont se former, une aile orbitaire entourant le

nerf optique et devenant la petite aile du sphénoïde et une aile temporale devenant la grande aile du même os. Cette ossification chondrale débute vers la huitième semaine de la vie intra-utérine. On admet qu'au neuvième mois de la vie embryonnaire tous les os sont ossifiés sauf l'ethmoïde^[4].

Le viscérocrâne correspondant aux os de la face dépend des axes cartilagineux des deux premiers arcs branchiaux. Ces arcs branchiaux apparaissent vers la quatrième à la cinquième semaine ; ils sont constitués d'un axe mésenchymateux, colonisé en grande partie par des cellules issues des crêtes neurales et tapissé d'ectoblaste en dehors et d'entoblaste en dedans. Ces arcs sont séparés entre eux par des profonds sillons constituant les poches branchiales ectoblastiques à la surface externe de l'embryon et entoblastiques à l'intérieur. Chaque arc contient une artère, un nerf, un appareil musculaire et un cartilage. Le premier arc correspond à l'arc mandibulaire ayant pour nerf le nerf trijumeau et plus exactement sa branche mandibulaire ; le deuxième arc est l'arc hyoïdien centré par le nerf facial destiné à l'innervation des muscles peauciers, en particulier orbiculaire de l'œil et frontal.

Le premier arc comporte une portion dorsale, le processus maxillaire, qui donnera naissance, par ossification membraneuse, aux os maxillaire, zygomatique et en partie temporal et une portion ventrale ou processus mandibulaire qui donnera entre autre les osselets de l'oreille. Cette ossification est lente et se fait entre le sixième et le neuvième mois de gestation.

À ces arcs s'ajoutent des bourgeons faciaux, centrés autour du stomodeum, constitués de mésoblaste, colonisés par des cellules issues des crêtes neurales. Au départ, ils sont constitués par le bourgeon frontal médian, deux bourgeons maxillaires et deux bourgeons mandibulaires. L'apparition des placodes va modifier ces bourgeons faciaux. En ce qui concerne l'orbite, l'apparition de la placode olfactive vers la cinquième semaine fait naître les bourgeons nasaux interne et externe. Entre le bourgeon nasal externe et le maxillaire se creuse un profond sillon, futur canal lacrymonasal. Dans ce méséctoderme des bourgeons faciaux vont se développer les os propres du nez, une partie de l'os frontal, les os lacrymaux et une partie de l'ethmoïde.

À la fin de la cinquième semaine, l'axe des deux orbites se déplace en avant par développement du processus maxillaire et l'angle entre l'axe des deux orbites est de 160°. À la huitième semaine, les muscles oculomoteurs grandissent vers l'arrière et viennent s'insérer sur le squelette cartilagineux du sphénoïde. L'angle entre les deux orbites diminue encore. Vers le troisième mois, il est de 72°^[4]. L'apparition des dents et le développement des sinus maxillaires aboutissent à une augmentation importante de volume de la face et la mise en place des structures osseuses telles qu'on les rencontre chez l'adulte.

La migration des crêtes neurales se fait par trois vagues à partir des rhombomères. Parmi les huit rhombomères, le premier et le deuxième, R1 et R2 donnent naissance au premier arc et R4 au deuxième arc. Ces rhombomères sont la clé du guidage des axones venant des ganglions de la tête et du cou : ganglion trigéminal pour le nerf trijumeau, géniculé pour le nerf facial. Les rhombomères R3 et R5 ne donnent aucun axone. L'apparition des poches entoblastiques dépend de gènes : *BMP-7*, *F-8*, *PAX-1*. L'entoblaste va envoyer des signaux entoblastiques par des facteurs de transcription, encore dénommés gènes *HOX* qui vont agir sur le mésoblaste. Pour le premier arc, il s'agit du gène *OXT-2* et pour le deuxième le gène *HOXA-2*. Les mauvaises migrations aboutissant à un déficit en cellules neurales dans ces arcs sont responsables des dysostoses mandibulofaciales, en particulier des syndromes de Treacher-Collins et de Pierre Robin. Des anomalies cardiovasculaires sont souvent associées à ces syndromes.

Orientation et mensurations de l'orbite (Fig. 2)

Chez l'homme, probablement du fait du passage à la position érigée, la cavité orbitaire est orientée en avant et en dehors. Les quatre parois orbitaires n'ont pas la même orientation : la paroi médiale est antéropostérieure dans un plan sagittal alors que la paroi latérale est orientée obliquement en avant et en dehors. La paroi supérieure est oblique en bas et en arrière alors que la paroi inférieure est oblique en haut et en arrière, ces quatre parois

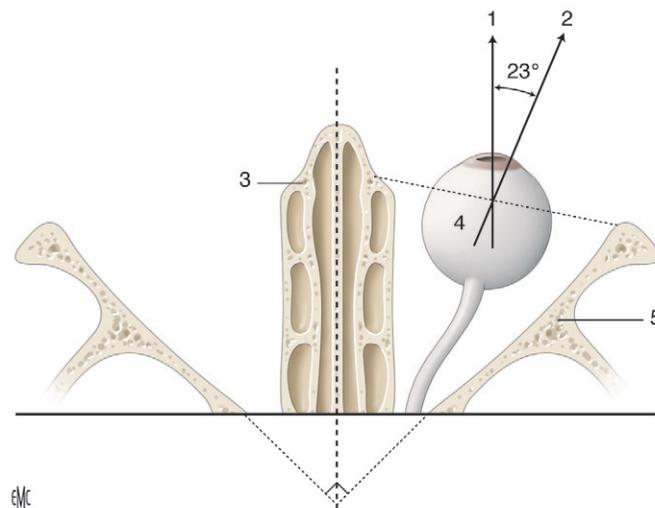


Figure 2. Orientation de l'orbite. 1. Axe visuel ; 2. axe orbitaire ; 3. paroi médiale ; 4. globe oculaire ; 5. paroi latérale.

convergeant en arrière pour former le sommet de l'orbite. Les prolongations des deux parois latérales se coupent à angle droit au niveau du bord supérieur de la selle turcique. L'axe orbitaire est oblique en avant et en dehors, formant avec l'axe visuel strictement antéropostérieur un angle de 23° . Cet angle conditionne les mouvements réalisés lors de la contraction des muscles oculomoteurs et joue un rôle très important dans l'oculomotricité et la vision binoculaire.

Du fait de cette orientation, l'orbite osseuse ne joue pas totalement son rôle de protection du contenu orbitaire. En effet, une ligne tangente passant par les deux bords orbitaires médial et latéral coupe la partie antérieure du bulbe de l'œil. Celui-ci est particulièrement à découvert au niveau de son secteur temporal en avant du bord orbitaire latéral. Pour Ozgen [5], cette ligne coupe le globe oculaire au niveau de l'iris, 3,8 mm en arrière de la cornée. Une ligne tangente passant par les bords supérieur et inférieur de l'orbite osseuse est tangente à la cornée [6].

Classiquement, la profondeur moyenne de l'orbite est de 45 mm, comprise entre 42 et 50 mm. Pour Rouvière [7], l'orifice antérieur ou base de l'orbite mesure 40 mm de large et 35 mm de haut. La distance séparant les deux orbites l'une de l'autre ou espace intercanthal est de 27 à 33 mm chez l'adulte, alors que la distance intercanthale externe entre les deux reliefs osseux orbitaires latéraux varie de 110 à 125 mm. Cette distance est mesurable avec un exophtalmomètre type Hertel. De nombreuses variations existent en fonction du sexe et de la race. Du fait de l'importance du volume orbitaire et de son contenu dans certaines chirurgies, en particulier les décompressions orbitaires, de nombreux travaux récents ont essayé d'estimer le volume orbitaire, le plus souvent à partir de données radiographiques. Detorakis [6], dans une étude portant sur 46 patients examinés en imagerie par résonance magnétique (IRM) retrouve un volume orbitaire estimé à $30,28 \text{ mm}^3$ chez l'homme et $26,16 \text{ mm}^3$ chez la femme, un volume oculaire de 6,64 chez l'homme et 5,56 chez la femme, et un volume orbitaire effectif correspondant au volume orbitaire sans le bulbe oculaire de $23,65 \text{ mm}^3$ chez l'homme et $20,59 \text{ mm}^3$ chez la femme. Pour lui, il n'y a pas de différence significative entre les côtés droits et gauches.

De la même manière Kwon [8] dans une étude utilisant le scanner à rayons X, a calculé sur 30 orbites, un volume orbitaire moyen de $25,6 \pm 2,4 \text{ mm}^3$ sur les coupes axiales et de $23,8 \pm 2,9 \text{ mm}^3$ sur les coupes coronales.

La radiographie a permis de mettre en évidence les modifications osseuses liées à l'âge. D'après Richard [9] à partir de la comparaison de 100 scanners à rayons X réalisés chez 50 sujets jeunes et 50 sujets âgés, le frontal avancerait avec l'âge en avant et en bas, le maxillaire lui, se rétracterait en arrière et en haut amenant une rotation de la face autour du globe oculaire ; ces modifications seraient plus importantes chez la femme.

De même, Kamer [10] dans une étude portant sur 140 orbites examinées par IRM, note un volume orbitaire supérieur de 2,4 ml en moyenne chez l'homme par rapport à la femme, sans différence de côté. Pour lui, le volume orbitaire moyen est de $26,8 \text{ mm}^3$ chez l'homme et $24,4 \text{ mm}^3$ chez la femme avec des extrêmes allant chez l'homme de 20,6 à 33,4 et chez la femme de 18,9 à 29,3. De même, il note un volume du bulbe de l'œil plus important chez l'homme, $8,2 \text{ mm}^3$ contre $7,9 \text{ mm}^3$ chez la femme.

Abed [11], étudiant 47 orbites d'origine caucasienne, établit les mensurations suivantes : le canal optique se situe à 10,22 mm en moyenne de l'extrémité latérale de la fissure orbitaire supérieure, à 29,56 mm de l'extrémité latérale de la fissure orbitaire inférieure et à 21,65 mm du foramen ethmoïdal antérieur. De même, il situe le foramen ethmoïdal antérieur à 24,27 mm en moyenne de l'extrémité latérale de la fissure orbitaire supérieure et à 31,93 mm de l'extrémité latérale de la fissure orbitaire inférieure. La distance entre les extrémités latérales des fissures orbitaires supérieure et inférieure est en moyenne de 27,7 mm. Enfin, le bord orbitaire inférieur se situe en moyenne à 39,23 mm de l'extrémité latérale de la fissure orbitaire supérieure, à 17,11 mm de l'extrémité latérale de la fissure orbitaire inférieure et à 18,94 mm du foramen ethmoïdal antérieur.

Anatomie descriptive et rapports

Orbite osseuse

“ Point important

L'orbite osseuse représente un espace fermé sauf en avant, ce qui explique que tout processus à l'intérieur de l'orbite va pousser le globe oculaire vers l'avant, responsable d'une exophtalmie.

Parois (Fig. 3, 4)

Les parois orbitaires sont caractérisées pour trois d'entre elles par leur rapport avec les cavités sinusiennes de la face et leur extrême finesse. Seule la paroi latérale dans sa partie antérieure est extrêmement solide. La paroi supérieure et la partie postérieure de la paroi latérale sont en rapport avec la cavité endocrânienne et donc l'hémisphère cérébral.

Paroi supérieure. Encore dénommée plafond de l'orbite, elle est triangulaire à base antérieure, constituée par deux os : la face exocrânienne de la lame horizontale de l'os frontal en avant et la face inférieure de la petite aile de l'os sphénoïde en arrière.

Ces deux os sont unis par la suture sphénofrontale. Assez mince, surtout chez le sujet âgé et dans sa partie antérieure correspondant à la lame horizontale de l'os frontal, elle sépare la cavité orbitaire de la fosse crâniale antérieure et du sinus frontal en avant. Au niveau de la fosse crâniale antérieure, on trouve le lobe frontal de l'hémisphère cérébral. Le sinus frontal en avant est creusé dans l'os frontal. Son développement est assez tardif, rarement avant l'âge de 7 ans. Ce sinus est plus ou moins développé selon les individus. Il est parfois extrêmement développé, parfois petit, souvent asymétrique. Dans une étude radiologique récente [12] portant sur 101 patients, des anomalies du sinus frontal ont été notées chez 23 patients dont cinq cas d'aplasie sinusale bilatérale, quatre cas d'aplasie sinusale droite, sept cas de sinus tripartite, cinq cas avec des bosses frontales et deux cas de pneumatisation étendue. Globalement, cela représente 22,7 % d'anomalies ou de variations morphologiques des sinus frontaux. Ces variations doivent être connues avant toute chirurgie au niveau de la région supérieure de l'orbite. L'imagerie actuelle permet de bien visualiser ces sinus. Ce sinus frontal se draine par un canal nasofrontal qui s'ouvre au niveau du méat moyen de la cavité nasale.

Fortement concave dans sa partie antérieure, cette paroi supérieure forme les fosses orbitaires correspondant sur le versant crânien aux bosses orbitaires où repose le lobe frontal de

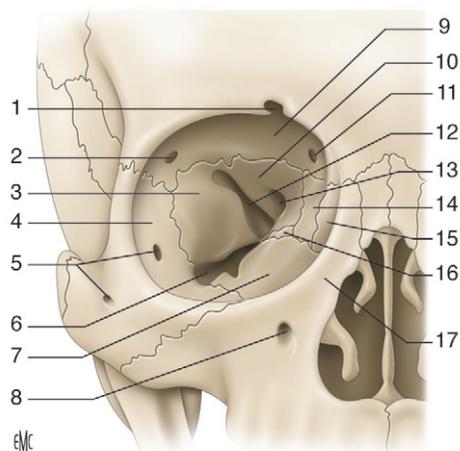


Figure 3. Parois orbitaires. 1. Échancrure supraorbitaire; 2. fosse de la glande lacrymale; 3. os sphénoïde : grande aile; 4. os zygomatique; 5. foramen zygomatique orbitaire; 6. fissure orbitaire inférieure; 7. os maxillaire; 8. foramen infraorbitaire; 9. os frontal; 10. os sphénoïde : petite aile; 11. fossette trochléaire; 12. fissure orbitaire supérieure; 13. canal optique; 14. os ethmoïde (lamelle orbitaire); 15. os lacrymal; 16. os palatin (processus orbitaire); 17. processus frontal de l'os maxillaire.



Figure 4. Orbite osseuse de face avec ses quatre parois.

l'hémisphère qui se moule sur cette convexité. En avant, on trouve en dehors la fosse lacrymale où se positionne la glande lacrymale orbitaire et en dedans la fossette trochléaire présentant parfois une épine osseuse : l'épine trochléaire où s'insère la trochlée du muscle oblique supérieur.

Sur la ligne médiane entre les deux parois supérieures, on trouve la partie supérieure de l'os ethmoïdal avec, au milieu, l'apophyse crista galli et latéralement, à droite comme à gauche, les lames criblées (lames olfactives) percées de très nombreux orifices correspondant au passage des fibres du nerf olfactif amenant vers les bulbes olfactifs, la sensibilité de l'odorat. Ces lames peuvent être lésées lors de la chirurgie lacrymale, avec pour conséquence une fuite de liquide cérébrospinal.

Paroi latérale (Fig. 5). La paroi latérale est triangulaire à base antérieure; elle est constituée par trois os :

- en avant, la facette orbitaire du processus zygomatique de l'os frontal en haut, la face orbitaire de l'os zygomatique en bas ;
- en arrière la face orbitaire de la grande aile de l'os sphénoïde limitant en haut et en bas les deux fissures orbitaires supérieure et inférieure.

Ces trois os sont réunis entre eux par les sutures frontosphénoïdale, frontozygomatique et sphénozygomatique.



Figure 5. Paroi latérale de l'orbite vue de profil. 1. Os frontal; 2. suture frontozygomatique; 3. os zygomatique.

D'un point de vue chirurgical en cas d'orbitopathie dysthyroïdienne, il est possible d'envisager l'ablation de la paroi orbitaire latérale lors d'une décompression osseuse chirurgicale. Goldberg^[13] définit radiologiquement trois zones qu'il dénomme inférieure, sphénoïdale et lacrymale de bas en haut et pour lesquels il estime un volume respectivement de 1,2; 2,9; 1,5 cm³ avec un total de 5,6 cm³.

La grande aile de l'os sphénoïde répond à la fosse temporale en avant et à la fosse crâniale moyenne en arrière. On appelle parfois bord postérieur de la paroi latérale cette zone de transition. L'ablation de cette paroi en arrière de cette zone expose à un risque d'ouverture endocrânienne et de fuite de liquide cérébrospinal.

Kakizaki^[14] a mesuré, sur 27 orbites d'origine asiatique, la situation de ce bord postérieur de la paroi latérale par rapport au bord orbitaire latéral. Il trouve une distance de 32,9 mm à droite et 32,7 mm à gauche. En profondeur, ce bord se situe à 17,6 mm à droite et à 17,3 mm à gauche. Cette zone est toujours très fine.

De même Kakizaki^[15] décrit le bord supérieur de la paroi latérale orbitaire comme parallèle au plafond orbitaire dans sa partie antérieure puis devenant perpendiculaire en arrière lorsque le plafond orbitaire s'incurve vers le bas.

Relativement solide, c'est la seule paroi qui ne soit pas en rapport direct avec les cavités sinusiennes. En avant, elle répond à la fosse temporale contenant la partie antérieure du muscle temporal, muscle masticateur recouvert de son fascia : le fascia temporal. Ce muscle strié s'insère sur la ligne temporale inférieure et, en dessous d'elle, sur la partie squameuse de l'os temporal, la partie inférieure de l'os pariétal, la face temporale de la grande aile de l'os sphénoïde, la face temporale de l'os frontal, et parfois la face temporale de l'os zygomatique. Triangulaire, orienté en bas et en avant, il se termine sur le processus coronoïde de la mandibule. Il est innervé par le nerf mandibulaire, branche du nerf trijumeau. Ce nerf donne trois branches : les nerfs temporaux profonds antérieur, moyen, et postérieur, qui traversent la fosse infratemporale et abordent le muscle par sa face profonde. Ils ne peuvent donc être lésés en cas de prélèvement du fascia. Le fascia temporal recouvre ce muscle. Il est tendu du bord supérieur de l'arcade zygomatique à la ligne temporale supérieure. Ce fascia est solide, nacré et peut être utilisé dans certaines chirurgies orbitopalpébrales, comme celle du ptosis.

En arrière, la paroi latérale répond à la fosse crâniale moyenne où repose le lobe temporal de l'hémisphère cérébral. Au niveau de cette fosse crâniale moyenne chemine l'artère méningée moyenne issue de l'artère maxillaire, branche terminale de l'artère carotide externe^[16].

Au niveau de cette paroi latérale, en général assez près du bord latéral de l'orbite, on trouve l'orifice d'un canal en Y : le foramen zygomatico-orbitaire contenant les vaisseaux zygomatico-orbitaires et le rameau zygomatico-orbitaire, branche



Figure 6. Paroi inférieure de l'orbite. On voit très bien la fissure orbitaire inférieure. 1. Grande aile de l'os sphénoïde; 2. os maxillaire.

du nerf zygomatique (temporomalaire). Ce canal s'ouvre par deux orifices : l'un situé sur la face latérale de l'os zygomatique, l'autre sur la face temporale de l'apophyse orbitaire du même os, près de son bord antérieur.

Paroi inférieure (Fig. 6). Également triangulaire à base antérieure, la paroi inférieure n'existe qu'à la partie antérieure de l'orbite. Oblique en arrière et en haut, elle est constituée de trois os : la face orbitaire de l'os zygomatique en avant en dehors, la face orbitaire du maxillaire en avant et en dedans, enfin, tout à fait en arrière, le processus orbitaire du palatin. Ces trois os sont réunis par deux sutures zygomatocomaxillaire en avant et palato-maxillaire en arrière. Elle forme le plancher de l'orbite (Fig. 7).

Limitée en arrière et en dehors par la fissure orbitaire inférieure, cette paroi est parcourue par le sillon infraorbitaire, oblique en avant et en dedans. Ce sillon naissant au niveau de la fissure orbitaire inférieure se transforme en canal infraorbitaire à la partie antérieure de la paroi inférieure et vient s'ouvrir sous le bord infraorbitaire au niveau du foramen infraorbitaire. Ce

sillon et ce canal contiennent le pédicule infraorbitaire : artère infra-orbitaire, branche collatérale de l'artère maxillaire, veine infraorbitaire et le nerf maxillaire, deuxième branche du nerf trijumeau devenant le nerf infraorbitaire au niveau du foramen. Ce nerf donne des rameaux palpébraux ascendants, des rameaux nasaux et des rameaux labiaux supérieurs. Au niveau du sillon et du canal infraorbitaire, le nerf maxillaire donne naissance aux rameaux alvéolaires supérieurs : postérieurs, moyen et antérieurs, qui vont innerver les dents, en particulier la canine, les incisives et la première prémolaire de l'hémimaxillaire correspondant par le biais d'un plexus dentaire complexe^[17]. On comprend ainsi qu'une lésion du plancher de l'orbite avec atteinte du nerf puisse être responsable d'une hypcsthésie jugale et labiale et également de troubles trophiques dentaires.

En avant, la paroi inférieure sépare l'orbite du sinus maxillaire, volumineux sinus creusé dans l'épaisseur même de l'os maxillaire, s'ouvrant dans la cavité nasale au niveau du méat nasal moyen par un hiatus : le hiatus maxillaire comblé en partie par le processus unciforme de l'os ethmoïde, par le cornet nasal inférieur et la muqueuse recouvrant ces structures. À ce niveau, la paroi inférieure de l'orbite constituant le plafond du sinus maxillaire est particulièrement fine et les fractures du plancher de l'orbite sont particulièrement fréquentes lors de traumatisme orbital. En arrière, la paroi inférieure répond à la fosse ptérygopalatine au niveau de la fissure orbitaire inférieure.

Paroi médiale (Fig. 8). Située dans un plan sagittal, elle est quadrilatère. Quatre os participent à sa constitution :

- d'avant en arrière : la face latérale du processus frontal du maxillaire, en arrière de la crête lacrymale antérieure ;
- la face latérale de l'os lacrymal présentant la crête lacrymale postérieure (Fig. 9) ;
- la lame orbitaire de l'ethmoïde, formée par la face latérale de sa masse latérale, encore dénommée os planum ou lame papyracée (Fig. 10) ;
- enfin la partie toute antérieure de la face latérale du corps de l'os sphénoïde.

Ces quatre os sont réunis par des sutures verticales : les sutures lacrymomaxillaire, lacrymoethmoïdale et sphénoethmoïdale.

Les crêtes lacrymales antérieure et postérieure limitent une fosse convexe en dedans contenant le sac lacrymal : la fosse du sac lacrymal. La crête lacrymale postérieure se termine en bas par une apophyse en forme de crochet : le hamulus lacrymalis qui

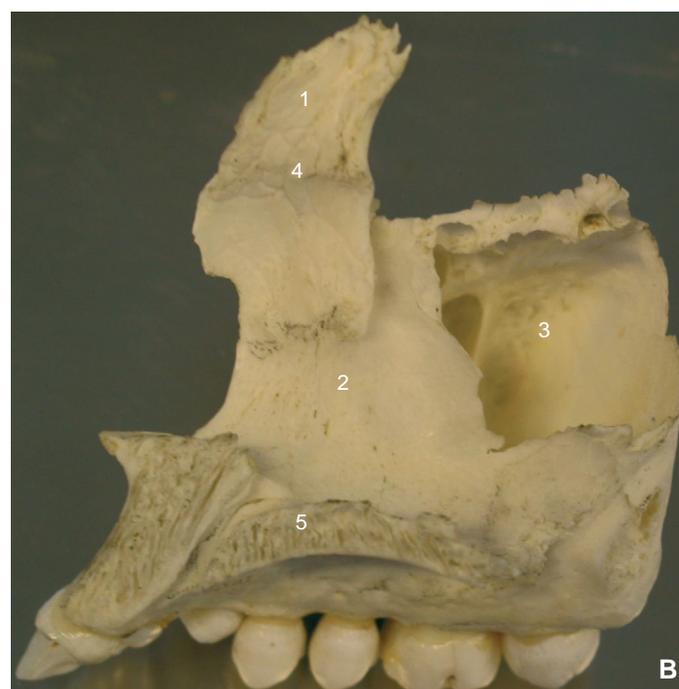
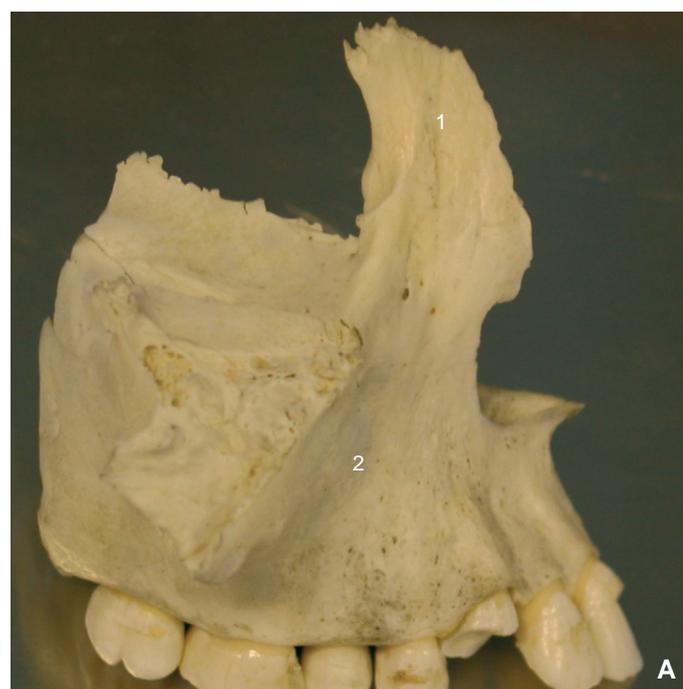


Figure 7. Os maxillaire. 1. Processus frontal de l'os maxillaire; 2. corps de l'os maxillaire; 3. sinus maxillaire; 4. crête turbinaire supérieure; 5. palais osseux.
A. Face latérale.
B. Face médiale.



Figure 8. Paroi médiale de l'orbite dans sa partie antérieure. 1. Crête lacrymale postérieure; 2. crête lacrymale antérieure; 3. fosse du sac lacrymal; 4. orifice supérieur du canal lacrymonasal.

limite avec le bord supérieur de l'os maxillaire l'orifice supérieur du canal lacrymonasal. Sur les crêtes lacrymales s'insèrent les différents faisceaux du muscle orbiculaire de l'œil, en particulier les faisceaux de sa portion préatarsale: les faisceaux superficiels formant le faisceau antérieur du ligament palpébral médial, tendon blanc nacré et les faisceaux profonds constituant le muscle de Duverney-Horner^[18,19], correspondant au faisceau postérieur du ligament palpébral médial. Ces deux faisceaux, antérieur et postérieur du ligament palpébral médial, insérés respectivement sur la crête lacrymale antérieure et la crête lacrymale postérieure, limitent un espace triangulaire correspondant à la fosse du sac lacrymal: l'espace lacrymal. Le faisceau antérieur du ligament palpébral médial est un repère fondamental dans la

dacryocystorhinostomie par voie externe. À la limite supérieure, à la jonction avec la paroi supérieure, on trouve les foramen ethmoïdaux (cf. plus loin). La paroi médiale sépare l'orbite des cavités nasales en avant et des cellules constituant les sinus ethmoïdaux puis le sinus sphénoïdal plus en arrière. Sur la face latérale du corps du sphénoïde s'insère l'anneau tendineux commun (de Zinn), tendon d'insertion commun aux quatre muscles droits oculomoteurs.

Hormis la partie antérieure correspondant à l'os maxillaire, la paroi médiale de l'orbite est extrêmement fine, se cassant facilement chirurgicalement au niveau de l'os lacrymal dans les dacryocystorhinostomies et au niveau de l'ethmoïde dans les décompressions orbitaires. Les cellules ethmoïdales creusées dans la masse latérale de l'ethmoïde présentent un développement plus ou moins important selon les individus, notamment vers l'avant, la cellule ethmoïdale la plus antérieure pouvant se projeter en regard de la fosse du sac lacrymal. De même, l'insertion antérieure du cornet moyen au niveau de la paroi latérale de la cavité nasale, peut être plus ou moins antérieure et se projeter au niveau de la zone de stomie osseuse lors d'une dacryocystorhinostomie.

Ainsi, trois des quatre parois orbitaires sont en rapport avec une cavité sinusienne. L'ouverture d'une cavité sinusienne dans l'orbite lors d'un traumatisme ou d'un acte chirurgical peut entraîner un passage d'air dans l'orbite avec pneumorbite et également un risque infectieux certain.

Bords ou angles de l'orbite

Les quatre parois orbitaires sont réunies entre elles par des bords mous, les unissant deux à deux.

Bord supéromédial. Compris entre les parois supérieure et médiale, il est formé d'avant en arrière par les sutures frontomaxillaire, frontolacrymale et frontoethmoïdale. L'os lacrymal remontant moins haut que l'ethmoïde et le frontal, la suture frontolacrymale se trouve plus bas située et l'os frontal forme à ce niveau une apophyse: l'apophyse orbitaire médiale.

Au niveau de la suture frontoethmoïdale se trouvent les foramen ethmoïdaux antérieur et postérieur. Ces deux foramens se trouvent à la partie supérieure du labyrinthe ethmoïdal et à l'aplomb de la lame criblée de l'ethmoïde. Ce sont donc des repères chirurgicaux importants lors des décompressions orbitaires, car l'effondrement de la paroi médiale au-dessus des foramens ethmoïdaux peut amener une ouverture de la cavité crânienne avec risque de rhinorrhée cérébrospinale.

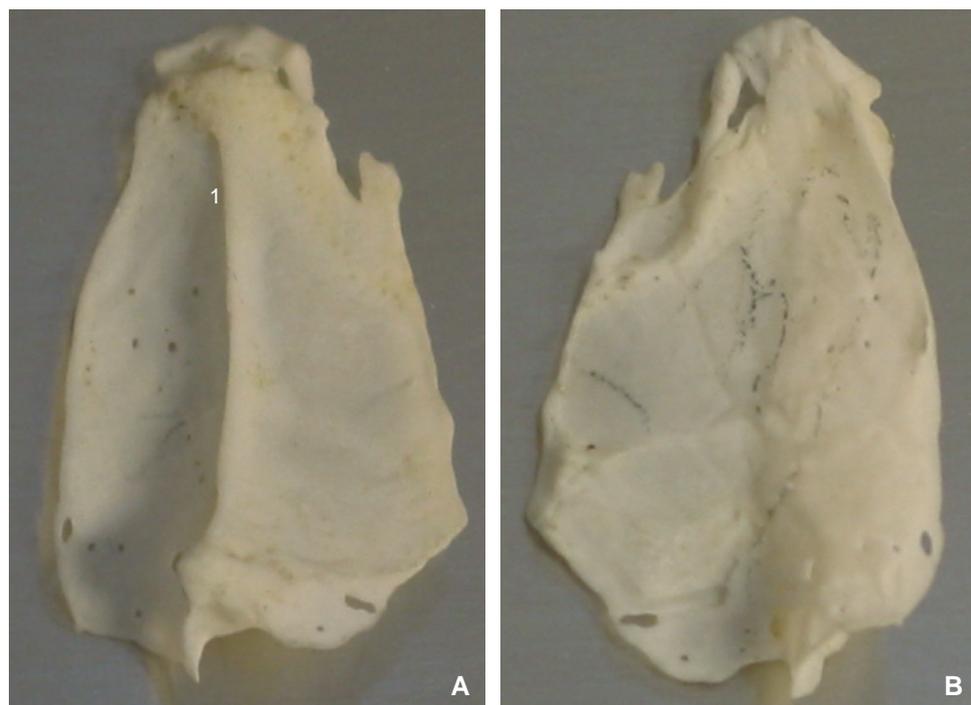


Figure 9. Os lacrymal.

A. Face latérale avec la crête lacrymale postérieure (1).

B. Face médiale entrant dans la constitution de la paroi latérale des fosses nasales.

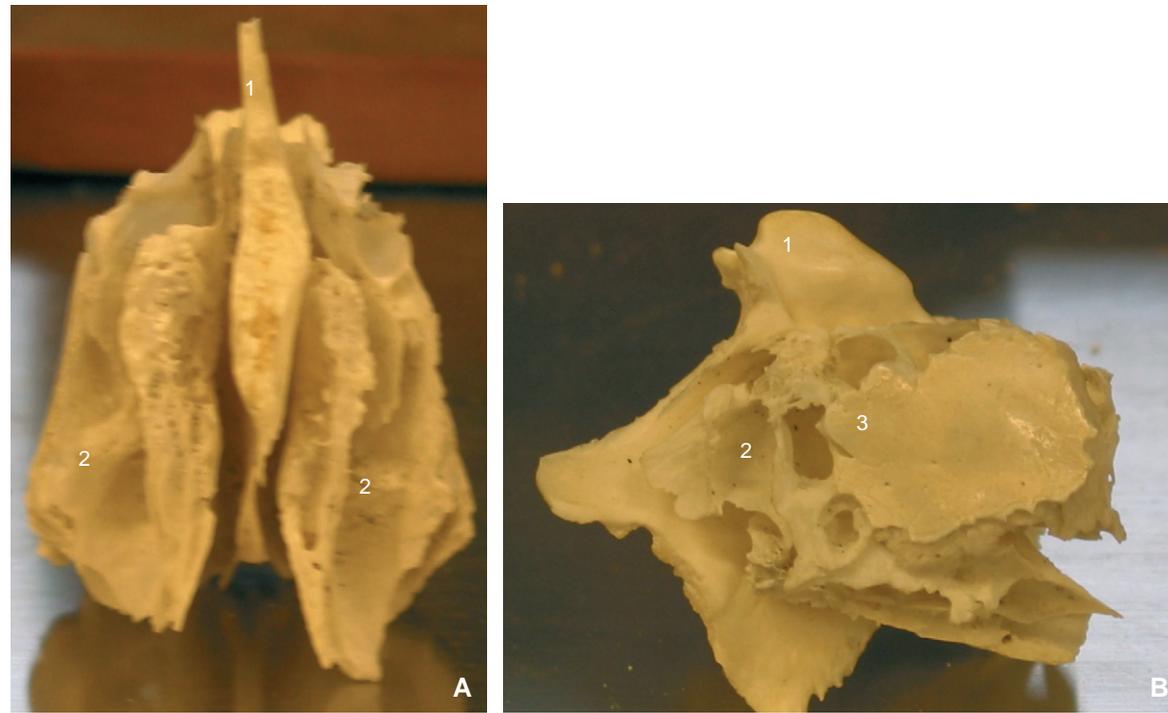


Figure 10. Os ethmoïde. **A.** Vue antérieure montrant la lame verticale de l'os (1) et les deux masses latérales (2).

B. Vue latérale. 1. Apophyse crista galli; 2. masse latérale contenant les cellules ethmoïdales; 3. face latérale entrant dans la constitution de la paroi médiale de l'orbite, encore dénommée os planum.



Figure 11. Orifice supérieur des deux canaux lacrymonasaux.



Figure 12. Partie maxillaire du conduit lacrymonasal qui sera recouverte par l'os lacrymal en haut, le cornet inférieur en bas.

Classiquement, il existe deux foramens ethmoïdaux :

- le foramen ethmoïdal antérieur, situé en moyenne 20 mm en arrière de la trochlée du muscle oblique supérieur^[20] (de 9 à 34 mm, plus souvent de 18 à 22 avec une moyenne de 19,8 mm). Il contient l'artère ethmoïdale antérieure, branche de l'artère ophtalmique, et le nerf ethmoïdal antérieur, branche terminale du nerf nasociliaire. Artère et nerf cheminent ensuite dans le sillon ethmoïdal antérieur pour gagner la cavité nasale. L'abord du foramen ethmoïdal antérieur peut être indiqué en cas d'épistaxis incontrôlable. Pour Kirchner^[21], le foramen antérieur est situé de 14 à 18 mm en arrière du bord orbitaire ; pour Caliot^[22] de 11 à 32 mm en arrière de ce bord ;
- le foramen postérieur, situé en moyenne 15 mm en arrière de l'antérieur (de 16 à 42 mm en arrière du bord orbitaire pour Caliot^[22]), livre passage à l'artère ethmoïdale postérieure, branche de l'artère ophtalmique, inconstante et au nerf ethmoïdal postérieur, encore dénommé nerf sphénoethmoïdal de Luschka, branche collatérale du nerf nasociliaire. Là encore, artère et nerf vont gagner la cavité nasale par le sillon ethmoïdal postérieur. Cheng^[23], sur une étude de 194 orbites, notait que le foramen ethmoïdal antérieur était au-dessus de la suture

frontoethmoïdale dans 56 cas, soit 29 %, alors que ce serait le cas seulement chez 3,7 % des sujets nord-américains. De même, il retrouvait un foramen ethmoïdal postérieur au-dessus de la suture frontoethmoïdale dans quatre cas, soit 2,1 % des crânes. Il notait également que le foramen ethmoïdal postérieur se situait en moyenne à 35,56 mm en arrière de la crête lacrymale antérieure avec une distance minimale retrouvée de 27,47 mm. Enfin, il notait l'existence d'un troisième foramen ethmoïdal dit moyen dans 39,9 % des orbites et même un quatrième sur deux crânes. Il n'y avait pas de différence selon le côté et le sexe.

De même Takahashi^[24] décrit un foramen ethmoïdal accessoire dans 18 orbites sur 54 d'origine japonaise (33,3 %). Dans un cas, il s'agissait même de deux foramens accessoires. Pour lui, la distance séparant la crête lacrymale antérieure du foramen ethmoïdal antérieur était de 19,6 mm, du foramen postérieur de 33,5 mm, du canal optique, de 51,9 mm. Les foramens ethmoïdaux accessoires étaient situés à 29,8 mm en arrière de cette crête. D'après cet auteur, ces foramens accessoires contiennent des artères de type ethmoïdal qui peuvent être lésées lors de l'abord de la paroi médiale de l'orbite.



Figure 13. Une sonde est introduite dans le canal lacrymonasal. On la voit sous le cornet inférieur dans le méat inférieur.

Enfin, en hauteur, la distance séparant la fosse crânienne antérieure de l'angle supéromédial de l'orbite est variable, mais peut être faible, de l'ordre de 3 mm, voire moins^[25], ce qui explique la possibilité de fuite de liquide cébrospinal au cours des dacryocystorhinostomies.

Bord inféromédial. Situé entre les parois médiale et inférieure, il débute en avant au niveau de l'orifice supérieur du canal lacrymonasal et est constitué d'avant en arrière par les sutures lacrymomaxillaire, ethmoïdomaxillaire et sphéno-palatine. Le canal lacrymonasal est limité par le bord supérieur du maxillaire et la partie inférieure de la crête lacrymale postérieure, formant un crochet : le hamulus lacrymalis. Ce canal descend obliquement en arrière, en dedans et en bas et s'ouvre dans le méat inférieur de la cavité nasale, sous le cornet inférieur (Fig. 11 à 13). Chirurgicalement, ce bord inféromédial est extrêmement solide et correspond à ce que l'on dénomme le « Strut » qui doit ou non, selon les auteurs, être retiré lors des décompressions orbitaires des deux parois inférieure et médiale.

Juste en dehors de l'orifice supérieur du canal lacrymonasal, se trouve l'insertion du muscle oblique inférieur. D'après Lang^[26] cette insertion se situe 1,54 mm en moyenne en dehors du canal et seulement 0,47 mm en arrière du bord orbitaire inférieur.

À partir d'une étude portant sur 57 orbites, Takahashi^[27] détermine le diamètre moyen de l'orifice du canal lacrymonasal : le diamètre antéropostérieur moyen est de 6,9 mm (6,8 chez l'homme et 7,2 chez la femme) et le diamètre transverse moyen est de 5,7 mm, nettement plus petit chez la femme (5 mm) que chez l'homme (6,1 mm).

Bord inférolatéral. Séparant les parois inférieure et latérale, il comporte deux parties : en arrière, c'est la fissure orbitaire inférieure comprise entre la grande aile de l'os sphénoïde en haut et la face orbitaire du maxillaire en bas. En avant, il se poursuit au niveau de la face orbitaire de l'os zygomatique.

La fissure orbitaire inférieure, encore dénommée fente sphéno-maxillaire, est plus large en avant qu'en arrière. Dirigée obliquement en avant et en dehors, elle est limitée en avant par la face orbitaire de l'os zygomatique et présente sur son versant inférieur une saillie osseuse : l'épine malaire appartenant à l'os maxillaire. À l'union de son tiers antérieur et de ses deux tiers postérieurs débute le sillon infraorbitaire.

Fermée par le périoste orbitaire, elle sépare l'orbite de la fosse ptérygopalatine située au-dessous, dans laquelle se trouvent l'artère et le nerf maxillaires.

Bord supérolatéral. En arrière, le bord supérolatéral est constitué par la fissure orbitaire supérieure (ancienne fente sphénoïdale) située entre la petite et grande ailes de l'os sphénoïde. En avant, il se poursuit sans limite nette sur l'os frontal.

La fissure orbitaire supérieure en forme de poire ou de virgule, à grosse extrémité inféromédiale, est située en haut, la face inférieure de la petite aile de l'os sphénoïde, en bas le bord supérieur de la face orbitaire de la grande aile de cet os, en dehors l'os frontal interposé entre les deux ailes et en dedans la face latérale du corps du sphénoïde.

Oblique en haut, en avant et en dehors, longue de 2 cm, large d'environ 9 mm dans sa partie médiale, elle met en communication l'orbite avec la fosse crânienne moyenne et constitue la paroi antérieure du sinus caverneux.

Elle comporte deux parties, une partie médiale large et une partie latérale effilée fermée par le périoste orbitaire.

Sur le corps de l'os sphénoïde, sous l'orifice orbitaire du canal optique et juste en dedans de l'extrémité médiale de la fissure, se trouve le tubercule sous-optique sur lequel s'insère l'anneau tendineux commun de Zinn. Ce tendon court se divise rapidement en quatre bandelettes : deux simples : les bandelettes inférieures, inférolatérale et inféromédiale et deux en forme d'anneau avec un orifice central, les bandelettes supérieures, supérolatérale et supéromédiale. La bandelette supéromédiale est traversée par les éléments issus du canal optique : nerf optique et artère ophtalmique. La bandelette supérolatérale constitue l'anneau de Zinn.

De nombreux éléments vont traverser la fissure orbitaire supérieure. Certains vont ensuite passer dans l'anneau de Zinn et se retrouveront intraconiques, à l'intérieur du cône fasciomusculaire constitué par les quatre muscles droits et leurs fascias, d'autres ne traverseront pas l'anneau de Zinn et resteront extraconiques.

Les éléments qui traversent la fissure orbitaire supérieure puis l'anneau de Zinn sont : la branche supérieure du nerf oculomoteur en haut et sa branche inférieure en bas (III), le nerf abducens (VI) en dehors, le nerf nasociliaire en dedans, la racine sympathique du ganglion ciliaire au centre, enfin la veine ophtalmique moyenne inconstante. Les éléments qui traversent la fissure orbitaire supérieure sans passer ensuite dans l'anneau de Zinn sont : les nerfs lacrymal et frontal, branches du nerf ophtalmique (V) et le nerf trochléaire (IV), respectivement situés de dehors en dedans dans la partie supérieure étroite de la fissure. Ils accompagnent les veines ophtalmiques supérieure et inférieure.

Orifice antérieur ou base de l'orbite

Correspondant au bord de l'orbite, cette base est grossièrement quadrilatère, ouverte en anneau de clef à sa partie médiale, entre les deux crêtes lacrymales antérieure et postérieure (Fig. 14).

Elle est constituée successivement par : en haut l'arcade orbitaire du frontal, mousse dans sa partie médiale, saillante dans sa partie latérale, présentant le foramen supraorbitaire et l'incisure frontale, en dehors le bord du processus zygomatique du frontal en haut et le bord supéromédial de l'os zygomatique en bas, réunis par la suture frontozygomatique. Un centimètre au-dessous de cette suture, et légèrement en retrait par rapport au bord orbitaire, se trouve le tubercule de Whitnall où s'insère le ligament palpébral latéral. Ce ligament s'insère en moyenne 10,24 mm en dessous de la suture frontozygomatique (entre 5 et 15 mm) d'après Rosenstein^[28]. En bas ce bord se poursuit au niveau du bord de l'os zygomatique en dehors, du bord de l'os maxillaire en dedans, enfin en dedans le bord est ouvert entre les deux crêtes lacrymales antérieure, appartenant à l'os maxillaire, et postérieure, appartenant à l'os lacrymal.

Situé au tiers médial du bord orbitaire supérieur, le foramen supraorbitaire est parfois transformé en un véritable canal par un pont osseux (Fig. 15). L'artère supraorbitaire, branche de l'artère ophtalmique et le nerf supraorbitaire, branche terminale du nerf frontal, traversent ce foramen. Webster sur 108 orbites osseuses retrouve un véritable canal de façon bilatérale dans 20,93 % des cas et unilatérale dans 25 % des cas^[29]. En dedans, de façon inconstante, sur le bord orbitaire supérieur, on peut noter une petite incisure : l'incisure frontale marquée par le passage du nerf supra-trochléaire, branche terminale du nerf frontal. Ces deux branches terminales du nerf frontal transportent l'innervation sensitive du front.



Figure 14. Orifice antérieur ou base de l'orbite.



Figure 15. Les deux foramens supraorbitaires sont transformés sur ce crâne osseux en deux canaux fermés.

Le foramen infraorbitaire est situé en dessous du bord infraorbitaire, à la verticale du foramen supraorbitaire. Il contient l'artère infraorbitaire, branche de l'artère maxillaire, la veine infraorbitaire et le nerf infraorbitaire, branche terminale du nerf maxillaire, deuxième branche du nerf trijumeau (V).

La position du foramen infraorbitaire se situe d'après Takahashi^[30] à une distance horizontale en moyenne de 4,9 mm par rapport à la verticale passant par le bord latéral de l'aile nasale, avec des variations allant de 5,2 mm chez l'homme à 4,4 mm chez la femme. Pour lui, le diamètre transverse moyen du foramen est de 5,5 mm.

La suture frontozygomatique est extrêmement solide et correspond à la jonction entre le crâne et la face. Elle peut, lors de traumatisme violent, se fracturer; il y a alors une dysjonction crâniofaciale telle qu'on peut les voir dans les fractures de Lefort.

Sur ce bord orbitaire s'insère le septum orbitaire, fine lame fibreuse s'étendant jusqu'au bord périphérique des tarses supérieur et inférieur. Médialement, son insertion se fait sur la crête lacrymale postérieure puis elle suit le bord orbitaire supérieur, passe en avant du tubercule de Whitnall, puis suit le bord orbitaire inférieur. Au niveau du tarse, son insertion se poursuit en dedans sur le faisceau profond pré tarsal du muscle orbiculaire de l'œil (muscle de Horner) et latéralement sur le raphé palpébral



Figure 16. Apex orbitaire. 1. Fissure orbitaire supérieure; 2. orifice exocrânien du canal optique; 3. fissure orbitaire inférieure.

latéral^[31,32]. Ce septum sépare les paupières en avant de l'orbite en arrière, en particulier du corps adipeux de l'orbite qui peut avec l'âge faire saillie à travers le septum formant des poches palpébrales.

À la partie supérieure le muscle releveur de la paupière supérieure traverse le septum; cette traversée aboutit à la constitution d'adhérences responsables de la formation du pli palpébral supérieur.

Ce bord orbitaire est en rapport direct avec les muscles peuciers qui entourent l'orbite: principalement le muscle orbiculaire de l'œil dans sa partie orbitaire qui tapisse tout le bord orbitaire de façon concentrique et au niveau du sourcil, les muscles frontal, corrugateur du sourcil (ou muscle sourcilier), procerus et abaisseur du sourcil. Tous ces muscles peuciers qui jouent un rôle fondamental dans la mimique et les expressions du visage sont innervés par le nerf facial (VII). Ces structures sont elles-mêmes recouvertes par la peau, en continuité avec celle des paupières et par le sourcil.

Sommet ou apex orbitaire (Fig. 16)

Situé à la partie la plus reculée de l'orbite, au niveau de convergence des quatre parois, il correspond à la partie médiale de la fissure orbitaire supérieure déjà décrite. Légèrement au-dessus et en dedans de cette fissure, se trouve l'orifice exocrânien du canal optique.

Le canal optique est creusé entre les deux racines de la petite aile de l'os sphénoïde et fait communiquer l'orbite avec la fosse crâniale antérieure. Long de 6 à 12 mm, oblique en bas, en avant et en dehors, il est limité par la face inférieure de la racine supérieure de la petite aile du sphénoïde en haut et la face supérieure de sa racine inférieure en bas, la jonction des deux racines en dehors, la face latérale du corps du sphénoïde en dedans. Il est donc en rapport avec le sinus sphénoïdal par où le nerf optique peut être abordé. La paroi médiale de ce canal en rapport avec le sinus sphénoïdal est extrêmement fine^[33] et parfois absente (4%). Ainsi une décompression du nerf optique peut être envisagée par une voie endonasale lors de fracture du canal, d'hématome ou de compression intracanales.

Ce canal comporte deux orifices: un orifice postérieur: endocrânien, ovalaire et un orifice antérieur ou orbitaire, ovalaire à grand axe vertical, large de 5 mm. Dans ce canal on trouve le nerf optique entouré de ses gaines méningées et l'artère ophtalmique qui habituellement croise la face inférieure du nerf obliquement de dedans en dehors à l'intérieur du canal pour se positionner en dehors et sous le nerf optique au niveau de l'orifice orbitaire.

Au-dessus de l'orifice orbitaire du canal optique, directement sur le périoste, viennent s'insérer les muscles releveur de la paupière supérieure et plus en dedans oblique supérieur.

Par le biais du canal optique, l'apex orbitaire est en rapport direct avec la fosse crâniale antérieure et les éléments qui s'y trouvent : partie intracrânienne du nerf optique, et chiasma optique plus en arrière, artère cérébrale antérieure, artère communicante antérieure, et lobe frontal de l'hémisphère cérébral. La fissure orbitaire supérieure correspond, elle, à la paroi antérieure du sinus caverneux contenant des éléments de drainage veineux, notamment issus de l'orbite par les veines ophtalmiques et également l'artère carotide interne qui va perforer le plafond du sinus caverneux avant de donner naissance à l'artère ophtalmique. Il faut y ajouter l'ensemble des nerfs crâniens pénétrant dans l'orbite : les nerfs oculomoteurs : oculomoteur, trochléaire et abducens ainsi que le nerf ophtalmique, branche du nerf trijumeau.

Périoste orbitaire

Le périoste orbitaire tapisse l'ensemble des parois de l'orbite. Membrane fibreuse et mince, on peut toutefois la décoller sauf au niveau des orifices postérieurs : canal optique et fissure orbitaire supérieure. Ce périoste forme un véritable sac limitant le contenu orbitaire et permettant, lors de l'exentération, l'ablation du contenu orbitaire en totalité après section des pédicules ethmoïdaux.

Ce périoste se continue au niveau du canal optique et de la fissure orbitaire supérieure avec la dure-mère, alors qu'il passe en pont au niveau de la fissure orbitaire inférieure. Au voisinage de cette fissure, il est doublé par un muscle lisse : le muscle orbitaire de Müller. En avant, il se continue avec le périoste des os formant le bord orbitaire.

■ Contenu orbitaire

Dans la cavité limitée par l'orbite osseuse, le périoste orbitaire et les paupières en avant, se trouvent de nombreuses structures. La plupart d'entre elles font l'objet de chapitres séparés de l'Encyclopédie médicochirurgicale et ne seront que rapidement évoquées.

Bulbe de l'œil (ou globe oculaire)

Le bulbe de l'œil occupe la partie antérieure de la cavité orbitaire. Long en moyenne, chez le sujet emmétrope, de 24 mm dans son grand axe, il déborde l'orbite en avant. Il est plus proche des parois supérieure et latérale que des deux autres parois orbitaires. Son grand axe, ou axe visuel strictement antéropostérieur forme avec l'axe orbitaire orienté en avant et en dehors, un angle de 23° qui conditionne en grande partie l'oculomotricité. En cas d'énucléation, il doit être remplacé par un implant de 18 à 22 mm de diamètre chez l'adulte.

Nerf optique

Constitué par les axones des cellules ganglionnaires de la rétine, il se forme au niveau du disque (ou papille du nerf optique) et gagne l'orifice exocrânien du canal optique par un trajet en S avec deux courbures : une antérieure convexe latéralement, une postérieure concave latéralement. Son trajet est oblique en arrière et en dedans sur une longueur d'environ 2,5 cm. Il constitue l'axe du cône fasciomusculaire, limité en arrière du bulbe de l'œil par les quatre muscles droits oculomoteurs et leurs fascias respectifs.

Il traverse ensuite le canal optique sur une longueur de 0,6 à 1 cm et gagne la région intracrânienne au niveau de la fosse crânienne antérieure. Cette portion intracrânienne longue d'environ 1 cm est située dans l'espace subarachnoïdien. Le nerf entre en rapport avec la partie cérébrale de l'artère carotide interne et en particulier une de ses branches terminales : l'artère cérébrale antérieure. Les deux nerfs optiques se rejoignent en arrière pour former le chiasma optique en rapport avec le diaphragme de la selle (tente de l'hypophyse) et avec l'infundibulum (tige pituitaire).

Le nerf optique est entouré par ses gaines méningées : dure-mère, arachnoïde et pie-mère. La dure-mère, membrane la plus externe, entoure le nerf optique depuis le disque optique jusqu'à l'orifice intracrânien du canal optique, se divisant au niveau de l'orifice exocrânien en deux feuillets, l'un se poursuivant par le périoste orbitaire, l'autre entourant toujours le nerf optique dans sa portion intracanalalaire, puis se poursuivant avec la dure-mère crânienne. Au niveau de sa portion intracrânienne dans l'espace subarachnoïdien, seule la pie-mère entoure le nerf optique.

Muscles oculomoteurs

“ Point important

Cône fasciomusculaire

Les quatre muscles oculomoteurs droits accompagnés de leurs fascias limitent en arrière du bulbe de l'œil un espace conique : le cône fasciomusculaire contenant l'artère ophtalmique et le nerf optique. Les processus tumoraux situés à l'intérieur du cône sont d'un abord plus difficile que ceux situés à l'extérieur du cône.

Sept muscles striés sont situés dans la cavité orbitaire ; six sont des muscles oculomoteurs :

- quatre muscles droits : supérieur, médial, inférieur et latéral, tendus depuis l'apex orbitaire au niveau de l'anneau de Zinn jusqu'au globe oculaire, formant avec leurs fascias respectifs, un espace conique, le cône fasciomusculaire, séparant un espace intraconique et un espace extraconique (Fig. 17). Ils se terminent en avant dans le globe oculaire en avant de l'équateur ;
- deux muscles obliques : obliques supérieur et inférieur.

Le muscle oblique supérieur naît du périoste de la région de l'apex orbitaire s'insérant au-dessus du tendon de Zinn et se dirigeant tout d'abord de façon antéropostérieure jusqu'à une poulie de réflexion : la trochlée du muscle oblique supérieur. Après son

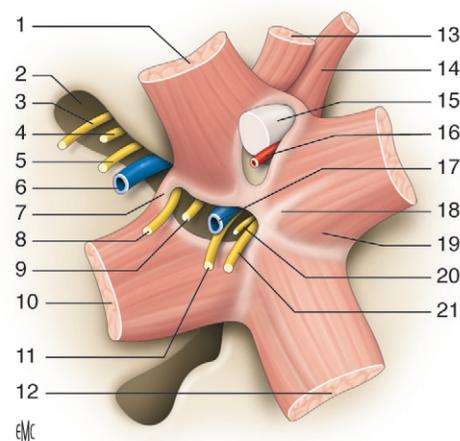


Figure 17. Schéma montrant les insertions des muscles droits sur l'apex orbitaire et les différents éléments vasculonerveux traversant le canal optique et la fissure orbitaire supérieure. 1. Muscle droit supérieur ; 2. fissure orbitaire supérieure ; 3. nerf lacrymal ; 4. nerf frontal ; 5. nerf trochléaire ; 6. veine ophtalmique supérieure ; 7. anneau tendineux commun proprement dit ; 8. nerf abducens ; 9. branche supérieure du nerf oculomoteur ; 10. muscle droit latéral ; 11. branche inférieure du nerf oculomoteur ; 12. muscle droit inférieur ; 13. releveur de la paupière supérieure ; 14. muscle oblique supérieur ; 15. nerf optique ; 16. artère ophtalmique ; 17. veine ophtalmique médiale ; 18. anneau tendineux commun ; 19. muscle droit médial ; 20. racine sympathique du ganglion ciliaire ; 21. nerf nasociliaire.

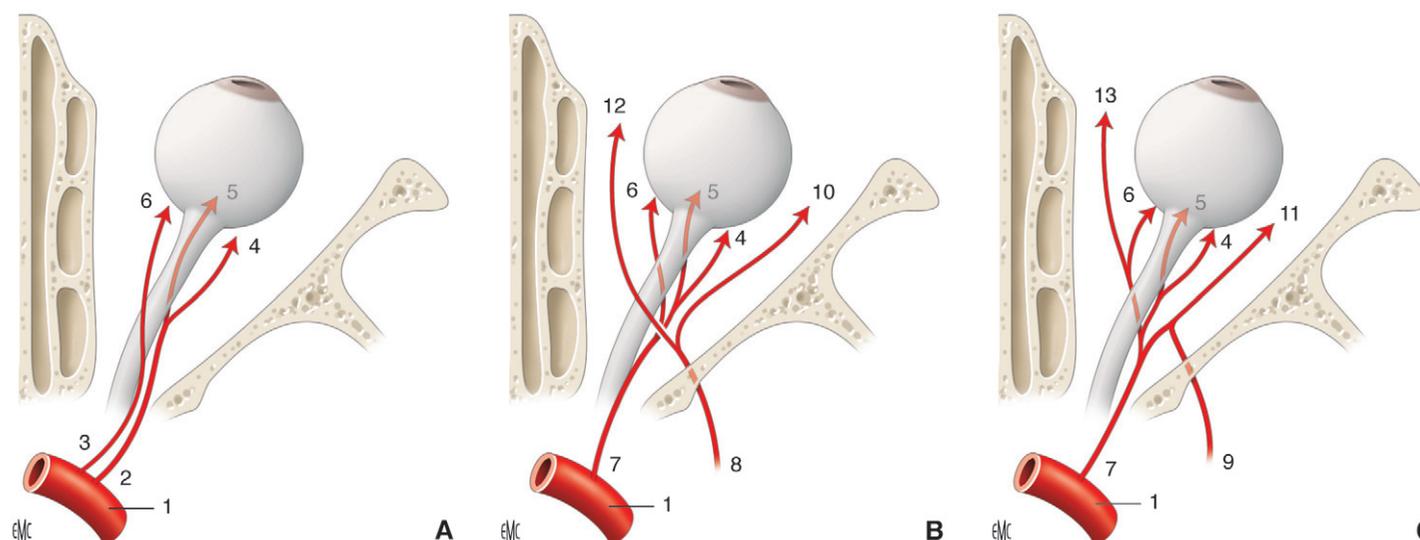


Figure 18. Mise en place embryologique de l'artère ophtalmique. 1. Artère carotide interne ; 2. artère ophtalmique primitive dorsale ; 3. artère ophtalmique primitive ventrale ; 4. artère commune ciliaire temporale ; 5. artère hyaloïdienne (future artère centrale de la rétine) ; 6. artère commune ciliaire nasale ; 7. artère ophtalmique ; 8. branche supraorbitaire de l'artère stapédienne ; 9. artère méningée moyenne ; 10. branche latérale de la branche supraorbitaire ; 11. artère lacrymale ; 12. branche nasociliaire de l'artère supraorbitaire ; 13. partie terminale de l'artère ophtalmique.

A. 18 mm : deux artères ophtalmiques primitives.

B. De 18 à 24 mm : pénétration de la branche supraorbitaire de l'artère stapédienne.

C. Mise en place définitive.

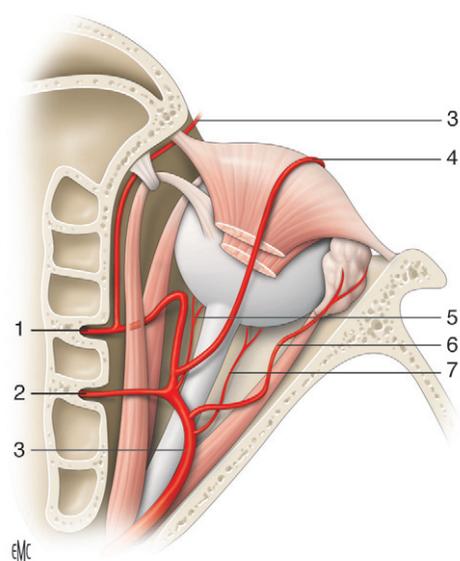


Figure 19. Schéma de l'artère ophtalmique intraorbitaire. 1. Artère ethmoïdale antérieure ; 2. artère ethmoïdale postérieure ; 3. artère ophtalmique ; 4. artère supraorbitaire ; 5. artère ciliaire longue médiale ; 6. artère lacrymale ; 7. artère ciliaire longue latérale.

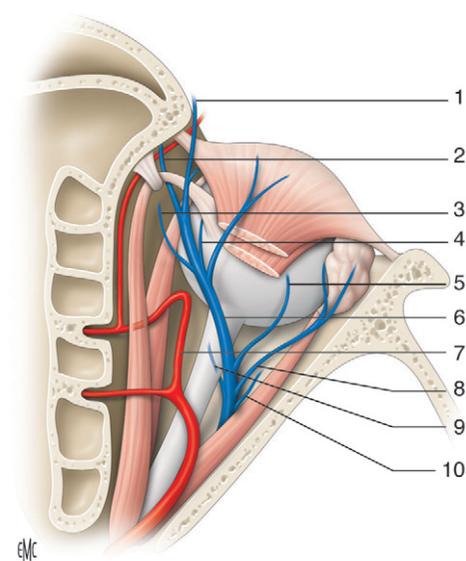


Figure 20. Veine ophtalmique supérieure. 1. Racine supérieure ; 2. racine inférieure ; 3. veine apsidale médiale ; 4. veine vorticineuse supéromédiale ; 5. veine vorticineuse supérolatérale ; 6. veine ophtalmique supérieure ; 7. artère ophtalmique ; 8. veine lacrymale ; 9. veine centrale de la rétine ; 10. veine apsidale supérolatérale.

passage dans la trochlée, le muscle devient aponévrotique, change complètement de direction, devient oblique en bas, en arrière et en dehors pour venir se fixer dans la sclère, en arrière de l'équateur. Le muscle oblique inférieur est le seul muscle orbitaire ne naissant pas du fond de la cavité orbitaire, mais de sa partie antérieure, juste en dehors de l'orifice supérieur du canal lacrymonasal. Oblique en haut, en arrière et en dehors, il s'enroule en passant sous le muscle droit inférieur et vient se terminer également dans la sclère en arrière de l'équateur. Le septième muscle strié retrouvé dans la cavité orbitaire est le muscle releveur de la paupière supérieure qui naît de l'apex orbitaire par des fibres insérées sur le périoste en dehors des insertions du muscle oblique supérieur puis se dirige sous le plafond orbitaire en s'élargissant et se poursuit dans la paupière par une portion aponévrotique qui vient s'insérer à la fois sur

le versant cutané et sur le versant tarsal de la paupière. Il est doublé à sa terminaison par une lame musculaire lisse, le muscle de Müller ou muscle palpébral supérieur, tendu depuis la face inférieure du muscle releveur jusqu'au bord supérieur du tarse^[34].

La description plus précise de ces muscles fait l'objet d'un chapitre de l'EMC^[35].

Glande lacrymale principale

Logée dans une fossette située à la partie antérolatérale de la paroi supérieure de l'orbite au niveau de la face exocrânienne de la lame horizontale de l'os frontal, la glande lacrymale principale se poursuit en avant par la glande lacrymale palpébrale,

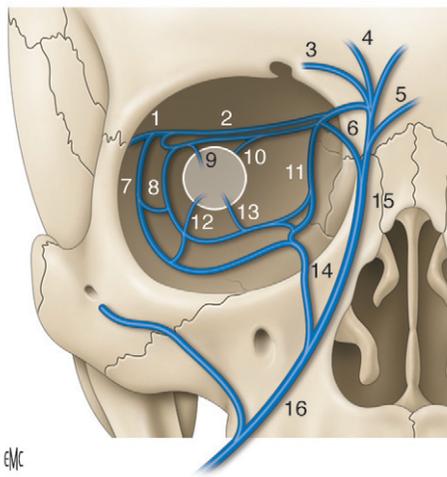


Figure 21. Organisation du système veineux orbitaire. 1. Veine lacrymale; 2. veine ophtalmique supérieure; 3. racine supérieure; 4. veines frontales; 5. arcade pré nasale; 6. racine inférieure; 7. veine apsidale antérolatérale; 8. veine apsidale postérolatérale; 9. veine vorticineuse supérolatérale; 10. veine vorticineuse supéromédiale; 11. veine apsidale médiale; 12. veine vorticineuse inférolatérale; 13. veine vorticineuse inféromédiale; 14. veine orbito-lacrymo-faciale; 15. veine angulaire; 16. veine faciale.

séparée d'elle par le passage du faisceau latéral du muscle releveur de la paupière supérieure. De type exocrine tubuloacineuse avec canal excréteur, la glande lacrymale s'ouvre au niveau du fornix supérieur par trois à sept canaux excréteurs principaux^[36].

Fascias orbitaires

La capsule de Tenon entoure le bulbe de l'œil recouvrant la sclère depuis le limbe jusqu'au nerf optique. Cette membrane fibroélastique est constituée de deux feuillets. Les six muscles oculomoteurs perforent cette capsule pour s'insérer dans la sclère; chaque muscle a son propre fascia et chaque fascia musculaire est relié aux autres fascias par un fascia intermusculaire. Tous ces fascias permettent les mouvements du bulbe de l'œil et limitent un espace conique en arrière du globe avec un sommet au niveau de l'apex orbitaire, le cône fasciomusculaire. Des expansions membranueuses relient les fascias des muscles droits aux autres muscles: releveur de la paupière supérieure et muscles obliques, en particulier les fascias des muscles droit supérieur et releveur de la paupière supérieure sont connectés ensemble pour permettre l'élévation de la paupière dans le regard vers le haut. De la même façon les fascias des muscles droit inférieur et oblique inférieur sont reliés entre eux, formant une adhérence solide, le ligament de Lockwood.

Chaque fascia musculaire envoie des expansions aponévrotiques à la conjonctive, aux paupières et aux parois orbitaires, les plus importantes venant des muscles droits horizontaux: du muscle droit latéral à la paroi latérale de l'orbite et du muscle droit médial à la crête lacrymale postérieure. Le muscle droit inférieur envoie également une expansion à la paroi orbitaire inférieure et au bord inférieur du tarse inférieur, c'est le ligament arqué. Récemment Koornneef^[37, 38] a décrit ces fascias comme un système locomoteur du globe oculaire. Pour lui, ces fascias sont constitués par des fibres de collagène contenant et supportant les vaisseaux, les nerfs et quelques fibres musculaires lisses. À la partie antérieure de l'orbite, ces fascias sont principalement circonferentiels alors qu'à la partie postérieure, ils sont plutôt radiaires. Certaines structures sont plus marquées: le fascia intermusculaire unissant les muscles droit supérieur et latéral, les expansions entre le complexe droit supérieur-releveur et le plafond orbitaire, le ligament de Whitnall et le septum entourant la veine ophtalmique supérieure. L'ensemble de ces structures forme un véritable hamac au bulbe de l'œil (pour plus de détails sur l'organisation de ces fascias, voir le chapitre consacré aux muscles oculomoteurs)^[35].

Corps adipeux de l'orbite

L'ensemble de la cavité orbitaire est rempli par le corps adipeux de l'orbite. Cette graisse occupe tous les espaces compris entre le périoste orbitaire et le septum orbitaire en avant. Elle s'insinue entre les différentes structures contenues dans l'orbite: bulbe de l'œil, muscles oculomoteurs, glande lacrymale, etc. On peut schématiquement séparer la graisse contenue à l'intérieur du cône fasciomusculaire ou corps adipeux intraconique de la graisse située en dehors du cône fasciomusculaire, entre ce cône et les parois orbitaires, formant la graisse extraconique. Celle-ci est particulièrement abondante à la partie inférolatérale de l'orbite et en arrière du septum où elle forme des poches graisseuses: deux poches palpébrales supérieures médiale et médiane et trois poches inférieures: médiale, médiane et latérale. Ce sont ces poches qui, avec l'âge, repoussent le septum vers l'avant et deviennent disgracieuses. Du fait de son implantation, le septum est situé en arrière de la loge lacrymale et le sac lacrymal ainsi que l'appareil lacrymal est, de ce fait, extraorbitaire. Dans les décompressions orbitaires graisseuses, type Olivari, on retire un maximum de graisse intraorbitaire à la fois en extra- et en intraconique. C'est dans la partie inférolatérale de l'orbite que l'on peut en retirer le plus.

Ce corps adipeux est constitué par de petits lobules limités par une capsule. Ces lobules sont séparés par les différents septums et fascias orbitaires. Cette graisse orbitaire est particulièrement vascularisée par de petites branches artérielles issues de l'artère ophtalmique ou de ses branches.

■ Vascularisation et innervation orbitaires

Vascularisation artérielle

La vascularisation artérielle du contenu orbitaire est assurée principalement par l'artère ophtalmique, branche collatérale de l'artère carotide interne. Une participation carotidienne externe existe, notamment par l'artère infraorbitaire, éventuellement par une artère méningolacrymale et par les anastomoses qui peuvent exister en intra- et en périorbitaire avec des branches de l'artère carotide externe. La mise en place embryonnaire du système vasculaire artériel de l'encéphale et de la face explique la possibilité de nombreuses variations dans le trajet et l'origine des différentes artères et dans la part plus ou moins importante que prend la carotide externe à la vascularisation orbitaire.

Artère ophtalmique

Née à l'intérieur de la cavité crânienne, elle pénètre dans l'orbite via le canal optique, traverse l'orbite d'arrière en avant, contournant le nerf optique de dehors en dedans, donnant au passage de nombreuses branches collatérales destinées soit au bulbe de l'œil soit aux annexes, participant également à la vascularisation de la cavité nasale. Elle quitte l'orbite à sa partie antérieure et supéromédiale en devenant l'artère angulaire.

Embryologie (Fig. 18)

Depuis les travaux de Padget^[39], portant sur la mise en place embryonnaire des artères à destinée cérébrale, on admet la séquence suivante: les arcs aortiques reliant les aortes ventrale et dorsale homolatérales se mettent en place très tôt avant que l'embryon atteigne 5 mm. Au nombre de 6, les deux premiers vont rapidement régresser donnant respectivement l'artère maxillaire et l'artère stapédienne. Leurs parties ventrales participent à la formation de la future artère carotide externe. La future artère carotide interne, elle, provient du troisième arc aortique. Elle se divise en deux branches, crâniale et caudale et, près de la bifurcation, apparaît l'artère ophtalmique primitive dorsale.

Chez l'embryon de 6 à 12 mm apparaît l'artère carotide externe alors que la branche crâniale de la carotide interne va donner naissance à l'artère ophtalmique primitive ventrale. Son homologue dorsale donnant alors l'artère hyaloïdienne qui pénètre dans la future cavité vitrénne.

De 12 à 18 mm, les deux artères ophtalmiques primitives sont en place, toutes deux issues de l'artère carotide interne. L'artère primitive dorsale donne l'artère hyaloïdienne et l'artère commune ciliaire temporale alors que son homologue ventrale donne l'artère commune ciliaire nasale. Les deux troncs ophtalmiques primitifs s'anastomosent, cette anastomose se plaçant sous le nerf optique entraînant la formation d'une arcade artérielle autour du nerf. La partie proximale de l'artère ophtalmique dorsale disparaît, aboutissant à une vascularisation à destinée sensorielle comportant trois branches, l'artère commune ciliaire temporale, future artère ciliaire longue postérieure et latérale, l'artère hyaloïdienne, future artère centrale de la rétine et l'artère commune ciliaire nasale, future artère ciliaire longue postérieure et médiale. À ce stade, l'orbite est donc vascularisée uniquement par des branches de l'artère carotide interne, celle-ci assurant la vascularisation des structures sensorielles visuelles.

Entre 18 et 24 mm, une nouvelle artère pénètre la cavité orbitaire : la branche supraorbitaire de l'artère stapédienne, dérivée du deuxième arc aortique. Cette branche se divise dans l'orbite en deux, une branche nasociliaire médiale et une branche latérale, future artère lacrymale. La branche médiale vient s'anastomoser au tronc ophtalmique primitif et fournit des artères à destinée annexielle : supraorbitaire et ethmoïdales. La branche latérale, elle, est annexée par l'artère ophtalmique tandis que la partie proximale de la branche supraorbitaire de l'artère stapédienne devient l'artère méningée moyenne. Entre les deux, l'artère stapédienne régresse, laissant la possibilité d'une anastomose entre l'artère méningée moyenne et l'artère lacrymale.

Cette mise en place, à partir d'un double courant artériel issu l'un de l'artère carotide interne par les deux troncs ophtalmiques primitifs, se fusionnant pour former un tronc ophtalmique unique, l'autre par l'artère stapédienne issue de la future artère carotide externe, explique les variations anatomiques possibles et nombreuses de la vascularisation orbitaire. La non-régression de certaines artères embryonnaires, la persistance ou l'absence d'anastomoses explique la variation d'origine, de trajet de l'artère ophtalmique et même la possibilité d'une participation importante de l'artère méningée moyenne à la vascularisation orbitaire.

“ Point important

Variations artérielles

Les variations anatomiques sont extrêmement nombreuses en ce qui concerne la vascularisation orbitaire, notamment la vascularisation artérielle. Trois variations sont souvent associées : sous-croisement du nerf optique par l'artère ophtalmique, existence d'une artère méningo-lacrymale en lieu et place de l'artère lacrymale classique, présence d'une artère musculaire latérale.

Anatomie descriptive (Fig. 19)

L'artère ophtalmique est la seule branche collatérale de l'artère carotide interne. On lui décrit trois segments : intracrânien, intracanalair et intraorbitaire, ce dernier étant lui-même subdivisé en trois parties d'arrière en avant : latéro-optique, optique, médio-optique.

Origine de l'artère ophtalmique. Elle naît habituellement de la face antéromédiale de l'artère carotide interne lorsque celle-ci émerge de la loge caverneuse, en dessous du processus clinonoïde antérieur. Après avoir donné l'artère ophtalmique, l'artère carotide interne se dirige vers l'arrière et donne ses branches terminales à destinée cérébrale : artères cérébrales antérieure et moyenne, choroïdienne antérieure et communicante postérieure.

De nombreuses variations d'origine de l'artère ophtalmique ont été décrites^[40]. Elle peut ainsi naître de l'artère carotide interne dans le sinus caverneux, parfois par deux racines. Plus rarement, elle naît de l'artère méningée moyenne, donc du système carotidien externe. D'après Hayreh^[41] sur 170 orbites, l'origine de l'artère ophtalmique se situait sur la carotide interne dans

164 cas et seulement dans six cas elle provenait de l'artère méningée moyenne. Pour Lang et Kageyama^[42] l'origine était sur la carotide interne dans le sinus caverneux dans 18 % des cas. Dans notre expérience, sur plus de 100 dissections orbitaires, nous avons toujours retrouvé l'origine de l'artère ophtalmique au niveau de l'artère carotide interne. Une étude récente portant sur 200 dissections humaines retrouvait l'origine de l'artère ophtalmique sur la moitié médiale de la face antérieure de l'artère carotide interne dans 52 % des cas, la moitié médiale de sa face supérieure dans 44 % des cas^[43]. Le diamètre à l'origine varie de 1 à 2 mm : 0,7 à 1,4 mm pour Hayreh^[41], 1,5 ± 0,27 mm pour Jimenez-Castellanos^[44] et 1,54 ± 0,4 mm chez l'homme et 1,31 ± 0,5 mm chez la femme pour Lang et Kageyama^[42].

Trajet.

Segment intracrânien. À partir de l'artère carotide interne, l'artère ophtalmique se dirige vers l'orifice intracrânien du canal optique. Cette portion mesure, d'après Hayreh^[41], de 4,8 à 15,1 mm, en moyenne 9 mm. Ce segment peut être absent, l'artère naissant directement dans le canal optique. Lorsqu'il est présent, l'artère fait souvent une boucle convexe vers le haut à partir de la carotide puis se dirige rectiligne vers le canal optique. Elle est à ce moment-là dans l'espace subdural entrant en rapport avec la face inférieure du nerf optique.

Segment intracanalair. Dans le canal optique, l'artère chemine habituellement au-dessous du nerf optique, le croisant de dedans en dehors et d'arrière en avant pour se positionner à la partie inférolatérale du nerf. Rectiligne, ce segment mesure de 7 à 14 mm en fonction de la longueur du canal optique. Dans cette portion l'artère perfore la dure-mère.

Segment intraorbitaire. Mesurant au total 32,6 mm^[44] le segment intraorbitaire est lui-même subdivisé en trois parties.

La partie *latéro-optique* émergeant dans l'orbite par l'orifice exocrânien du canal optique, l'artère est en général située à la partie inférolatérale du nerf. Avec lui, elle pénètre dans le cône fasciomusculaire en traversant la bandelette supéromédiale du tendon dit de Zinn. À ce niveau, elle est située en dehors du nerf optique, au-dessous de la veine ophtalmique supérieure, en dedans de la branche inférieure du nerf oculomoteur et du nerf nasociliaire, au-dessous du muscle droit supérieur dont elle est séparée par la branche supérieure du nerf oculomoteur. Rectiligne, légèrement oblique en haut et en avant, elle remonte sur la face latérale du nerf.

Dans la partie optique, l'artère ophtalmique croise le nerf optique en passant au-dessus ou au-dessous du nerf. Ces deux possibilités s'expliquent par l'embryologie. Habituellement, l'artère surcroise le nerf. La fréquence des sous-croisements varie dans la littérature de 5,4 % à 28 %, en moyenne de 17 % à 20 %. Les taux les plus bas sont retrouvés dans la littérature japonaise : 5,4 % pour Taguchi^[45], 6,5 % pour Adachi^[46]. Pour Zuckerkandl^[47] elle est de 15 %, pour Sudakevitch^[48] de 13,6 %, pour Hayreh^[49] de 17,4 %, pour Lang et Kageyama^[42] de 18,6 % et pour Desantis^[50] de 28 %.

Au cours de nos dissections nous avons retrouvé une fréquence de sous-croisement de 23 %^[51]. Il n'y avait pas de différence selon le sexe ni selon le côté. Ce croisement s'effectue de dehors en dedans. En cas de sur-croisement, l'artère présente souvent une première angulation dénommée « angle » par Hayreh, puis une seconde angulation après le croisement. Celui-ci se situe à une distance variant de 13 à 29 mm du pôle postérieur de l'œil^[51]. En cas de sous-croisement, l'angle est beaucoup moins marqué. Au niveau du croisement, l'artère est en rapport avec la veine ophtalmique supérieure au-dessus d'elle, le nerf nasociliaire qui passe au-dessus du nerf optique le croisant de dehors en dedans et d'arrière en avant et croisant habituellement la face supérieure de l'artère ophtalmique lorsque celle-ci est au-dessus du nerf optique. Le ganglion ciliaire se place sur la face latérale du nerf optique juste en avant du croisement.

Dans la partie médio-optique, après le croisement, l'artère s'écarte du nerf optique, se dirigeant vers la paroi médiale de l'orbite.

Elle présente alors très souvent une vaste boucle verticale ou horizontale au tiers moyen de la cavité orbitaire. À ce niveau, le nerf nasociliaire croise plusieurs fois l'artère, restant en général en dehors d'elle et donnant ses deux branches terminales, les nerfs ethmoïdal antérieur et infratrochléaire. Après cette boucle, l'artère

est en rapport avec le plan musculaire formé par les muscles droit médial et oblique supérieur. Habituellement, l'artère sort du cône fasciomusculaire en passant entre ces deux muscles. Ce passage se situe en moyenne à 16,5 mm en arrière de la trochlée du muscle oblique supérieur. Dans nos dissections, nous avons retrouvé ce passage extraconique dans 76 % des cas^[20]. Elle se dirige alors vers la paroi médiale de l'orbite jusqu'au foramen ethmoïdal antérieur où elle abandonne l'artère ethmoïdale antérieure. Ensuite, elle se recourbe le long de la paroi médiale de l'orbite, se plaçant contre le périoste et se dirigeant d'arrière en avant vers l'angle supéromédial de l'orbite où elle se termine. Dans quelques cas, ces artères, après ce passage extraconique, reviennent dans le cône en repassant à nouveau sous le muscle oblique supérieur dans la partie toute antérieure de l'orbite. Dans 24 % des cas, l'artère ophtalmique reste intraconique sur tout son trajet, restant en dehors des muscles droit médial et oblique supérieur. Elle se dirige vers l'avant pour se terminer au niveau de l'angle supéromédial de l'orbite en passant sous la trochlée du muscle oblique supérieur. Les deux branches terminales du nerf nasociliaire sont en rapport étroit avec l'artère ophtalmique : le nerf ethmoïdal antérieur suit l'artère ethmoïdale antérieure dans le foramen ethmoïdal antérieur. Pour se faire, elle passe également sous le muscle oblique supérieur. Le nerf infratrochléaire lui, reste intraconique, venant se placer à la partie toute antérieure de l'orbite sur le versant latéral de l'artère ophtalmique.

Terminaison. Au niveau de l'angle supéromédial de l'orbite, l'artère ophtalmique perce le septum orbitaire, environ 10 mm au-dessus du ligament palpébral médial et se termine alors en plusieurs branches : des branches frontales, vascularisant les téguments de la partie médiale de la paupière supérieure et du front, et, classiquement, une artère nasale qui s'anastomose à l'artère angulaire, branche de l'artère faciale. Lassau^[52] sur 40 hémifaces, estime que l'artère angulaire est une anastomose entre le système ophtalmique tributaire de la carotide interne et le système facial tributaire de la carotide externe, bien plus qu'on pouvait la considérer davantage comme la branche terminale de l'artère ophtalmique.

Pour nous, l'artère angulaire est en fait la branche terminale de l'artère ophtalmique qui s'anastomose à l'artère de l'aile du nez, branche terminale de l'artère faciale, cette anastomose étant inconstante, retrouvée seulement dans 36 cas sur 60 par Berthelot^[53] soit 60 % des cas. Le diamètre terminal de l'artère ophtalmique varie entre 0,5 et 1,5 mm.

Branches collatérales. L'artère ophtalmique donne de très nombreuses branches collatérales. Les variations sont extrêmement fréquentes, certaines artères naissant par des troncs communs, certaines étant absentes ou provenant d'une autre artère que l'artère ophtalmique. Les trajets, les diamètres et les territoires de ces branches sont variables. Seules les artères d'un calibre supérieur à 0,3 mm seront décrites, sachant qu'il existe d'autres branches plus grêles destinées au nerf optique, aux muscles, à la graisse ou au périoste. Au cours de nos dissections, nous avons noté un nombre de branches extrêmement variable allant de 10 à 19 par orbite. Elles naissent le plus souvent du segment intraorbitaire de l'artère, quelques branches destinées au nerf optique naissant du segment intracanalair. L'ordre d'apparition des branches est également variable, la première branche collatérale importante étant soit l'artère centrale de la rétine, soit une artère ciliaire postérieure longue médiale ou latérale.

On peut schématiquement opposer les artères à destinée sensorielle, visuelle : artère centrale de la rétine, artères ciliaires longues postérieures, médiale et latérale, artères ciliaires courtes postérieures, artères du nerf optique et les branches à destinée annexe : artères supraorbitaire, ethmoïdales, lacrymale, musculaires et palpébrales.

Artères du nerf optique. Peu nombreuses et grêles, les artères du nerf optique naissent soit du segment intracanalair soit de la partie initiale du segment intraorbitaire. Pour Hayreh^[54] elles sont au nombre de deux à trois. Pour Chou^[55] l'artère ophtalmique donne trois branches vascularisant la partie intracanalair du nerf optique : médiale, latérale et ventrale. Chaque branche perce la dure-mère et gagne la pie-mère du nerf.



Ces branches sont courtes, extrêmement fines. La pauvreté vasculaire du segment intracanalair du nerf explique sa grande fragilité vis-à-vis des phénomènes traumatiques ou compressifs.

Artère centrale de la rétine. Cette artère est constante. Son diamètre est habituellement compris entre 0,2 et 0,4 mm^[42].

Destinée à vasculariser les couches internes de la rétine, elle naît directement de l'artère ophtalmique dans la moitié des cas (49 %) en étant alors souvent la première branche issue de son segment latéro-optique. Dans 51 % des cas, elle naît d'une autre branche de l'artère ophtalmique : artère ciliaire longue postérieure médiale (37 %) ou artère musculaire inférieure (8 %), plus rarement artère ciliaire longue postérieure latérale (6 %)^[51]. Née en dessous et en dehors du nerf optique, elle gagne la face inférieure du nerf, chemine sur cette face sur une distance de 3 à 20 mm, souvent sinueuse, puis pénètre à l'intérieur du nerf. Le point de pénétration, toujours situé à la face inférieure du nerf, correspondant à la zone de fermeture de la fente embryonnaire, se situe entre 6 et 15 mm en arrière du pôle postérieur du globe. L'artère chemine ensuite à l'intérieur du nerf, jusqu'à la papille optique où elle se divise en ses branches terminales habituellement au nombre de quatre : deux artères temporales et deux artères nasales, supérieures et inférieures. Son oblitération entraîne une baisse brutale d'acuité visuelle.

Artères ciliaires longues postérieures ou troncs ciliaires postérieurs.

Classiquement, on distingue des artères ciliaires postérieures longues et courtes. Les premières participent à la formation du grand cercle artériel de l'iris alors que les courtes s'arrêtent au niveau choroïdien. Les dénominations et les descriptions des artères ciliaires postérieures varient dans la littérature. On peut admettre que l'artère ophtalmique donne naissance à des troncs ciliaires postérieurs qui se ramifient en donnant, d'une part, une artère ciliaire longue postérieure et, d'autre part, des artères ciliaires courtes postérieures. Le nombre d'artères ciliaires longues postérieures varie selon les auteurs : deux pour Henry^[56], deux à trois pour Hayreh^[54]. Pour notre part, nous avons toujours noté deux troncs ciliaires constants, le latéral et le médial, et parfois un tronc ciliaire postérieur surnuméraire supérieur habituellement. Exceptionnellement, on rencontre un quatrième tronc surnuméraire, latéral ou inférieur^[57].



Concernant les *artères ciliaires longues postérieures*, l'artère ciliaire longue postérieure latérale, assez fixe, naît de l'artère ophtalmique dans sa partie latéro-optique ou optique (92 % des cas).

C'est souvent la première ou la seconde branche de l'artère ophtalmique. Parfois, elle naît de l'artère lacrymale. Elle est située d'emblée en dehors du nerf optique à l'intérieur du cône et son trajet est simple : elle suit la face latérale du nerf optique jusqu'au bulbe de l'œil où elle perce la sclère environ 4 mm en dehors de la papille. Son calibre varie de 0,3 à 1 mm avec une moyenne de 0,56 mm. Elle est en général plus volumineuse que son homologue médiale.

L'artère ciliaire longue médiale naît de l'artère ophtalmique dans 82 % des cas, de l'artère musculaire inférieure dans 17 % des cas. Son origine conditionne son trajet : lorsqu'elle naît du segment médio-optique de l'artère ophtalmique (45 % des cas), elle longe la face médiale du nerf optique jusqu'à la papille, symétrique par rapport à son homologue latérale, et traverse la sclère de la même façon. Dans 55 % des cas, son origine la place en dehors du nerf optique ; elle est alors souvent la première branche de l'artère ophtalmique et doit croiser le nerf habituellement en passant au-dessous de lui (87 %), gagnant ainsi la face médiale du nerf. Son calibre varie de 0,3 à 1 mm avec un diamètre moyen de 0,51 mm^[42].

Ces deux artères ciliaires longues postérieures peuvent donner naissance à l'artère centrale de la rétine ou à des branches à destinée musculaire. Elles sont en rapport étroit avec les nerfs ciliaires longs médial et latéral et les artères et les nerfs ciliaires courts.

Chaque artère ciliaire longue pénètre dans le globe oculaire et chemine dans l'espace suprachoroïdien d'arrière en avant pour aller former le grand cercle artériel de l'iris.

Extrêmement nombreuses, de 15 à 20 par orbite, les *artères ciliaires courtes postérieures* vascularisent la choroïde, naissant parfois directement de l'artère ophtalmique, mais, en général, des troncs ciliaires longs postérieurs médial et latéral. Elles pénètrent à l'intérieur du globe autour de la papille accompagnées des nerfs

ciliaires courts et longs et des deux artères ciliaires longues postérieures. Ducournau^[58] sépare ces artères en deux groupes : celles près du nerf optique (groupe para-optique constitué par quatre ou cinq artères) et celles qui perforent la sclère à distance de la papille (groupe dit distal qui contient de cinq à dix artères).

Artère lacrymale. La glande lacrymale reçoit sa vascularisation habituellement d'une artère lacrymale issue de l'artère ophtalmique, parfois d'une autre artère lacrymale originaire de l'artère méningée moyenne dénommée artère méningolacrymale.

L'artère lacrymale classique naît de l'artère ophtalmique.

Présente dans 83 % des orbites, c'est une artère volumineuse dont le diamètre varie de 0,3 à 1,8 mm avec une moyenne de 1 mm. Pour Lang^[42], le diamètre moyen est de 0,71 mm chez l'homme et 0,68 mm chez la femme.

Elle naît le plus souvent du segment optique, parfois du segment médio-optique de l'artère ophtalmique, se dirige en haut, en avant et en dehors vers la paroi latérale de l'orbite où elle reçoit inconstamment une anastomose : l'artère sphénoïdale. Elle se recourbe ensuite vers l'avant le long du bord supérolatéral de l'orbite jusqu'à la glande lacrymale.

La présence d'une anastomose avec une artère méningée moyenne : artère récurrente méningée ou artère sphénoïdale, expliquée par la mise en place embryonnaire de l'artère lacrymale, n'a été retrouvée dans nos dissections que dans 54 % des orbites^[59]. Cette anastomose est grêle, inférieure à 0,5 mm de diamètre habituellement.

Sur 38 dissections Erdogmus^[60] retrouve une artère lacrymale toujours originaire de l'artère ophtalmique, mesurant 1 mm de diamètre. Il retrouve une branche récurrente méningée dans six cas à droite et cinq cas à gauche.

L'artère lacrymale entre en rapport étroit avec le nerf lacrymal. Ce nerf pénètre dans l'orbite au-dessus et en dehors de l'artère, la croise habituellement en passant au-dessus d'elle pour venir se placer sur son flanc médial. Les deux cheminent le long du bord supérolatéral de l'orbite au-dessus du bord supérieur du muscle droit latéral.

L'artère lacrymale fournit de très nombreuses branches destinées au muscle droit latéral (80 % des cas), au muscle droit supérieur (69 %) et au releveur de la paupière supérieure (41 %). L'artère aborde le pôle postérieur de la glande lacrymale, parfois divisée en deux branches, se ramifie dans la glande puis donne des branches destinées aux téguments de la région temporale et les artères palpébrales latérales supérieure et inférieure qui forment, avec les artères palpébrales médiales supérieure et inférieure, branches de l'artère ophtalmique, les arcades palpébrales. Elle fournit également un ou deux rameaux zygomatiques qui traversent l'os du même nom.

Les artères méningolacrymales proviennent de l'artère carotide externe, habituellement de l'artère méningée moyenne, parfois de l'artère temporale profonde antérieure. Au cours de nos dissections, nous avons trouvé 27 artères méningolacrymales sur 100 orbites. Elles pénètrent dans l'orbite par un orifice osseux isolé, creusé dans la paroi latérale, le canal de Hyrtl, donc plus en avant et latéralement que les artères classiques. Les artères méningolacrymales sont plus fréquemment rencontrées lorsque l'artère ophtalmique sous-croise le nerf optique. Leur diamètre est plus petit que les artères lacrymales classiques, allant de 0,3 à 1,5 mm (en moyenne 0,73 mm). Elles donnent moins de branches musculaires pour le muscle droit latéral (4 sur 27 orbites), le droit supérieur (2 sur 27 orbites) et le releveur (8 sur 27). Elles sont placées d'emblée en dehors du nerf lacrymal et, de ce fait, habituellement ne le croisent pas.

Artère supraorbitaire. Inconstante (absente dans 12 % de nos dissections orbitaires), elle naît habituellement de la face supérieure de la portion médio-optique de l'artère ophtalmique, parfois de l'artère ethmoïdale postérieure, voire de l'artère lacrymale.

Pour Lang^[42], le diamètre moyen est de 0,71 mm chez l'homme et de 0,55 mm chez la femme. Personnellement, nous avons retrouvé des artères dont le diamètre variait de 0,2 à 1,2 mm avec une moyenne de 0,57 mm.

Née à l'intérieur du cône, elle se dirige en haut et en avant pour sortir de ce cône en passant entre les muscles releveur de

la paupière supérieure et oblique supérieur. Elle chemine ensuite à la face supérieure du muscle releveur au contact immédiat du bord médial du nerf frontal, sous le plafond orbitaire. Lorsque le nerf frontal se divise en ses deux branches terminales, elle suit la branche latérale ou nerf supraorbitaire et, avec lui, gagne le foramen supraorbitaire avant de se ramifier dans les téguments de la région frontale. Elle donne des branches au muscle releveur de la paupière supérieure dans 81 % des orbites, au muscle oblique supérieur dans 30 %. Inconstamment, elle donne une branche supratrochléaire (ou frontale médiale) qui sort de l'orbite par l'incisure frontale avec le nerf supratrochléaire, deuxième branche terminale du nerf frontal.

Artères ethmoïdales. Les artères ethmoïdales ont un trajet intraorbitaire très court car elles sont principalement destinées à la vascularisation de la muqueuse nasale.

Absente dans 23 % de nos dissections^[61] l'artère ethmoïdale postérieure est une artère grêle, de diamètre moyen 0,4 mm. Elle naît habituellement du segment médio-optique de l'artère ophtalmique (75 %), parfois des artères supraorbitaire (17 %), ethmoïdale antérieure (7 %) ou lacrymale. Née à l'intérieur du cône, elle le quitte en passant entre les muscles oblique supérieur et releveur de la paupière supérieure, puis passe au-dessus du muscle oblique supérieur pour gagner le foramen ethmoïdal postérieur. Elle quitte alors la cavité orbitaire pour vasculariser la dure-mère de la lame criblée et la partie postérieure des fosses nasales.

Lorsqu'elle surcroise le muscle oblique supérieur, ce qui est le cas dans 94 % des orbites, elle surcroise également la partie terminale du nerf trochléaire. L'artère gagne le foramen ethmoïdal postérieur, situé environ 15 mm en arrière du foramen antérieur, accompagnée de l'inconstant nerf ethmoïdal postérieur, encore dénommé nerf sphénoethmoïdal de Luschka, branche du nerf nasociliaire.

Elle fournit quelques collatérales musculaires au muscle oblique supérieur (59 % des cas), releveur de la paupière supérieure (37 %), plus rarement droits médial et supérieur.

Plus volumineuse que son homologue postérieure, l'artère ethmoïdale antérieure est aussi plus constante.

Pour Hayreh^[54] elle est absente dans 9 % des cas de sur-croisement de l'artère ophtalmique et 20 % des cas de sous-croisement. Au cours de nos dissections nous ne l'avons retrouvée absente que dans 2 % des orbites^[61]. Son diamètre varie de 0,2 à 1,5 mm avec une moyenne de 0,76 mm. Elle naît de la partie médio-optique de l'artère ophtalmique au niveau du tiers antérieur de l'orbite et il est possible de distinguer deux types d'artère ethmoïdale antérieure en fonction du trajet de l'artère ophtalmique : quand l'artère ophtalmique sort du cône fasciomusculaire, l'artère ethmoïdale antérieure naît le plus souvent à l'extérieur du cône, directement dans le foramen ethmoïdal antérieur et n'a pratiquement pas de trajet intraorbitaire (76 % des cas).

Quand l'artère ophtalmique reste dans le cône fasciomusculaire l'artère ethmoïdale antérieure naît dans le cône et gagne le foramen ethmoïdal antérieur par un court trajet passant sous le muscle oblique supérieur.

Le nerf ethmoïdal antérieur, branche terminale du nerf nasociliaire, accompagne l'artère dans le foramen ethmoïdal antérieur. Après avoir traversé ce foramen, l'artère chemine à la face supérieure de la lame criblée de l'ethmoïde et gagne les fosses nasales dont elle irrigue la partie antérieure en donnant deux branches, une médiale pour la partie antérieure du septum nasal et une branche latérale pour la paroi latérale des fosses nasales. Elle donne également, au niveau de la lame criblée, l'artère méningée antérieure qui vascularise la faux du cerveau.

Elle donne peu de branches collatérales intraorbitaires : au muscle oblique supérieur (49 %), parfois aux muscles droits médial et supérieur ou au releveur de la paupière supérieure.

On peut être amené à clipper ou à coaguler l'artère ethmoïdale antérieure en cas d'épistaxis incontrôlable. Il est alors important de repérer le foramen ethmoïdal antérieur (voir le bord supéro-médial de l'orbite).

Artères musculaires. Les artères, à destinée musculaire sont très nombreuses ; on peut séparer des troncs musculaires qui, en général, vascularisent plusieurs muscles et des branches plus fines provenant de l'artère ophtalmique ou d'une de ses branches



qui vascularisent seulement un muscle. Ces fines branches sont retrouvées de façon plus fréquente pour les muscles droits médial et latéral et le muscle oblique supérieur.

Pour les *troncs ou artères musculaires*, une artère est constante et fixe : l'artère musculaire inférieure ou tronc artériel musculaire inférieur, alors que d'autres troncs musculaires peuvent exister de façon inconstante, en particulier les artères musculaires latérale, supérieure ou médiale.



L'artère musculaire inférieure est une des artères les plus volumineuses de l'orbite.

Son diamètre varie de 0,8 à 1,2 mm. Elle naît de la portion médio-optique de l'artère ophtalmique, de sa face inférieure, juste après le croisement avec le nerf optique. Elle se dirige vers le bas, plongeant vers le plancher orbitaire, perpendiculairement au nerf et le plus souvent se divise en deux, voire trois troncs terminaux : médial, latéral et parfois postérieur. Exceptionnellement, elle peut provenir de l'artère lacrymale. Lorsque l'artère ophtalmique sous-croise le nerf optique, elle n'entre pas alors en contact direct avec le nerf.

Chaque tronc donne de nombreuses branches collatérales, de 6 à 25, avec une moyenne de 8 à 15 branches. Parmi ces branches, certaines sont constantes, destinées au muscle droit médial pour sa face latérale et son bord inférieur ou fréquentes pour le muscle droit latéral à son bord inférieur. Le tronc latéral donne de façon constante des branches au muscle droit inférieur et se prolonge vers l'avant en formant « l'artère du petit oblique » qui vient rejoindre la branche inférieure du nerf oculomoteur pour se terminer au niveau du bord postérieur du muscle oblique inférieur. Plus rarement elle donne des branches au muscle oblique supérieur ou au releveur de la paupière supérieure. L'artère musculaire inférieure nous paraît être l'artère la plus fixe de la cavité orbitaire, en ce qui concerne son origine, son trajet, et son mode de terminaison.



Classiquement décrite par de nombreux auteurs, l'artère musculaire supérieure est en fait inconstante ; nous ne l'avons notée que dans 9 % des orbites. Lorsqu'elle existe, c'est une branche grêle et courte qui vascularise les muscles droit supérieur, oblique supérieur et releveur de la paupière supérieure^[51].

L'artère musculaire médiale est tout à fait exceptionnelle (3 % des cas).

Plus souvent, on rencontre une *artère musculaire latérale*, vascularisant principalement le muscle droit latéral au niveau de sa face médiale et de son bord supérieur, parfois donnant des branches au muscle droit supérieur. Cette artère est plus fréquemment rencontrée lorsqu'il existe une artère méningolacrymale et elle correspond, à notre avis, à une ébauche d'artère lacrymale surcroisant le nerf optique, mais n'atteignant pas la glande et se terminant dans le muscle.

Concernant la *vascularisation musculaire*, chaque muscle reçoit plusieurs artères qui habituellement l'abordent par sa face oculaire tournée vers le cône fasciomusculaire et souvent en arrière. Un seul muscle fait exception à cette règle, il s'agit du muscle oblique inférieur qui se situe à la partie antérieure de l'orbite.

Le muscle droit supérieur reçoit des branches issues de l'artère ophtalmique, de l'artère lacrymale et, moins souvent, des artères supraorbitaire, ethmoïdale postérieure, musculaire supérieure ou musculaire latérale. Les pédicules artériels pénètrent le muscle en général au niveau de sa face inférieure dans son tiers postérieur (70 %). Comme Cordier^[62], nous retrouvons un à cinq pédicules par muscle. Ces artères proviennent surtout d'une branche qui surcroise le nerf optique, passant entre le nerf et le muscle droit supérieur : artère ophtalmique ou artère lacrymale.



Le muscle droit médial reçoit principalement des branches issues de l'artère ophtalmique (85 % des cas) qui l'abordent par sa face latérale et son bord supérieur au niveau des tiers postérieur et moyen. Il reçoit également une branche constante de l'artère musculaire inférieure au niveau de son bord inférieur au tiers moyen ou postérieur. Enfin de façon plus rare, les artères ethmoïdales postérieure ou antérieure, musculaires médiale ou supérieure, parfois supraorbitaire lui fournissent une branche. Habituellement, il reçoit de cinq à neuf branches.

Le muscle droit inférieur reçoit de façon quasi constante les branches issues de l'artère musculaire inférieure au niveau de sa

face supérieure aux tiers moyen et postérieur et au niveau de son bord médial au tiers moyen. Plus rarement, les artères musculaire latérale, ophtalmique, ciliaire longue postérieure latérale et parfois lacrymale lui fournissent une branche. Habituellement, il existe quatre pédicules par muscle.

Le muscle droit latéral dépend essentiellement de l'artère lacrymale (83 % des orbites) ou de l'artère musculaire latérale lorsque l'artère lacrymale est absente. Ces branches au nombre de trois à six abordent le muscle par sa face médiale et son bord supérieur aux tiers moyen et postérieur. Dans 60 % des cas, l'artère musculaire inférieure fournit une branche à son bord inférieur, le plus souvent au tiers moyen.

Le muscle oblique supérieur reçoit un apport artériel variable fourni dans 63 % des cas par l'artère ethmoïdale postérieure au niveau de son bord supérieur au tiers postérieur, dans 46 % des cas par l'artère ethmoïdale antérieure au niveau de son bord inférieur au tiers moyen et dans 61 % des cas par l'artère ophtalmique elle-même au niveau de sa face latérale et de son bord supérieur, aux tiers moyen et postérieur. De façon plus rare, il peut recevoir une branche de l'artère supraorbitaire au niveau de son bord supérieur.

Le muscle oblique inférieur reçoit un apport artériel assez fixe : habituellement une branche issue de l'artère musculaire inférieure l'aborde au niveau du tiers latéral de son bord postérieur, formant « l'artère du petit oblique » déjà citée. L'artère infraorbitaire issue de l'artère carotide externe fournit une branche au niveau de son insertion osseuse dans 88 % des orbites. Ce double apport existe dans 86 % des cas. Dans 12 % des cas, l'apport se fait uniquement par l'artère musculaire inférieure ; enfin, dans 2 % des cas, seule l'artère infraorbitaire assure sa vascularisation^[63].

Comme l'avait montré Cordier et al.^[62] nous avons également constaté que ces branches musculaires pénètrent les muscles assez en arrière et cheminent à l'intérieur du muscle vers l'avant pour donner à la partie antérieure des artères ciliaires antérieures au nombre d'une à deux par muscle. Ces artères ciliaires antérieures perforent la sclère en avant des insertions des muscles droits et participent à la formation du grand cercle artériel de l'iris. La connaissance de cette disposition artérielle est très importante en chirurgie orbitaire. La position postérieure et intraconique des principaux pédicules limite les risques hémorragiques dans cette chirurgie.

Le muscle releveur de la paupière supérieure, quant à lui, reçoit des branches artérielles issues directement des artères ophtalmique, supraorbitaire et, de façon moins fréquente, des artères lacrymale, ethmoïdale postérieure ou musculaire supérieure. Les branches l'abordent à sa partie postérieure. Enfin, il reçoit les branches issues de l'artère lacrymale à la partie antérieure de sa face supérieure^[64].

Artères palpébrales médiales. Les deux artères palpébrales médiales supérieure et inférieure constituent les dernières branches collatérales de l'artère ophtalmique. Elles peuvent naître séparément ou par un tronc commun. Leur diamètre est faible, de 0,1 à 0,5 mm, l'inférieure étant souvent plus volumineuse que la supérieure. L'artère palpébrale supérieure courte perfore le septum orbitaire et donne deux branches qui participent aux arcades palpébrales supérieures en venant s'anastomoser aux branches palpébrales latérales issues de l'artère lacrymale. L'artère palpébrale inférieure, plus longue, née souvent avant son homologue supérieure, se dirige, vers le bas, passe en arrière du ligament palpébral médial, gagne la paupière inférieure et s'y divise en deux branches supérieure et inférieure qui vont également former deux arcades avec les branches palpébrales latérales issues de l'artère lacrymale. Ces deux artères palpébrales donnent des branches destinées à la région canthale médiale.

Autres branches de l'artère ophtalmique. En dehors des branches musculaires isolées, des artères ciliaires postérieures courtes ou des artères pour le nerf optique, l'artère ophtalmique peut également donner des branches en général grêles, destinées aux cellules ethmoïdales antérieures et à la graisse orbitaire. Les premières, en général, une par orbite, perforent la paroi médiale au niveau de son tiers antérieur. Les branches à destinée graisseuse sont extrêmement grêles et relativement nombreuses, vascularisant les lobules graisseux intra- ou extraconiques.

Artère infraorbitaire

Branche de l'artère maxillaire, elle-même branche terminale de l'artère carotide externe, l'artère infraorbitaire naît dans la fosse ptérygopalatine, pénètre dans l'orbite au niveau de la fissure orbitaire inférieure, traverse avec le nerf infraorbitaire, le canal infraorbitaire jusqu'au foramen infraorbitaire.

Lorsqu'elle est dans le sillon, puis le canal infraorbitaire, sous le périoste, elle donne des branches à la partie antérieure de l'orbite, notamment au niveau de l'orifice supérieur du canal lacrymonasal et, de façon extrêmement fréquente, une branche pour l'insertion musculaire du muscle oblique inférieur (88 % des orbites) [65].

Participation de l'artère carotide externe à la vascularisation orbitaire

“ Point important

Participation de la carotide externe

La carotide externe participe de façon plus ou moins importante à la vascularisation orbitaire; elle le fait de façon quasi constante au niveau du muscle oblique inférieur, plus rarement, environ dans un tiers des cas, au niveau de la glande lacrymale. Cette participation explique la possibilité de suppléance entre les deux systèmes carotidiens interne et externe.

L'artère infraorbitaire et l'artère méningolacrymale sont des branches du système carotidien externe qui participent de façon plus ou moins importante à la vascularisation de l'orbite. On retrouve :

- des anastomoses intraorbitaires entre les deux systèmes carotidiens à deux niveaux :
 - au niveau du muscle oblique inférieur, par l'existence d'un double apport, par l'artère musculaire inférieure, branche de l'artère ophtalmique et par l'artère infraorbitaire, ce double apport existant dans 86 % des orbites,
 - au niveau lacrymal par l'existence possible de deux types d'artère lacrymale, ce qui permet de différencier trois types de vascularisation de la glande : un type I où elle est prise en charge par une artère lacrymale unique venant de l'artère ophtalmique (73 %), un type II où elle est vascularisée par une artère méningolacrymale unique (17 %), enfin un type III où il existe deux artères lacrymales, l'une provenant de l'artère ophtalmique, l'autre du système carotidien externe (10 % des cas). Dans ces cas-là, il existe, à l'intérieur de la glande, une anastomose entre les deux systèmes carotidiens. L'existence d'une artère sphénoïdale anastomosant l'artère ophtalmique et l'artère méningée moyenne est une autre possibilité d'anastomose intraorbitaire entre les deux systèmes carotidiens retrouvés dans 54 % des orbites [65] ;
- des anastomoses extraorbitaires. Elles se font également à deux niveaux :
 - au niveau périorbitaire avec les branches terminales de l'artère faciale ; ces anastomoses sont inconstantes [53],
 - au niveau des fosses nasales et de la base du crâne par le biais des branches terminales des artères ethmoïdales qui vont s'anastomoser aux branches de l'artère sphénoopalatine, elle-même branche terminale de l'artère maxillaire ;
- des anastomoses plus rares ont été décrites entre l'artère temporale antérieure et l'artère lacrymale.

Vascularisation veineuse

Du fait de sa situation à la jonction entre le crâne et la face, la vascularisation veineuse peut se faire par deux grandes voies, comme pour le système artériel : la voie intracrânienne reste la voie principale assurée par trois veines dont une est constante, la veine ophtalmique supérieure et deux inconstantes, les veines

ophtalmiques médiale et inférieure. Ces veines vont drainer le sang veineux vers le sinus caverneux. Une partie du sang veineux orbitaire est drainée vers la veine faciale qui représente la deuxième voie.

L'organisation des veines intraorbitaires est très différente de celle des artères [66]. Leur trajet dépend principalement des septums et des fascias qui réalisent un véritable appareil suspenseur, en particulier pour la veine ophtalmique supérieure.

Veine ophtalmique supérieure

Constante, la veine ophtalmique supérieure représente la principale veine de la cavité orbitaire. Elle naît au niveau de l'angle supéromédial et antérieur de l'orbite et gagne, par un trajet intra- et extraconique, la fissure orbitaire supérieure où elle se jette dans le sinus caverneux. Son diamètre est considéré par certains auteurs comme volumineux atteignant 6,2 mm pour Murakami [67].

Son origine se situe sous la trochlée du muscle oblique supérieur par une anastomose de deux racines : une racine supérieure issue des veines frontales, qui perfore le septum orbitaire, se dirige en arrière en dedans et un peu en haut et une racine inférieure issue de la veine angulaire qui se dirige horizontalement vers l'arrière. Ces deux racines, après avoir perforé le septum orbitaire, se rejoignent 5 à 6 mm en arrière de la trochlée du muscle oblique supérieur, la racine supérieure ayant surcroisé le tendon réfléchi de ce muscle, la racine inférieure ayant sous-croisé ce tendon.

La veine ainsi constituée se dirige par un trajet en baïonnette en arrière et en dehors jusqu'à la fissure orbitaire supérieure avec trois segments (Fig. 20) :

- un premier segment extraconique à la partie antérosupérieure et médiale de l'orbite, entre les muscles oblique supérieur et droit médial en dedans et releveur de la paupière supérieure en dehors. La veine est ainsi au-dessus de l'artère ophtalmique et entre en rapport avec le nerf et l'artère supratrochléaires ;
- un deuxième segment intraconique : en passant sous le muscle droit supérieur, l'artère pénètre dans le cône fasciomusculaire dont elle constitue l'élément le plus haut situé. Passant obliquement de dedans en dehors et d'avant en arrière sous le muscle droit supérieur, elle s'écarte progressivement de l'artère ophtalmique et surcroise le nerf optique ;
- un troisième segment à nouveau extraconique : la veine sort du cône en croisant le bord latéral du muscle droit supérieur puis le bord supérieur du muscle droit latéral et se termine dans la fissure orbitaire supérieure dans sa partie large, sans avoir traversé l'anneau musculotendineux commun.

Le drainage veineux du globe oculaire est assuré par la veine centrale de la rétine et par les veines vorticineuses qui sont en général au nombre de quatre, une par quadrant émergeant du globe oculaire en arrière de l'équateur : veines vorticineuses supérolatérale, supéromédiale, inférolatérale et inféromédiale. Les muscles oculomoteurs sont drainés par des branches veineuses isolées qui se rejoignent en formant des veines dites apsidales et, en général, gagnent la veine ophtalmique supérieure.

Branches collatérales de la veine ophtalmique supérieure

La racine supérieure reçoit des apports veineux inconstants du muscle releveur de la paupière supérieure, du muscle oblique supérieur et surtout une branche de la veine supraorbitaire.

La racine inférieure reçoit, elle, la veine anastomotique médiale qui vient de l'angle inféromédial de l'orbite, anastomosant la veine orbitolacrymofaciale à la veine ophtalmique supérieure. Cette anastomose reçoit de façon inconstante une veine palpébrale médiale, une veine ethmoïdale antérieure et une veine du sac lacrymal. Les veines palpébrales médiales supérieure et inférieure, la veine inférieure du muscle oblique supérieur et la veine ethmoïdale antérieure se jettent dans cette racine inférieure.

Le tronc de la veine ophtalmique reçoit dans son premier segment la veine du releveur de la paupière supérieure, la veine vorticineuse supéromédiale qui émerge du globe oculaire en arrière de l'équateur, la veine apsidale médiale qui chemine entre le globe oculaire et le muscle droit médial ; dans son deuxième segment, elle reçoit quelques branches veineuses issues des muscles droit supérieur et releveur de la paupière supérieure ; dans son troisième segment, elle reçoit la veine vorticineuse supérolatérale, les

veines du releveur de la paupière supérieure et du droit supérieur, la veine apsidale antérolatérale issue du droit latéral, la veine lacrymale formée par la réunion des veines lacrymales principale et accessoire dont la confluence forme une volumineuse veine qui reçoit elle-même parfois la veine apsidale antérolatérale. Ce troisième segment reçoit également la veine apsidale postérolatérale qui draine en partie les muscles droit inférieur et droit latéral croisant la face latérale du nerf optique et recevant de façon inconstante la veine centrale de la rétine qui émerge du nerf optique au niveau de sa face inférieure habituellement en arrière du point de pénétration de l'artère centrale et qui rejoint la veine ophtalmique supérieure soit directement, soit par le biais de la veine apsidale postérolatérale. Il reçoit également la veine transversale sus-optique issue des muscles droit médial, droit supérieur et oblique supérieur qui est inconstante. De façon inconstante, elle reçoit également la veine ethmoïdale postérieure et des veines issues du muscle droit supérieur près de l'apex orbitaire.

Veine ophtalmique inférieure

Située à la partie inférieure de l'orbite, elle est inconstante et est constituée par la fusion de veines issues des muscles obliques inférieur, et droits inférieur et latéral. Elle se dirige obliquement en arrière et en dedans au-dessous du muscle droit inférieur vers la fissure orbitaire supérieure et gagne le sinus caverneux soit isolément, soit en se jetant dans la veine ophtalmique supérieure. Elle reçoit peu de branches collatérales : des veines périostées, des veines musculaires, des veines du plexus ptérygoïdien.

Veine ophtalmique médiale

Présente chez 40% des individus^[68], la veine ophtalmique médiale a été décrite par Henry^[56]. Elle est inconstante, constituée par des veines issues des muscles droits médial, inférieur et parfois latéral. Oblique en arrière et en dehors à l'intérieur du cône fasciomusculaire, elle passe sous le nerf optique et sous l'artère ophtalmique, traverse l'anneau tendineux commun puis la fissure orbitaire supérieure à sa partie inféromédiale et se jette dans le sinus caverneux, soit directement, soit après s'être jetée dans la veine ophtalmique supérieure. Elle reçoit les veines issues du nerf optique, inconstamment la veine centrale de la rétine.

Organisation veineuse du drainage orbitaire (Fig. 21)

Les trois veines ophtalmiques, supérieure, inférieure et médiale, assurent un drainage vers la cavité endocrânienne par le sinus caverneux. Une partie du sang veineux est toutefois drainé vers la veine faciale par la veine angulaire. Celle-ci se situe dans la région canthale médiale en dehors de l'artère du même nom. Elle se dirige verticalement vers le bas pour se jeter dans la veine faciale. Elle se forme par une arcade pré nasale recevant des veines d'origine frontale, la racine inférieure de la veine ophtalmique et un tronc des veines frontales constitué lui-même par la racine supérieure de la veine ophtalmique et la veine frontale médiale. Cette veine angulaire reçoit le sang veineux des paupières, de la conjonctive, du sac lacrymal. La veine orbitolacrymofaciale naît à l'intérieur du cône en arrière de l'équateur du bulbe de l'œil et vient se terminer dans la veine angulaire.

Un centimètre au-dessous du bord infraorbitaire, la veine faciale reçoit la veine zygomatique anastomosée à la veine temporale superficielle. Ainsi se constitue, autour du bord orbitaire, surtout dans sa partie inférieure, une voie veineuse anastomotique assurée par la veine angulaire puis la veine faciale drainant le sang veineux des régions frontale, temporale et canthale médiale.

Anastomoses entre les deux systèmes

Ces anastomoses sont représentées principalement par le système des veines apsidales ; il existe en général une veine apsidale médiale et deux veines apsidales latérales qui vont s'anastomoser à la partie inférieure de l'œil et drainer une grande partie du sang veineux musculaire, en particulier des muscles droits médial, inférieur et latéral, et également les veines vorticineuses inférieures. Les trois veines apsidales anastomosées entre elles se drainent dans la veine ophtalmique supérieure.

Le drainage veineux du bulbe de l'œil est assuré par quatre veines vorticineuses, les deux inférieures se jetant dans les veines apsidales et les deux supérieures dans la veine ophtalmique supérieure.

Vascularisation lymphatique

Si la vascularisation lymphatique des paupières, de la conjonctive et du système lacrymal est bien connue, se drainant vers les ganglions parotidiens et submandibulaires, la présence de vaisseaux lymphatiques dans l'orbite reste toujours discutée. Classiquement il n'y en a pas, mais des études récentes^[69] ont retrouvé chez le singe des structures lymphatiques dans la glande lacrymale, à l'apex orbitaire et dans les muscles orbitaires.

Innervation orbitaire

Innervation motrice

Les sept muscles striés intraorbitaires reçoivent une innervation motrice assurée par trois nerfs oculomoteurs. Ces nerfs sont des nerfs crâniens et, comme tout nerf crânien, ils présentent une origine réelle, leur noyau à l'intérieur du système nerveux central, une origine apparente, leur émergence du tronc cérébral, un trajet et une terminaison avec une distribution musculaire. Ces trois nerfs oculomoteurs sont le nerf oculomoteur, ou troisième nerf crânien (III), le nerf trochléaire ou quatrième nerf crânien (IV) et le nerf abducens ou sixième nerf crânien (VI). On les appelait autrefois respectivement nerf moteur oculaire commun, nerf pathétique et nerf moteur oculaire externe.

L'innervation des muscles oculomoteurs, de même que l'innervation de la langue par le nerf hypoglosse (XII), est une innervation motrice somitique dont les noyaux forment une longue colonne à l'intérieur du tronc cérébral près de la cavité ventriculaire nommée colonne motrice somitique. Cela est dû au fait que les muscles oculomoteurs comme les muscles de la langue sont d'origine somitique, provenant des somites céphaliques (les autres muscles de la face et du cou, étant d'origine branchiale, proviennent des arcs branchiaux et recevant une innervation motrice branchiale). Cette colonne est constituée de haut en bas par le noyau du nerf oculomoteur situé près de l'acqueduc de Sylvius à la partie haute du mésencéphale à hauteur du colliculus supérieur, le noyau du nerf trochléaire situé également dans le mésencéphale également près de l'acqueduc de Sylvius à hauteur du colliculus inférieur, le noyau du nerf abducens qui saille à la jonction bulboprotubéranciel au niveau du plancher du quatrième ventricule, formant ce que l'on appelle l'éminence médiale ou eminencia teres ; enfin le noyau de l'hypoglosse situé au niveau bulbaire, également dans le plancher du quatrième ventricule. Ces noyaux sont constitués de motoneurones identiques aux motoneurones de la corne antérieure de la moelle que cette colonne prolonge vers le haut. Ce sont donc des nerfs purement moteurs.

Le nerf oculomoteur ou troisième nerf crânien a une origine apparente située au niveau de la jonction pontomésencéphalique de chaque côté de la substance perforée interpédunculaire entre celle-ci et la partie antérieure du pédoncule cérébral par une racine volumineuse. Le nerf trochléaire est le seul nerf à avoir une émergence à la face postérieure du tronc cérébral, juste au-dessous du colliculus inférieur. Cela est une constante dans le règne animal : le nerf trochléaire émerge toujours à la face postérieure du tronc cérébral et de façon croisée. Le nerf abducens, quant à lui, émerge au niveau du sillon bulboprotubéranciel juste au-dessus de la pyramide bulbaire.

Ces trois nerfs se dirigent ensuite vers le sinus caverneux, dans l'espace subarachnoïdien : le III croise le bord latéral du dos de la selle (qui appartient au corps du sphénoïde) qui forme la limite latérale de la selle turcique où se trouve l'hypophyse, y marquant une échancrure. Le nerf trochléaire contourne le mésencéphale, croisant de façon oblique la petite circonférence de la tente du cervelet alors que le nerf abducens lui, va croiser le bord supérieur du rocher appartenant à l'os temporal. À ce niveau se trouve

le ligament pétrosphénoïdal, dit ligament de Grüber qui se termine sur le bord latéral du dos de la selle de l'os sphénoïde. Le nerf abducens croise le bord supérieur du rocher près de l'apex du rocher en passant sous ce ligament de Grüber. Il peut être sectionné ou traumatisé à ce niveau.

Les trois nerfs oculomoteurs atteignent le sinus caverneux : le III perfore le plafond du sinus caverneux et chemine ensuite dans la paroi latérale où il se divise en ses deux branches terminales, les branches supérieure et inférieure qui pénètrent dans l'orbite par la fissure orbitaire supérieure. Le nerf trochléaire gagne la paroi latérale du sinus caverneux. Le nerf abducens, lui, pénètre à l'intérieur du sinus et croise la face latérale de l'artère carotide interne à l'intérieur du sinus. Dans la paroi latérale du sinus caverneux, ou plus exactement dans le dédoublement dure-mérien de cette paroi, les deux branches du III, le IV et les trois branches du nerf ophtalmique : les nerfs frontal, lacrymal et nasociliaire se croisent (cf. infra). Les trois nerfs pénètrent ensuite dans l'orbite par la fissure orbitaire supérieure, les deux branches du III et le VI passent dans la partie large de la fissure et à travers le tendon commun (tendon de Zinn), ils se retrouvent donc intraconiques alors que le nerf trochléaire (IV), lui, traverse la partie effilée de la fissure orbitaire supérieure en dehors de l'anneau de Zinn et est donc extraconique.

À l'intérieur de l'orbite, la branche supérieure du III, très courte, se dirige vers le muscle releveur de la paupière supérieure et le muscle droit supérieur qu'elle innerve de façon concomitante, assurant une synergie entre le muscle releveur de la paupière supérieure et le muscle droit supérieur, élévateur de l'œil.

La branche inférieure du III est la plus longue branche nerveuse intraorbitaire ; elle se dirige en bas et en avant vers le muscle oblique inférieur, rejoignant l'artère musculaire inférieure et formant avec elle le pédicule artérierveux du muscle « petit oblique ».

Au cours de son trajet, elle donne une branche au muscle droit médial puis une branche au muscle droit inférieur avant de se terminer dans le muscle oblique inférieur. Avant cette terminaison, elle envoie au ganglion ciliaire une racine courte ou motrice qui contient des fibres préganglionnaires parasymphatiques destinées à la musculature intrinsèque du bulbe de l'œil.

Le nerf abducens lui, a un trajet très court, se jetant très rapidement dans le tiers postérieur de la face médiale du muscle droit latéral.

Le nerf trochléaire, qui est extraconique, croise le muscle releveur de la paupière supérieure et se termine au tiers postérieur du bord supérieur du muscle oblique supérieur. Pour Villain^[70], il mesure 25,1 mm de long et pénètre le muscle à 17,5 mm de son insertion postérieure. Habituellement, il croise également l'artère ethmoïdale postérieure.

Ainsi, les nerfs oculomoteurs ont une distribution très différente les uns des autres : le nerf oculomoteur prend en charge à lui seul quatre muscles oculomoteurs : les muscles droits supérieur, médial, inférieur, le muscle oblique inférieur et le releveur de la paupière supérieure. Ce nerf transporte également des fibres du système nerveux autonome, ces fibres sont issues du noyau d'Edinger-Westphal situé au-dessus du noyau du III. Elles sont destinées à l'innervation des muscles lisses du globe oculaire : sphincter de l'iris et muscle ciliaire. On comprend ainsi qu'une paralysie complète du III va avoir une répercussion clinique importante associant une mydriase, un ptosis, un globe dévié en dehors et pratiquement plus de motilité oculaire, hormis l'abduction. Les deux autres nerfs, eux, ne prennent en charge qu'un seul muscle, le muscle oblique supérieur pour le nerf trochléaire, le muscle droit latéral pour le nerf abducens. Leur paralysie donne donc un tableau moins expressif avec une impossibilité d'abduction et un globe se déplaçant en dedans pour la paralysie du VI et principalement des troubles de la lecture et de la marche pour la paralysie du nerf trochléaire.

Innervation sensitive

L'innervation sensitive de l'orbite est assurée par trois branches : les nerfs frontal, lacrymal et nasociliaire qui se rejoignent dans la paroi latérale du sinus caverneux pour former le nerf ophtalmique (dit de Willis) qui lui-même rejoint les deux autres branches du

nerf trijumeau : les nerfs maxillaire et mandibulaire pour former le ganglion trigéminal (de Gasser) situé sur la face antérosupérieure du rocher au niveau du cavum trigéminal, encore appelé cavum de Meckel. Le tronc du nerf trijumeau, lui, gagne ensuite le tronc cérébral où il pénètre par deux racines, une grosse racine sensitive et une petite racine motrice au niveau de la face antérieure et latérale de la protubérance annulaire ou pont pour gagner le noyau du trijumeau. Ce noyau est extrêmement complexe, formé de trois sous-noyaux : de haut en bas le noyau mésencéphalique du V, ayant un rôle proprioceptif, au niveau de la jonction bulboprotubérancielles le noyau principal du V, siège de la sensibilité épicrotique et au niveau bulbaire se prolongeant au niveau de la moelle cervicale haute, le noyau spinal ou descendant ou gélatineux du V, destiné à recevoir les informations thermoalgésiques. Les trois branches du nerf trijumeau se terminent principalement dans le noyau principal et dans le noyau descendant avec une organisation spatiale : les fibres issues du nerf ophtalmique se terminant dans la partie ventrale de ces noyaux, les fibres issues du nerf mandibulaire dans la partie dorsale et les fibres issues du nerf maxillaire dans la partie intermédiaire. La sensibilité proprioceptive issue des muscles oculomoteurs est mal connue, se terminant très probablement dans le noyau mésencéphalique du V. Le nerf trijumeau est le nerf de la sensibilité de la face. Il comporte une petite portion motrice destinée aux muscles masticateurs et transportée par le seul nerf mandibulaire.

Le nerf frontal est un volumineux nerf plat qui longe le muscle releveur de la paupière supérieure d'arrière en avant sous le plafond orbitaire. Il est rejoint par l'artère supraorbitaire environ 5 mm en arrière du bord orbitaire supérieur. Ce nerf va se diviser à la partie antérieure de l'orbite en deux branches, une branche latérale : le nerf supraorbitaire qui gagne le foramen supraorbitaire et une branche médiale : le nerf supratrochléaire qui gagne le foramen supratrochléaire en dedans. Dans 10 % des cas environ, ce nerf ne se divise pas^[71]. Ces deux branches reçoivent l'innervation sensitive du front, du sinus frontal, des deux tiers médiaux de la conjonctive et de la paupière supérieure.

Le nerf lacrymal est un nerf beaucoup plus petit. Extraconique^[59], il longe le bord supérolatéral de l'orbite au-dessus du bord supérieur du muscle droit latéral. Il rejoint l'artère lacrymale et, ensemble, ils gagnent la glande lacrymale. Habituellement, il se divise en deux branches avant la glande, dans 59,5 % des cas^[71]. Après avoir innervé la glande lacrymale, des branches nerveuses gagnent le tiers latéral de la paupière supérieure et de la conjonctive et la peau de la région temporale. Chez les animaux à cornes, c'est le nerf de la corne dont on connaît l'importance sensitive (chez les taureaux par exemple). Le nerf lacrymal n'est pas un nerf sécrétoire. Il amène les fibres sensibles et trophiques à la glande alors que l'innervation sécrétoire est d'origine parasymphatique (voir plus loin).

Le nerf nasociliaire est la seule branche intraconique du nerf ophtalmique.

À l'intérieur de l'orbite, il se dirige en arrière et en dehors, croisant la face supérieure du nerf optique et habituellement l'artère ophtalmique. Au tiers antérieur de l'orbite, il donne ses deux branches terminales : le nerf ethmoïdal antérieur (ancien nerf nasal interne) qui passe au-dessous du muscle oblique supérieur, rejoint l'artère du même nom et chemine avec elle dans le foramen ethmoïdal antérieur pour gagner la cavité nasale ; et le nerf infratrochléaire, (ancien nerf nasal externe) qui longe la partie terminale de l'artère ophtalmique, sort de l'orbite en même temps que l'artère et innerve la région canthale médiale, en particulier le sac lacrymal, les canalicules et la caroncule. Au cours de son trajet vers l'arrière, le nerf nasociliaire reçoit plusieurs branches : le nerf ethmoïdal postérieur ou nerf sphénoïdoethmoïdal de Luschka, inconstant, qui rejoint l'artère ethmoïdale postérieure, deux nerfs ciliaires longs, médial et latéral, qui rejoignent les artères du même nom et la racine longue ou sensorielle du ganglion ciliaire.

Ces trois nerfs, frontal, lacrymal et nasociliaire sortent de l'orbite par la fissure orbitaire supérieure, le nerf nasociliaire, en traversant le tendon tendineux commun de Zinn, les deux autres nerfs passant dans la partie étroite de la fissure orbitaire supérieure en dehors de l'anneau de Zinn. Ces trois branches gagnent le sinus caverneux. À la partie antérieure de ce sinus,

on retrouve dans le dédoublement de la paroi latérale de haut en bas les nerfs : trochléaire, lacrymal, frontal, branche supérieure du nerf oculomoteur, nasociliaire et branche inférieure du nerf oculomoteur. À la partie toute postérieure de la paroi latérale, on retrouve, de haut en bas le III, le IV et le nerf ophtalmique.

Innervation autonome

L'innervation autonome est assurée par des fibres parasympathiques destinées principalement à deux muscles lisses : le muscle sphincter de l'iris responsable lors de sa contraction du myosis et le muscle ciliaire responsable de l'accommodation. Ces deux muscles sont innervés par des fibres parasympathiques nées du noyau d'Edinger-Westphal (appartenant au III) suivant le trajet du III, formant des fibres préganglionnaires qui viennent se terminer dans le ganglion ciliaire où il y a une synapse, départ de fibres postganglionnaires sous la forme de nerfs ciliaires courts qui gagnent le globe oculaire et les deux muscles considérés.

Des fibres parasympathiques provenant du noyau salivaire supérieur pontique accompagnent le nerf facial, formant des fibres également préganglionnaires qui gagnent le ganglion ptérygopalatin. À ce niveau-là, il y a une synapse, départ de fibres postganglionnaires qui quittent le nerf facial et gagnent le nerf maxillaire puis le nerf zygomatique, perforant la paroi latérale de l'orbite et gagnent la glande lacrymale. Cette branche zygomatique est constante. Dans quelques cas (environ 15 % des cas), il y en a même deux. Cette branche gagne la partie inférieure de la glande dans 92,5 % des cas. Classiquement, cette branche s'anastomose au nerf lacrymal avant la glande, anastomose appelée anse lacrymale. Elle est en fait rarement rencontrée et, au cours de nos dissections, nous avons pu classer l'innervation lacrymale en trois types : un type I avec effectivement une anse lacrymale vraie (7,5 % des cas), un type II où il y a deux nerfs qui gagnent séparément la glande avec une anastomose macroscopiquement visible à l'intérieur de la glande (37,5 % des cas) et un type III sans anastomose visible (55 % des cas) [59].

En accord avec Trauzettel et Jo [71], les fibres sécrétoires gagnent la glande sans rejoindre le nerf lacrymal dans 80,7 % des cas. De même, Ruskell [72] rapporte les mêmes observations chez le singe. Il est probable que, dans la glande, il existe également des fibres sympathiques formant un plexus sympathique autour de la glande lacrymale.

L'innervation sympathique est destinée également aux muscles lisses. Elle vient de la moelle thoracique haute. Les fibres préganglionnaires suivent la chaîne sympathique latérocervicale, gagnent le ganglion cervical supérieur où elles font relais. Les fibres postganglionnaires après synapse, suivent l'artère carotide interne puis l'artère ophtalmique puis ses différentes branches pour innerver les muscles lisses intraorbitaires, y compris les deux muscles de Müller, orbitaire et palpébral.

Ganglion ciliaire

Ce ganglion est situé à la partie postérieure de l'orbite, environ 1 cm en avant du canal optique, sur la face latérale du nerf optique. Il mesure en moyenne 2,5 mm de long.

Il reçoit trois branches ou racines [73], une racine motrice ou courte provenant de la branche inférieure du nerf oculomoteur contenant des fibres préganglionnaires parasympathiques, une racine longue ou sensitive, branche collatérale du nerf nasociliaire, enfin une racine sympathique contenant des fibres postganglionnaires sympathiques issues de la moelle cervicale (C7 à T2). Au niveau du ganglion, les fibres parasympathiques font synapse avec le départ de fibres postganglionnaires, alors que les fibres sympathiques traversent le ganglion sans s'y arrêter. De la partie antérieure du ganglion, émergent 9 à 14 nerfs ciliaires courts qui rejoignent les artères ciliaires postérieures courtes et longues et se dirigent vers le bulbe de l'œil pour innerver le muscle ciliaire, le sphincter et le dilatateur de l'iris et donner l'innervation sensitive, en particulier de la cornée.

On peut voir ce ganglion et les nerfs orbitaires sur de très belles coupes et dissections réalisées par Saban et Polselli [74].

■ Topographie orbitaire

Les quatre muscles droits du globe oculaire et leurs fascias limitent en arrière du bulbe de l'œil un espace conique à sommet postérieur au niveau de l'apex orbitaire : le cône fasciomusculaire. Entre les parois orbitaires, le périoste et ce cône se trouve l'espace extraconique que l'on peut subdiviser en quatre sous-espaces, chacun en rapport avec une des parois orbitaires : supérieur, latéral, inférieur et médial. Si certaines structures anatomiques sont fixes comme le bulbe de l'œil, le nerf optique, les muscles orbitaires, les nerfs, d'autres sont plus variables. C'est le cas notamment des veines, des artères et de la graisse. Ces variations sont rarement symétriques et n'ont pas de prédominance de sexe ou de côté. Elles doivent être particulièrement bien connues du chirurgien orbitaire.



Espace intraconique

Il est centré autour du nerf optique et de l'artère ophtalmique qui pénètrent dans l'orbite par le canal optique. L'artère à la partie postérieure de l'orbite est sur la face latérale du nerf puis le croise par au-dessus habituellement et gagne ensuite la paroi médiale de l'orbite. Dans nos séries, des sur-croisements étaient retrouvés dans 77 % des cas et des sous-croisements dans 23 %. Ce type de croisement détermine l'organisation artérielle de l'orbite, l'absence de certaines branches artérielles, des variations d'origine, de trajet et de distribution des branches artérielles. Une association retrouvée de façon extrêmement fréquente est celle d'un sous-croisement artère ophtalmique-nerf optique, la présence d'une artère méningolacrymale issue de l'artère méningée moyenne et d'une artère musculaire latérale. Comme il a été dit plus haut, l'artère ophtalmique à la partie antérieure du cône, a deux possibilités : soit rester dans le cône (24 %) soit sortir du cône, en passant sous le muscle oblique supérieur (76 %).

Les branches intraconiques de l'artère ophtalmique sont représentées principalement par les artères à destinée visuelle, sensorielle : artère centrale de la rétine à la face inférieure du nerf optique, et les artères ciliaires postérieures longues et courtes. L'artère ethmoïdale postérieure et l'artère supraorbitaire, qui naissent dans le cône, le quittent très rapidement. L'artère ethmoïdale antérieure, elle, naît rarement dans le cône, seulement lorsque l'artère ophtalmique reste totalement intraconique. De même, l'artère lacrymale quitte l'espace intraconique rapidement pour gagner la paroi latérale de l'orbite. Enfin, l'artère musculaire inférieure et ses deux ou trois troncs occupent la partie inférieure de l'orbite. C'est dans l'espace intraconique que la plupart des branches destinées aux muscles les pénètrent, en général à la partie postérieure du cône.

Le nerf nasociliaire traverse tout le cône d'arrière en avant et de dehors en dedans. Il croise par au-dessus le nerf optique et souvent l'artère ophtalmique (58 % des cas). Plus en avant, il recroise cette artère une deuxième, voire une troisième fois et se termine en ses deux branches terminales : le nerf ethmoïdal antérieur qui rejoint l'artère ethmoïdale antérieure et le nerf infratrochléaire qui reste, lui, toujours dans le cône. Dans son trajet intraconique, le nerf nasociliaire donne le nerf ethmoïdal postérieur, les nerfs ciliaires longs et la racine sensitive du ganglion ciliaire.

Les autres nerfs rencontrés dans l'espace intraconique sont le nerf abducens qui se termine tout de suite dans le muscle droit latéral et les deux branches du nerf oculomoteur : la branche supérieure courte gagnant le releveur de la paupière supérieure et le muscle droit supérieur et la branche inférieure beaucoup plus longue qui rejoint l'artère musculaire inférieure jusqu'au muscle oblique inférieur et donne la racine motrice du ganglion ciliaire.

Enfin, la veine ophtalmique supérieure est à l'intérieur du cône pour une partie de son trajet ; elle traverse le cône sous le muscle droit supérieur d'avant en arrière et de dedans en dehors.

Ainsi, on trouve dans le cône [75] :

- au-dessus du nerf optique, de bas en haut :
 - l'artère ophtalmique,
 - le nerf nasociliaire,
 - la veine ophtalmique supérieure,
 - la branche supérieure du nerf oculomoteur,

- les branches artérielles pour le muscle droit supérieur,
- le muscle droit supérieur;
- en dehors du nerf optique :
 - l'artère ophtalmique en arrière,
 - le ganglion ciliaire,
 - les artères et les nerfs ciliaires postérieurs longs latéraux et courts, souvent l'origine de l'artère lacrymale,
 - le nerf abducens en arrière,
 - le muscle droit latéral;
- en dessous du nerf optique :
 - l'artère centrale de la rétine,
 - l'artère musculaire inférieure et ses branches,
 - la branche inférieure du nerf oculomoteur,
 - le muscle droit inférieur;
- en dedans du nerf optique :
 - l'origine des artères ethmoïdale postérieure et supraorbitaire en arrière,
 - les artères et les nerfs ciliaires postérieurs longs médiaux,
 - l'origine de l'artère musculaire inférieure,
 - le nerf nasociliaire,
 - la partie médio-optique de l'artère ophtalmique,
 - le muscle droit médial,
 - autour de toutes ces structures on retrouve le corps adipeux intraconique.

Espaces extraconiques

Espace extraconique supérieur

Situé entre le muscle droit supérieur et le plafond orbitaire, c'est un espace étroit qui contient le muscle releveur de la paupière supérieure avec, à sa face supérieure, le nerf trochléaire en arrière, le nerf frontal et ses deux branches : les nerfs supraorbitaire et supratrochléaire en avant. L'artère supraorbitaire rejoint le nerf frontal, mais elle est absente dans 12% des orbites. La branche supérieure du nerf oculomoteur innerve les deux muscles droit supérieur et releveur de la paupière supérieure.

Espace extraconique latéral

Compris entre la paroi latérale et le muscle droit latéral, cet espace contient en avant la glande lacrymale avec son pédicule qui longe la paroi d'arrière en avant : artère, veines et nerf lacrymaux. Dans quelques cas (27%), une artère méningolacrymale pénètre dans l'orbite à travers un canal spécifique creusé dans la paroi latérale, le canal de Hyrtl, et parfois il existe deux artères lacrymales, une classique et une artère méningolacrymale. En avant, sur la paroi latérale, on trouve la branche zygomatique qui aborde la partie inférieure de la glande avec exceptionnellement la constitution d'une anse lacrymale vraie. C'est cette branche zygomatique qu'il faut sectionner lorsqu'on réalise une intervention de Whitwell pour traiter un larmolement. À la partie inférieure de cet espace extraconique latéral, il y a énormément de graisse.

Espace extraconique inférieur

Situé entre le complexe droit inférieur-oblique inférieur et la paroi inférieure, c'est un espace large, croisé de dedans en dehors par le corps du muscle oblique inférieur et rempli d'une graisse abondante. Sur le plancher orbitaire, l'artère infraorbitaire donne habituellement une branche au muscle oblique inférieur qui reçoit au tiers latéral de son bord postérieur l'artère musculaire inférieure et la branche inférieure du nerf oculomoteur. C'est l'espace de choix pour injecter un produit anesthésique par voie rétro- ou péribulbaire, c'est aussi l'espace où la graisse est la plus abondante, graisse que l'on peut retirer lors des décompressions graisseuses en cas d'orbitopathie dysthyroïdienne.

Espace extraconique médial

Situé entre le complexe formé par les muscles droit médial et oblique supérieur et la paroi médiale de l'orbite, cet espace étroit contient de nombreuses structures vasculaires et nerveuses. En

arrière, on trouve l'artère ethmoïdale postérieure et le nerf ethmoïdal postérieur qui gagnent tous les deux le foramen ethmoïdal postérieur situé 5 à 7 mm en avant du canal optique et 10 à 15 mm en arrière du foramen ethmoïdal antérieur. L'artère est absente dans 20% des cas et, lorsqu'elle est présente, elle croise le bord supérieur du muscle oblique supérieur et le nerf trochléaire. Plus en avant, l'artère ophtalmique dans sa partie terminale extracônique, après être passée sous le muscle oblique supérieur, vient au contact de la paroi médiale, près du foramen ethmoïdal antérieur, et donne à ce niveau l'artère ethmoïdale antérieure. Celle-ci est rejointe par le nerf ethmoïdal antérieur, branche terminale du nerf nasociliaire qui va aussi passer sous le muscle oblique supérieur. Le foramen ethmoïdal antérieur se situe en moyenne 20 mm en arrière du bord orbitaire.

■ Explorations et voies d'abord de l'orbite

Les progrès considérables de l'imagerie permettent une approche diagnostique de la cavité orbitaire extrêmement précise. Trois examens vont particulièrement être utiles :

- l'échographie orbitaire avec examen en étude Doppler couleur qui, en cas de tumeur par exemple, montrera si cette tumeur est vascularisée ou non. Cette échographie est surtout utile dans les processus antérieurs de l'orbite ;
- le scanner aux rayons X permet, grâce à une acquisition hélicoïdale, d'obtenir des coupes dans les trois plans de l'espace : axial (horizontal), coronal (frontal) et sagittal. Le scanner aux rayons X va surtout bien montrer les structures osseuses. Il permet également de quantifier une exophtalmie grâce à l'indice oculo-orbitaire décrit par Emmanuel Cabanis. Enfin, le scanner aux rayons X permet une étude des cavités sinusiennes de la face qui entourent l'orbite : sinus maxillaire, sphénoïdal, frontal et les cellules ethmoïdales ;
- l'examen en résonance magnétique ou IRM complète les images obtenues en scanner aux rayons X. La résonance magnétique nucléaire permet de mieux visualiser les structures molles intraorbitaires, en particulier les muscles, la graisse, le nerf optique. Là encore, les trois plans de l'espace seront explorés. Le scanner aux rayons X a comme principale contre-indication les allergies aux produits iodés alors que la résonance magnétique a de multiples contre-indications : les corps étrangers métalliques intraorbitaires, les pacemakers, la claustrophobie, etc. En cas de processus occupant de l'espace intraorbitaire, que ce soit une tumeur, un abcès ou un corps étranger, on peut être amené à aborder la cavité orbitaire. La localisation précise du processus en intra- ou en extraconique, voire à cheval sur les deux espaces, est primordiale avant de décider de la voie d'abord que l'on pourra utiliser. Schématiquement, on peut séparer les voies d'abord antérieures transpalpébrales ou transconjonctivales et les voies d'abord qui nécessitent une dépose osseuse : orbitotomie latérale type Krönlein ou orbitotomie médiale, transfaciale, voire éventuellement orbitotomie par voie transmaxillaire ou par voie transethmoïdale après ethmoïdectomie par voie endonasale. Chacune de ces voies a ses avantages et ses inconvénients qu'il n'est pas possible de détailler ici. Le siège du processus déterminera le choix du chirurgien.

■ Conclusion

La connaissance de l'anatomie orbitaire est indispensable tant pour le diagnostic que pour la prise en charge des pathologies et des processus orbitaires. À côté de l'anatomie assez fixe représentée par l'orbite osseuse, les muscles oculomoteurs, le bulbe de l'œil, le nerf optique, il faut connaître également les variations qui touchent principalement les systèmes artériel et veineux. La localisation des processus est très importante et, schématiquement, les processus intraconiques ont des répercussions souvent visuelles et nécessitent une chirurgie intraconique avec comme risque principal une cécité postopératoire, alors que les processus extraconiques vont se manifester plus tôt par une déviation

du globe avec une diplopie. Le siège exact du processus supérieur, médial, inférieur ou latéral, conditionne le choix de la voie d'abord.

Remerciements : toutes les photographies de dissection ont été réalisées au sein du Laboratoire d'anatomie du Centre hospitalier de Reims (Professeurs Jean Bernard Flament et Jean François Delattre).



Références

- [1] Sobotta. *Atlas d'anatomie humaine (tome 1. Tête, cou, membre supérieur)*. Paris: Editions Médicales Internationales; 1994.
- [2] Ducasse A. L'orbite. In: Chevrel JP, Fontaine C, editors. *Anatomie clinique (tome 3. Tête et cou)*. Paris: Springer-Verlag; 1996. p. 169–72.
- [3] Sadler TW, Langman J. *Embryologie médicale*. Rueil Malmaison: Pradel; 2007 [p. 180–91, 367–405].
- [4] Barishak YR. *Embryology of the eye and its adnexa*. Basel: Karger; 2001.
- [5] Ozgen A, Aydingoz U. Normative measurements of orbital structures using MRI. *J Comput Assist Tomogr* 2000;**24**:493–6.
- [6] Detorakis ET, Drakonaki E, Papadaki E, Pallikaris IG, Tsilimbaris MK. Effective orbital volume on eyeball positions: an MRI study. *Orbit* 2010;**29**:244–9.
- [7] Rouvière H, Delmas A. *Anatomie humaine descriptive topographique et fonctionnelle (tome 1. Tête et cou)*. Paris: Masson; 1991. p. 340–85.
- [8] Kwon J, Barrera JE, Most SP. Comparative computation of orbital volume from axial and coronal CT using three dimensional image analysis. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2010;**26**:26–9.
- [9] Richard MJ, Morris C, Deen BF, Gray L, Woodward JA. Analysis of the anatomic changes of the aging facial skeleton using computer assisted tomography. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2009;**25**:382–6.
- [10] Kamer L, Nozer H, Schramm A, Hammer B, Kirsch E. Anatomy based surgical concepts for individualized orbital decompression surgery in Grave's orbitopathy I: orbital size and geometry. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2010;**26**:348–52.
- [11] Abed SF, Shams P, Shen S, Addis PJ, Uddin JM. A cadaveric study of the morphometric and geometric relationships of the orbital apex. *Orbit* 2011;**30**:72–6.
- [12] Iordan A, Iordan G, Ulmeanu D. Anatomie radiologique du sinus frontal. Aspects particuliers. *Morphologie* 2005;**89**:193.
- [13] Goldberg RA, Kim AJ, Kerivan KM. The lacrimal keyhole, orbital door jamb, and basin of the inferior orbital fissure. Three areas of deep bone in the lateral orbit. *Arch Ophthalmol* 1998;**116**:1618–24.
- [14] Kakizaki H, Nakano T, Asamoto K, Iwaki M. Posterior border of the deep lateral orbital wall – appearance, width, and distance from the orbital rim. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2008;**4**:262–5.
- [15] Kakizaki H, Takahashi Y, Asamoto K, Nakano T, Selva D, Leibovitch I. Anatomy of the superior border of the lateral orbital wall: surgical implications in deep lateral orbital wall decompression surgery. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2011;**27**:60–3.
- [16] Fontaine C, Drizenko A. Les artères de la tête et du cou. In: Chevrel JP, Fontaine C, editors. *Anatomie Clinique (tome 3. Tête et cou)*. Paris: Springer-Verlag; 1996. p. 397–407.
- [17] Le Floch Prigent P, Chevrel JP, Fontaine C. Le nerf maxillaire – Le nerf mandibulaire. In: Chevrel JP, Fontaine C, editors. *Anatomie Clinique (tome 3. Tête et cou)*. Paris: Springer-Verlag; 1996. p. 147–58.
- [18] Adenis JP, Longueville E. Horner's muscle plication using an anterior approach. *Orbit* 1991;**10**:187–91.
- [19] Duverney JFM, Gautier d'Agoty JF. *Essai d'anatomie en tableaux, imprimés qui représentent au naturel tous les muscles de la face, du col, de la tête de la langue et du larynx*. Paris: Gautier; 1745.
- [20] Ducasse A, Delattre JF, Segal A, Desphieux JL, Flament JB. Anatomical basis of the surgical approach to the medial wall of the orbit. *Anat Clin* 1985;**7**:15–21.
- [21] Kirchner JA, Yanagisawa E, Crelin ES. Surgical anatomy of the ethmoidal arteries. A laboratory study of 150 orbits. *Arch Otolaryngol* 1961;**74**:382–6.
- [22] Caliot P, Plessis JL, Poirier M. The intraorbital arrangement of the anterior and posterior ethmoidal foramina. *Surg Radiol Anat* 1995;**17**:29–33.
- [23] Cheng AC, Lucas PW, Yuen HK, Lam DS, So KF. Surgical anatomy of the chinese orbit. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2008;**24**:136–41.
- [24] Takahashi Y, Kakizaki H, Nakano T. Accessory ethmoidal foramina: an anatomical study. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2011;**27**:125–7.
- [25] Kurihashi K, Yamashita A. Anatomical consideration for dacryocystorhinostomy. *Ophthalmologica* 1991;**203**:1–7.
- [26] Lang J, Kageyama I. The region of the origin of the m.obliquus bulbi inferior. *Klin Monbl Augenheilkd* 1990;**4**:228–30.
- [27] Takahashi Y, Kakizaki H, Nakano T. Bony nasolacrimal duct entrance diameter: gender difference in cadaveric study. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2011;**27**:204–5.
- [28] Rosenstein T, Talebzadeh N, Pogrel MA. Anatomy of the lateral canthal tendon. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;**89**:24–8.
- [29] Webster RC, Gaunt JM, Hamdan US. Surpaorbital and supratrochlear notches and foramina: anatomical variations and surgical relevance. *Laryngoscope* 1986;**96**:311–5.
- [30] Takahashi Y, Kakizaki H, Nakano T. Infraorbital foramen: horizontal location in relation to ala nasi. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2011;**27**:295–7.
- [31] Meyer DR, Lindberg JV, Wobig JL. Anatomy of the orbital septum and associated eyelid connective tissues. Implications for ptosis surgery. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 1991;**7**:104–13.
- [32] Bremond-Gignac DS, Deplus S, Cussenot O. Anatomic study of the orbital septum. *Surg Radiol Anat* 1994;**16**:121–4.
- [33] Goldberg RA, Hanani K, Toga AW. Microanatomy of the orbital apex. Computed tomography and microcryoplaning of soft and hard tissue. *Ophthalmology* 1992;**99**:1447–52.
- [34] Ducasse A. Les annexes du globe oculaire. In: Chevrel JP, Fontaine C, editors. *Anatomie Clinique (tome 3. Tête et cou)*. Paris: Springer-Verlag; 1996. p. 185–98.
- [35] Ducasse A, Roth A, De Gottrau P. Anatomie des muscles oculomoteurs. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Ophtalmologie, 21-005-A-10, 1999: 13p.
- [36] Ducasse A, Delattre JF, Flament JB. Anatomie de la glande lacrymale in Les voies lacrymales. In: Ducasse A, Adenis JP, Fayet B, George JL, Ruban JM, editors. *Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie*. Paris: Masson; 2006. p. 13–8.
- [37] Koornneef L. New insights in the human orbital connective tissue. Result of a new anatomical approach. *Arch Ophthalmol* 1977;**95**:1269–73.
- [38] Koornneef L. Orbital septa: anatomy and function. *Ophthalmology* 1979;**86**:876–80.
- [39] Padgett DH. The development of the cranial arteries in the human embryo. Carnegie institution of Washington. *Contrib Embryol* 1948;**32**:205–61.
- [40] Hayreh SS. Arteries of the orbit in the human being. *Br J Surg* 1963;**50**:938–53.
- [41] Hayreh SS, Dass R. The ophthalmic artery: origin and intracranial and intracanalicular course. *Br J Ophthalmol* 1962;**46**:65–98.
- [42] Lang J, Kageyama I. The ophthalmic artery and its branches: measurements and clinical importance. *Surg Radiol Anat* 1990;**12**:83–90.
- [43] Jo-Osvatic A, Basic N, Basic V, Jukic T, Nikolic V, Stimac D. Topoanatomic relations of the ophthalmic artery viewed in four horizontal layers. *Surg Radiol Anat* 1999;**21**:371–5.
- [44] Jimenez-Castellanos J, Carmona A, Castellanos I. Microsurgical anatomy of the human ophthalmic artery: a mesoscopic study of its origin, course and collateral branches. *Surg Radiol Anat* 1995;**17**:139–43.
- [45] Taguchi K. Über das Foramen Clinoido-ophthalmicum mit Berücksichtigung der Arteria Ophthalmica beim Menschen. *Tokyo Igakkwai Zasshi* 1898;**12**:33–55.
- [46] Adachi B. *Das Arteriensystem der Japaner*. Kyoto: Verlag der Kaiserlich-Japanischen Universität; 1928. p. 103–11.
- [47] Zuckerkandl E, Meyer F. Zur Anatomie der Orbitalarterien. *Morph Jahrb* 1887;**12**:414–58.
- [48] Sudakevitch T. The variations in system of trunks of the posterior ciliary arteries. *Br J Ophthalmol* 1947;**31**:738–60.
- [49] Hayreh SS, Dass R. The ophthalmic artery: intraorbital course. *Br J Ophthalmol* 1962;**46**:165–85.
- [50] Desantis M, Anderson KJ, King DW. Variability in relationships of arteries and nerves in the human orbit. *Anat Anz* 1984;**175**:227–31.
- [51] Ducasse A, Segal A, Delattre JF. Le contenu orbitaire. Étude anatomique des différents compartiments et de leur contenu. *Ophtalmologie* 1992;**6**:180–5.
- [52] Lassau JP, Mitz V, Ricbourg B. Recherche sur les artères et les veines superficielles de la face. Faculté de Médecine Paris V, Laboratoire d'Anatomie, 1975.
- [53] Berthelot JL, Hureau J. Clinical anatomical study of the macroscopic anastomoses of the ophthalmic artery in the periorbital region. *Anat Clin* 1982;**3**:271–8.
- [54] Hayreh SS. The ophthalmic artery: branches. *Br J Ophthalmol* 1962;**46**:212–47.
- [55] Chou PI, Sadun AA, Lee H. Vasculature and morphometry of the optic canal and intracanalicular optic nerve. *J Neuroophthalmol* 1995;**15**:186–90.

- [56] Henry J. Contribution à l'étude de l'anatomie des vaisseaux de l'orbite et de la loge caverneuse par injection de matières plastiques, du tendon de Zinn et de la capsule de Tenon. [thèse médecine], Paris, 1959. 638 p.
- [57] Ducasse A, Segal A, Delattre JF. Aspects macroscopiques des artères ciliaires longues postérieures. *Bull Soc Ophthalmol* 1986;**86**:845-8.
- [58] Ducournau D. La systématisation vasculaire de la choroïde. *J Fr Ophthalmol* 1980;**3**:5-16.
- [59] Ducasse A, Segal A, El Ladki S. Vascularisation artérielle et innervation de la glande lacrymale. À propos de 100 dissections. *Ophthalmologie* 1990;**4**:129-33.
- [60] Erdogmus S, Govsa F. Importance of the anatomic features of the lacrimal artery for orbital approaches. *J Craniofac Surg* 2005;**16**:957-64.
- [61] Ducasse A, Segal A, Flament JB. Les artères ethmoïdales. Situation, variations. *Ophthalmologie* 1993;**7**:361-3.
- [62] Cordier J, Rauber G, Raspiller A, George JL. Vascularisation artérielle des muscles droits verticaux et des muscles obliques. *J Fr Ophthalmol* 1981;**4**:397-404.
- [63] Ducasse A, Flament JB, Segal A. Étude anatomique de la vascularisation et de l'innervation des muscles obliques de l'œil. *Ophthalmologie* 1991;**5**:5-8.
- [64] George JL. La vascularisation artérielle du muscle releveur de la paupière supérieure. *J Fr Ophthalmol* 1984;**7**:143-9.
- [65] Ducasse A, Segal A, Delattre JF. La participation de l'artère carotide externe à la vascularisation orbitaire. *J Fr Ophthalmol* 1985;**8**:333-9.
- [66] Bergen MP. A spacial reconstruction of the orbital vascular pattern in relation with the connective tissue system. *Acta Morphol Neerl Scand* 1982;**20**:117-37.
- [67] Murakami K, Murakami G, Komatsu A, Sato T, Tane S. Gross anatomical study of veins in the orbit. *Acta Soc Ophthalmol Jpn* 1991;**95**:31-8.
- [68] Dutton JD. *Atlas of clinical and surgical orbital anatomy*. Philadelphia: WB Saunders; 1994.
- [69] Sherman DD, Gonnering RS, Wallon IH. Identification of orbital lymphatics: enzyme histochemical light microscopic and electron microscopic studies. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 1993;**9**:153-69.
- [70] Villain M, Segnarbieux F, Bonnel F. The trochlear nerve: anatomy by microdissection. *Surg Radiol Anat* 1993;**15**:169-73.
- [71] Trauzettel H, Jo A. Die Topographie der nerven in der Orbita. *Verh Anat Ges* 1971;**66**:633-45.
- [72] Ruskell GL. The distribution of autonomic postganglionic nerve fibres to the lacrimal gland in monkeys. *J Anat* 1971;**109**:229-42.
- [73] Sinnreich Z, Nathan H. The ciliary ganglion in man (anatomical observations). *Anat Anz* 1981;**150**:287-97.
- [74] Saban Y, Polselli R. *Atlas d'anatomie chirurgicale de la face et du cou (tome 1. Paupières-orbite-voies lacrymales-nez-sinus)*. Firenze: SEE Editrice Ference; 2009.
- [75] Ducasse A. Surgical orbital anatomy. In: Guthoff RF, Katowitz JA, editors. *Essentials in ophthalmology. Oculoplastics and orbit*. Berlin: Springer-Verlag; 2007. p. 73-97.

Pour en savoir plus

- Dutton JJ. *Clinical and surgical orbital anatomy*. Philadelphia: WB Saunders; 1994.
- Rootman J, Stewart B, Goldberg RA. *Orbital surgery. A conceptual approach*. Philadelphia: Lippincott Raven; 1995.
- Chevrel JP, Fontaine C. *Anatomie Clinique*. (tome 3. Tête et cou). Paris: Springer-Verlag; 1996.
- Adenis JP, Morax S. *Pathologie orbitopalpébrale*. Rapport de la Société Française d'Ophthalmologie. Paris: Masson; 1998.
- Ducasse A, Adenis JP, Fayet B, George JL, Ruban JM. *Les voies lacrymales*. Rapport de la Société Française d'Ophthalmologie. Paris: Masson; 2006.
- Rhoton AI, Natori Y. *The orbit and sellar region. Microsurgical anatomy and operative approaches*. New York: Thieme; 1996.

A. Ducasse, Professeur des Universités, praticien hospitalier, membre associé du Collège médical français des Professeurs d'Anatomie, chef du service d'ophtalmologie (ducasse.alain@wanadoo.fr).
Hôpital Robert-Debré, CHRU de Reims, avenue du Maréchal-Koenig, 51092 Reims, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Ducasse A. Anatomie et vascularisation de l'orbite. EMC - Ophthalmologie 2013;10(1):1-23 [Article 21-006-A-10].

Disponibles sur www.em-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos/
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations



Cas
clinique