



OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Conhecer as estruturas anatômicas que compõem o olho humano;
- Analisar as estruturas internas do olho humano quanto sua formação histológica e função;

RELEVÂNCIA

O conhecimento da anatomia geral do aparelho visual é pré-requisito para a interpretação adequada de doenças com manifestações oculares. Além disso, a análise histológica de determinadas estruturas é essencial para o entendimento funcional do olho.

INFORMAÇÕES GERAIS

ÓRBITA OCULAR

A órbita é uma cavidade óssea em forma de pirâmide com quatro paredes (superior, medial, inferior e lateral) – FIGURA 1 e QUADRO 1 – que convergem posteriormente.

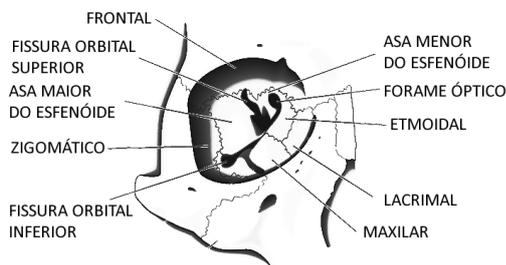


FIGURA 1. Ossos da órbita. ADAPTADO DE VAUGHAN & ASBURY

Teto. Defeitos no teto orbitário (ex.: neurofibromatose) podem resultar em pulsações visíveis do globo ocular, de origem cerebral.

Parede nasal. Em decorrência da proximidade com os seios faciais, infecções, especialmente nos seios etmoidais e esfenoidais, podem erodir a parede óssea e envolver o conteúdo da cavidade orbitária.

Assoalho. A placa orbital da maxila constitui a grande área central do assoalho, sendo a região onde fraturas (*blowout*) mais frequentemente ocorrem, podendo haver herniação do conteúdo orbital para o antro maxilar.

Parede lateral. É a parte mais resistente da órbita, tendo importante função de proteção contra impactos.

Ápice. É o portal de entrada para todos os nervos e vasos do olho, e o local de origem de todos os músculos

extraoculares, exceto o oblíquo inferior, que se origina no lado nasal da parede orbitária.

IRRIGAÇÃO OCULAR

Arterial. O suprimento arterial das estruturas da órbita deriva principalmente da artéria oftálmica – FIGURA 2 e QUADRO 2, o primeiro ramo intracraniano importante da artéria carótida interna.

QUADRO 1. PAREDES DA CAVIDADE ORBITAL E OS OSSOS QUE AS COMPÕEM.

Paredes	Ossos
Superior	Frontal Asa menor do esfenóide
Medial	Etmoide Frontal Lacrimal Esfenoide
Inferior	Maxilar Zigomático Palatino
Lateral	Zigomático Asa maior do esfenóide

QUADRO 2. PRINCIPAIS RAMOS DA ARTÉRIA OFTÁLMICA E SUAS DISTRIBUIÇÕES.

Ramos	Distribuição
A. central da retina	Emerge na papila, dando os ramos terminais, visualizados à fundoscopia.
Aa. ciliares posteriores curtas	Suprem a coróide e a porção externa da retina.
Aa. ciliares posteriores longas	Irrigam o corpo ciliar e a íris.
Aa. ciliares anteriores	Suprem esclera, episclera, limbo, conjuntiva bulbar e plexo ciliar.

Venosa. A drenagem venosa ocorre principalmente através das veias oftálmicas superior e inferior, para onde drenam as veias vorticosas, ciliares anteriores e central da retina, havendo comunicação com o seio cavernoso através da fissura orbital superior.

Trombose do seio cavernoso

A veia oftálmica superior também recebe ramos de vasos periorbitários. Isso proporciona uma comunicação direta entre a pele da face e do seio cavernoso, formando assim a base da trombose letal do seio cavernoso, que pode ser secundária à celulite orbitária.

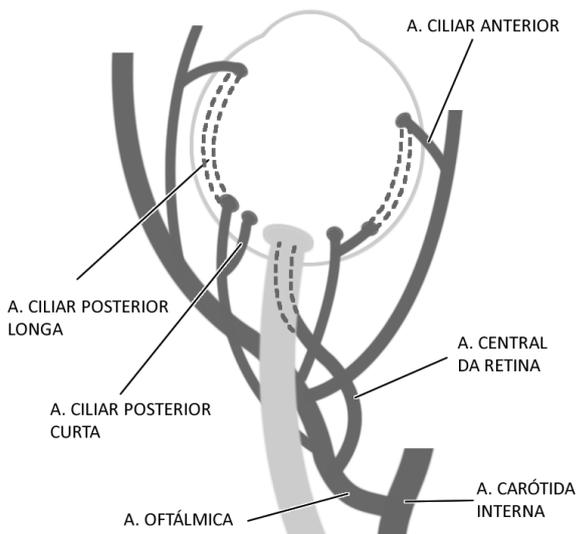


FIGURA 2. Artéria oftálmica e seus ramos principais.

INERVAÇÃO OCULAR

Além do nervo óptico (N.C. II), entram através da fissura orbital superior os nervos oculomotor (N.C. III), troclear (N.C. IV) e abducente (N.C. VI), que suprem a musculatura extrínseca ocular. O N.C. III inerva ainda outras importantes estruturas – QUADRO 3.

QUADRO 3. PRINCIPAIS NERVOS ORBITÁRIOS E SUAS ESTRUTURAS INERVADAS.

N. óptico (N.C. II)	Retina (cones e bastonetes)
N. oculomotor (N.C. III)	M. reto superior M. reto medial M. reto inferior M. oblíquo inferior M. ciliar M. esfíncter da pupila (fibras parassimpáticas) M. levantador da pálpebra superior
N. troclear (N.C. IV)	M. oblíquo superior
N. trigêmeo (N.C. V)	
N. oftálmico (N.C. V _I)	Pálpebra superior e córnea (fibras aferentes)
N. maxilar (N.C. V _{II})	Pálpebra inferior
N. abducente (N.C. VI)	M. reto lateral
N. facial (N.C. VII)	M. orbicular do olho
Gânglio cervical superior (Nn. ciliares curtos)	M. dilatador da pupila (fibras simpáticas)

ANEXOS OCULARES

PÁLPEBRAS

A principal função das pálpebras é de proteção mecânica e luminosa do globo ocular. Contribui, também, na secreção, na distribuição e na drenagem da lágrima. Histologicamente, as pálpebras são constituídas de fora para dentro por 4 camadas: pele; músculo orbicular do olho; camada de tecido conjuntivo (placa tarsal), onde são encontradas as glândulas sebáceas de Meibomius e glândulas lacrimais acessórias de Krause e Wolfring; camada mucosa, formando a conjuntiva palpebral (tarsal) que se continua com a conjuntiva bulbar – FIGURA 4.

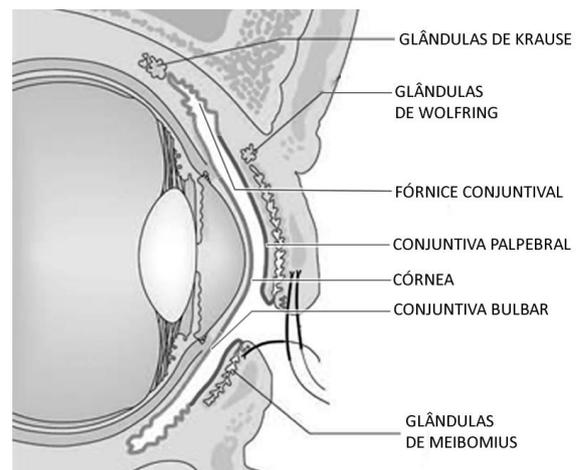


FIGURA 4. Corte sagital das pálpebras e globo ocular.
ADAPTADO DE OFTALMO/USP

Composição da lágrima

Três camadas formam o filme lacrimal: a mais externa, lipídica, é produzida pela glândula de Meibomius e previne a evaporação do filme lacrimal; a intermediária é aquosa e responsável por nutrir e oxigenar a córnea, além de apresentar substâncias antimicrobianas em sua composição; e a mais interna, composta por mucina, que é fundamental para a interação entre a camada aquosa e as superfícies oculares.

CÍLIOS

Têm função de proteger o olho contra a luz excessiva e a entrada de pequenas partículas. Projetam-se de forma irregular da margem das pálpebras, sendo os cílios superiores, curvados para cima, maiores e mais numerosos que os inferiores, curvados para baixo.

APARELHO LACRIMAL

É constituído por glândulas, ductos e canalículos lacrimais e o ducto nasolacrimal. As glândulas lacrimais estão localizadas na borda súperolateral da órbita e produzem continuamente a lágrima, que penetra no ducto nasolacrimal, desembocando no meato nasal inferior.

MÚSCULOS EXTRAOCULARES

Seis músculos extraoculares controlam os movimentos de cada olho: 4 retos – superior, medial, inferior e lateral – e 2 oblíquos – superior e inferior (FIGURA 3). Para mais detalhes sobre movimentação extrínseca, vide o texto sobre AVALIAÇÃO OFTALMOLÓGICA.

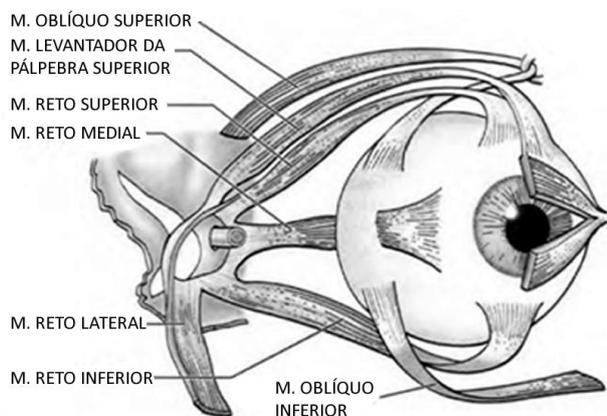


FIGURA 3. Músculos extraoculares.
ADAPTADO DE MOORE

Fáscia. Todos os músculos extraoculares são circundados por uma fáscia que se continua com a cápsula de Tenon, importante estrutura para garantir o adequado alinhamento dos olhos.

GLOBO OCULAR

O globo ocular é constituído por 3 túnicas: externa ou fibrosa (córnea e esclera), média ou vascular (íris, corpo ciliar e coroide) e interna ou neurossensorial (retina). Internamente, o olho é formado pelo cristalino, pelo humor aquoso e pelo corpo vítreo, que o dividem em 3

compartimentos: câmara anterior, câmara posterior e espaço vítreo. É possível ainda separar o olho em 2 segmentos: anterior e posterior, sendo o cristalino o marco anatômico para essa divisão.

REVESTIMENTO OCULAR

Diversas estruturas revestem o globo ocular. Dentre outras funções, elas funcionam como barreira de proteção e, no caso da córnea, como lente refrativa.

Conjuntiva. É uma membrana mucosa que cobre as pálpebras posteriormente, reflete para o globo ocular, formando o fórnice (fundo de saco), e estende-se até o limbo. Inflamações podem causar edema (quemose) na região dos fórnices e da conjuntiva bulbar (globo ocular), por ter fraca aderência nesses locais. Contém células caliciformes, responsáveis pela secreção de mucina, e outras glândulas, que contribuem na formação do filme lacrimal.

A conjuntiva facilita o livre movimento do globo ocular e promove uma superfície lisa para que as pálpebras deslizem sobre a córnea. Tem um importante papel de barreira, servindo de proteção do contra microrganismos.

Sua vascularização é predominantemente originada de ramos da artéria oftálmica. Sua inervação sensorial, mediada por ramos do nervo oftálmico, é reduzida em comparação à córnea.

Cápsula de Tenon. Envolve a superfície externa da esclera. Continua com as fáscias dos músculos extraoculares, servindo de apoio e regulando a direção da ação.

Episclera. Reveste a porção anterior da esclera, possuindo vasos sanguíneos que a nutrem. Próximo ao limbo funde-se à conjuntiva bulbar e à cápsula de Tenon.

Córnea. É a porção mais anterior da túnica externa. É uma estrutura convexa transparente alto poder refrativo ($\approx 40D$), localizada no 1/6 anterior do olho. Continua posteriormente com a esclera, diferenciando-se pelo grau de hidratação e pela disposição das fibras colágenas. Embora seja avascular, o que garante sua transparência, é ricamente innervada por fibras do ramo oftálmico do nervo trigêmeo (N.C. V₁) – QUADRO 3. Sua nutrição se dá por difusão de nutrientes e oxigênio provenientes dos vasos perilímbricos – QUADRO 2 – do humor aquoso e do filme lacrimal. Histologicamente, subdivide-se em 5 camadas: epitélio corneano, membrana de Bowman, estroma, membrana de Descemet e endotélio.

QUADRO 4. CAMADAS DA CÓRNEA E SUAS CARACTERÍSTICAS.

Camadas	Características
Epitélio anterior (estratificado pavimentoso não queratinizado)	Constituído por 5-6 camadas de células com alta capacidade de regeneração. Renova-se a cada 7 dias. Lesões nessa camada normalmente não deixam sequelas.
Membrana de Bowman	Local onde se encontram plexos de fibras nervosas responsáveis pela inervação sensitiva da córnea. É altamente resistente, porém tem baixo poder regenerativo. Lesões que envolvam essa membrana costumam evoluir com sequelas (haze).
Estroma	É a camada mais espessa da córnea (cerca de 90%). Garante o alto poder refrativo da córnea. A relação proteína/água confere a propriedade de transparência. Lesões epiteliais ou endoteliais modificam essa relação, provocando edema corneano.
Membrana de Descemet.	Funciona como membrana basal do endotélio.
Endotélio (pavimentoso simples)	Responsável por manter a deturgescência essencial do estroma da córnea. Tem pouca capacidade de regeneração, é bastante susceptível a lesões em procedimentos cirúrgicos oculares (ex. cirurgia de catarata).

Limbo. É a zona de transição entre córnea e esclera. Possui vasos sanguíneos (perilímbicos) que assumem papel importante nos processos inflamatórios da córnea. Contém o seio venoso da esclera (canal de Schlemm), por onde é drenado o humor aquoso.

Esclera. Corresponde ao “branco do olho”, representando os 5/6 posteriores da túnica externa. Continua, anteriormente, com a córnea e, posteriormente, com a dura-máter e formando a lâmina crivosa, pela qual passam os feixes de axônios do nervo óptico. É constituída basicamente por fibras colágenas, servindo de barreira física para o conteúdo intraocular e local de fixação para os músculos extraoculares.

SEGMENTO ANTERIOR

É o espaço delimitado anteriormente pela córnea e posteriormente pelo cristalino. É dividido pela íris em anterior (onde se localiza o ângulo iridocorneano) e posterior (onde ocorre produção do humor aquoso).

Íris. Divide o espaço entre a córnea e o cristalino em câmara anterior e posterior. Possui um orifício central denominado pupila, cujo diâmetro é de 2-4 mm, podendo variar de 0,5mm (quando em miose) a 8 mm (quando em midríase). Dois músculos lisos são responsáveis por essa variação do diâmetro. O músculo esfíncter da pupila, innervado por fibras parassimpáticas do nervo oculomotor (N.C. III) e responsável por movimento de miose e o músculo dilatador da pupila, innervado por fibras simpáticas provenientes do gânglio cervical superior.

Corpo ciliar. Subdividido em duas porções, sendo a mais anterior (*pars plicata*) está em contato com o limbo e a

mais posterior (*pars plana*) forma a *ora serrata*. Os processos ciliares são os responsáveis pela formação do humor aquoso. Contém ainda o músculo ciliar, composto de fibras longitudinais, circulares e radiais que controlam a acomodação visual.

Humor aquoso. Produzido nos processos ciliares por ultrafiltração e secreção ativa, preenche as câmaras anterior e posterior. É composto glicose, oxigênio e aminoácidos que servem de nutrientes para a córnea e o cristalino. Flui para a câmara anterior pela pupila, seguindo para o ângulo iridocorneano, onde penetra na rede trabecular para alcançar o seio venoso da esclera, que se comunica com veias episclerais. Essa via (via convencional) é responsável pela drenagem de ~85% da produção do humor aquoso. O restante difunde-se pelos vasos da íris e do corpo ciliar (via alternativa).

CRISTALINO

O cristalino, ou lente, serve também de marco anatômico para divisão ocular em 2 segmentos – anterior e posterior. É composto por 65% de água, 35% de proteína – tecido humano com maior proporção proteica – e minerais. Tem forma de lente biconvexa discoide e é dividido em 3 partes – cápsula externa, epitélio subcapsular anterior e massa interna. É responsável por cerca de 1/3 do poder refrativo ocular e destaca-se por sua singular capacidade de acomodação, tendo seu poder refrativo variável – 20 a 30D.

A cápsula do cristalino é um revestimento acelular, sendo o local de inserção das fibras da zônula, o que permite a acomodação visual a partir dos movimentos do músculo ciliar.

O epitélio subcapsular encontra-se exclusivamente na face anterior. É formado por uma única camada de células cúbicas que dão origem às fibras do cristalino.

A massa interna é formada pelo córtex e pelo núcleo. A região cortical contém as fibras do cristalino, e o núcleo células antigas impactadas com o envelhecimento.

SEGMENTO POSTERIOR

Compreende os 2/3 posteriores do olho, delimitado anteriormente pelo cristalino e envolvendo humor vítreo, retina, coróide e nervo óptico.

Corpo vítreo. É composto 99% por água, contendo ainda fibras de colágeno e de ácido hialurônico, que promovem coesão e dão uma consistência gelatinosa ao meio. Compreende 2/3 do volume e do peso do olho, ocupando toda a cavidade posterior ao cristalino – espaço vítreo –, tendo papel importante no amortecimento do globo ocular. Sua superfície externa – membrana hialoide – é firmemente aderida à retina em certos pontos, particularmente no nervo óptico e na *ora serrata*, tornando os locais propícios a maior tração e consequente descolamento da retina. As células do corpo vítreo – hialócitos – são pouco numerosas, apresentando função fagocitária e de síntese do material extracelular.

Retina. Reveste os 2/3 posteriores da porção interna do globo ocular, terminando ao nível do corpo ciliar, na *ora serrata*. É compreendida pelas 9 camadas neurosensoriais (fotorreceptora, membrana limitante externa, nuclear externa, plexiforme externa, nuclear interna, plexiforme

interna, de células ganglionares, de fibras nervosas e membrana limitante interna) e pelo epitélio pigmentar da retina.

A retina recebe seu fornecimento de sangue de 2 fontes: camada coriocalilar da coróide (supre o terço externo da retina e a fóvea) e ramificações da artéria central da retina (suprem os 2/3 internos). O endotélio dos vasos retinianos não possui fenestrações, característica importante para a manutenção da barreira hemato-retiniana.

Cones e bastonetes

A camada fotorreceptora é formada pelas porções receptoras dos cones e dos bastonetes. Há cerca de 6 milhões de cones em cada retina humana. São elementos para percepção de luz em intensidade normal, permitindo visão a cores e com nitidez. Os bastonetes estão presentes em maior número (≈100 milhões), tendo maior funcionalidade para visão no escuro ou em movimento. A retina pode ser dividida em periférica e central (mácula). Essa divisão é baseada principalmente pela diferença de porções cones/bastonetes nessas regiões. A retina periférica apresenta grande quantidade de bastonetes em relação a de cones. Essa proporção diminui significativamente na região da mácula, sendo que na fóveola há apenas cones.

Coróide. Contém vasos que formam a camada coriocalilar, responsável por irrigar parte da retina. Separando a coróide da retina, está a membrana de Bruch.

Nervo óptico. Constituído por cerca de 1 milhão de axônios das células ganglionares da retina, emerge nasalmente ao polo posterior do olho, atingindo a cavidade craniana através do canal óptico. Une-se ao nervo óptico contralateral formando, a pós curto trajeto intracraniano, o quiasma óptico. Cerca de 80% de sua composição é de fibras visuais, que fazem sinapse com o corpo geniculado lateral, terminando no córtex visual primário do lobo occipital. Os 20% restantes são de fibras pupilares que seguem caminho pretectal.

REFERÊNCIAS

1. FACULDADE DE MEDICINA DA USP. **Programa Educacional de Oftalmologia.** São Paulo: Merck Sharp & Dohme, 2008.
2. JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.
3. MOORE, K. L.; DALLEY, A. F. **Anatomia orientada para a clínica.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
4. REY, L. **Dicionário de Termos Técnicos de Medicina e Saúde.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
5. RIORDAN-EVA, P.; WHITCHER, J. P. **Vaughan & Asbury's general ophthalmology.** New York: McGraw-Hill, 2008.