



Brien Holden Vision Institute

SUPLEMENTO VASCULAR E NEURAL PARA O OLHO E A ORBITA

AUTORES

Erica Fletcher: Universidade de Melbourne

Roger Anderson: Universidade de Ulster

REVISOR

Thomas Freddo: Universidade de Waterloo

ÍNDICE

1. Fornecimento vascular nas estruturas dentro da órbita
2. Estruturas histológicas dos vasos sanguíneos que irrigam a órbita
3. Barreiras hemato-ocular
4. Oferta neural de estruturas dentro da órbita

SUPRIMENTO VASCULAR EM ESTRUTURAS DENTRO DA ÓRBITA

O suprimento de sangue para a órbita envolve anastomose das artérias carótidas internas e externas. Virtualmente todos os suprimentos arteriais para as estruturas do olho têm origem a partir da artéria oftálmica, o primeiro ramo da artéria carótida interna. A artéria carótida externa normalmente contribui pouco para a vasculatura orbital, mas o ramo principal que surge a partir desta, abastece a órbita - artéria maxilar interna.

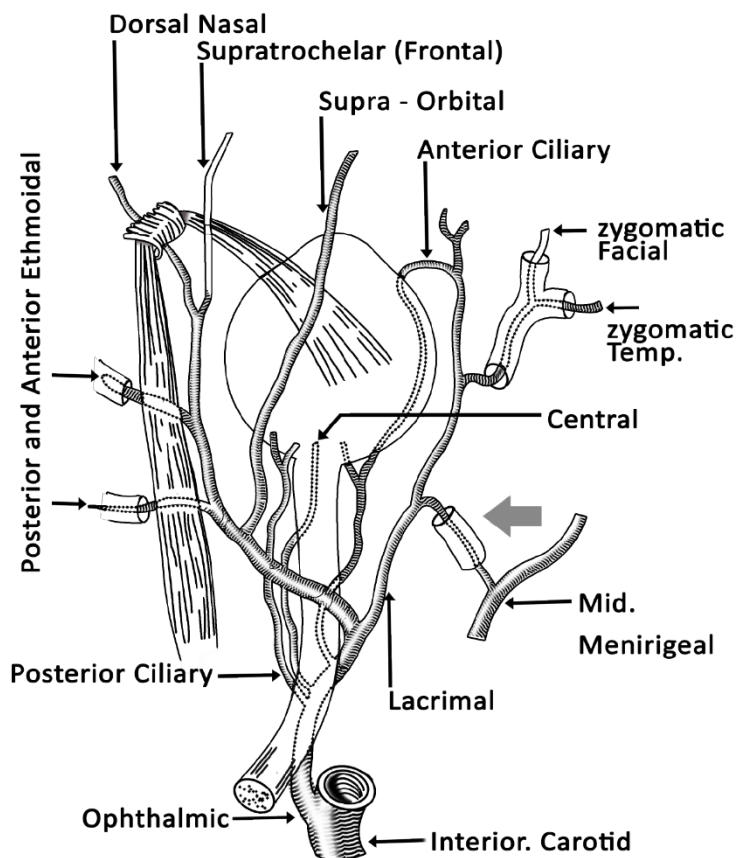


Figura 10.1 : suplemento vascular para a órbita

Os ramos das **artérias oftálmicas** saem da artéria carótida interna depois de esta sair do seio cavernoso. Em seguida, passa para a frente através do canal óptico, com o nervo óptico no lado lateral. Uma vez no interior da órbita, a artéria oftálmica é implementada a uma curta distância abaixo de enrolamento em torno do nervo óptico para o lado medial. Dentro da órbita, a artéria oftálmica forma vários ramos que fornecem estruturas orbitais e ocular.

Os ramos oculares da artéria oftálmica são as seguintes:

1. artéria central da retina: este é o primeiro ramo da artéria oftálmica. É uma artéria delgada que corre para a frente, sob o nervo óptico. A artéria central da retina penetra o nervo óptico cerca de 1,25 milímetros por detrás do globo ocular e corre para a frente dentro do nervo óptico ao lado da veia central da retina. Esta entra na retina, divide-se em ramos superior e inferior, que se espalham sobre a superfície da retina (arcadas retinianas). São estes ramos que são vistos quando se examina a retina com um oftalmoscópio. A artéria central da retina fornece suprimento vascular para as camadas internas da retina (isto é, todas as camadas da retina com a exceção dos fotorreceptores).

2. artérias posteriores ciliares: Existem três artérias ciliares que fornecem estruturas importantes dentro do olho:

a) As longas artérias ciliares posteriores, como o nome sugere, formam um longo caminho a partir do lado posterior ao anterior do olho. Normalmente existem duas artérias ciliares posteriores que se ramificam a partir da artéria oftálmica. Eles correm para a frente e perfuram o globo ocular medial e lateral para a cabeça do nervo óptico. As artérias ciliares posteriores, em seguida, correm para a frente entre a esclera e coróide ao corpo ciliar. Também realizam anastomose com as artérias ciliares posteriores curtas para fornecerem suprimento vascular na retina externa da periferia (ou seja, entre o equador e a ora serrata).

b) As artérias ciliares curtas posteriores são cerca de 7 e surgem da artéria oftálmica à medida que atravessam o nervo óptico. Após isto, dividem-se numa série de Branchlets, os quais perfuram o globo em torno do nervo óptico e são implementados dentro da coróide para fornecer a retina externa (ou seja, fotorreceptores) ao longo do equador. No equador, as artérias ciliares posteriores curtas realizam anastomose com as artérias ciliares posteriores longas. As artérias ciliares posteriores curtas formam um suprimento vascular muito importante para a cabeça do nervo óptico. Alguns dos ramos que perfuram o globo perto do nervo óptico formam um anel chamado anel de Zinn-Haller. Isto é importante para o fornecimento do nervo óptico anterior para a lâmina crivosa. Em cerca

de 15 a 20% das pessoas, uma artéria cílio-retiniana resulta da circulação ciliar. Entra na lateral da retina para o nervo óptico e a retina interna fornece entre o nervo óptico e a mácula.

c) A artéria ciliar anterior é a terceira das artérias ciliares. Esta é a estrutura de abastecimento da artéria anterior do globo ocular, incluindo a conjuntiva, esclera, e íris. É um ramo da artéria muscular e será considerado em maior detalhe abaixo.

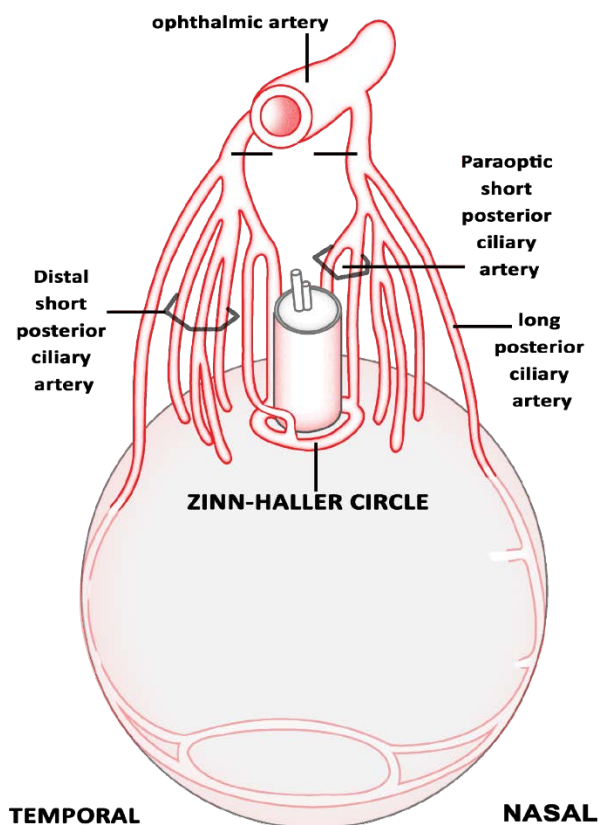


Figura 10.2: Diagrama esquemático mostrando as longas e curtas artérias posteriores ciliares que entram no globo ocular posterior. {imagem por <http://www.intechopen.com/books/current-basic-and-pathological-approaches-to-the-function-of-muscle-cells-and-tissues-from-molecules-to-humans/choroidal-vessel-wall-hypercholesterolaemia-induced-dysfunction-and-potential-role-of-statins>}

Fornecimento vascular no nervo óptico

Há um certo número de vasos sanguíneos que estão intimamente associados com o nervo óptico e, por esta razão, fornecemos aqui um resumo do suprimento vascular para diferentes partes do nervo óptico. Como indicado acima, as artérias ciliares curtas posteriores fornecem a cabeça do nervo óptico, especificamente a região anterior à lâmina crivosa (Figura 10.3). O nervo óptico restante posterior à lâmina crivosa, é fornecido por pequenos ramos que surgem a partir dos vasos piais ou a partir de minúsculos vasos colaterais decorrentes da artéria central da retina.

Fornecimento vascular na retina neural:

A retina neural recebe um abastecimento de sangue dual. Como afirmado acima, os neurónios que formam a retina interna são fornecidos pelos ramos da artéria central da retina, ao passo que as células fotorreceptoras são fornecidas pelos vasos que passam através da coróide, incluindo as artérias ciliares curtas posteriores (desde o nervo óptico até ao equador) e as artérias ciliares posteriores (longa) da retina periférica.

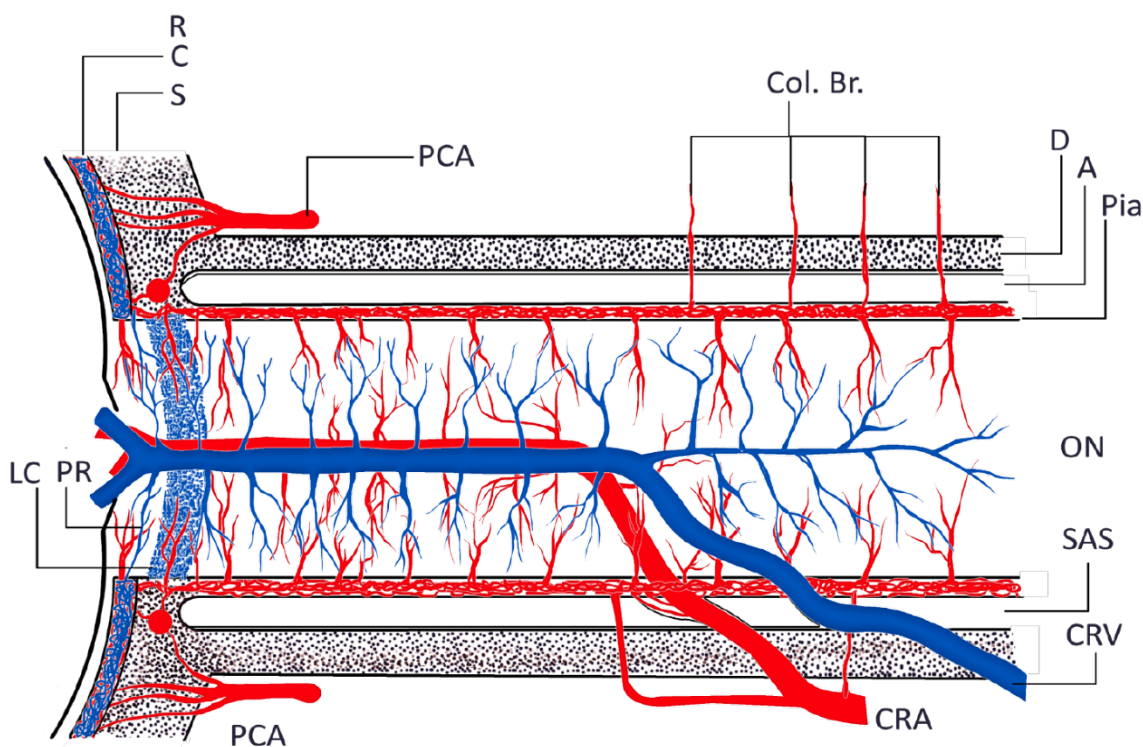
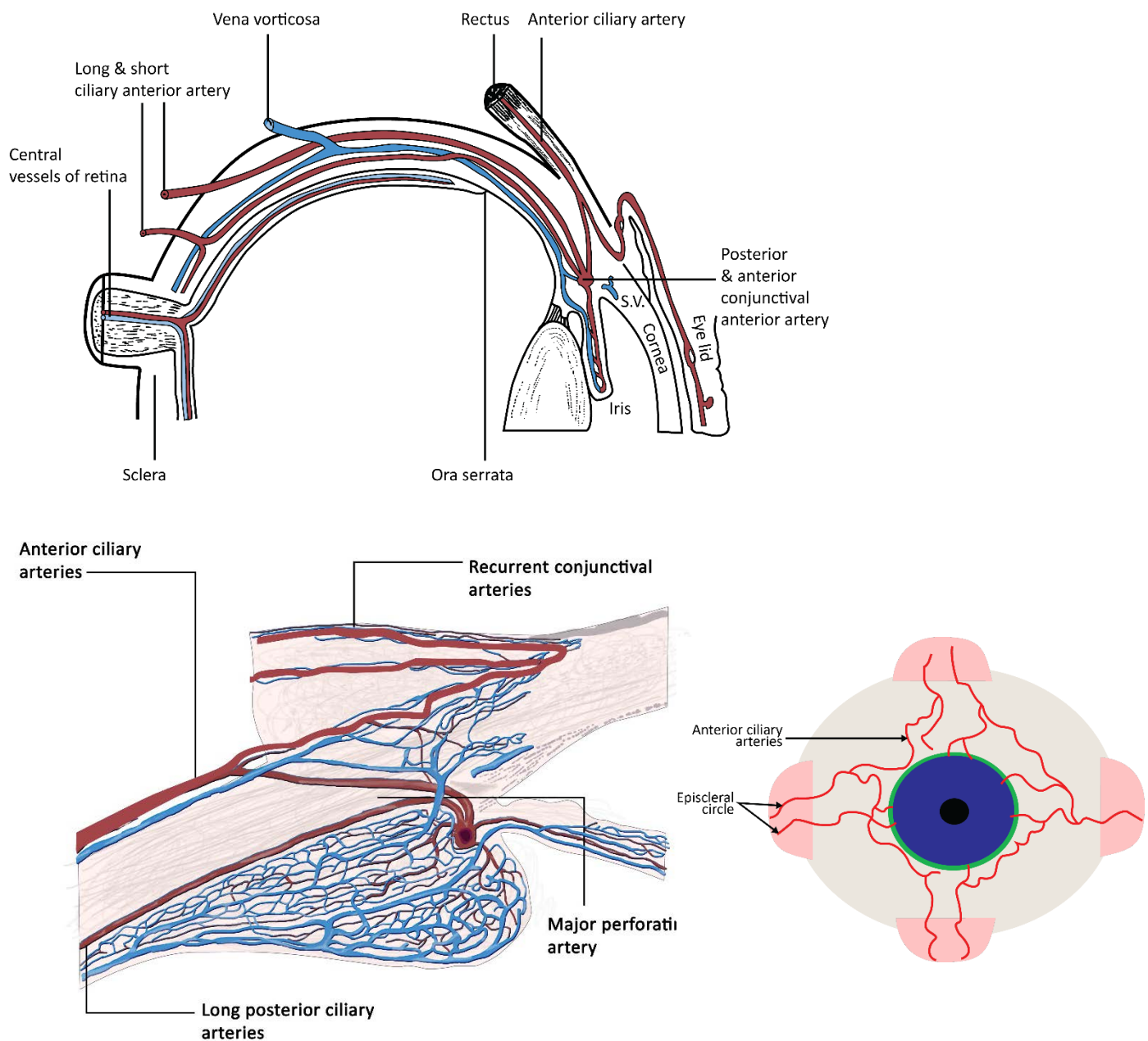


Figura 10.3 Diagrama esquemático do fornecimento vascular no nervo ótico. Imagem por: {http://www.ijo.in/viewimage.asp?img=IndianJOphthalmol_2011_59_2_123_77024_f1.jpg}

3. Artéria lacrimal: este é o mais grosso dos ramos oftálmicos e passa para a frente na órbita ao longo do reto lateral para suprir a glândula lacrimal. Ramos da artéria lacrimal fornecem provisões vasculares para a pálpebra superior e conjuntiva.

4. Artéria muscular: Há um número variável de ramos musculares da artéria oftálmica. Estes vasos sanguíneos viajam com os ramos do nervo oculomotor para abastecer os músculos extra-oculares. As artérias ciliares anteriores originam as artérias musculares que suprem os músculos retos, formando um suprimento vascular fundamental para a estrutura anterior do olho, incluindo a íris, conjuntiva e esclera. Como mostrado na Figura 10.4, passam para a frente e entram na esclerótica para formar uma anastomose com a artéria ciliar posterior longa e com o grande círculo arterial da íris. Isso tem um significado clínico para avaliar pacientes com um olho vermelho; na verdade, vermelhidão circumlimbal pode ser indicativo de inflamação no interior do olho.



Figurae 10.4 (em cima , à esquerda e à direita) : fornecimento de sangue para o olho

A drenagem venosa do olho

A drenagem venosa do olho é realizada através de uma veia oftálmica superior e uma veia oftálmica inferior que em última análise, fazem drenagem para o seio cavernoso. A veia oftálmica superior é formada a partir da confluência das veias angulares, supraorbital e supratrocLEAR. Percorre posteriormente ao longo do topo da órbita,

antes de prosseguir para o cone de músculo onde suporta a drenagem venosa a partir do globo através das veias vortex e veias ciliares.

A veia oftálmica inferior é o principal vaso de recolha para todas as veias menores da órbita inferior, incluindo os músculos extra-oculares inferiores e veias vórtice inferiores.

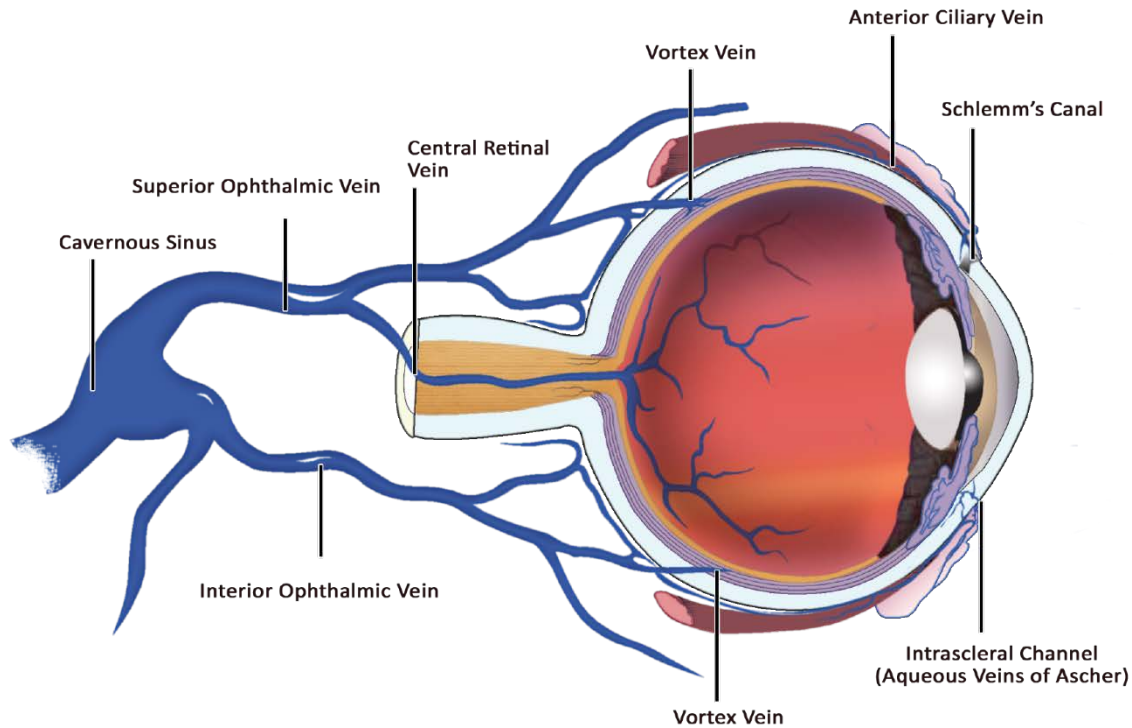


Figura 10.5: Diagrama que mostra a drenagem venosa do olho. {Imagem por: <http://www.oculist.net/downaton502/prof/ebook/duanes/pages/v3/ch054e/010f.html>}

ESTRUTURA HISTOLÓGICA DOS VASOS SANGUÍNEOS QUE IRRIGAM A ÓRBITA

Ao longo do corpo, há três tipos de artérias referidas como artérias elásticas (por exemplo, a aorta, artéria pulmonar), artérias musculares e arteríolas, que se distinguem por variações na parede do vaso sanguíneo.

A parede do vaso sanguíneo é constituída por três camadas ou túnicas.

O interior é a camada mais fina, composta por uma única camada de células endoteliais achatadas. Esta camada forma o revestimento do lúmen do vaso sanguíneo.

A camada intermédia é chamada de túnica média e é composta de vários graus de células musculares lisas dispostas concêntricamente em torno do lúmen.

A camada mais externa é a adventícia, e é composta principalmente por tecidos conjuntivos. Duas outras camadas são importantes; a lâmina elástica interna, localizada na superfície exterior da camada íntima (uma banda fina de fibras elásticas que é particularmente bem desenvolvida em artérias musculares); e a lâmina elástica externa, localizada na camada mais externa da camada média, composta por uma outra banda de fibras elásticas, embora não esteja presente em todos os vasos sanguíneos.

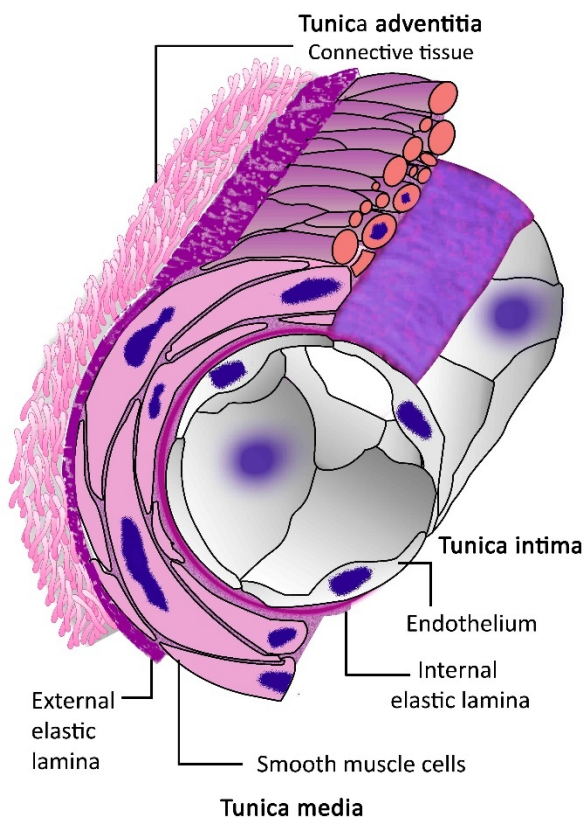


Figura 10.6 Camadas de um vaso sanguíneo

Existem três tipos principais de vasos sanguíneos, que são distinguidos com base nas diferenças de composição e a espessura da parede do vaso sanguíneo.

Artérias elásticas incluem a aorta e os ramos provenientes do arco aórtico (ou seja, a carótida comum, subclávia). As artérias elásticas têm paredes dos vasos grossas que são caracterizadas por fibras elásticas na camada média. Além disso, têm pequenos nervos que inervam a adventícia (chamado o vasa vasorum).

Artérias musculares incluem a maioria das artérias do corpo "nomeadas". Diferem das artérias elásticas por terem uma íntima mais fina, e também uma muito proeminente lâmina elástica interna. A camada média de artérias musculares é composta predominantemente por células musculares lisas que se envolvem circularmente em torno do lúmen.

As **arteríolas** são todas as artérias com um diâmetro inferior a 0,1 milímetros. São constituídas por um recipiente de parede fina, que consiste num endotélio, camada média constituída por uma única camada de células de músculo liso, uma lâmina elástica interna escasso e uma túnica adventícia.

No olho, a artéria oftálmica e os seus ramos são todos exemplos de artérias musculares. No entanto, a artéria central da retina é, de facto, uma arteríola. Esta é uma distinção importante. Notavelmente, a parede da artéria central da retina tem apenas uma única camada de células de músculo liso, ao passo que as artérias ciliares posteriores têm uma parede de um vaso mais espessa contendo uma lâmina elástica interna proeminente e até 40 camadas de células musculares lisas. Em doenças como a arterite de células gigantes, conhecidas por alvejar a lâmina elástica interna e as células musculares lisas, mesmo as artérias musculares da artéria ciliar posterior curta podem ser afectadas, ao passo que a artéria central da retina não é afectada. Assim, em pacientes afectados por arterite de células gigante, pode ocorrer a doença do nervo óptico, ao mesmo tempo que a oclusão da artéria central da retina é improvável.

LINFATICOS

Tradicionalmente, pensou-se sempre que a órbita fosse desprovida de vasos linfáticos. No entanto, estudos mais recentes que utilizam marcadores de linfáticos selectivos, revelaram que estes existem em algumas áreas da órbita, incluindo a glândula lacrimal e na dura-máter do nervo óptico.

BARREIRAS HEMATO-OCULARES

Existem duas regiões no olho onde existe uma barreira hemato-ocular: a barreira hemato-aquosa e a barreira retiniana sanguínea. Estas barreiras são assim chamadas pois representam regiões onde não há difusão de substâncias do suprimento de sangue para os tecidos. Este é um mecanismo importante de protecção, na medida em que qualquer substância tóxica pode passar através dos vasos sanguíneos não permeáveis para o tecido circundante. No entanto, devido à natureza da barreira, transportadores especiais são expressos nas células que revestem os vasos sanguíneos para facilitar o transporte de nutrientes vitais a partir da vasculatura para os tecidos. Um exemplo clínico desta situação, é observado quando se realiza angiografia fluoresceína. Em circunstâncias normais, a fluoresceína de sódio injectada por via intravenosa passa através dos vasos da retina, sem fugas, para os tecidos retinianos adjacentes. Em doenças como a retinopatia diabética, a avaria na barreira sanguínea da retina ocorre resultando na fuga de componentes vasculares na retina.

A barreira hemato-retiniana consiste em dois componentes. O primeiro componente é relativo a junções apertadas entre as células epiteliais pigmentares da retina que se encontram abaixo, proporcionando uma barreira para qualquer matéria que passa a partir da vasculatura coróide para a retina. Assim, o EPR expressa uma variedade de transportadores de transferência de glicose, aminoácidos, lípidos, e produtos residuais através do EPR. O segundo componente importante para criar a barreira da retina, são as células endoteliais que revestem os ramos da artéria central da retina. Ao contrário dos vasos sanguíneos em muitas outras partes do corpo, as células endoteliais são ligadas umas às outras através de uma série de junções apertadas. Isto forma uma barreira estanque entre qualquer coisa no interior do vaso sanguíneo e os tecidos circundantes.

A barreira hemato-aquosa: Esta também é composto por dois componentes. Em primeiro lugar, existe uma série de obstáculos entre as células que formam o epitélio não pigmentado do corpo ciliar. Isto cria uma barreira para qualquer difusão de solutos a partir da vasculatura para dentro do corpo ciliar e da câmara posterior. Além disso, os vasos sanguíneos da íris são vasos "contínuos", como na retina. As células endoteliais que revestem os vasos íris são ligadas umas às outras através de junções apertadas, que formam uma barreira estanque entre os componentes no interior dos vasos vasculares e no tecido da íris. Esta barreira divide-se em doenças tais como irrite: vazamento de componentes vasculares ocorre no aquoso e pode ser observado como uma célula a incendiar dentro da câmara anterior.



FORNECIMENTO NEURAL A ESTRUTURAS DENTRO DA ÓRBITA

Os doze pares de nervos cranianos fornecem informações motoras e sensoriais para o rosto e pescoço e fornecem inervação independente de estruturas dentro do abdômen. Estes são denominados rostral para caudal com base nos tecidos-alvo que eles enervam como mostrado na Figura 10.7. Dos doze nervos cranianos, existem cinco nervos cranianos que fornecem informações motoras e sensoriais para o globo ocular. A informação fornecida abaixo inclui as funções de cada um destes cinco nervos cranianos, a localização dos seus núcleos dentro do tronco cerebral, e uma breve informação sobre o curso através do crânio e para a órbita. Em particular, informações sobre como os nervos passam pelo seio cavernoso são importante de entender e também a passagem dos nervos através da fissura orbital superior.

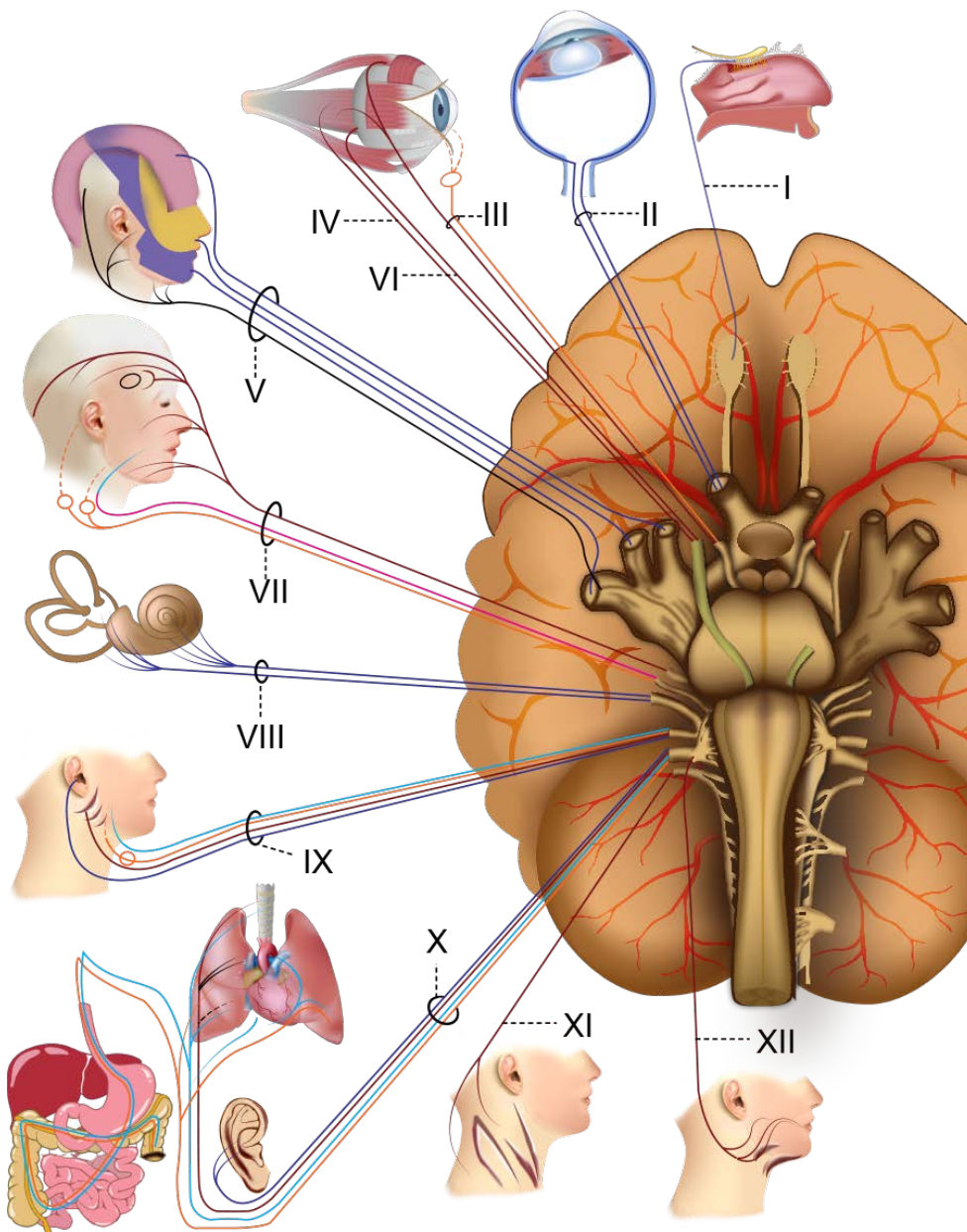


Figura 10.7.: Esquema dos 12 nervos cranianos e das estruturas que inervam Image inspired by: <http://www.proprofs.com/flashcards/story.php?title>



O **segundo nervo craniano, o nervo óptico**, é formado pelos axónios de células ganglionares e projectados para a lateral do Núcleo Geniculado. É classificado como um nervo sensorial especial.

O **terceiro nervo craniano, (o oculomotor)**, inerva quatro dos seis músculos extra-oculares (reto inferior, reto medial, reto superior, e oblíquo inferior), bem como o elevador da pálpebra superior da pálpebra superior. É um nervo motor somático, que surge a partir do núcleo oculomotor perto da linha média do mesencéfalo do tronco cerebral (Figura 10.7). Fibras nervosas parassimpáticas surgem a partir do núcleo de Edinger-Westfal do mesencéfalo e passam para a frente junto com o nervo oculomotor. O nervo oculomotor (e fibras parassimpáticas) passa através do seio cavernoso ao longo da sua parede e, em seguida, saem do crânio para entrar na órbita através da fissura orbital superior. Ramifica-se numa divisão superior e entra no reto superior. O ramo superior, em seguida, passa através do reto superior e termina no elevador da pálpebra superior. O ramo inferior divide-se em três ramos ainda maiores, fornecendo o músculo reto medial, reto inferior e oblíquo inferior.

O **quarto nervo craniano, o nervo troclear**, inerva o oblíquo superior. Surge a partir do núcleo troclear no mesencéfalo. O quarto nervo é o único nervo craniano que surge a partir do aspecto dorsal do tronco cerebral, que cruza a linha média anterior à sua saída. Assim, o núcleo troclear de um lado do tronco cerebral fornece inervação para o lado contra lateral. O quarto nervo passa toda a parede do seio cavernoso, sai do crânio na fissura orbital superior, e passa para a frente na órbita acima do anel tendíneo (anel de Zinn). Em seguida, passa medialmente e superiormente para entrar na superfície superior do oblíquo superior.

O **quinto nervo craniano, o trigémeo**, é o principal nervo sensorial somático para o rosto (embora também tenha um pequeno ramo motor que inerva os músculos da mastigação). O componente sensorial do nervo trigémeo é análogo a um nervo aferente sensorial primário da periferia, como uma variedade de receptores sensoriais localizados na pele, ou de outras estruturas do rosto, que se comunicam com um nervo cujo corpo celular localiza-se num gânglio sensorial. No caso de o nervo trigémeo, o gânglio, chamado o gânglio trigeminal, situa-se na parte lateral e inferior ao corpo esfenóide numa depressão chamada caverna de Merkel. As sinapses do nervo trigémeo realizam-se dentro de uma grande coluna do tronco cerebral que se estende do mesencéfalo a medula.

Existem três principais ramos do nervo trigémeo que fornecem entrada sensorial de diferentes partes do rosto. A divisão oftálmica (V1) do trigémeo fornece informação sensorial da testa até o ápice da cabeça, conteúdo da órbita, e do lado do nariz. A divisão maxilar (V2) fornece informação sensorial da região cobrindo a maxila (maxilar superior e bochechas) e da divisão mandibular fornece informações sensoriais da mandíbula (maxilar inferior). Estas três divisões convergem no gânglio trigémeo.

O **sexto nervo craniano, os abducentes**, inerva o músculo reto lateral. Surge a partir do núcleo do abducente, que está localizado perto da linha média dentro da ponte do tronco encefálico. O sexto nervo atravessa o corpo do seio cavernoso, entra na órbita através da fissura orbital superior dentro do anel tendíneo (anel de Zinn).

O tronco cerebral

A fim de compreender a passagem dos nervos cranianos associados com o olho e órbita, é importante compreender a localização dos núcleos dos nervos cranianos dentro do tronco cerebral, como os nervos passam através do seio cavernoso, e, finalmente, como eles entram na órbita (através das fissuras orbitais superior). Informação sobre cada uma dessas estruturas é fornecido abaixo:

O tronco cerebral estende-se desde os corpos mamilares para o cruzamento piramidal na medula caudal e é anatomicamente dividido em mesencéfalo, ponte e medula espinhal (bulbo). Contém os núcleos dos nervos cranianos para nervos cranianos 3-12, feixes de fibras longas, que atravessam o tronco cerebral da medula espinhal para centros cerebrais superiores, que codificam para o motor e controlo sensorial do corpo, a formação reticular e o núcleo principal associados com o cerebelo. O tronco cerebral é crucial para a sobrevivência, contendo os principais centros que controlam a respiração, batimentos cardíacos, uma série de reflexos complexos, bem como estado de consciência de uma pessoa.

O mesencéfalo contém os colículos superior e inferior (colliculus = colina), importantes para os movimentos dos olhos e audição. O núcleo oculomotor está localizado perto da linha média ao nível do colículo superior, ao passo que o núcleo troclear está localizado ao nível do colículo inferior. Parte do núcleo trigeminal está localizado no mesencéfalo, e pensa-se ser importante para codificar a propriocepção das estruturas da face. Outras estruturas de nota no mesencéfalo incluem os pedúnculos cerebrais que contêm o trato cortiço espinhal, longos tratos de substância branca que regulam o movimento dos músculos do corpo. Além disso, a substância negra está localizada no aspeto ventral do cérebro médio, e é importante para o controlo do movimento.

A ponte está localizada do caudal ao mesencéfalo e contém o núcleo abducente. Ela também abriga os núcleos para a sétima e parte do oitavo nervo. Além disso, o núcleo chefe sensorial do nervo trigêmeo está localizado na ponte e é a principal entrada para as informações relativas ao toque fino de regiões da face. Outras estruturas de nota na ponte incluem os três grandes pedúnculos cerebelares, que são grandes tratos de substância branca que transmitem informações a partir do cerebelo a outras regiões do cérebro.

A medula espinhal é a região mais caudal do tronco cerebral. As suas características incluem núcleos de nervos associados com nervos cranianos 12/09, extensas regiões no seio da formação reticular que regulam a respiração, frequência cardíaca e sono.

A formação reticular, como o nome sugere, é uma massa de processos nervosos que está localizada dentro do tronco cerebral. Ela abriga núcleos que são importantes para a regulação do estado consciente. Além disso, a formação reticular é importante para reflexos que envolvem os nervos cranianos. Por exemplo, espirros, choro, soluçar e rir são todos os reflexos mediados pela formação reticular na medula. De nota para os olhos é a formação reticular dentro dos pons chamados a formação reticular pontina paramediana. Esses nervos regulam o núcleo do abducente e são parte do centro olhar horizontal. Da mesma forma, a formação reticular dentro do mesencéfalo, a formação reticular mesencefálica, forma o centro olhar vertical.

O seio cavernoso

Como os nervos cranianos associados com o olho passam para a frente a partir do tronco cerebral, que passam através do seio cavernoso, existe uma estrutura localizada em ambos os lados do osso esfenóide. O seio cavernoso é uma de uma série de seios venosos duros. Seios venosos duros são uma parte importante do sistema de drenagem venoso do cérebro. Como mantemos a cabeça na posição vertical, o cérebro usa seios venosos como principais pontos de drenagem ao redor do cérebro, em vez de grandes veias (que entraria em colapso sob a pressão imposta pelo cérebro). Seios venosos drenam o sangue venoso, bem como o fluido corticoespinal (líquido que banha o cérebro) e esta passa através de uma série de seios venosos que em última análise drenam para as veias jugulares internas.

Como mostrado na Figura 10.8, os 3, 4, 5 e (V1 e V2) nervos cranianos passam ao longo da parede do seio cavernoso em cada lado, enquanto o sexto nervo passa através do meio, juntamente com a artéria carótida interna.

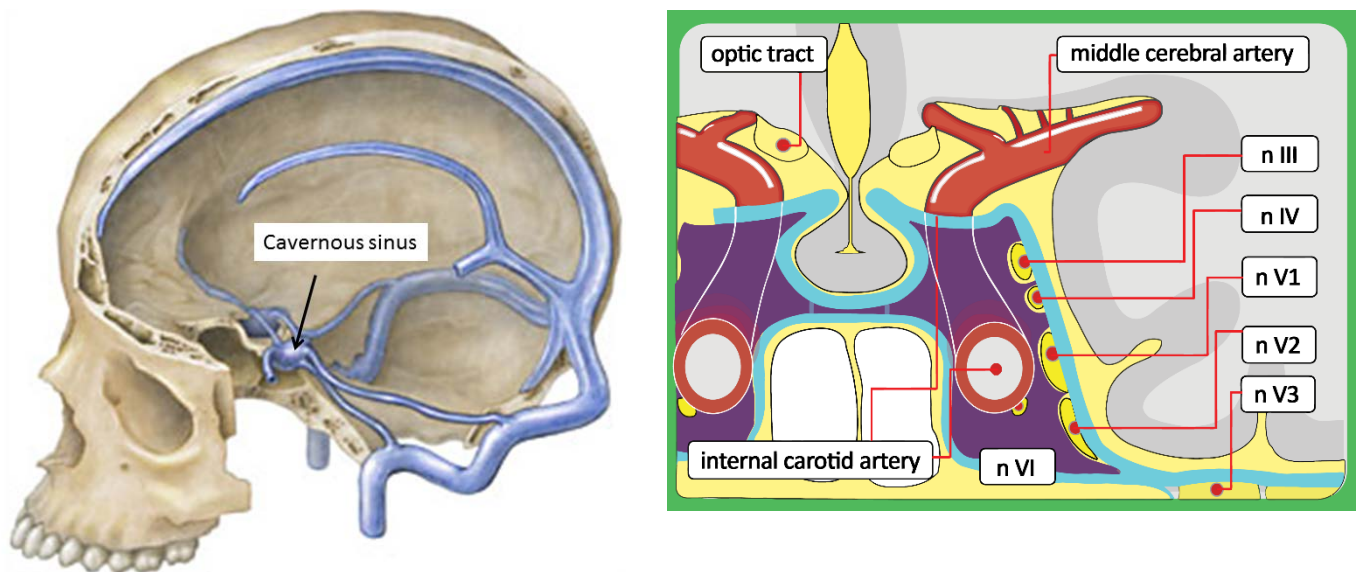


Figura 10.8: (A) Diagrama mostrando seios venosos duros da cabeça (B) mostrando o seio cavernoso. Image inspired by: http://www.anatomie-amsterdam.nl/sub_sites/paog_2011/html_pages/information_pages/channels_and_pouches.htm

O vértice da órbita e anel de Zinn

Para os nervos e vasos sanguíneos entrarem na órbita, devem passar através de uma das fissuras, incluindo a fissura orbital superior, fissura orbital inferior ou do canal óptico. No vértice da órbita do cone estão localizados músculos formados pela convergência dos músculos retos e um anel tendinoso comum denominado o anel de Zinn. Alguns ramos nervosos passam através do anel, enquanto outros passam em frente na órbita acima do anel tendíneo.

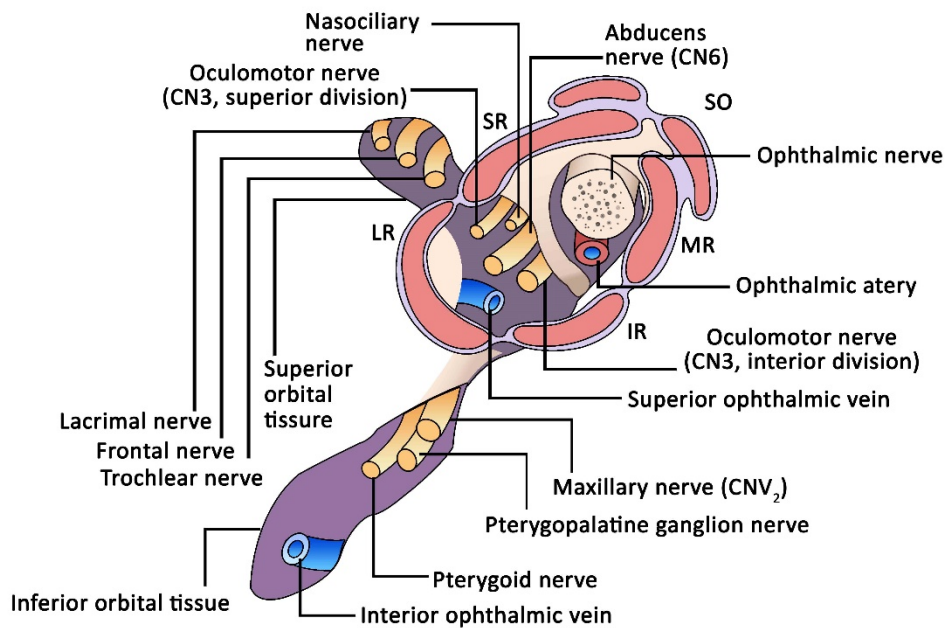


Figura 10.9: (A) Diagrama que mostra o vértice da órbita, incluindo a fissura orbital superior e inferior, do anel tendinoso e os nervos e os vasos que passam através de cada

O nervo oftálmico, juntamente com a artéria oftálmica, passam para a órbita, através do canal óptico. Ambas as divisões do nervo oculomotor (superior e inferior), as abducentes (CN6) e o ramo naso-ciliar do nervo trigêmeo passam através da fissura orbital superior, e, em seguida, passam pelo anel tendinoso. O troclear (CN4), juntamente com os ramos frontal e lacrimais do nervo trigêmeo, passam através da fissura orbital superior, mas, em seguida, passam para a frente na órbita acima do anel tendinoso. A divisão maxilar do trigêmeo passa através da fissura orbital inferior, juntamente com fibras parassimpáticas.