

REVISÃO DE ANATOMIA E CORRELAÇÕES CLÍNICAS DO TRONCO ENCEFÁLICO, PARTE I: BULBO

Lincoln da Silva Freitas¹
Valéria Paula Sassoli Fazan²

FREITAS, L. da S.; FAZAN, V. P. S. Revisão de anatomia e correlações clínicas do tronco encefálico, parte i: bulbo. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, Umuarama, v. 26, n. 2, p. 175-186, maio/ago. 2022.

RESUMO: O Tronco encefálico (TE) é uma estrutura singular do sistema nervoso central, pois nele passam tratos sensoriais ascendentes da medula espinal, tratos sensoriais da cabeça e do pescoço, os tratos descendentes motores originados no prosencéfalo (divisão mais rostral do encéfalo), e as vias ligadas aos centros de movimento dos olhos. Contém ainda os núcleos dos nervos cranianos e está envolvido na regulação do nível de consciência através de projeções ao prosencéfalo oriundas da formação reticular. Todas essas estruturas coexistem em um espaço muito exíguo, o que faz com que o TE seja um local muito sensível às alterações patológicas, sendo que os pacientes apresentam muitos sinais neurológicos mesmo com lesões muito pequenas nesse local. Compreender a anatomia interna do TE é essencial para o diagnóstico neurológico e a prática da medicina clínica. Outros profissionais da saúde também se beneficiam desse conhecimento para melhor manejo dos seus pacientes neurológicos. Essa revisão apresenta detalhes da anatomia macroscópica e microscópica do bulbo, bem como seus correlatos clínicos frente às lesões mais comuns dessa divisão particular do TE, conhecidas como síndromes bulbares.

PALAVRAS-CHAVE: Anatomia. Tronco encefálico. Bulbo. Síndromes bulbares.

REVIEW OF BRAIN ANATOMY AND CLINICAL CORRELATIONS, PART I: MEDULLA

Abstract: The brainstem is a unique structure in the central nervous system, since it gives way to ascending sensory tracts from the spinal cord, sensory tracts from the head and neck, motor descending tracts originating from the forebrain, and the pathways connected to the eye movement centers. It also contains the cranial nerve nuclei and is involved in the regulation of consciousness levels through projections to the forebrain originating in the reticular formation. All these structures coexist in a very small space, which makes the brainstem very sensitive to pathological changes, with patients presenting several neurological symptoms even with very small brainstem lesions. Understanding the internal anatomy of the brainstem is essential for neurological diagnosis and the practice of clinical medicine. Other health professionals also benefit from this knowledge to better manage their neurological patients. This review presents detailed information on the macroscopic and microscopic anatomy of the medulla, as well as its clinical correlates in the face of the most common lesions of this particular division of the brainstem, known as medullary syndromes.

KEYWORDS: Anatomy. Brainstem. Medulla. Medullary syndromes.

Introdução

O tronco encefálico (TE) é formado pelo bulbo (medula oblonga), ponte e mesencéfalo e está localizado na fossa craniana posterior; limita-se posteriormente com o cerebelo e anteriormente com o clívus (parte posterior da lâmina quadrilátera do esfenóide, atrás da sela turca). Superiormente se conecta ao diencéfalo e inferiormente é contínuo com a medula espinal (SCIACCA *et al.*, 2019). O tronco encefálico apresenta três funções principais: 1) atua como uma via de passagem para os tratos ascendentes e descendentes que interligam a medula espinal com as diversas partes dos centros superiores no procencéfalo; 2) contém centros de reflexos importantes associados ao controle da respiração e do sistema cardiovascular e ao controle da consciência; e 3) contém os núcleos dos nervos cranianos, do III ao XII (SNELL, 2010; SCIACCA *et al.*, 2019)

Muitas funções integradoras são organizadas no TE, tal como padrões complexos motores, vários aspectos da atividade respiratória e cardiovascular, e até mesmo uma certa regulação

do nível da própria consciência, realizado principalmente pela formação reticular (GONÇALVES; MELO, 2009), que forma o núcleo central do tronco encefálico. Esses três tipos gerais de atividade não são mutuamente exclusivas. Por exemplo, surgem vias ascendentes para o tálamo não só na medula espinal, mas também a partir de núcleos de nervos cranianos; permitindo que o tronco encefálico atue diretamente nas funções dos nervos cranianos (NOLTE, 2013).

O bulbo

A estrutura básica do bulbo (ainda chamado de medula oblonga em decorrência de sua tradução do inglês: *medulla oblongata*) é advinda de um plano estrutural semelhante àquele visto na medula espinal. As placas basal e alar originam núcleos específicos e a camada do manto circunjacente é invadida por axônios que se originam em outros níveis. Os neurônios em amadurecimento da placa basal do bulbo dão origem ao núcleo do hipoglosso, ao núcleo motor dorsal do vago, ao núcleo salivatório inferior e ao núcleo ambíguo (Figura 1). Caudalmente ao óbex (região inferior do IV ventrículo, que

DOI: [10.25110/arqsaude.v26i2.2022.8423](https://doi.org/10.25110/arqsaude.v26i2.2022.8423)

¹ Departamento de Neurociências e Ciências do Comportamento, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. FMRP-USP.

² Departamento de Neurociências e Ciências do Comportamento, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. FMRP-USP. Departamento de Cirurgia e Anatomia, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. FMRP-USP. vpsfazan@fmrp.usp.br

se estreita para formar o canal central da medula), todos esses núcleos estão localizados medialmente ao sulco mediano (VANDERAH; GOULD, 2009).

Os núcleos dos nervos cranianos derivados da placa alar no bulbo e seus componentes funcionais correspondentes incluem os núcleos vestibular e coclear, o núcleo do trato solitário e o núcleo trigêmeo. Neuroblastos da placa alar caudalmente ao óbex, dão origem aos núcleos grácil e cuneiforme. Rostralmente ao óbex, algumas células da placa alar migram ventral e medialmente para formar o complexo olivar inferior. Associados a esses eventos do desenvolvimento, fibras ascendentes e descendentes estão atravessando o bulbo (Figura 1). Um feixe especialmente proeminente de axônios se agrupa na superfície anterior do bulbo para formar as pirâmides (HAINES, 2006).

Aspectos macroscópicos do bulbo

O bulbo conecta-se com a ponte superiormente e com a medula espinal inferiormente. O limite entre o bulbo e a medula espinal está na origem das raízes anterior e posterior do primeiro nervo espinal cervical, que corresponde aproximadamente ao nível do forame magno. O bulbo apresenta a forma de um cone, e sua extremidade basal é dirigida cranialmente onde compõe a parte inferior da fossa rombencefálica (IV ventrículo).

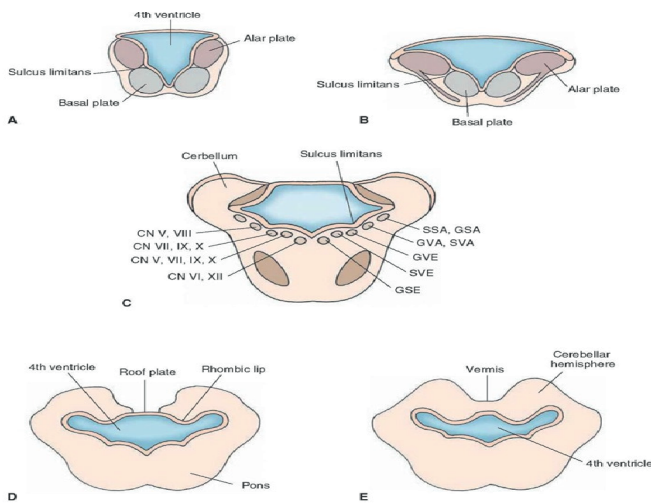


Figura 1: Desenvolvimento do tronco encefálico. Figuras de A à C descrevem o desenvolvimento do tronco cerebral inferior. A organização nuclear é transformada a partir da orientação dorsal-ventral e para na medula espinal, em uma orientação medial-lateral mostrada nas figuras B e C. A figura C mostra como os núcleos dos nervos cranianos são organizados no tronco cerebral em sua disposição medial a lateral. Nota-se que os núcleos motores (GSE, SVE) estão situados medial ao sulco limitante, os núcleos sensitivos (SSA, GSA) estão localizados lateral ao sulco limitante, e os núcleos autonômicos (GVA, VAB, VAB) são encontrados em a região adjacente ao sulco limitante. Figuras D e E representam o desenvolvimento do cerebelo. Nota-se a formação e o desenvolvimento do cerebelo a partir dos lábios rômnicos que se fundem na linha média. (<http://what-when-how.com/neuroscience/development-of-the-nervous-system-gross-anatomy-of-the-brain-part-2/>).

Na face anterior do bulbo localiza-se a fissura mediana anterior, que é contínua inferiormente com fissura do mesmo nome na medula espinal. Em cada lado da fissura mediana, há um abaulamento denominado de pirâmides (Figura 2). As pirâmides são compostas de feixes de fibras axonais, chamadas de tratos córticos espinhais, as quais se originam nas grandes células de Betz no giro pré-central do lobo frontal do córtex cerebral. As pirâmides afinam-se inferiormente na parte mais caudal do bulbo onde a maior parte das fibras axonais, cerca de 90%, cruzam para o lado oposto, formando a chamada decussação das pirâmides (Figura 2). Posterolateralmente entre a fissura mediana anterior e a fissura antero-lateral existem duas elevações ovaladas (as olivas bulbares) que correspondem aos núcleos olivares inferiores subjacentes (VANDERAH; GOULD, 2009).

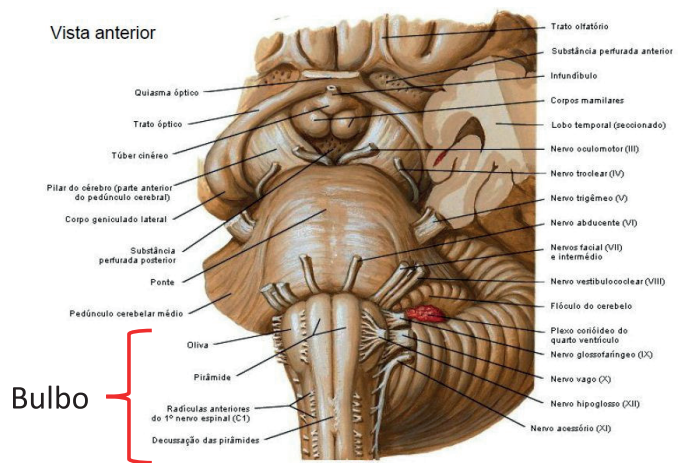


Figura 2: Face anterior do bulbo (Modificado de NETTER, 2019).

Na fissura entre a pirâmide e a oliva emergem as radículas do nervo hipoglosso. Posteriormente às olivas estão os pedúnculos cerebelares inferiores, que conectam o bulbo ao cerebelo. Na fissura entre a oliva e o pedúnculo cerebelar inferior emergem as raízes dos nervos glossofaríngeo e vago e as raízes cranianas do nervo acessório (SNELL, 2010).

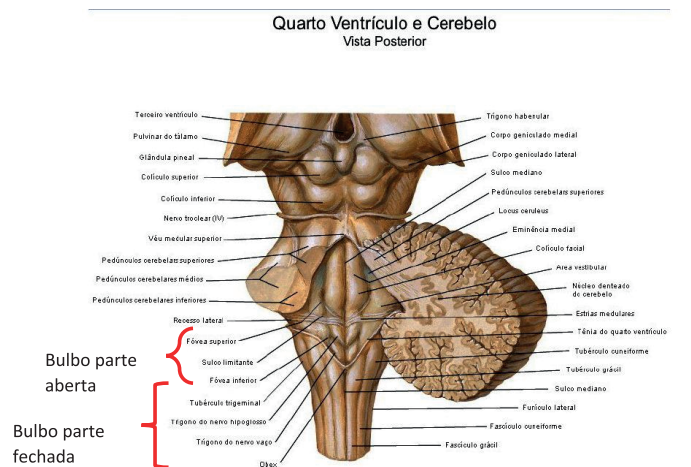


Figura 3: Face posterior do bulbo (Modificado de NETTER, 2019).

A metade superior da face posterior do bulbo forma a parte inferior do assoalho da fossa rombencefálica (IV ventrículo) (Figura 3). A metade inferior da face posterior do bulbo é contínua com a face posterior da medula espinal, que também possui um sulco mediano posterior. Em cada lado do sulco mediano posterior observa-se uma tumefação alongada, o tubérculo grácil, produzido pelo núcleo grácil subjacente. Lateral ao tubérculo grácil há uma tumefação similar, o tubérculo cuneiforme, produzido pelo núcleo cuneiforme subjacente (AFIFI; BEGMAN, 2005).

Aspectos microscópicos do bulbo

Internamente, o bulbo apresenta substância branca e cinzenta, mas um estudo mais minucioso com cortes transversais dessa região mostra que elas foram extensamente rearranjadas em relação à medula espinal (SCIACCA *et al.*, 2019). Esse rearranjo se explica embriologicamente pela expansão do tubo neural formando a vesícula do metencéfalo (porção anterior do rombencéfalo, que compreende o cerebelo e a ponte), que se torna o IV ventrículo. A expansão lateral acentuada do IV ventrículo resulta em uma alteração na posição dos derivados das lâminas alar e basal do embrião. Considera-se a estrutura interna do bulbo em três níveis: (1) nível da decussação das pirâmides (decussação motora), (2) nível da decussação dos lemniscos (decussação sensitiva), (3) nível das olivas

Bulbo no nível da decussação das pirâmides

O conceito de controle de um lado do corpo pelo hemisfério contralateral (lei da condução cruciforme) existe desde a época de Hipócrates. O cruzamento das pirâmides não foi observado até 1790, sendo descrito apenas no ano seguinte. No entanto, essa descrição foi ignorada e somente noticiada em 1810 por Gall e Spurzheim (*apud* AFIFI; BERGMAN, 2005). Muitos anatomistas negaram a existência da decussação das pirâmides até 1835, quando Cruveilhier identificou os feixes piramidais cruzando para o lado oposto (VANDERAH; GOULD, 2009).

As pirâmides contêm dois tipos de fibras nervosas corticais descendentes: corticoespinais e corticonucleares do bulbo. As fibras corticoespinais são organizadas somatotropicamente. As fibras dos membros inferiores são mais laterais que as dos membros superiores. Ao descerem pelo bulbo, as fibras corticonucleares do bulbo deixam as pirâmides e se estendem aos núcleos dos nervos cranianos. Próximo à margem inferior do bulbo, cerca de 75 a 90 % das fibras corticoespinais na pirâmide decussam para o lado oposto e formam o trato corticoespinal lateral (Figura 4). O restante das fibras corticoespinais descem ipsilateralmente para formar o trato corticoespinal anterior. A pirâmide esquerda decussa primeiro em 73% dos humanos; isso, entretanto não tem relação com a destreza de um indivíduo (SCIACCA *et al.*, 2019). Inicialmente cruzam as fibras corticoespinais que conduzem impulsos à musculatura do pescoço e dos membros superiores. Essas fibras são mais superiores e separadas das fibras que conduzem impulsos aos membros inferiores; também estão localizadas mais superficialmente e são identificadas na porção inferior do bulbo bem próxima ao dente do áxis (segunda vértebra cervical) (SCIACCA *et al.*, 2019).

A decussação das pirâmides constitui a principal estrutura anatômica no controle voluntário de metade do corpo pelo hemisfério oposto. As fibras do fascículo longitudinal medial são deslocadas lateralmente (Yeo, *et al.*, 2020) conforme as fibras piramidais se ligam. (Figura 4)

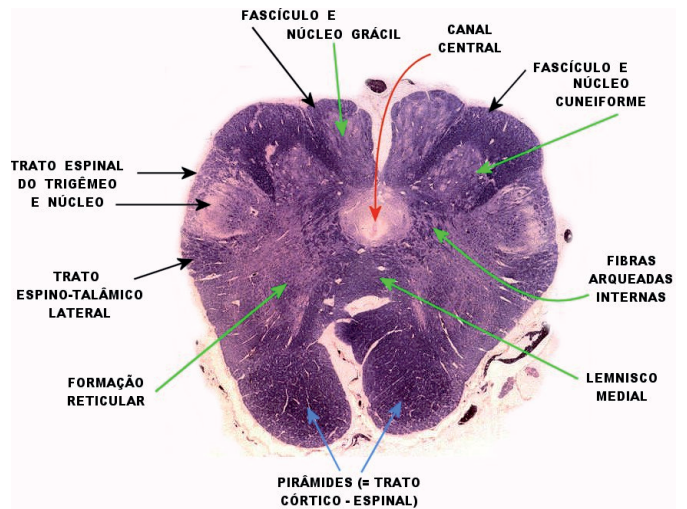


Figura 4: Corte axial do bulbo no nível das pirâmides e núcleos grácil e cuneiformes (<http://anatpat.unicamp.br/>)

Núcleos da coluna posterior

Dois núcleos são evidentes na coluna posterior: o núcleo grácil no fascículo grácil e o núcleo cuneiforme no fascículo cuneiforme. São conhecidos coletivamente como núcleos da coluna posterior ou dorsal. O núcleo grácil inicia e termina inferiormente ao núcleo cuneiforme. Inferiormente, são observados tanto os núcleos quanto os fascículos que os recobrem, mas superiormente, apenas os núcleos são observados.

As projeções superficiais desses dois núcleos na face posterior do bulbo formam os tubérculos grácil e cuneiforme (Figuras 3 e 4). Os núcleos da coluna posterior são organizados de acordo com a origem espacial das fibras aferentes. As fibras aferentes de C1 a T7 projetam-se para o núcleo cuneiforme, enquanto as fibras abaixo de T7 projetam-se para o núcleo grácil.

Os núcleos da coluna posterior não são massas celulares homogêneas. Eles contêm diferentes tipos de células nervosas e, de acordo com a distribuição dessas células e suas conexões aferentes e eferentes, os núcleos da coluna posterior podem ser divididos em duas áreas distintas: uma região central e uma zona reticular. A região central compreende as partes inferior e média de cada núcleo. A zona reticular circunda a região central e consiste nas porções superior e mais profunda dos núcleos da coluna posterior (MARTIN, 2003). A atividade nos núcleos da coluna posterior é controlada por influxos aferentes periféricos e modulada por influxos do córtex e outros centros supra-segmentares (formação reticular, núcleo caudado, e cerebelo). Em geral, a distribuição dos aferentes descendentes é restrita à zona reticular. Os influxos aferentes periféricos de mecanorreceptores cutâneos ativados por estímulos mecânicos (tato, pressão, vibração, deslocamento do pelo) nos membros anteriores e posteriores de animais, são

transmitidos à região central dos núcleos da coluna dorsal por aferentes primários dessa coluna (MARTIN, 2003; AFIFI; BERGMAN, 2005).

A partir desses núcleos, a informação chega ao tálamo (núcleo ventral póstero-lateral) pelo lemnisco medial. Essa via primária é responsável por cerca de 20% das fibras da coluna dorsal. Os ramos colaterais desses aferentes primários da coluna dorsal estabelecem sinapses com neurônios sensitivos de segunda ordem no corno posterior da medula espinal.

Em seguida, os neurônios de segunda ordem (sensitivos) estendem-se pelo trato espinotalâmico, estabelecem sinapses com neurônios do núcleo cervical lateral, e a partir desse associam-se ao lemnisco medial para chegar ao tálamo (coluna dorsal e trato espinotalâmico). Essa organização explica a preservação de sensibilidade relacionada a esses mecanorreceptores (tato, pressão, vibração) após uma lesão da coluna dorsal.

As vias proprioceptivas originadas em receptores articulares (órgão neurotendíneo) e musculares (fuso neuromuscular) conduzem informações relacionadas ao sentido de movimento articular e posição, respectivamente e são mais complexas do que as vias originadas em mecanorreceptores cutâneos. (MARTIN, 2003; AFIFI; BERGMAN, 2005).

Os aferentes proprioceptivos do membro superior estendem-se pela coluna posterior (fascículo cuneiforme) e estabelecem sinapses com células retransmissoras no núcleo cuneiforme (Figura 5) e, a partir desse estendem-se pelo lemnisco medial até o tálamo. Por outro lado, os aferentes proprioceptivos do membro superior chegam ao tálamo por duas vias. Os aferentes oriundos de alguns receptores articulares estendem-se pela coluna posterior (fascículo grácil) ao núcleo grácil (Figura 5) e, em seguida, projetam-se para o tálamo pelo lemnisco medial. Os aferentes oriundos dos fusos neuromusculares e dos receptores articulares de adaptação lenta abandonam o fascículo grácil e estabelecem sinapses com células do núcleo torácico posterior (de Clarke) na medula espinal.

Em seguida, os neurônios de segunda ordem estendem-se pelo fascículo póstero-lateral até o núcleo Z, uma pequena coleção de células situada no bulbo na parte mais superior do núcleo grácil. As fibras desse núcleo cruzam a linha mediana para compor o lemnisco medial e chegar ao tálamo. A transmissão diferencial da informação cutânea e proprioceptiva aparentemente é responsável pela diferente perda de sensibilidade vibratória e do sentido de posição em alguns pacientes com lesão da medula espinal.

Os aferentes descendentes para os núcleos da coluna dorsal originam-se principalmente do córtex somatossensitivo primário com contribuições do córtex somatossensitivo secundário e dos córtices motor primário e pré-motor. Esse influxo é organizado somatotopicamente de forma que áreas corticais dos membros superiores projetam-se para o núcleo cuneiforme e as áreas corticais dos membros inferiores projetam-se para o núcleo grácil. Os aferentes corticais para os núcleos da coluna dorsal estendem-se via cápsula interna e chegam aos núcleos pela pirâmide. Eles se projetam para os interneurônios da zona reticular. (MARTIN, 2003; AFIFI; BERGMAN, 2005). A ativação de aferentes descendentes

oriundos do córtex geralmente inibe, através de interneurônios, a excitação de neurônios retransmissores.

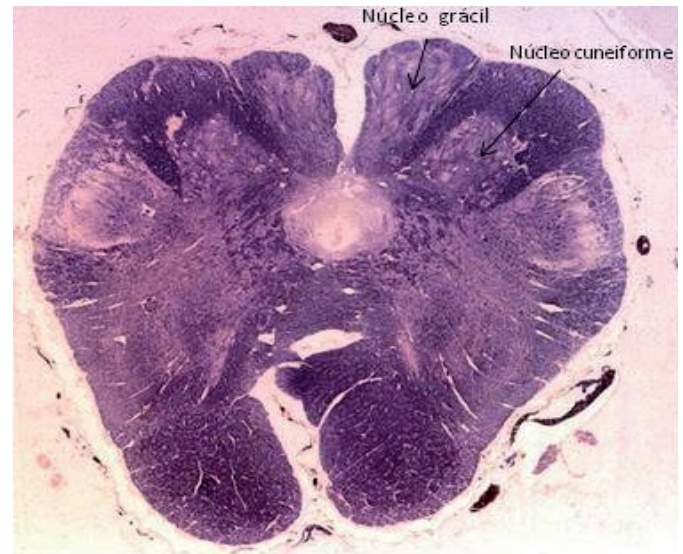


Figura 5: Corte axial do bulbo evidenciando os núcleos da coluna posterior (<http://anatpat.unicamp.br/>)

A principal projeção eferente dos núcleos da coluna posterior é o lemnisco medial, que termina no tálamo. Outras projeções, recentemente confirmadas, incluem as do complexo olivar inferior, teto mesencefálico, medula espinal e cerebelo. As fibras cerebelares originam-se principalmente do núcleo cuneiforme com pequenas contribuições do núcleo grácil. A função dessas conexões extratálâmicas ainda não é bem compreendida (AFIFI; BERGMAN, 2005).

Núcleo espinal do nervo trigêmeo

Outra estrutura observada no nível da decussação das pirâmides é a presença do núcleo espinal do nervo trigêmeo (Figura 6). Esse núcleo ocupa uma posição póstero lateral no bulbo e é recoberto pelo trato espinal (descendente) do nervo trigêmeo. O núcleo espinal do nervo trigêmeo estende-se por todo bulbo e desce até o segmento medular C3. Inferiormente é contínuo com a substância gelatinosa da medula espinal e superiormente com o núcleo principal do trigêmeo na ponte. O trato e o núcleo espinal do trigêmeo estão relacionados à sensibilidade exteroceptivas (dor, temperatura, tato leve) da metade ipsilateral da face. O núcleo espinal é dividido em três partes ao longo de sua extensão rostrocaudal (súpero-inferior). A parte caudal (núcleo caudal) estende-se superiormente do óbex do bulbo à substância gelatinosa da medula espinal, com a qual é contínua inferiormente. É responsável pela mediação de dor e temperatura da metade ipsilateral da face. Superiormente ao óbex está o núcleo interpolar, que medeia a dor dental e é citologicamente distinto do núcleo caudal. Superiormente ao núcleo interpolar e imediatamente inferior ao núcleo principal do nervo trigêmeo há o núcleo oral, que medeia sensibilidade tátil da túnica mucosa (MARTIN, 2003; AFIFI; BERGMAN, 2005).

As fibras do trato espinal do nervo trigêmeo que se originam da região mandibular da face projetam-se inferiormente para o terceiro e quarto segmentos cervicais.

As fibras oriundas da região perioral projetam-se para níveis medulares inferiores. Fibras que se originam entre a região mandibular e perioral terminam na região cervical superior. A evidência para esse padrão de distribuição em “casca de cebola” é encontrada em pacientes que tiveram o trato espinhal do nervo trigêmeo seccionado (tratotomias) para aliviar a dor. Conseqüentemente as tratotomias que não atingem a parte inferior do bulbo conservam a sensibilidade térmica e dolorosa ao redor da boca. Em contraste com o padrão de distribuição em casca de cebola descrito por Dejerine em 1914 (*apud* AFIFI; BERGMAN, 2005), algumas observações sugerem que todas as fibras que conduzem impulsos dolorosos da face, não apenas aqueles da mandíbula, chegam a níveis cervicais inferiores. Os neurônios para dor no núcleo espinal do trigêmeo, assim como seu homólogo na medula espinal, foram classificados como neurônios de alto limiar, neurônios de baixo limiar e neurônios dinâmicos de amplo aspecto. Neurônios termoespecíficos foram localizados na margem do núcleo. Os axônios de neurônios situados no núcleo espinal do nervo trigêmeo cruzam a linha mediana para formar o trato trigeminotalâmico anterior que se projetam para os neurônios situados no núcleo ventral pósteromedial do tálamo (AFIFI; BERGMAN, 2005; SNELL, 2010).

Apartir desse, as sensibilidades faciais são transmitidas à área da face no córtex somatossensitivo primário. No interior do trato trigeminotalâmico, as fibras do ramo oftálmico (V1) do nervo trigêmeo estão localizadas mais lateralmente, enquanto as fibras do ramo mandibular (V3) são mais mediais. Além dos principais influxos oriundos de exteroceptores da face verificou-se que o núcleo espinal do trigêmeo recebe um influxo do *locus cerúleos* na ponte e também envia fibras para ele. O influxo do *locus cerúleos* é inibitório. Destaca-se que o trato espinhal do nervo trigêmeo possui, além de fibras condutoras de sensibilidade exteroceptivas da face, fibras somáticas gerais pertencentes aos nervos facial (VII nervo craniano), glossofaríngeo (IX nervo craniano), e vago (X nervo craniano) (AFIFI; BERGMAN, 2005; SNELL, 2010).

Tratos espinotalâmicos e espinocerebelares

Os tratos espinotalâmicos estendem-se pelo bulbo bem próximo ao núcleo e trato espinhal do nervo trigêmeo (Figura 6). Embora os tratos espinotalâmicos lateral e anterior mantenham suas posições medulares no bulbo inferior, a posição do trato espinotalâmico anterior na região bulbar superior ainda não foi identificada de modo conclusivo em humanos, e suas fibras provavelmente se estendem juntamente com o trato espinotalâmico lateral. Como na medula espinal, diversos indícios apontam para uma segregação de fibras para dor e para temperatura no interior do trato espinotalâmico lateral no bulbo. As posições dos tratos espinocerebelares anterior e posterior na medula espinal permanecem inalteradas no bulbo. Outros tratos ascendentes e descendentes encontrados na medula espinal estendem-se pelo bulbo até níveis superiores ou inferiores (MARTIN, 2003; AFIFI; BERGMAN, 2005; SNELL, 2010).

Nível da decussação dos lemniscos mediais

A característica diferencial no nível da decussação dos

lemniscos mediais (sensitiva) é o cruzamento dos neurônios de segunda ordem do sistema da coluna posterior (Figura 6). Os axônios dos neurônios retransmissores dos núcleos da coluna posterior formam as fibras arqueadas internas e cruzam para o lado oposto (decussação sensitiva) acima das pirâmides e se unem para formar o lemnisco medial do lado contralateral (Figura 6).

As informações das extremidades inferiores (axônios das células do núcleo grácil) são transportadas na parte anterior do lemnisco medial e as informações das extremidades superiores (axônios do núcleo cuneiforme) são transportadas na parte posterior do lemnisco medial. O lemnisco medial projeta-se para os neurônios do núcleo ventral posterior lateral do tálamo. Esse núcleo, por sua vez projeta-se para o córtex somatossensitivo primário (HAINES, 2006).

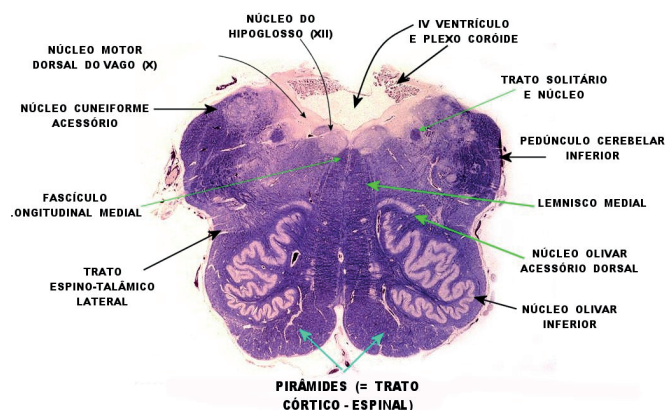


Figura 6: Corte axial do bulbo no nível dos núcleos olivares inferiores (<http://anatpat.unicamp.br/>)

Fascículo longitudinal medial

O fascículo longitudinal medial, situado pósterolateralmente à decussação das pirâmides, é deslocado posteriormente pela decussação sensitiva fazendo com que se estenda posteriormente ao lemnisco medial (Fiester *et al.*, 2020). Ele mantém essa posição por toda extensão do bulbo. As fibras descendentes desse feixe são oriundas de vários núcleos do tronco encefálico. As fibras vestibulares originam-se dos núcleos vestibulares medial e inferior. A formação reticular da ponte contribui com o maior número de fibras descendentes. Pequenos grupos de fibras se originam do núcleo dorsal do nervo oculomotor (intersticial de Cajal) na região superior do mesencéfalo (AFIFI; BERGMAN, 2005).

Núcleo cuneiforme acessório

Um grupo de grandes neurônios situados pósterolateralmente ao núcleo cuneiforme é conhecido como núcleo cuneiforme acessório (Figura 6). Embora esse núcleo compartilhe seu nome com o núcleo cuneiforme, não pertence funcionalmente ao sistema da coluna posterior; ele é parte do sistema espinocerebelar posterior. As fibras do sistema espinocerebelar posterior que entram na medula espinal acima do nível de C8 (limite superior do núcleo torácico posterior) ascendem com as fibras da coluna posterior e terminam no núcleo cuneiforme acessório. Os neurônios da segunda ordem oriundos desse núcleo estendem-se pósterolateralmente como

fibras arqueadas externas posteriores e chegam ao cerebelo (fibras cuneocerebelares) pelo pedúnculo cerebelar inferior. Da mesma forma que o sistema espinocerebelar, o trato cuneocerebelar está relacionado à propriocepção inconsciente. Os neurônios do núcleo cuneiforme acessório recebem fibras dos nervos glossofaríngeo e vago, assim como de áreas vasopressoras e cardioaceleradoras do hipotálamo posterior. A estimulação do núcleo cuneiforme acessório produz bradicardia e hipotensão e essa resposta ocorre devido a um estímulo vagal. Cogitou-se que a hipertensão estimule o núcleo cuneiforme acessório, por meios de reflexos cardiovasculares, para produzir bradicardia e hipotensão (MARTIN, 2003; AFIFI; BERGMAN, 2005; SNELL, 2010).

Núcleos arqueados do bulbo

O grupo de neurônios situados na face anterior da pirâmide é conhecido como núcleo arqueado. Os núcleos arqueados aumentam significativamente de tamanho em níveis superiores do bulbo e tornam-se contínuos com os núcleos da ponte. As conexões aferentes e eferentes dos núcleos arqueados são idênticas as dos núcleos da ponte. Seu principal influxo provém do córtex cerebral contralateral; o principal efluxo estende-se às metades ipsi e contralateral do cerebelo através do pedúnculo cerebelar inferior. As fibras arqueadocerebelares chegam ao pedúnculo cerebelar inferior por duas vias. Uma delas percorre a superfície do bulbo (fibras arqueadas externas anteriores); a outra via se estende pela linha mediana do bulbo curvando-se lateralmente no assoalho do IV ventrículo para formar as estrias medulares do IV ventrículo (MARTIN, 2003; SNELL, 2010).

Área Postrema

A área postrema descrita por Retzius em 1896 (LINDBLAD, 2007) é uma estrutura bilateral, localizada na porção inferior do assoalho do IV ventrículo, imediatamente acima do óbex, e separada do triângulo do vago pelo funiculus separans. Recebeu essa nomenclatura por estar localizada na extremidade caudal do encéfalo. É uma das regiões mais vascularizadas do encéfalo dos mamíferos, com o acesso exclusivo à circulação devido à presença de capilares fenestrados. A área postrema é formada por células similares a astroblastos, arteríolas, sinusoides e alguns neurônios apolares e unipolares. Ela é uma dentre várias áreas do sistema nervoso central que não tem uma barreira hematoencefálica. Essas áreas são denominadas coletivamente de órgãos circumventriculares e incluem a área postrema, o órgão subfornicial, o órgão subcomissural, a glândula pineal, a eminência mediana, a neuro hipófise e o órgão vascular da lâmina terminal. Todas essas áreas com exceção da área postrema, são estruturas medianas ímpares relacionadas ao diencéfalo. Em animais experimentais, a estimulação da área postrema induz ao vômito, sugerindo ser um centro emético quimissensitivo (AFIFI; BERGMAN, 2005).

Bulbo no nível das olivas

No bulbo, a característica diferencial no nível das olivas é a presença do complexo de núcleos olivar inferior, que formam lâminas contorcidas de substância cinzenta,

localizadas posteriormente às pirâmides (Figura 7). Esses complexos nucleares salientam-se na superfície ântero-lateral do bulbo como estruturas em formato de azeitonas. O complexo olivar inferior consiste em três grupos nucleares: núcleo olivar principal (o maior núcleo), núcleo olivar acessório posterior e o núcleo olivar acessório medial. Em humanos, estima-se que o complexo olivar inferior contenha quinhentos mil neurônios. Esse complexo é envolvido por um aglomerado de fibras conhecido como amículo olivar. O complexo olivar inferior recebe fibras das seguintes áreas: Córtex cerebral, através do trato corticoespinal, para os dois núcleos olivares principais; Núcleos da base, através do trato tegmental central, para os dois núcleos olivares principais; Substância cinzenta periaquedutal e Núcleo rubro, através do trato tegmental central, para o núcleo olivar principal ipsilateral; Cerebelo, através do pedúnculo cerebelar superior, e os núcleos denteado e interpósito, projetam-se para os núcleos olivares principal e acessório; Medula espinal, através do trato espinolivar, para os núcleos olivares acessórios de ambos os lados (MARTIN, 2003; AFIFI; BERGMAN, 2005; SNELL, 2010). No bulbo, os núcleos da coluna posterior projetam-se para o núcleo olivar acessório contralateral. Os núcleos vestibulares inferior e medial projetam-se para os dois complexos olivares inferiores, sendo os dois complexos olivares inferiores interconectados;

O principal efluxo do complexo olivar inferior dirige-se ao cerebelo (trato olivocerebelar). As fibras olivocerebelares provêm dos dois complexos olivares inferiores mas originam-se principalmente do complexo contralateral. Deixando o hilo do núcleo olivar inferior, cruzam o lemnisco medial e se estendem através do complexo olivar inferior oposto, para entrarem no cerebelo pelo pedúnculo cerebelar inferior. As fibras olivocerebelares constituem o principal componente do pedúnculo cerebelar inferior e estão localizadas em sua porção ântero-medial. As fibras olivocerebelares que se originam dos núcleos olivares acessórios e da parte medial do núcleo olivar principal projetam-se para o verme do cerebelo enquanto as fibras que se originam do restante do núcleo olivar principal projetam-se para os hemisférios cerebelares. Os núcleos cerebelares também recebem fibras do trato olivocerebelar. Apesar de décadas de pesquisa e conhecimento detalhado da microanatomia e circuitos do sistema olivocerebellar, sua função continuam a ser um tema de debate contínuo (BLOEDEL; BRACHA, 1998).

O complexo olivar inferior está intimamente associado com o cerebelo, o que significa que ele está envolvido no controle e coordenação dos movimentos, processamento sensorial e tarefas cognitivas, provavelmente codificando o momento da entrada sensorial independentemente de atenção ou consciência.

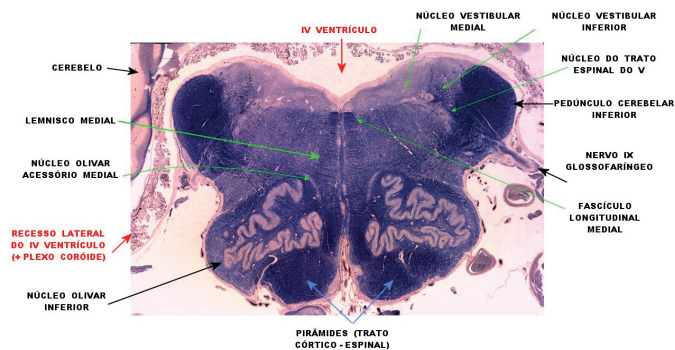


Figura 7: Corte axial do bulbo no nível dos pedúnculos cerebelares inferiores (<http://anatpat.unicamp.br/>)

Formação reticular bulbar

A formação reticular do bulbo é caracterizada por grande quantidade de neurônios de vários tamanhos e formas, entremeados por uma complexa rede de fibras (Figura 8). Ela se estende pela área situada entre as pirâmides (anteriormente) e o assoalho do IV ventrículo (posteriormente). A formação reticular é uma região filogeneticamente antiga e, em seres inferiores, constitui a principal parte do sistema nervoso central. Inferiormente, a formação reticular aparece no nível da decussação das pirâmides. Superiormente, ela é contínua com a formação reticular da ponte. Fisiologicamente, a formação reticular é um sistema polissináptico rico em fibras colaterais para distribuição de impulsos. Na formação reticular, núcleos distintos são praticamente impossíveis de se identificar, embora as unidades funcionais possam ser isoladas do ponto de vista fisiológico. A grande maioria dos neurônios dessa rede é composta de interneurônios que têm múltiplas projeções eferentes, resultando em inúmeros contatos sinápticos (GOLÇALVES; MELO, 2009).

Todo neurônio da formação reticular pode processar informações ipsilaterais e contralaterais. Além disso, as projeções de um único neurônio podem ser tanto ascendentes quanto descendentes. Todos os sistemas da formação reticular são influenciados pelas projeções de outras áreas do cérebro e podem, por sua vez, influenciar a função dessas áreas. Assim, a formação reticular é verdadeiramente o integrador do sistema nervoso central (SNC).

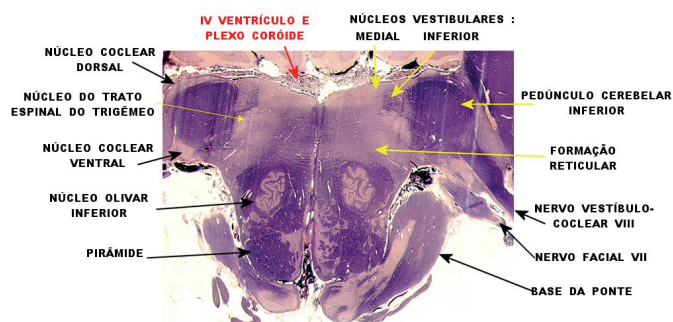


Figura 8: Corte axial no nível da transição bulbo pontinha (<http://anatpat.unicamp.br/>).

A formação reticular pode ser subdividida (MARTIN, 2003; WANG, 2009) em três componentes funcionais: 1)

zona lateral, que processa a informação aferente sensorial; 2) a zona medial, que processa a informação eferente motora; e 3) a soma dos sistemas neurotransmissores que se projetam para áreas amplas do SNC. Juntas, as projeções da formação reticular que ascendem para o tálamo e córtex e atuam na modulação da consciência são chamadas de sistema ativador reticular ascendente (SARA) (GOLÇALVES; MELO, 2009).

A zona lateral da formação reticular recebe aferências da medula espinal via trato espinoreticular. Seus neurônios se projetam para a zona medial, a fim de modular a função motora, para os núcleos de sistemas de neurotransmissores que influenciam o nível de consciência, bem como para o tálamo. Algumas projeções ascendentes também podem influenciar o sistema nervoso autônomo por meio de projeções para o hipotálamo.

A zona medial da formação reticular tem projeções eferentes que modulam os estímulos motores. Tem conexões recíprocas com todos os sistemas envolvidos no controle do movimento: o córtex e o tálamo; os núcleos da base, o cerebelo; e a medula espinal. Projeta-se aos neurônios motores inferiores pelo trato reticuloespinal. Uma das principais funções dessa parte da formação reticular é manter o tônus muscular durante o movimento, o que é conseguido por um equilíbrio entre as projeções excitatórias e inibitórias para o neurônio motor inferior. Esse equilíbrio decorre da integração da toda a informação motora descendente com a informação sensorial ascendente.

Os sistemas de neurotransmissores mais importantes incluem aqueles envolvendo a dopamina (DA), a noradrenalina (NA) e a serotonina (5-HT).

Funções da formação reticular

A formação reticular é composta por mais de 100 pequenas redes neurais, com funções variadas (MARTIN, 2003; WANG, 2009) incluindo o seguinte:

1. Controle motor somático - Alguns neurônios motores enviam seus axônios para núcleos da formação reticular, dando origem aos tratos reticuloespinal. A função desses tratos é manter o tônus, equilíbrio e postura - especialmente durante os movimentos do corpo. A formação reticular também retransmite sinais das orelhas e olhos para o cerebelo, e assim o cerebelo pode integrar estímulos visuais, auditivos e vestibulares com a coordenação motora. Outros núcleos motores incluem centros do olhar, que permitem os olhos acompanhar e fixar objetos, e geradores de padrão central, que produzem sinais rítmicos para os músculos da respiração e da deglutição.

2. Controle cardiovascular - A formação reticular inclui centros vasomotores e cardíacos do bulbo.

3. Modulação da dor - A formação reticular é um meio pelo qual os sinais de dor da parte inferior do corpo atinge o córtex cerebral. É também a origem das vias analgésicas descendentes. As fibras nervosas dessas vias agem na medula espinal bloqueando a transmissão de alguns sinais de dor ao cérebro.

4. Sono e consciência - A formação reticular tem projeções para o tálamo e córtex cerebral, que lhe permitem exercer algum controle sobre os sinais sensoriais que chegam

ao cérebro e se tornam conscientes. Ela também desempenha um papel central em estados de sono/vigília. Lesão da formação reticular pode resultar em coma irreversível.

5. Habituação - Esse é um processo no qual o cérebro aprende a ignorar estímulos repetitivos ou sem sentido. Um bom exemplo disso é quando uma pessoa consegue dormir ouvindo o barulho de um alto tráfego em uma cidade grande, mas é despertado prontamente devido ao som de um alarme ou bebê chorando.

Pedúnculo cerebelar inferior

O tronco encefálico e o cerebelo são conectados por três pedúnculos: O pedúnculo cerebelar inferior (corpo restiforme e corpo justarestiforme) entre o bulbo e o cerebelo; O pedúnculo cerebelar médio (braço da ponte), entre a ponte e o cerebelo; e o pedúnculo cerebelar superior (braço conjuntivo) entre o cerebelo e o mesencéfalo (Figura 7).

O pedúnculo cerebelar inferior localiza-se na margem pósterolateral do bulbo. Situa-se superiormente aos tubérculos grácil e cuneiforme e forma um feixe distinto aproximadamente no nível médio olivar. As fibras contidas no pedúnculo cerebelar inferior (corpo restiforme) incluem os seguintes tratos aferentes e eferentes (com origem ou destino bulbar e espinal): - Trato olivocerebelar (o maior componente desse pedúnculo), que conecta a oliva ao cerebelo; -Trato espinocerebelar posterior, que se origina no núcleo torácico posterior (de Clark) e chega ao cerebelo; -Trato reticulocerebelar, que conecta a formação reticular ao cerebelo; -Trato cuneocerebelar que se origina no núcleo cuneiforme acessório e se estende ao cerebelo, sendo homólogo ao trato espinocerebelar posterior; -Trato arqueocerebelar, que conecta o núcleo arqueado ao cerebelo; -Trato cerebelolivar, que conecta o cerebelo ao complexo olivar inferior; -Trato trigeminocerebelar que se estende dos núcleos espinal (bulbo) e principal (ponte) do nervo trigêmeo ao cerebelo; -Fibras dos núcleos periipoglossais (relacionadas aos movimentos oculares) ao cerebelo (MARTIN, 2003; AFIFI; BERGMAN, 2005; SNELL, 2010).

Uma pequena parte medial do pedúnculo cerebelar inferior é conhecida como corpo justarestiforme e contém os seguintes tratos: -Trato cerebelorreticular que conecta o cerebelo à formação reticular; -Trato cerebelovestibular, que conecta o cerebelo aos núcleos vestibulares; -Trato vestibulocerebelar, que contém fibras vestibulares secundárias dos núcleos vestibulares ao cerebelo; -Fibras nervosas vestibulares diretas ao cerebelo (sem sinapses nos núcleos vestibulares); -Trato cerebeloespinal que se estende do cerebelo aos neurônios motores da parte cervical da medula espinal.

Núcleos de nervos cranianos do bulbo

Os nervos cranianos a seguir possuem seus núcleos no bulbo: 1) Hipoglosso (XII nervo craniano); 2) Acessório (XI nervo craniano); 3) Vago (X nervo craniano); 4) Glossofaríngeo (IX nervo craniano); e o 5) Vestibulococlear (VIII nervo craniano).

1) Nervos hipoglosso (XII nervo craniano)

O nervo hipoglosso contém principalmente fibras nervosas motoras somáticas que inervam os músculos

intrínsecos e extrínsecos da língua. Contém também fibras proprioceptivas originadas dos fusos neuromusculares situados nos músculos da língua. A terminação central das fibras aferentes proprioceptivas do nervo hipoglosso não é bem conhecida. Verificou-se que os núcleos do trato solitário e do nervo hipoglosso recebem essas aferências.

O núcleo do nervo hipoglosso estende-se por toda a medula oblonga, exceto em seus níveis mais superiores e inferiores. Esse núcleo é dividido em grupos celulares que correspondem aos músculos da língua inervados por eles. A estrutura onde está localizada este núcleo corresponde ao trigono do nervo hipoglosso, no assoalho do IV ventrículo. O núcleo recebe fibras corticoreticulonucleares cruzadas e diretas. As fibras radiculares do nervo estendem-se pelo bulbo lateralmente ao lemnisco medial e emergem na face anterior, entre a pirâmide e a oliva. Alguns agrupamentos nucleares bem próximos ao núcleo do nervo hipoglosso são provavelmente neurônios reticulares. Eles não contribuem com fibras para o nervo hipoglosso e são conhecidos como núcleos periipoglossais ou satélites (núcleo intercalado, núcleo prepósito, e núcleo subipoglossal). Esses núcleos recebem influxo de 1) córtex cerebral, 2) núcleos vestibulares, 3) núcleos acessórios do nervo oculomotor e 4) formação reticular pontina paramediana. O efluxo desses núcleos termina nos 1) núcleos dos nervos cranianos envolvidos nos movimentos oculares (oculomotor, troclear e abducente) 2) cerebelo e 3) tálamo. Os núcleos periipoglossais e suas conexões são parte de uma circuitaria complexa relacionada aos movimentos oculares.

2-) Nervos acessórios (XI nervo craniano)

O nervo acessório possui duas raízes: espinal e craniana. A raiz espinal origina-se do núcleo do nervo acessório, uma coleção de neurônios motores no corno anterior dos cinco ou seis primeiros segmentos medulares cervicais e da parte inferior do bulbo. A partir das células de origem, as radículas se estendem pósterolateralmente e emergem na região lateral da medula espinal entre as raízes anterior e posterior dos nervos espinais. A raiz espinal do nervo acessório adentra a cavidade do crânio através do forame magno e sai da mesma cavidade pelo forame jugular. A raiz espinal contém fibras motoras somáticas que inervam os músculos esternocleidomastóideo e trapézio.

A raiz craniana origina-se no bulbo, do polo inferior do núcleo ambíguo. Essa raiz emerge na face lateral do bulbo, une-se às radículas no nervo vago (formando seu ramo laríngeo recorrente) e inerva os músculos intrínsecos da laringe. Consequentemente, a raiz craniana do nervo acessório é em princípio, parte do nervo vago. O nervo laríngeo recorrente é também conhecido como nervo de Galeno (130 a 200 AC) o qual descobriu que esse nervo controlava a voz (AFIFI; BERGMAN, 2005).

3-) Nervos vago (X nervo Craniano)

O nervo vago é um nervo misto que contém fibras aferentes e eferentes, está associado a quatro núcleos do bulbo.

Núcleo posterior do nervo vago: é uma coluna de células situada pósterolateral ou lateralmente ao núcleo do nervo hipoglosso, estendendo-se superior e inferiormente

alguns milímetros além desse último. Os axônios dos neurônios situados nessa coluna estendem-se ântero-lateralmente pelo bulbo e emergem na face lateral desse, entre a oliva e o pedúnculo cerebelar inferior. Os axônios originados desse núcleo são fibras parassimpáticas pré-ganglionares que conduzem impulsos eferentes viscerais gerais para as vísceras torácicas e abdominais. O núcleo posterior do nervo vago recebe fibras dos núcleos vestibulares; conseqüentemente, a estimulação vestibular excessiva resulta em náusea, vômito e alteração da frequência cardíaca.

Núcleo ambíguo: conhecido também como núcleo motor ventral do vago. É uma coluna de células situada a meio caminho entre a oliva e o núcleo espinal do trigêmeo. Seus axônios estendem-se póstero-medialmente e, em seguida, curvam-se ântero-lateralmente para emergir na face lateral do bulbo, entre a oliva e o pedúnculo cerebelar inferior. Esses axônios conduzem impulsos eferentes viscerais especiais aos músculos braquiméricos da faringe e da laringe (constrictores da faringe, cricotireóideo, músculos intrínsecos da laringe, levantador do véu palatino, palatoglosso, palatofaríngeo e músculo da úvula). Além do nervo vago, o núcleo ambíguo contribui com fibras eferentes para os nervos glossofaríngeo e acessório.

Os componentes aferentes do nervo vago estão relacionados a dois núcleos bulbares:

Núcleo espinal do nervo trigêmeo: Esse núcleo recebe fibras aferentes somáticas gerais do pavilhão auricular, do meato acústico externo e da face externa da membrana timpânica.

Núcleo do trato solitário: Esse núcleo recebe dois tipos de fibras aferentes viscerais: 1) Fibras aferentes viscerais gerais, que conduzem sensibilidade viscerais gerais da faringe, laringe, traqueia e esôfago, assim como das vísceras torácicas e abdominais; 2) Fibras aferentes viscerais especiais, que conduzem sensibilidade gustatória da região da epiglote (MARTIN, 2003; AFIFI; BERGMAN, 2005; SNELL, 2010).

4-) Nervo Glossofaríngeo (IX nervo craniano)

O nervo glossofaríngeo é também um nervo misto, estando associado a quatro núcleos no bulbo.

Núcleo ambíguo: As fibras axonais que estão no nervo glossofaríngeo tem sua origem nos neurônios situados na parte posterior do núcleo ambíguo e inervam o músculo estilofaríngeo, o qual eleva a faringe durante a fala e a deglutição. Essa parte do nervo glossofaríngeo é pequena.

Núcleo salivatório inferior: O núcleo salivatório inferior é um agrupamento de neurônios situados na região posterior do bulbo, de difícil distinção em relação aos neurônios reticulares. Os axônios dos neurônios situados nesse núcleo saem do bulbo por sua face lateral. Esses axônios são fibras eferentes viscerais gerais pré-ganglionares que conduzem impulsos secretores motores em direção à glândula parótida. Eles se estendem pelo nervo petroso menor até o gânglio ótico. Como exemplo podemos ter “a boca seca” em resposta ao medo e à ansiedade, e a salivação em resposta ao “cheiro da comida”, essas reações refletem influxos ao núcleo salivatório superior provenientes do hipotálamo e do sistema olfatório, respectivamente.

Os componentes aferentes do nervo glossofaríngeo

estão relacionados aos mesmos dois núcleos associados ao vago.

Núcleo espinal do nervo trigêmeo: que recebe fibras aferentes somáticas gerais da região retroauricular (os corpos neuronais de origem dessas fibras estão localizados no gânglio superior dentro do forame jugular).

Núcleo do trato solitário: que recebe dois tipos de fibras aferentes viscerais: *Fibras aferentes viscerais gerais (conduzem sensibilidade tátil, dolorosa e térmica das túnicas das mucosas do terço posterior da língua, tonsilas e tuba auditiva) e *Fibras aferentes viscerais especiais (conduzem sensibilidade gustatória dos terço posterior da língua).

Os corpos neuronais que originam as fibras aferentes viscerais estão localizados no gânglio inferior (petroso). No interior do bulbo, formam o trato solitário e projetam-se para o núcleo do trato solitário de modo semelhante ao descrito para o nervo vago.

O nervo glossofaríngeo também contém uma ramificação com fibras aferentes especiais, o ramo para o seio carótico. Esse ramo inerva o glomo e seio caróticos, que são os centros quimio e baroreceptores respectivamente. A elevação da pressão arterial estimula o ramo para o seio carótico que, ao chegar ao bulbo, envia colaterais ao núcleo posterior do vago. Em seguida, os componentes eferentes viscerais gerais do nervo vago chegam às células pós-ganglionares situadas na parede cardíaca, que diminuem a frequência cardíaca e reduzem a pressão arterial. O reflexo glossofaríngeo-vagal é particularmente sensível em pessoas idosas.

5-) Nervo Vestíbulo-Coclear (VIII nervo craniano)

Trata-se de um nervo exclusivamente sensitivo que ocupa, juntamente com os nervos facial (VII) e intermédio, o meato acústico interno. Apresenta uma parte vestibular e uma parte coclear, que, apesar de unidas em um tronco comum, possuem origens, funções e conexões centrais diferentes. A parte vestibular é formada por fibras sensitivas que se originam dos neurônios sensitivos do gânglio vestibular, estando relacionada com a manutenção do equilíbrio do corpo. Já a parte coclear é constituída por fibras originadas nos neurônios sensitivos do gânglio espiral, estando relacionada com a audição. As fibras desse nervo classificam-se como aferentes somáticas especiais.

Suprimento sanguíneo do bulbo

O bulbo recebe suprimento sanguíneo das seguintes artérias: 1) vertebral; 2) espinal anterior; 3) espinal posterior; 4) artéria cerebelar inferior posterior, podendo ser dividido em quatro áreas vasculares: paramediana, olivar, lateral e posterior. A área paramediana recebe suprimento sanguíneo da artéria vertebral e ou artéria espinal anterior. Essa região abrange a pirâmide, o lemnisco medial, o fascículo longitudinal medial e o núcleo e nervo hipoglosso. A área olivar recebe suprimento sanguíneo inconstante da artéria vertebral. Essa região inclui a maior parte do complexo olivar inferior. A área lateral recebe suprimento sanguíneo constante da artéria vertebral e suprimento variável da artéria cerebelar inferior posterior. Esse território engloba o núcleo posterior do nervo vago, o núcleo e trato solitário, os núcleos vestibulares, o núcleo

ambíguo, o núcleo e trato espinhal do nervo trigêmeo, o trato espinotalâmico lateral, o pedúnculo cerebelar inferior e a via olivocerebelar. A área posterior é suprida superiormente pela artéria cerebelar inferior posterior e inferiormente pela artéria espinhal posterior. Esse território inclui os núcleos vestibulares, os tratos e núcleos da coluna posterior e parte do pedúnculo cerebelar inferior (HAINES, 2006).

Correlatos clínicos do bulbo

As lesões vasculares do bulbo são as mais condizentes com as correlações anatomoclínicas. No passado, essas síndromes eram designadas pelas artérias responsáveis pela irrigação da região como por exemplo síndrome da artéria espinhal anterior, síndrome da artéria cerebelar posterior inferior, síndrome da artéria vertebral). No entanto, em razão das variações na origem do suprimento sanguíneo, atualmente essas síndromes são designadas pela região afetada pela lesão (BLUMENFELD, 2002).

Síndrome bulbar medial (síndrome bulbar anterior de Dejerine)

A síndrome bulbar medial (GAN; NORONHA, 1995) é causada por oclusão da artéria espinhal anterior ou de ramos paramedianos da artéria vertebral. A área afetada geralmente inclui as seguintes estruturas: Lemnisco medial; Pirâmide; Radículas do nervo hipoglosso ou seu núcleo (Figura 9).

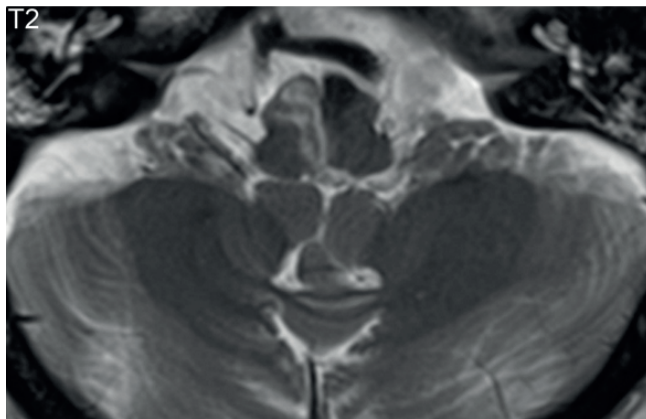


Figura 9: Imagem de RM axial do bulbo ponderada em T2 evidenciando infarto bulbar medial a direita (radiopaedia.org/articles/brainstem-stroke-syndromes).

Os sinais neurológicos que resultam do comprometimento dessas áreas são: Perda contralateral de cinestesia e tato discriminativo, resultante de comprometimento do lemnisco medial; paralisia contralateral do tipo neurônio motor superior (fraqueza, reflexos hiperativos, sinal de Babinski, clônus e espasticidade) com preservação da face, causada por comprometimento da pirâmide; paralisia do tipo neurônio motor inferior da metade ipsilateral da língua (fraqueza, atrofia e fibrilação) e desvio da língua protruída para o lado atrofiado, em decorrência do comprometimento do núcleo ou do nervo hipoglosso).

A síndrome bulbar medial pode ocorrer bilateralmente, resultando em fraqueza ou paralisia bilateral do tipo neurônio motor superior (com preservação da face), paralisia bilateral

da língua do tipo neurônio motor inferior e perda bilateral da cinestesia e tato discriminativo.

Síndrome bulbar lateral

A síndrome bulbar lateral (GAN; NORONHA, 1995) é causada por oclusão da artéria vertebral ou, menos frequentemente, do ramo medial da artéria cerebelar inferior posterior, quando essa artéria irriga o bulbo. Também é conhecida como síndrome da artéria cerebelar inferior posterior ou síndrome de Wallenberg. A área afetada (Figura 10) geralmente inclui as seguintes estruturas: Núcleo espinhal do nervo trigêmeo e seu trato; Trato espinotalâmico adjacente; Núcleo ambíguo ou seus axônios; Base do pedúnculo cerebelar inferior; Núcleos vestibulares; Fibras simpáticas descendentes do hipotálamo; Fibras olivocerebelares.

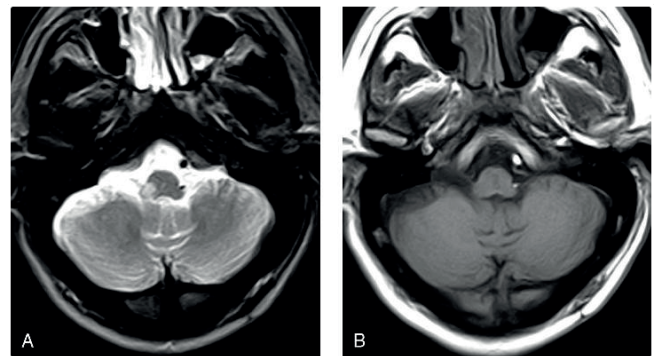


Figura 10: Imagem de RM axial do bulbo evidenciando infarto lateral direito. (<http://radiopaedia.org/articles/brainstem-stroke-syndromes>).

Os sinais e sintomas neurológicos resultantes do comprometimento dessas áreas incluem: Perda da sensibilidade dolorosa e térmica da metade ipsilateral da face em consequência do comprometimento do trato e do núcleo espinhal do nervo trigêmeo; Perda da sensibilidade dolorosa e térmica da metade contralateral do corpo, devido ao comprometimento do trato espinotalâmico; perda do reflexo faríngeo, dificuldade para deglutir, roquidão e dificuldade de articulação da fala, causado por paralisia dos músculos inervados pelo núcleo ambíguo (nervo glossofaríngeo e vago) ipsilateral a lesão bulbar; perda ipsilateral de coordenação resultante do comprometimento da base do pedúnculo cerebelar inferior. As lesões do pedúnculo cerebelar podem causar sintomas clínicos variáveis, que vão desde a vertigem ou vômitos como o único quadro clínico de paralisia facial, ataxia, nistagmo, diplopia, disfagia, disartria, surdez, fraqueza motora contralateral, perda sensorial trigeminal, dismetria do membro, perda de sensação de dor e temperatura, a síndrome de Horner (causado por comprometimento das fibras simpáticas descendentes do hipotálamo), e “síndrome do encarceramento” (MORITANI *et al.*, 2003). Lesões do núcleo olivar inferior têm sido associados com uma diminuição da capacidade de aprimorar tarefas motoras altamente especializadas, tais como melhorar a precisão de atingir um alvo com uma bola. Há alguma evidência de que ele é estimulado pela grelina (AFIFI; BERGMAN, 2005).

Síndrome bulbar posterior

A síndrome bulbar posterior é causada por oclusão do ramo medial da artéria cerebelar inferior posterior. As estruturas afetadas incluem os núcleos vestibulares e o pedúnculo cerebelar inferior.

Estão presentes os seguintes sinais neurológicos: Ataxia ipsilateral dos membros ou marcha atáxica, resultante do comprometimento do pedúnculo cerebelar inferior; vertigem, vômito e nistagmo evocado pelo olhar ipsilateral, resultante do comprometimento dos núcleos vestibulares.

Paralisia pseudobulbar

A paralisia pseudobulbar é uma síndrome clínica causada pela interrupção das fibras corticonucleares do bulbo para os núcleos motores de nervos cranianos. A maioria dos núcleos de nervos cranianos do tronco encefálico recebe inervação bilateral do córtex cerebral, oriundos principalmente do córtex pré-central. A maioria dessas fibras estende-se aos núcleos dos nervos cranianos por meio da formação reticular. Alguns núcleos de nervos cranianos, entretanto recebem fibras corticonucleares diretamente. Esses núcleos incluem os núcleos sensitivo e motor do trigêmio, o núcleo do trato solitário, o núcleo motor do facial, o núcleo supraespinhal do acessório e núcleo do hipoglosso (AFIFI; BEGMAN, 2005).

A interrupção bilateral das fibras corticonucleares indiretas ou corticonucleares diretas no tronco encefálico resulta na síndrome da paralisia pseudobulbar. As manifestações neurológicas dessa síndrome incluem: Fraqueza dos músculos inervados pelos núcleos de nervos cranianos correspondentes, acessos de riso e choro.

Lesão na área postrema

Semelhante a outras áreas periventriculares do assoalho do IV ventrículo, a área postrema expressa em suas células a proteína de membrana AQP4 (aquaporina-4), alvo principal das lesões da neuromielite óptica. Dessa forma, manifestações dessa doença podem ser vômitos, náuseas e soluços intratáveis por lesões na área postrema (POPESCU *et al.*, 2011).

Conclusão

Compreender a anatomia interna do TE é essencial para o diagnóstico neurológico e a prática da medicina clínica. Outros profissionais da saúde também se beneficiam desse conhecimento para melhor manejo dos seus pacientes neurológicos. Essa revisão apresenta detalhes da anatomia macroscópica e microscópica do bulbo, bem como seus correlatos clínicos frente às lesões mais comuns dessa divisão particular do TE, conhecidas como síndromes bulbares.

Referências

Afifi, A. K.; Bergman, R. A. **Functional Neuroanatomy**. 2. Ed. New York: McGraw-Hill Companies Inc., 2005. 494p.

Blumenfeld, H. **Neuroanatomy through Clinical Cases**. Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2002. p. 951.

Bloedel, J. R.; Bracha, V. Current concepts of climbing fiber function. **Anat. Rec.** v. 253, n.4, p.118-126, 1998.

Fiester, P.; Baig, S. A.; Patel, J.; Rao, D. An Anatomic, Imaging, and Clinical Review of the Medial Longitudinal Fasciculus. **J. Clin. Imaging. Sci.** v.10, p.83, 2020.

Gan, R.; Noronha, A. The medullary vascular syndromes revisited. **J. Neurol.** v. 242, n. 4, p.195-202, 1995.

Gonçalves, L. A.; Melo, S. R. A base biológica da atenção. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar.**v. 13, n. 1, p. 67-71, 2009.

Haines, D. E.; Mihailoff, G. A. **Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications**. 5. Ed. Philadelphia: Elsevier Inc., 2018. 496p.

Martin, J. H. **Neuroanatomy. Text and Atlas**. 3. Ed. New York: McGraw-Hill Companies Inc., 2003. p. 532.

Moritani, T.; Hiwatashi, A.; Wang, H. Z.; Numaguchi, Y.; Ketonen, L.; Ekholm, S. E.; Westesson, P. A. Anatomy and Pathology of the Cerebellar Peduncle. **Neurographics**. v. 3, n. 2, Article 1.

Netter, F. H. **Netter Atlas de Anatomia Humana**. 7. Ed. Rio de Janeiro, Gen Guanabara Koogan, 2019. p 549.

Nolte, J. **The Human Brain in Photographs and Diagrams**. 4. Ed. Philadelphia: Elsevier, 2013. p.215.

Popescu, B. F. G.; Lennon V. A.; Parisi, J. E.; Howe, C. L.; Weigand, S. D.; Cabrera-Gómez, J. A.; Newell, K.; Mandler, R. N.; Pittock, S. J.; Weinshenker, B. G.; Lucchinetti, C. F. Neuromyelitis optica unique area postrema lesions: Nausea, vomiting, and pathogenic implications. **Neurology**. v.76, n 14, p. 1229-1237, 2011.

Sciaccia, S.; Lynch, J.; Davagnanam, I.; Barker, R. Midbrain, Pons, and Medulla: Anatomy and Syndromes. **Radiographics**. v.39, n 4, p. 1110-1125, 2019.

Snell, R. S. **Clinical Neuroanatomy**. 7. Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010. P 542.

Vanderah, T. W.; Gould, D. J. **Nolte's the Human Brain. An Introduction to its Functional Anatomy**. 6. Ed. Philadelphia: Elsevier, 2009. P.

Wang, D. Reticular formation and spinal cord injury. **Spinal Cord**. v. 47, p. 204-212, 2009.

Yeo, S. S.; Jang, S. H.; Kwon, J. W.; Cho, I. H. Three-Dimensional Identification of the Medial Longitudinal Fasciculus in the Human Brain: A Diffusion Tensor Imaging Study. **J. Clin. Med.** v.9, n 5, p. 1340, 2020.

Web sites:

<http://anatpat.unicamp.br/>

<http://radiopaedia.org/articles/brainstem-stroke-syndromes>

<http://what-when-how.com/neuroscience/development-of-the-nervous-system-gross-anatomy-of-the-brain-part-2/>

Recebido em: 21/02/2021

Aceito em: 08/09/2021