



FCB USP
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA



Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Departamento de Ciências Biológicas
Disciplina de Fisiologia

Aula:

Anatomofisiologia do Sistema Estomatognático e suas Aplicações Clínicas

Giédre Berretin-Felix
Alceu Sérgio Trindade Junior

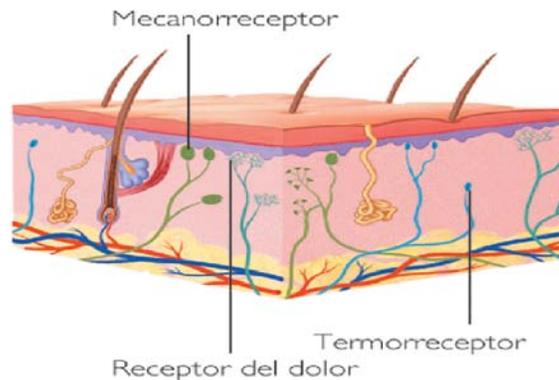
Introdução

O sistema estomatognático (do latim *estoma*, boca e *gnatus*, mandíbula) representa um conjunto de estruturas estáticas e dinâmicas relacionadas anatômica e funcionalmente com a mandíbula. Atuando de modo integrado, seus componentes (ossos, dentes, glândulas, músculos, articulações, ligamentos, sistema nervoso, sangüíneo e linfático), desempenham diferentes funções, denominadas funções estomatognáticas.

Para que ocorra a inter-relação entre os constituintes desse sistema resultando na execução de tais funções faz-se necessário a propagação de impulsos nervosos provenientes de áreas corticais, existindo, portanto, um *start* voluntário, a partir do qual serão ativadas diferentes áreas subcorticais, que por sua vez influenciarão núcleos motores localizados no tronco cerebral. Os impulsos nervosos provenientes de tais núcleos excitarão grupos musculares específicos às estruturas envolvidas no desempenho da função programada. A coordenação e o controle envolvidos nesse processo são modulados por informações provenientes da periferia, sendo que as estruturas que captam tais estímulos são denominadas receptores.

Para que exista a excitação dos receptores é necessário que o estímulo ocorra em uma intensidade mínima suficiente para tal, o que é denominado limiar de excitabilidade, bem como por um tempo mínimo para causar a excitação.

Os receptores, representados na figura 1, podem ser classificados segundo o tipo de estímulo aos mesmos aplicados, como os **mecanorreceptores**, receptores mecânicos localizados na pele, mucosa da cavidade oral, periodonto, músculos, articulações e ligamentos; os **termorreceptores** localizados na pele, mucosa e estruturas centrais, sensíveis à variação de temperatura; os **quimiorreceptores** que detectam mudanças químicas, relacionados ao sistema nervoso central, vascular, gustativo e olfativo, bem como ao processo doloroso (receptores de dor ou nociceptores). Existem ainda os **receptores acústicos** e os **fotorreceptores**, relacionados à captação de ondas acústicas e luminosas, respectivamente (Douglas, 1998).



(Figura 1)

Por outro lado, os receptores também podem ser agrupados de acordo com o meio (interno ou externo) e o tipo de excitação. Assim, os **exteroceptores** captam informações provenientes do meio extra-corporal, tais como calor ou frio (termorreceptores), gustação e olfato (quimiorreceptores), o que pode ser avaliado durante a avaliação clínica. Por outro lado os **interoceptores** captam informações provenientes do meio interno, como por exemplo, a pressão arterial, a variação de pressão de CO₂ e de pH (quimiorreceptores). Os **proprioceptores**, por sua vez, detectam variações de funções que ocorrem nos músculos, articulações, cabeça, etc., sendo: os fusos musculares dos músculos esqueléticos, os ergorreceptores dos músculos em contração isométrica, os receptores articulares, os justavasculares, os de distensão muscular ou tendínea e os de distensão do periodonto (Douglas, 1998).

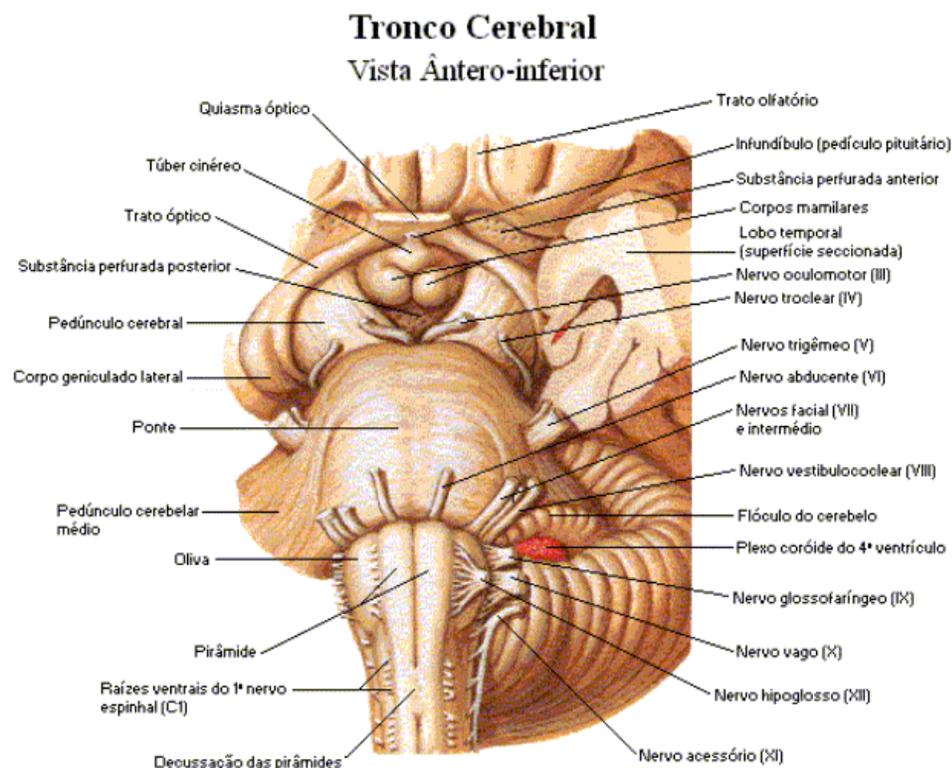
A capacidade de adaptação dos receptores, ou seja, a capacidade de modificação do limiar de excitabilidade, bem como a velocidade de condução dos impulsos nervosos gerados a partir da excitação inicial, apresentam importantes variações. Assim, temos os receptores de adaptação rápida, como os receptores da pele ou da mucosa, os de adaptação lenta, como os mecanorreceptores da cavidade oral, e por fim, os que não se adaptam, sendo estes os quimiorreceptores. Por outro lado, o tipo de fibra nervosa que irá conduzir o estímulo determina a velocidade de condução. No que se refere à sensação de dor as fibras do tipo A apresentam condução rápida, cuja sensação é precisa e definida, enquanto as do tipo C, de condução lenta, transmitem uma sensação dolorosa mais difusa e prolongada, sendo este também o tipo de condução para o tato, pressão e temperatura.

Respostas sensoriais exacerbadas ou diminuídas podem ser decorrentes de alterações no processo de adaptação dos receptores, na via aferente sensitiva ou na região cerebral responsável pelo processamento da informação, sendo tal diagnóstico crucial para o direcionamento do processo de reabilitação, uma vez que os procedimentos utilizados serão totalmente distintos. A terapêutica empregada poderá promover modificações nos limiares de excitabilidade, bem como facilitar o processo de adaptação dos receptores e/ou acesso cortical das informações, possibilitando o restabelecimento da via aferente, com conseqüente melhora do ato motor relacionado.



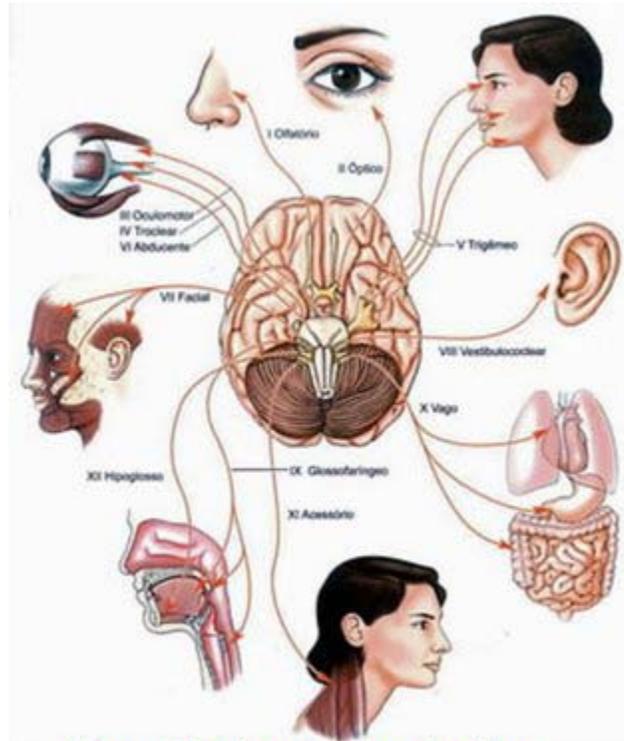
Tanto as informações provenientes do meio interno como externo são conduzidas ao sistema nervoso central, algumas com projeções em área cortical, o que nos permite ter consciência, e outras em regiões localizadas abaixo do córtex (bulbo, ponte, mesencéfalo, hipotálamo, tálamo, cerebelo e núcleos da base). Nessas diferentes regiões as informações são interpretadas, e novas conexões são formadas com núcleos sensitivos e motores localizados no tronco cerebral, gerando, então, respostas motoras, cuja execução será comparada com o planejamento inicial, na região cerebelar.

A principal via de condução aferente sensitiva orofacial é representada pelo V par (trigêmeo), que apenas não corresponde à gustação e olfato. No que se refere às funções desempenhadas pelo sistema estomatognático, estão envolvidos os seguintes pares cranianos: V (trigêmeo), responsável pela inervação dos músculos da mastigação e também pela sensibilidade orofacial, com exceção da gustação e olfato; VII (facial), que inerva os músculos da mímica facial, tendo também função gustativa para os 2/3 anteriores da língua; o VIII (vestíbulo-coclear), relacionado às informações auditivas e ao equilíbrio corporal global; IX (glossofaríngeo), sensitivo e motor, que inerva a orofaringe; X (vago), também sensitivo e motor, com participação no movimento de palato mole, faringe, laringe e esôfago; XI (hipoglosso), relacionado aos movimentos da língua e XII (acessório), que inerva os músculos cervicais. Tais pares cranianos encontram-se representados nas figuras 2 e 3.





(Figura 2)



Nervos Cranianos e suas Funções

(Figura 3)

Vale ressaltar que as funções desempenhadas pelo sistema estomatognático resultam, principalmente, da inter-relação entre diferentes conexões neuronais realizadas no sistema nervoso central, existindo uma programação neuromuscular que determina o que podemos denominar de “memória neuromuscular” específica para cada função.

As condições morfológicas dos constituintes desse sistema e o processo de maturação neuromuscular acarretam implicações significativas sobre o padrão funcional que será aprendido, sendo essa última determinada não apenas por condições específicas do funcionamento neuromuscular, mas também pelas funções denominadas de neurovegetativas (respiração, sucção, deglutição e mastigação).

Desse modo, o tratamento voltado à adequação das funções estomatognáticas não pode estar centralizado exclusivamente na correção da forma ou de aspectos musculares. Faz-se necessário a integração entre ambos, uma vez que após o estabelecimento das conexões neuronais relacionadas ao padrão neuromuscular (ou seja, o aprendizado das funções) a influência anatômica poderá não ser suficiente para modificá-los.

Funções estomatognáticas

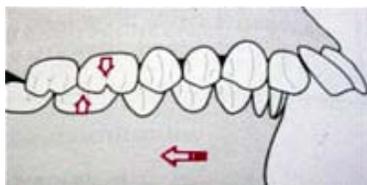
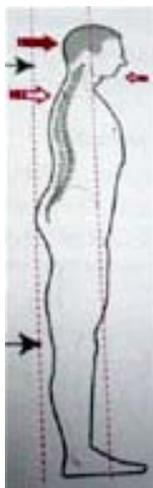
As funções estomatognáticas podem ser didaticamente divididas em clássicas e adaptativas. São denominadas funções adaptativas o vômito, mordida,



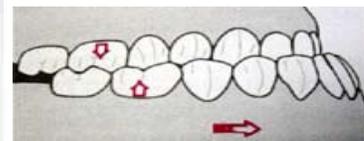
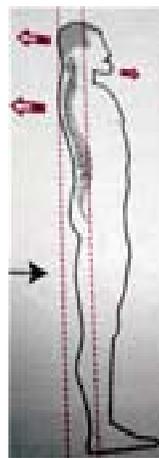
beijo, sorriso, cuspir, entre outros, enquanto a mastigação, deglutição, fala e a respiração, são consideradas funções clássicas (Douglas, 1998).

Antes de discorrermos especificamente sobre as funções clássicas é importante considerarmos a postura de repouso dos constituintes desse sistema. Na presença de equilíbrio anátomo-funcional a mandíbula deve permanecer elevada, os lábios devem estar em contato ou levemente separados (no máximo três milímetros) enquanto o mento não deve apresentar sinais de contração da sua musculatura. Os dentes devem estar desocluídos, mantendo o espaço funcional livre que deve ser de um a três milímetros. No que se refere à língua, o ápice da mesma deve contatar a região da papila palatina. Muitas são as condições que alteram as características acima descritas, tendo especial importância as desproporções maxilomandibulares, alterações dento-oclusais, quadros de respiração oral e de doenças neuromusculares.

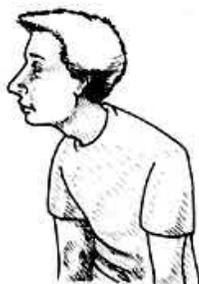
A postura corporal influencia e é influenciada pela postura dos constituintes do sistema estomatognático. Assim, indivíduos com hipo ou hiperdesenvolvimento mandibular assumem uma posição de cabeça estendida (figura 4) ou fletida (figura 5) respectivamente, na tentativa de mascarar a deformidade dentofacial, enquanto respiradores orais mantêm a cabeça anteriorizada (figura 6), com o propósito de aumentar o espaço orofaríngeo, diminuindo, assim, a resistência à entrada de ar.



(Figura 4)



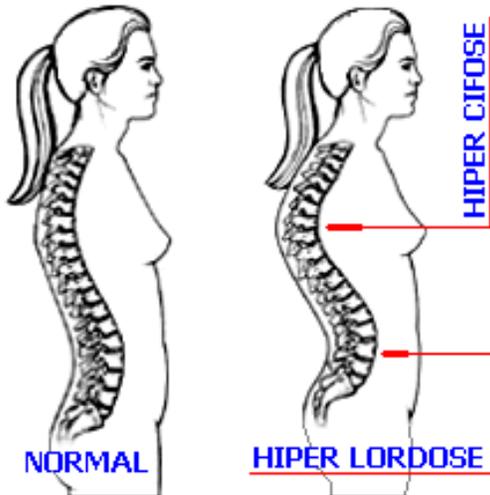
(Figura 5)



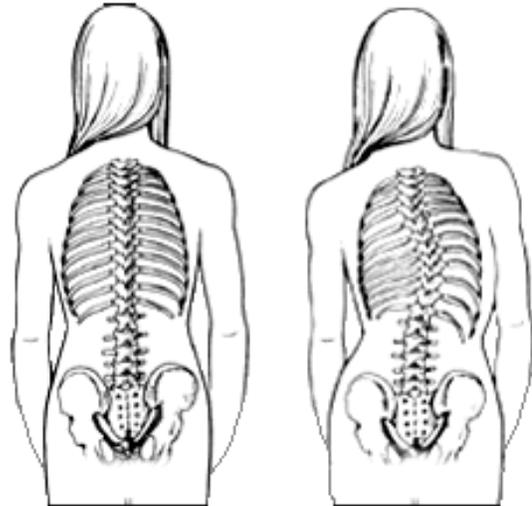
(Figura 6)



Por outro lado, alterações na curvatura da coluna vertebral, tais como a hipercifose, hiperlordose (figura 7) e escoliose (figura 8), acarretam mudanças na postura corporal, incluindo a posição da cabeça, mandíbula, língua e palato mole, com conseqüente influência sobre o sistema estomatognático.



(Figura 7)



(Figura 8)

Desse modo, ao nos depararmos na prática clínica com padrões funcionais, relacionados ao sistema estomatognático desviados da normalidade, os quais serão descritos a seguir, temos em mãos um grande desafio: compreender os fatores causais bem como diferenciá-los dos perpetuantes. Para isso o conhecimento requerido, na maioria das vezes, não é de competência de um único profissional, uma vez que o corpo é dinâmico e mantém inter-relações entre seus diferentes sistemas, ressaltando a importância crucial da interdisciplinaridade

Respiração

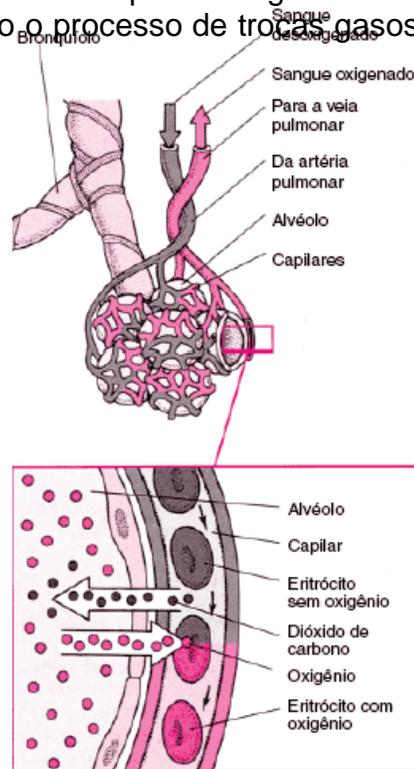
Essa função inicia-se ao nascimento, sendo a amamentação natural fundamental para o estabelecimento da respiração nasal. Contribui significativamente para o crescimento e desenvolvimento craniofacial, principalmente no que se refere ao desenvolvimento maxilar, ao crescimento vertical da face, configuração do palato devido à sucção da língua contra o mesmo (Sá Filho, 2004), e estabelecimento da oclusão.

O nariz tem a função de condicionamento aéreo, umidificando, filtrando e aquecendo o ar. A cavidade oral também apresenta esse papel, com exceção da filtração, uma vez que a boca é responsável por cerca de metade de fluxo respiratório durante a fala, canto, atividades físicas, bem como momentos de tensão e concentração.



Tendo em vista que a boca assume o papel de órgão respiratório apenas nas situações anteriormente citadas, ou em casos de alterações relacionadas às vias aéreas, existe divergência na literatura quanto a classificação dessa função como pertencentes às funções realizadas pelo sistema estomatognático.

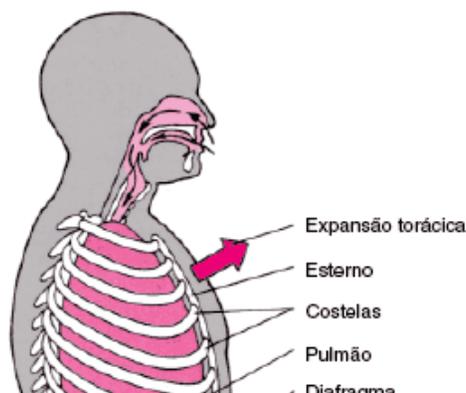
Em condições normais um indivíduo respira 12 a 15 vezes por minuto, onde 500ml de ar são inspirados ou expirados a cada respiração. Nos alvéolos esse ar é misturado com gás, e por difusão simples o oxigênio é incorporado ao sangue dos capilares pulmonares enquanto o gás carbônico entrará nos alvéolos (Sá Filho, 2004) permitindo o processo de trocas gasosas essencial à vida. Observe a figura 9.



(Figura 9)

A inspiração é uma atividade ativa, resultante principalmente da contração do músculo diafragma, que permite a expansão dos pulmões, que é complementada pelo aumento de seu diâmetro ântero-posterior por meio da contração dos músculos esternocleidomastóideos, escalenos, denteados anteriores, intercostais paraesternais e intercostais externos. O processo de inspiração está representado na figura 10.

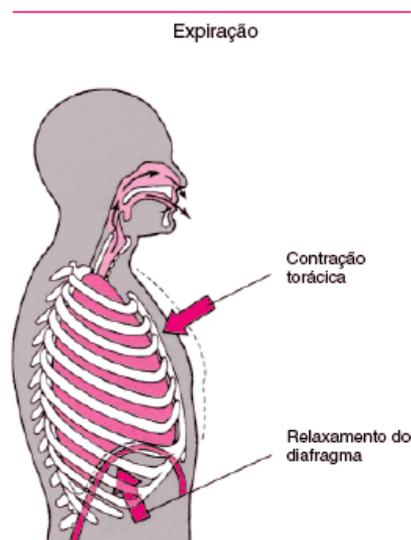
Inspiração





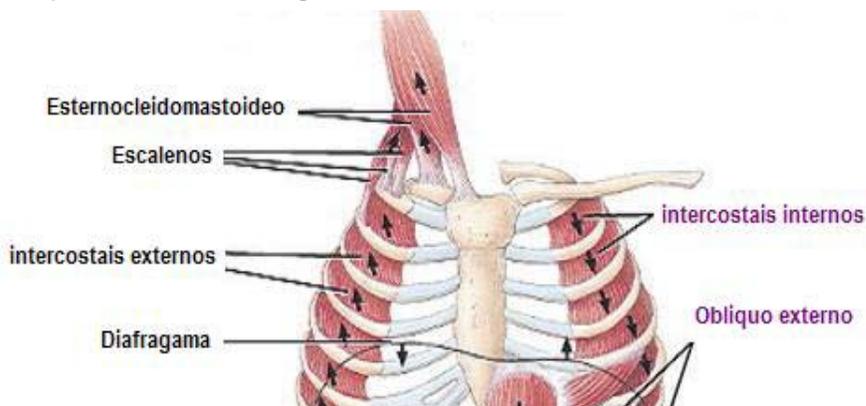
(Figura 10)

A distensão dos pulmões acarreta uma ligeira diminuição na pressão dentro dos alvéolos em relação à pressão atmosférica, favorecendo a entrada do ar nos pulmões, cujo contato com a região alveolar favorecerá o aporte de oxigênio ao sangue, que será conduzido via circulação pulmonar ao coração, e bombeado ao corpo, permitindo as trocas gasosas. Por outro lado, a expiração é um processo passivo, decorrente do relaxamento da musculatura relacionada e está representado na figura 11.



(Figura 11)

Durante a expiração forçada há atividade dos músculos reto abdominais, triangular do esterno e intercostais internos, elevando a pressão intra-alveolar, fazendo com que o ar seja conduzido pelas vias respiratórias ao meio externo (Guyton e Hall, 2002; De Troyer e col., 2005). Os músculos citados estão representados na figura 12.





(Figura 12)

A ventilação pulmonar é controlada pelo sistema nervoso de modo bastante preciso, de tal modo que as pressões de oxigênio e dióxido de carbono são muito pouco alteradas, mesmo em situações de esforço físico. Esse controle é realizado por meio do “centro respiratório”, formado por neurônios localizados bilateralmente na substância reticular da medula oblonga e da ponte (região dorsolateral e ventrolateral).

De acordo com a região de proximidade desses neurônios são formadas a zona inspiratória, localizada bilateralmente na porção dorsal do tronco cerebral, responsável por gerar o ritmo básico da respiração; a zona expiratória, que se inicia no tronco cerebral e se estende por todo o comprimento da medula oblonga, cuja excitação é necessária em situações que requerem o aumento da ventilação pulmonar; e por fim a zona pneumotáxica, que auxilia no controle da frequência respiratória (Guyton e Hall, 2002). Os quimiorreceptores de Hering-Breuer e mecanorreceptores carotídeos desempenham importante papel no controle reflexo da respiração, enquanto o ritmo respiratório é modulado por depressão ou potencialização do correspondente primário (núcleo do trato solitário e grupo respiratório ventral) e auxiliares (grupo respiratório ventral excitatório ou inibitório da ponte) (Song e Poon, 2004). Além disso, a ativação de neurônios colinérgicos pontomedulares podem, diretamente ou indiretamente, causar depressão da atividade de motoneurônios respiratórios, ativação de neurônios respiratórios pré-motores e acelerar o ritmo respiratório durante a fase REM do sono, assim como a ativação da respiração durante a vigília (Rubin e Fenik, 2004).

O registro do volume de ar movimentado para dentro e para fora dos pulmões pode ser realizado por meio da espirometria. Esse exame consiste em conectar um tubo ligado à uma câmara de gás à boca do indivíduo que será avaliado. O aparelho é representado por um tambor (contendo gases respiratórios) invertido sobre uma câmara de água. Durante os movimentos respiratórios o tambor se eleva e abaixa, enquanto um registro é realizado em uma folha em movimento.

Os principais eventos da ventilação pulmonar registrados por meio dessa técnica são divididos em quatro volumes:



Volume corrente corresponde ao volume de ar inspirado ou expirado a cada respiração normal (500ml);

Volume de reserva inspiratório é a quantidade extra de ar que pode ser inspirado, além do volume corrente normal (3.000ml);

Volume de reserva expiratório é o volume extra de ar que pode ser expirado após a expiração normal (1.100ml);

Volume residual é o volume de ar que permanece nos pulmões após a expiração forçada.

A combinação de dois ou mais volumes pulmonares em conjunto é denominada capacidade pulmonar, também classificadas em quatro principais:

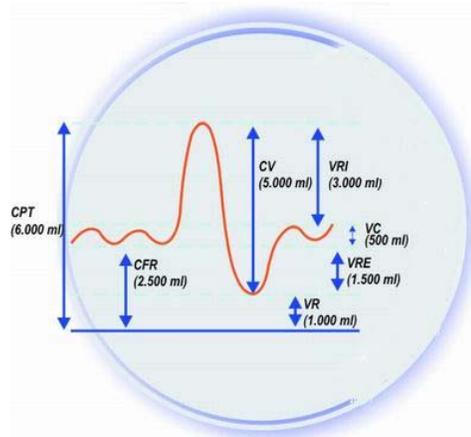
Capacidade inspiratória representa o volume de ar que uma pessoa pode inspirar desde o nível normal até a máxima distensão dos pulmões, correspondendo à soma do volume corrente ao volume de reserva inspiratório (3.500ml);

Capacidade residual funcional equivale ao volume de ar que é mantido nos pulmões após a expiração normal, sendo igual ao volume de reserva expiratório somado ao volume residual (2.300ml);

Capacidade vital corresponde à quantidade máxima de ar que uma pessoa pode expirar após uma inspiração máxima, sendo representada pelo volume de reserva inspiratório mais o volume corrente e o volume de reserva expiratório (4.600ml);

Capacidade pulmonar total é o volume máximo de ar comportado pelos pulmões durante uma inspiração com o máximo esforço (5.800ml).

A figura 13 representa os volumes e as capacidades pulmonares, onde: CPT = Capacidade pulmonar total; CV = Capacidade vital ; CRF = Capacidade residual funcional ; VR = volume residual ; VC = Volume corrente ; VRE = Volume de reserva expiratório e VRI = Volume de reserva inspiratório.



(Figura 13)

Vários fatores modificam os volumes e capacidades pulmonares, dentre eles o sexo (20 a 25% menor nas mulheres), a idade, a atividade física e o treino respiratório, bem como distúrbios relacionados a esse sistema. Dentre tais distúrbios, os quadros de respiração oral despertam a atenção dos profissionais



das áreas da odontologia e da fonoaudiologia, devido ao impacto causado sobre o sistema estomatognático.

As causas mais comuns da respiração oral estão relacionadas à obstrução das regiões nasal, nasofaringe e orofaringe, como pólipos nasais, desvios do septo nasal, rinite alérgica, hipertrofia dos cornetos, hiperplasia das tonsilas faríngea e palatinas. Tais fatores contribuem para a absorção insuficiente de ar, que acompanham mecanismos de compensação, como aceleração dos movimentos respiratórios e circulatórios (Sá Filho, 2004).

Muitas são as manifestações faciais e orais resultantes da respiração oral, tais como tipo facial longo, aumento do ângulo goníaco e do terço inferior da face, língua ântero-inferiorizada, ausência de contato labial, inflamações e hipertrofia das gengivas, alteração da oclusão nos sentidos transversal (mordida cruzada posterior) e vertical (mordida aberta anterior), além de hipotonia dos músculos elevadores da mandíbula e orofaciais.

Além das consequências relacionadas ao sistema estomatognático, a respiração oral pode acarretar prejuízos ao desenvolvimento global do indivíduo, influenciando negativamente o sistema auditivo, a aquisição da linguagem oral e escrita, além da postura corporal, sendo necessária a atuação de uma equipe interdisciplinar para o tratamento dos indivíduos.

A remissão dos fatores causais relacionados à obstrução das vias aéreas superiores nem sempre é suficiente para a eliminação do hábito da respiração oral, devido aos aspectos já mencionados na introdução desse capítulo. Da mesma forma, condições miofuncionais orais podem ser acentuadas ou perpetuadas por problemas posturais, sendo que estes últimos podem ser decorrentes de deformidades dentofaciais. Assim, apenas o diagnóstico preciso possibilitará um plano de tratamento eficaz em curto prazo, sendo que a mensuração dos volumes e capacidades pulmonares por meio da espirometria deve ser incluída na rotina de tratamento de fonoaudiólogos e fisioterapeutas não apenas como instrumento de avaliação, mas também de acompanhamento da evolução do caso.

Mastigação

A mastigação compreende a primeira etapa do processo digestivo, em que o alimento é “quebrado” em partículas menores, favorecendo a ação de enzimas digestivas, como a amilase salivar, que inicia a digestão do amido (Pedersen e col., 2002). Pode ser considerada uma função altamente complexa, tendo em vista que é realizada a partir dos movimentos mandibulares, dependentes do funcionamento das articulações temporomandibulares, envolvendo praticamente todos os músculos da cabeça e do pescoço, coordenados por centros nervosos altamente refinados.

Está relacionada ao desempenho prévio da função de sucção, que propicia a maturação neuromuscular (coordenação e temporalização dos movimentos de mandíbula, língua, orbicular da boca e bucinador) (Dellow, 1976) e o desenvolvimento das estruturas anatômicas (crescimento mandibular e remodelação das ATMs). Além disso, contribuem para o aprendizado dessa



função a irrupção dos dentes decíduos (Felício, 1999) e o amadurecimento do sistema estomatognático, com a inibição dos reflexos orais de sucção e mordida, além da posteriorização do reflexo de vômito.

A consistência da dieta empregada, por sua vez, acarretará implicações sobre a musculatura, tendo em vista que dieta macia em ratos prejudica o desenvolvimento das fibras celulares e mitocôndrias que constituem o músculo masseter, podendo haver recuperação parcial posteriormente ao aumento da consistência da dieta (Sato e Konishi, 2004). Do mesmo modo, o crescimento das bases ósseas maxilomandibulares é influenciado pelo padrão mastigatório, uma vez que o estímulo de tração aplicado sobre o lado de não trabalho (ou balanceio) por meio dos movimentos de lateralidade e função das ATM's, bem como a força mastigatória desenvolvida no de trabalho resultam em estímulo de crescimento para a respectiva hemiface mandibular e maxilar (Planas, 1988).

Desse modo, parece razoável salientarmos a importância de condutas práticas voltadas à atenção primária à saúde, relacionadas à promoção da amamentação natural, higiene oral e controle de doenças da cavidade oral, como as cáries, bem como introdução de alimentos de diferentes consistências e medidas preventivas relacionadas aos fatores etiológicos de má oclusão, dentre eles a respiração oral e os hábitos orais deletérios. Nesse sentido, pediatras, enfermeiras, nutricionistas, fonoaudiólogos e dentistas devem somar esforços, atuando em creches, escolas, programas de saúde da família e unidades básicas de saúde, com o propósito de conduzir o desenvolvimento do sistema estomatognático à normalidade.

Com o desenvolvimento normal da dentição os movimentos mastigatórios tornam-se cada vez mais complexos, ocorrendo, a princípio, predominantemente de modo vertical, tornando-se, a partir dos três anos, bastante semelhante ao do adulto (movimentos verticais e laterais de mandíbula), padrão esse que será alcançado apenas por volta dos 12 anos, com o estabelecimento da dentadura permanente (Felício, 1994). Durante a dentadura mista parece não existir associação entre a condição dentária (presença de cáries e dor) e a existência de um lado de preferência mastigatória (Mc Donnell e col., 2004), sendo que no indivíduo adulto tal aspecto poderá ou não estar relacionado à dominância hemisferial (Nissan e col., 2004). Além disso, a oclusão dinâmica é determinante para a preferência mastigatória, que geralmente corresponde ao lado com menor ângulo de dimensão vertical, estando relacionada à guia de desocclusão, preferencialmente canina ou em grupo (Pignataro Neto, 2000).

Não apenas o padrão mastigatório, mas também a habilidade de fragmentar o alimento em partículas pequenas é influenciada pela condição dos dentes, sendo que indivíduos com má oclusão apresentam menores áreas de contato dental que aqueles com oclusão normal, com conseqüente rebaixamento de sua eficiência mastigatória (Owens e col., 2002).

Quadros de disfunção tempormandibular (DTM), de natureza muscular, articular ou mista (Siqueira, 2002), também influenciam o desempenho da mastigação, uma vez que nesses casos ocorre alteração dos reflexos neuromusculares (Trindade Junior e col., 1991) e significativa redução da



amplitude eletromiográfica dos músculos mastigatórios (Sheikholeslam e col., 1980), além de tipo mastigatório preferencialmente unilateral (Felício, 1994, 1999; Berretin e col., 2000; Bianchini, 1998; 2000a).

Assim, um protocolo que contemple a mensuração dos movimentos mandibulares, a palpação dos músculos da mastigação e ausculta das ASTM's (Dworkin e LeResche, 1992) deverá fazer parte do exame clínico rotineiro do profissional que tem por propósito intervir nas funções relacionadas a esse sistema, tornando-se evidente a necessidade de intervenção odontológica para adequação da função mastigatória.

Além disso, durante a mastigação são determinadas funções específicas para os diferentes grupos de dentes, os quais encontram-se identificados na figura 14, de acordo com as características anatômicas dos mesmos, uma vez que a incisão ou corte do alimento ocorre na região dos incisivos anteriores, tendo os caninos o papel de rasgar alimentos mais duros. Já a trituração é realizada na região dos dentes pré-molares, enquanto a pulverização do alimento acontece nos dentes molares, tendo os músculos bucinador e da língua especial participação, uma vez que a atividade dos mesmos é determinante para a manutenção do alimento na face oclusal dos dentes (Douglas, 1998).



(Figura 14)

A passagem do alimento para diferentes grupos dentários é gerenciada pelas informações aferentes oriundas dos receptores localizados em mucosa oral, na região periodontal, intimidade dos músculos e articulações temporomandibulares. Durante o processo de trituração e pulverização do alimento, o mesmo “é percebido em seu volume, consistência, densidade, grau de umidificação e um significativo número de outras características físicas e químicas importantes”, o que é denominado de qualificação, sendo que as partículas consideradas adequadas para a deglutição serão organizadas sobre o dorso da língua (formação do bolo) para que seja iniciada a ejeção alimento (Costa, 1998).

Os ciclos mastigatórios correspondem a uma atividade rítmica representada por reflexos de abaixamento e elevação da mandíbula, que pode ser modificada por informações periféricas geradas na cavidade oral, como da mucosa do palato e língua. São constituídos por uma fase de abertura lenta, seguida pela abertura e pelo fechamento rápido, havendo contração muscular isotônica. A fase oclusal, onde o alimento é esmagado, representa o momento em que ocorrem os contatos dentários, resultante de contração isométrica dos músculos elevadores da mandíbula (Lauret e Le Gall, 1996). Existem diferenças significativas em relação ao ciclo mastigatório de indivíduos de diferentes gêneros, uma vez que homens apresentam ciclos mais curtos e com maior velocidade que mulheres (Yossef e col, 1997).

Durante os movimentos de elevação mandibular ocorre atividade dos músculos masseter, temporal anterior, pterigoideo medial e lateral superior,



estando os abaixadores da mandíbula relaxados. Ao contrário, no abaixamento há ação de ventre anterior do digástrico, milo-hióideo e pterigóideo lateral inferior e relaxamento dos elevadores (Madeira, 1998). Na lateralidade da mandíbula há atividade dos músculos elevadores do lado de trabalho e do pterigóideo lateral inferior do lado de não trabalho, sendo este último o principal músculo envolvido no movimento de lateralidade mandibular em que os dentes mantenham contato (Huang e col., 2005). Observe a figura 15.

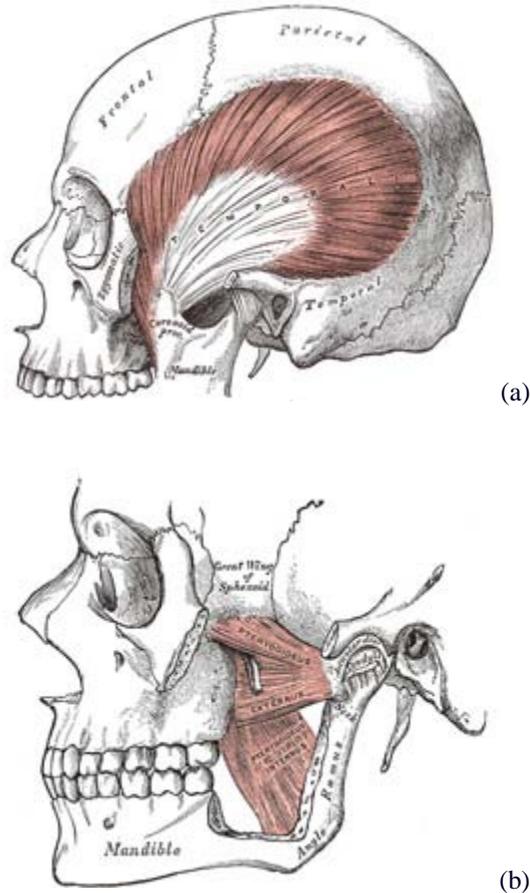


Figura 15 – Músculos envolvidos no processo mastigatório.

(a) Músculo temporal.

(b) Músculos pterigóideos laterais e medial

A tipologia facial também pode influenciar a atividade dos músculos da mastigação, uma vez que os potenciais eletromiográficos observados durante a contração voluntária isométrica máxima em indivíduos do gênero masculino, com face longa, são inferiores aos daqueles com face curta, no que se refere aos músculos masseter e temporal anterior (Serrao e col., 2003). Por outro lado, o padrão dento-oclusal, no que se refere a relação molar, demonstrou não



influenciar a atividade eletromiográfica dos músculos elevadores da mandíbula durante a atividade referida anteriormente (Miralles e col., 1991).

Além disso, movimentos rítmicos do palato mole ocorrem coordenados temporalmente aos movimentos mandibulares: durante a fase de abertura do ciclo mastigatório o palato mole é elevado, porém não resultando em completa oclusão da nasofaringe, que ocorre durante a fase orofaríngea da deglutição (Matsuo e col., 2005). Existem, também, movimentos da cabeça e pescoço (de flexão e extensão) coordenados durante as atividades de abertura e fechamento da mandíbula, sugerindo que o comportamento da cabeça e do pescoço durante a mastigação é modulada em resposta às mudanças no *input* sensorio-motor mandibular (Haggman-Henrikson e Eriksson, 2004).

O padrão mastigatório básico é produzido provavelmente pela atividade do padrão gerador central no cérebro. O ritmo do padrão gerador pode ser dirigido por impulsos nervosos originados em centros altos ou por impulsos originados na periferia. Assim, informações provenientes dos fusos musculares gerenciam os reflexos de abertura e fechamento mandibular, enquanto os receptores periodontais modulam a força de mordida (Thexton, 1992). De acordo com a literatura, movimentos mastigatórios precisos podem ser processados e executados pela região cortical mastigatória (região rostral do giro orbital) e área cortical motora (parede lateral do sulco presilviano) (Hiraba e Sato, 2004). Neurônios aferentes do núcleo mesencefálico trigeminal podem atuar como interneurônios no controle central da mastigação (Yokomizo e col., 2005), possibilitando a integração entre os núcleos sensitivo e motor do trigêmeo (V par), fundamental para o processo mastigatório.

Portanto, alterações relacionadas ao sistema nervoso central, bem como às vias aferente sensitiva e/ou eferente motora acarretarão implicações importantes à performance mastigatória dos indivíduos. Assim, torna-se importante a investigação de tais aspectos no processo rotineiro de avaliação clínica, utilizando-se testes que avaliem e quantifiquem o limiar de pressão sobre a pele com o uso de monofilamentos, bem como exames que possibilitem avaliar a atividade bioelétrica dos músculos durante a função (eletromiografia), os movimentos mandibulares (eletrognatografia), e a força de mordida. Vale ressaltar que a determinação dos fatores causais relacionados aos sinais encontrados deverá ser enfocada pelo profissional competente da área médica.

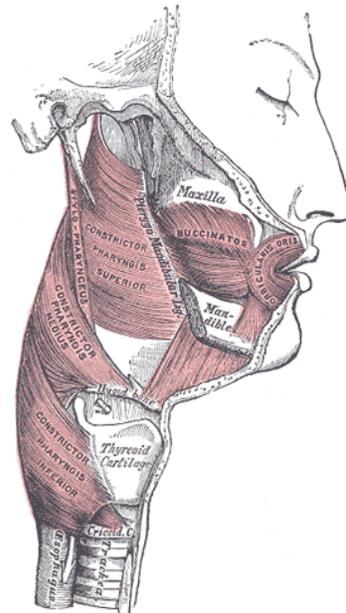
Deglutição

A deglutição inicia-se na fase intra-uterina, auxiliando, assim, o controle da quantidade de líquido amniótico, estando, após o nascimento, vinculada à função de sucção. Existem diferenças anatômicas importantes relacionadas ao padrão de deglutição infantil e adulto, com impacto funcional. Nos primeiros anos de vida a cavidade oral apresenta-se pequena em relação ao tamanho da língua, sendo possível observar movimentos horizontais póstero-anteriores, com posicionamento entre os rebordos gengivais, possibilitando aumento funcional da dimensão vertical reduzida devido à pequena face. Com a irrupção dos dentes, o



crescimento facial e o abaixamento do hióide, que se completa por volta dos quatro anos, o padrão adulto assume seu lugar (Tuchaman, 1994).

Tem como propósito conduzir o alimento da boca até o estômago, sendo que para tal conta com a participação de diferentes estruturas, cuja musculatura pode ser visualizada na figura 16.



(Figura 16) - Músculos da faringe, faciais e supra-hióideos envolvidos no processo de deglutição.

Pode ser dividida em até 5 fases, compreendendo desde a fase pré-oral (antecipatória) e preparatória (mastigação propriamente dita), até as fases lingual (ejeção propriamente dita), faríngea e esofágica. A fase inicial inclui a cognição, fatores fisiológicos como a fome, sensações exteroceptivas do alimento (olfato, visão), envolvendo, também, aspectos manuais e oromandibulares relacionados a componentes voluntários, automáticos e reflexos, bem como à satisfação e saciedade.

Durante o estágio pré-oral da ingestão, qualidades visuais e olfativas do alimento excita a salivação, assim como outros mecanismos importantes para a preparação, transferência e transporte do bolo alimentar. Tais respostas também são importantes para a digestão, uma vez que resultam em resposta viceromotoras da fase cefálica (Leopold e Kagel, 1983;1997).

Compreender e analisar a função de deglutição contemplando as particularidades e complementaridades de cada uma das fases anteriormente apresentadas, auxilia grandemente o processo de diagnóstico, bem como a definição de condutas frente aos diferentes distúrbios relacionados, uma vez que alterações em uma fase específica trará implicações às subseqüentes.

A saliva, produzida principalmente pelas glândulas parótidas, submandibulares e sublinguais, devido à presença de mucina, tem especial



importância nas diferentes fases da deglutição, auxiliando a formação do bolo alimentar, a hidratação e lubrificação do alimento (Dodds e col., 2005), desempenhando, ainda, função gustativa, por funcionar como um solvente (Pedersen e col., 2002). Assim, casos com queixas relacionadas à produção de saliva devem ser investigados, podendo ser incluídos na prática clínica testes que possibilitem mensurar o fluxo salivar de modo induzido (Krasse, 1998), havendo a necessidade da investigação a respeito dos possíveis fatores causais, tais como estresse, medicação, radioterapia, entre outros. A figura 17 representa as glândulas salivares parótida, submandibulares e sublingual.

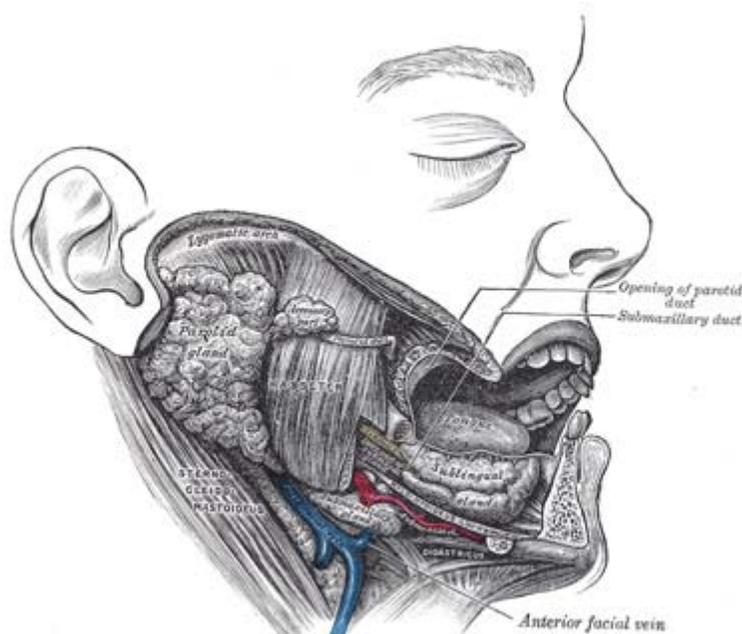


Figura 17 – Glândulas salivares parótida, submandibulares e sublingual.

No indivíduo adulto, a fase oral da deglutição consiste em eventos voluntários e reflexos, integrados com a mastigação, recrutando músculos elevadores da mandíbula (feixe anterior do temporal, masseter e pterigóide medial) para estabilizá-la, na dependência da consistência do alimento (Miller, 1982; Thexton, 1992).

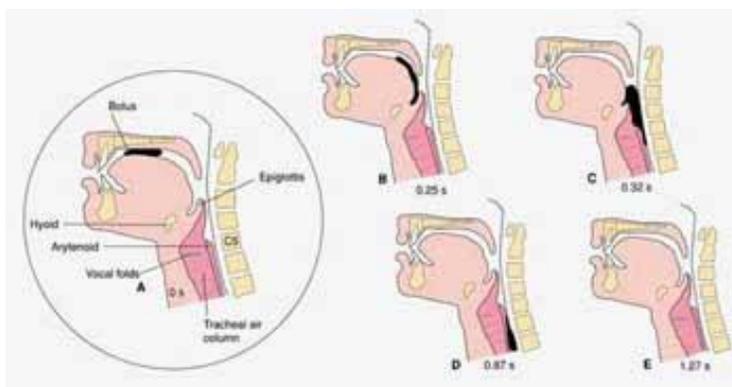
Exames eletromiográficos mostram que primeiramente os músculos masseter e submental, são ativados seqüencialmente, enquanto a laringe é elevada pelo hióide com a contração dos músculos supra-hióideos/submental, resultando na proteção das VAIs durante a transferência do bolo. Os músculos periorais são recrutados durante a fase oral de modo a prover o selamento anterior dos lábios (Murray e col., 1998; Miller, 1999). Além de prevenir o escape de alimentos, a atividade dos músculos orbicular da boca e bucinador mantém o alimento em contato com a face oclusal dos dentes (Secil e col., 2002). Porém, em indivíduos com má oclusão classe III a atividade do músculo masseter é maior que



em indivíduos com relação molar classe I ou II, enquanto a atividade do temporal anterior não foi diferente entre classe I e III (Miralles e col., 1991).

Além disso, a presença de má oclusão resulta em padrões de deglutição adaptados, com movimentos pósterio-antiores de língua, como nos casos de mordida aberta anterior (Marchesan, 1998) e em indivíduos com deformidades dentofaciais (Altamn, 1987). Esse mesmo padrão de deglutição também pode ser observado em casos com hábito de sucção não nutritiva, podendo estar, também relacionado a quadros de respiração oral ou macroglossia (Marchesan, 1998), sendo a definição do fator causal da interposição de língua determinante para a evolução do caso.

Mecanorreceptores, quimiorreceptores e termorreceptores da cavidade oral, língua e faringe propiciam informações essenciais para a identificação das características físicas e químicas do alimento, sendo que a partir da formação do bolo a língua empurra o alimento posteriormente através da faringe em direção ao esôfago (é a força propulsiva mais importante). A partir de então, ocorre uma seqüência de contração dos músculos constritores da faringe que conduz o alimento ao esôfago (Kahrilas e col., 1992; Thexton and Crompton, 1998). Na figura 18 pode-se observar a seqüência da deglutição. Parece claro, portanto, que a eficiência da fase oral, no que se refere aos aspectos sensoriais e motores, é crucial para o satisfatório desempenho das fases subseqüentes, o que evidencia a necessidade de uma avaliação completa dos aspectos exteroceptivos e neuromusculares na prática clínica do especialista em motricidade oral.



(Figura 18)

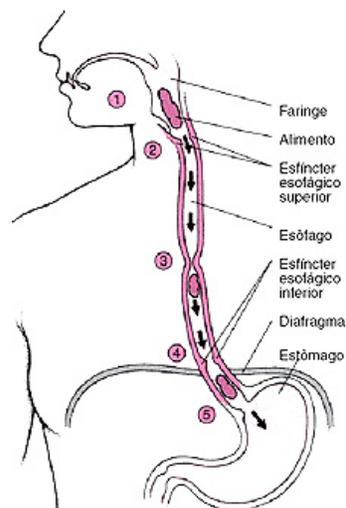
Alterações no contorno e na posição da língua reduzem a pressão gerada sobre o bolo alimentar, assim como a contração faríngea, sem influenciar a regulação do volume de bolo alimentar coordenada ao relaxamento e abertura do esfíncter esofágico superior. Tais mudanças em força propulsiva podem ser aplicadas a usuários de próteses dentárias (Ali e col., 1997). Ainda no que diz respeito ao uso de próteses totais removíveis não adaptadas, faz-se importante considerar que a substituição dessas acarreta diminuição das queixas relacionadas à dificuldade de mastigação e deglutição, melhora da tonicidade da musculatura orofacial e da fase oral da deglutição de alimento sólido em



indivíduos idosos (Berretin-Felix, 2005).

Informações aferentes da orofaringe, principalmente dos pilares das fauces, base da língua e mucosa da orofaringe tem um papel importante no desencadeamento do reflexo de deglutição (Ertekin e col., 2000; 2001). A partir do momento em que o reflexo é desencadeado ocorre uma seqüência de eventos complexos, coordenados pelo sistema nervoso central, sendo que a literatura aponta para a existência de um gerador de padrão central responsável pelo controle da deglutição (Miller, 1982; Jean, 2001).

Durante a fase faríngea da deglutição as vias aéreas superior (nasal) e inferiores (laringe e traquéia) são protegidas por eventos que incluem o fechamento velofaríngeo, elevação da laringe, suspensão dos músculos supra-hióideos/submental e fechamento da laringe pelos músculos da prega vocal e epiglote. Durante a fase faríngea da deglutição há um período de pausa respiratória de aproximadamente 1 segundo (Martin e col., 1994, Paydarfay e col., 1995; Thexton e Crompton, 1998); o que é chamado de apnéia da deglutição, que geralmente interrompe a fase expiratória do ciclo respiratório (Martin e col., 1994), sendo que indivíduos normais geralmente retornam a respirar com expiração (Paydarfay e col., 1995). Mecanorreceptores enervados pelo ramo interno do laríngeo superior são ativados pela deglutição e conectados aos neurônios centrais que coordenam a deglutição, o fechamento laríngeo e o ritmo respiratório. Segundo Jafari e col. (2003), a perda da proteção da via aérea ocorre devido ao fechamento incompleto da laringe durante a fase faríngea da deglutição, sugerindo que os sinais aferentes sensitivos conduzidos via nervo laríngeo superior são necessários para a deglutição normal, especialmente por prover *feedback* aos circuitos neurais centrais que facilitam o fechamento laríngeo durante a deglutição. A fase faríngea da deglutição é completada pelo fechamento do EES, que assim permanece até o próximo evento de deglutição. Ocorre relaxamento e abertura do esfíncter esofágico inferior (EEI), que permite a entrada do alimento no interior do estômago. Tais estruturas podem ser observadas na figura 19.



(Figura 19)



Existe uma variedade muito grande entre os indivíduos normais no que se refere à fase faríngea da deglutição (Kendall, 2002), exceto para a elevação da cartilagem aritenóide anteriormente a abertura do esfíncter esofágico superior; há abertura do EES antes da chegada do bolo ao esfíncter; a aproximação da laringe e do hióide sempre ocorre após a abertura do EES; a constrição máxima da faringe sempre ocorre após a distensão máxima do EES Kendall e col., 2003).

A aspiração durante a alimentação é prevenida pela inibição respiratória durante a formação do bolo na orofaringe (Palmer e Hiimae, 2003). Com o envelhecimento normal os riscos de penetração laríngea aumentam (Daniels e col., 2004). A duração da deglutição para os músculos orbicular da boca (superior e inferior), masseter e submental, mostrou um aumento com tendência significativa em indivíduos geriátricos, sem diferenças entre gêneros (Vaiman e col., 2004a), enquanto a amplitude da atividade eletromiográfica para os músculos submental mostrou-se reduzida com a idade (Vaiman e col., 2004b). A perda dos dentes em indivíduos idosos, somada a outras modificações inerentes ao processo de envelhecimento, contribui para dificuldades mastigatórias e de deglutição, podendo influenciar aspectos relacionados ao estado nutricional, a qualidade de vida, bem como as condições fisiológicas do sistema estomatognático, conforme demonstrado em vários trabalhos (Siebens e col., 1986; Tallgren e Tryde, 1991; 1992; Jaradeh, 1994; Sebring e col., 1995; Hildebrandt e col., 1997; Krall e col., 1998; Wolf, 1998; Nasi e col., 1999; Kohyama e col., 2003; Tsakos e col., 2004).

No processo de deglutição estão envolvidos diferentes níveis do sistema nervoso central, desde o córtex até a medula oblonga, sendo que muitos músculos estriados enervados pelos pares cranianos são excitados ou inibidos seqüencialmente para a execução e passagem do alimento da boca até o estômago.

Alguns neurônios pré-motores ou interneurônios são encontrados na formação reticular do bulbo, os quais podem iniciar ou organizar os neurônios motores para a deglutição. O local de trabalho deles é conhecido como gerador de padrão central (CPG). Estes neurônios estão localizados ao redor do núcleo ambíguo (NA) ventrolateral da medula oblonga. Os neurônios pré-motores ao redor do núcleo do trato solitário (NTS) são responsáveis pelo início e *timing* do padrão seqüencial de deglutição. Por outro lado, os neurônios pré-motores ao redor do NA distribuem o direcionamento da deglutição aos vários pólos de motoneurônios envolvidos nesse processo (V, VII, IX, X, XII pares cranianos). Conexões anatômicas mediadas por fibras nervosas cruzam a linha média existente entre as duas regiões medulares onde os neurônios da deglutição estão localizados ao redor de NTS e NA.

As direções inibitórias e excitatórias do córtex e subcórtex influenciam a deglutição orofaríngea. Estudos com ressonância magnética indicam que o envolvimento cortical na deglutição é representado multifocal e bilateralmente (Erteki e Aydogdu, 2003).

Desse modo, torna-se clara a relação entre distúrbios neurogênicos e a presença de quadros de disfagia orofaríngea. O tratamento de tais casos



necessita de abordagem multidisciplinar, uma vez que as condições neuro-anátomo-funcionais relacionadas podem estar comprometidas, sendo que não apenas o médico, o dentista e o fonoaudiólogo poderão assumir o caso, mas também se deve considerar o terapeuta ocupacional, o fisioterapeuta, o nutricionista e o psicólogo fundamentais para o estabelecimento de um programa completo de tratamento, tendo a melhora da qualidade de vida como objetivo comum de toda a equipe.

Fala (voz e articulação)

A fonoarticulação pode ser considerada um processo altamente complexo, que envolve habilidades auditivas, linguísticas, cognitivas e intelectuais, sendo os movimentos fonoarticulatórios resultantes da integração de mecanismos relacionados aos sistemas respiratório e estomatognático.

A voz é produzida durante a fase expiratória do ciclo respiratório, sendo resultante da integração entre forças aerodinâmicas dos pulmões e mio-elásticas da laringe. Para que ocorra a fonação é necessário o fechamento glótico, resultante da contração dos músculos intrínsecos da laringe. A pressão subglótica gerada torna-se suficientemente capaz de superar as forças de coaptação das pregas vocais, sendo que a alta velocidade com que o ar expiratório percorre as pregas vocais causa o mecanismo conhecido como efeito de Bernoulli, que resulta na aproximação e vibração das mesmas, gerando o som fundamental.

Durante a fala, diferentes combinações de atividade muscular são utilizadas para o controle biomecânico dos movimentos de abertura e fechamento das pregas vocais (Oletto e col., 2004). De um modo bastante simplificado, a atividade dos músculos intrínsecos da laringe, cricotireóideo, tireoaritenóideo e cricoaritenóideo lateral relacionam-se ao fechamento das pregas vocais, o músculo aritenóideo à abertura da glote posterior, enquanto a atividade do músculo cricoaritenóideo posterior resulta na abertura das mesmas (Behlau e col., 2001).

Variações da posição da laringe no pescoço decorrentes da ação dos músculos supra e infra-hióideos acarretam modificações na forma como as pregas vocais vibram, influenciando a frequência fundamental gerada, onde a elevação da laringe aumenta a frequência de vibração das pregas, resultando em pitch agudo, ao contrário do abaixamento (Sundberg, 1995). Por outro lado, o som produzido na laringe será amplificado nas caixas de ressonância, em que as condições morfológicas da laringe, oro e nasofaringe são determinantes, assim como a cavidade nasal e seios maxilares. Essas regiões ressonantes são responsáveis por amplificar mais fortemente determinados harmônicos. Assim, a tipologia facial influencia a qualidade vocal principalmente no aspecto altura (grave ou agudo), sendo que indivíduos com face longa apresentam altura vocal grave, ao contrário daqueles com face curta (Oliveira e Pinho, 2001).

Desse modo torna-se claro que as características anatômicas da face, bem como a condição dento-oclusal dos indivíduos poderá interferir na resultante do som fundamental gerado na laringe, sendo que muitos procedimentos odontológicos, como o tratamento ortodôntico cirúrgico das deformidades



dentofaciais tem demonstrado, por meio da experiência clínica e estudos preliminares, modificações transitórias nas características vocais desses indivíduos, sendo de fundamental importância o acompanhamento fonoaudiológico.

Além disso, compensações fonoarticulatórias decorrentes de alterações estruturais orofaciais podem sobrecarregar o sistema fonatório, levando à instalação de quadros de disfonia. Nesse sentido, indivíduos com DTM podem apresentar alterações de qualidade vocal (Rodrigues e col., 1998; Bianchini, 2000b), apesar de não serem encontradas diferenças em relação aos movimentos mandibulares durante a fala comparativamente à indivíduos livres de tal disfunção (Bianchini e col., 2003).

Para que ocorra a articulação dos fonemas da língua é necessária a presença de uma obstrução parcial ou total do som gerado na laringe, bem como o contato entre os articuladores (lábios, dentes, língua e palato) resultam na produção dos diferentes sons. Desse modo, são produzidas as vogais e consoantes, onde as primeiras diferenciam-se de acordo com a posição dos lábios e da mandíbula, a altura e posição da língua e a posição do palato mole. As consoantes resultam de obstáculos colocados ao fluxo de ar expiratório, que representam os distintos modos de articulação: oclusivos (bloqueio total e momentâneo da corrente de ar), fricativos (bloqueio parcial, atrito), líquidos vibrantes (bloqueios parciais leves e repetidos), líquidos laterais (bloqueio parcial que se escoia pelas laterais da língua) e nasais (passagem de parte da corrente de ar para as fossas nasais). De acordo com a região da cavidade oral em que ocorre o contato dos articuladores temos os pontos de articulação para o português brasileiro: bilabiais (“p”, “b”, “m”), labiodentais (“f”, “v”), línguodentais (“t”, “d”), línguo-alveolares (“l”, “r”), línguo-alveolares convexas (“s”, “z”), línguopalatais (“lh”, “nh”, “ch”, “j”) e velares (“k”, “g”) (Lopes, 1995).

Em verdade, a vibração das pregas vocais e a produção do som fundamental na laringe, não é necessária para a fonação de diversos fonemas da língua, os quais são considerados fonemas surdos, em que há a necessidade apenas da corrente de ar expiratória proveniente dos pulmões. Não encontram-se nesse grupo as vogais, uma vez que todas são sonoras, mas sim algumas consoantes, como “p”, “t”, “k”, “f”, “s” e “ch”, no português brasileiro.

Em casos de alterações nas relações maxilomandibulares haverá modificação, principalmente quanto ao ponto articulatorio de fonemas bilabiais, linguodentais, línguo-alveolares e línguo-alveolares convexas. Além disso, deslizamentos mandibulares poderão estar relacionados à não apenas à má-oclusão, mas também à presença de mastigação unilateral e quadros de DTM (Bianchini, 1995; 2000b; 2001), sendo crucial a reabilitação das condições causais primárias para a adequação dos padrões de fala de tais indivíduos.

Os fonemas também se diferenciam segundo o traço de nasalidade, em que a contração dos músculos elevadores e constritores do palato mole, bem como das paredes laterais e posterior da faringe resultam no fechamento velofaríngeo que caracteriza os sons orais. Na língua portuguesa existem 5 vogais (“ã”, “e”, “i”, “õ”, “u”) e 3 consoantes (“m”, “n”, “nh”) que não requerem esse funcionamento,



representando os fonemas nasais. Observe a figura 20, a qual representa o esquema representativo do processo fonatório.

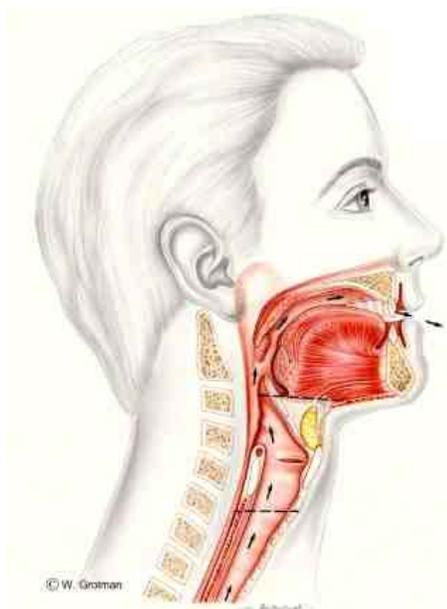
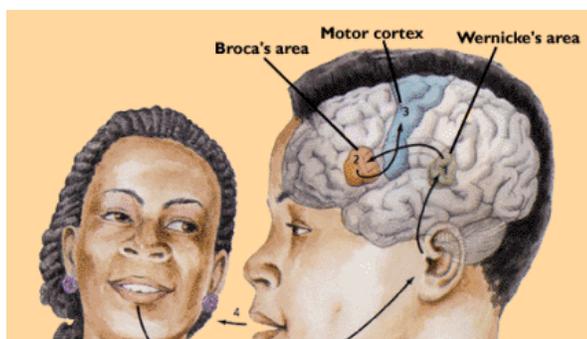


Figura 20 – Esquema representativo do processo fonatório.

Distúrbios relacionados à função velofaríngea podem ser causados por alterações estruturais, como fissuras lábiopalatinas, megafaringe, e/ou funcionais, como em casos de alterações neuromusculares que impossibilitam a execução efetiva da função. Além do tratamento de correção cirúrgica dos fatores anatômicos e da possibilidade de procedimentos relacionados à terapia de fala e voz, a parceria entre a odontologia e a fonoaudiologia tem mostrado resultados bastante favoráveis com a adaptação de prótese de palato, sendo este último um aparelho removível com extensão fixa em direção à faringe, o que é denominado de bulbo, que atuando junto à musculatura da faringe favorece o controle do fluxo de ar oronasal (Pegoraro-Krook, 1995).

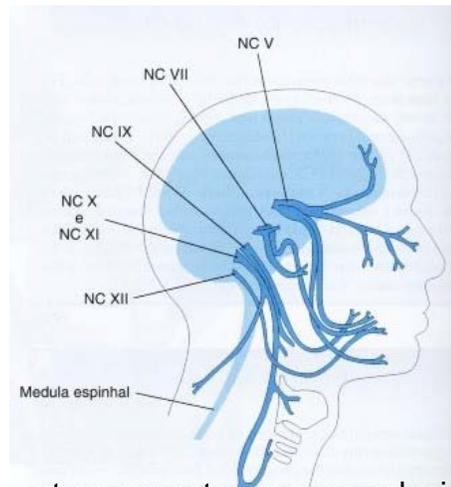
O controle neural do mecanismo de produção de fala e voz é bastante complexo, tendo em vista as diferentes regiões do sistema nervoso envolvidas. De modo bastante simplificado, a palavra a ser falada é determinada na área de Wernicke, sendo que os sinais são enviados para a área de Broca, onde são ativados padrões motores específicos para o controle da fonoarticulação, com posterior transmissão dos sinais ao córtex motor, que irá controlar os músculos relacionados (Guyton e Hall, 2002). Observe a figura 21.





(Figura 21)

No que se refere à fonação, o X par (nervo vago) tem papel fundamental, uma vez que seu ramo denominado laringeo inferior é o nervo motor da laringe, sendo o ramo laringeo superior sensitivo e motor. No que diz respeito à articulação núcleos motores VII (facial), V (trigêmio), IX (glossofaríngeo) XII (hipoglosso), X (vago) e XI (acessório) atuam ativamente para que os movimentos dos articuladores ocorram de modo preciso e coordenado. A figura 22 apresenta esses nervos, sugerindo uma idéia da localização dos mesmos.



(Figura 22)

Existem muitos outros aspectos que se relacionam ao controle motor, bem como às características supra-segmentais da fala, onde estão representados o ritmo, entonação, velocidade de fala. Isso se deve, dentre outros fatores, à presença de conexões entre processos envolvidos na produção e percepção da fala (Hickok e Poeppel, 2004), sendo que para o controle da intensidade e velocidade de fala existe a convergência de *inputs* neurais para motoneurônios orofaciais (McClellan e Tasko, 2003).

Ainda no que diz respeito ao controle motor, no exame neurológico clínico são incluídos testes que avaliam a habilidade para realizar repetições rápidas de padrões simples de contrações opostas, o que é denominado de avaliação diadococinética.



Para a fala, tal avaliação pode ser realizada solicitando-se repetições rápidas de segmentos de fala (Baken e Orlikoff, 2000). Apesar de não existir padronização quanto ao procedimento, Pereira e col., (2004) sugerem que “a avaliação da diadococinesia oral e laríngea, deva fazer parte da avaliação fonoaudiológica, podendo ser interpretada com os achados de fala, funções estomatognáticas e voz”, sendo, também um instrumento auxiliar no processo terapêutico (Brasolotto e Behlau, 2001).

É importante considerar, que mesmo com a correção das condições anatômicas relacionadas ao processo de produção de fala, as conexões neurais formadas, bem como a memória neuromuscular, vinculada ao gesto articulatorio, tendem a permanecer, sendo que o tratamento voltado aos distúrbios relacionados deverá contemplar o aperfeiçoamento de todos os aspectos envolvidos nesse processo tão complexo denominado de fonarticulação, não se podendo deixar de lado aspectos relacionados ao processamento auditivo e fonológico.

Considerações Finais

O conhecimento da anatomofisiologia oral, bem como da neurofisiologia vem sendo construído a partir de trabalhos científicos muitas vezes fundamentados na prática clínica. Tal conhecimento deve ser vivenciado, experienciado e aplicado. Muito do que realizamos hoje certamente será visto como inadequado no futuro, pois a ciência é dinâmica. A complexidade do corpo humano demonstra não apenas a importância da inter-relação entre as diferentes áreas da saúde, mas também indica a existência de uma longa trajetória a ser percorrida. A investigação científica voltada à prática clínica tem utilizado instrumentos que permitem a realização de exames de grande relevância, como eletromiografia, eletrognatografia, videofluorospia, videoendoscopia, análises computadorizadas de fala e voz, entre outros. Muito ainda poderia ser dito nesse capítulo a esse respeito, não sendo possível, deixar de relatar que a implementação de exames objetivos que possibilitem análises quantitativas, bem como anátomo-funcionais relacionadas ao sistema estomatognático, quando vinculadas ao processo de avaliação clínica, pode trazer benefícios importantes ao profissional e ao paciente. Porém, independente do método de investigação e da linha terapêutica utilizada todo o processo deverá sempre ser norteado pelos padrões anátomo-funcionais de referência.

Referências Bibliográficas:

Ali GN, Cook IJ, Laundl TM, Wallace KL, De Carle DJ. Influence of altered tongue contour and position on deglutitive pharyngeal and UES function. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.*, Bethesda.1997. v.273, p. G1071-G1076.



Altmann EB. Myofunctional therapy and orthognathic surgery. Int. J. Orofacial Myology, Nacogdoches.1997. v. 13, n. 3, p. 2-12.

Baken RJ, Orlikoff RF. Speech movements. In: Baken RJ, Orlikoff RF. Clinical measurement of speech and voice. San Diego: Singular, 2000. cap12, p. 511-574.

Behlau M, Azevedo R, Madazio G. Anatomia da Laringe e fisiologia da produção vocal. In: Behlau MB. (org.) Voz – o livro do especialista. Rio de Janeiro: Revinter,2001, cap 1, p.1-42..

Berretin G, Genaro KF, Trindade JR AS. Característica clínicas do sistema mastigatório de indivíduos com disfunção craniomandibular. J. Bras. Fonoaudiol.2000. n.5, p.33-43.

Berretin-Felix G. Efeito da reabilitação oral implanto-suportada sobre a deglutição, o estado nutricional e a qualidade de vida de indivíduos idosos. 2005. 167 f. Tese (Doutorado em Fisiopatologia em Clínica e Médica) – Faculdade de Medicina de Botucatu da Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Bianchini EMG. Desproporções maxilo-mandibulares: atuação fonoaudiológica com pacientes submetidos à cirurgia ortognática. In: Marchesan IQ, Bolaffi C, Gomes ICD, Zorzi JL. Tópicos em Fonoaudiologia. São Paulo: Lovise, 1995. cap.8. p.129-146

Bianchini EMG. Mastigação e ATM: avaliação e terapia. In: Fundamentos em Fonoaudiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. cap.5, p.37-49.

Bianchini EMG. Articulação temporomandibular: implicações, limitações e possibilidades fonoaudiológicas. Carapicuíba: Pró-Fono, 2000a.

Bianchini EMG. Relações das disfunções da articulação temporomandibular com a articulação da fala. Rev. Dent. Press. Orton. Ortop. Maxilar, Maringá.2000b. v.5, n.1, p.51-59.

Bianchini EMG. Avaliação fonoaudiológica da motricidade oral: distúrbios miofuncionais orofaciais ou situações adaptativas. Rev. Dent. Press. Ortop. Facial., Maringá.2001. v.6, n.3, p. 73-82.

Bianchini EMG, Rossi SSB, Paiva G, Nasr, MK, Paiva AF. Verificação de interferência das disfunções da ATM na amplitude e velocidade do movimento mandibular durante a fala por meio de eletrognatografia. Rev. Dent. Press. Orton. Ortop. Maxilar, Maringá.2003. v.8 n.3, p.109-115.



Brasolotto AG, Behlau M. Análise acústica da voz e diadococinética oral em crianças que substituem sons sonoros por surdos. In: Behlau M (org) A voz do especialista. Rio de Janeiro: Revinter, 2001, v.2, cap5, p. 46-93.

Costa MMB. Dinâmica de deglutição: fases oral e faríngea. In: Costa MMB, Lemme EMO, Koch HA. Deglutição e Disfagia: abordagem multidisciplinar. Rio de Janeiro: Supraset. cap. 1, p.1-11.

Daniel SK, Corey DM, Hadskey LD, Legendre C, Priestly DH, Rosenbek JC, Foundas AL. Mechanism of sequential swallowing during straw in healthy young and older adults. J. Speech Lang. Hear. Res., Rockville.2004. v.47, n.4, p.33-45.

De Troyer A, Kierkwood PA, Wilson TA. Respiratory action of the intercostal muscles. Physiol. Rev., Bethesda.2005. v.85, n.2, p.717-756.

Dellow PG. The General physiological background of chewing and swallowing. In: Sessle BJ, Hannan AG. Mastication and Swallowing: Biological and Clinical Correlates. Toronto: Un. Toronto Press, 1976. p.6-21.

Dodds MWJ, Johnson DA, Yeh C. Health benefits of saliva: a review. J Dent., Kidlington.2005. v.33, n.3, p.223-233.

Douglas CR. Patofisiologia Oral. São Paulo: Pancast, 1998.

Dworkin SF, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. J. Craniomandib. Disord., Lombard.1992. v.6, n.4, p.301-355.

Ertekin C, Aydogdu A. Neurophysiology of swallowing. Clin. Neurophysiol., Amsterdam.2003. v.114, n.12, p.2226-2244.

Ertekin C, Kiylioglu N, Tarlaci S, Keskin A, Aydogdu I. Effect of mucosal anaesthesia on oropharyngeal swallowing. Neurogastroenterol. Motil., Oxford.2000. v.12, n.6, p.567-572.

Ertekin C, Kiylioglu N, Tarlaci S, Turman AB, Secil Y, Aydogdu I. Voluntary and reflex influences on the initiation of swallowing reflex in man. Dysphagia, New York.2001. v.16, n.1, p.40-47.

Felício CM. Fonoaudiologia nas Desordens Temporomandibulares: uma ação educativa-terapêutica. São Paulo: Pancast, 1994.

Felício CM. Fonoaudiologia Aplicada a Casos Odontológicos: motricidade oral e audiologia. São Paulo: Pancast, 1999.



Guyton AC, Hall JE. Tratado de Fisiologia Médica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

Haggman-Henrikson B, Eriksson PO. Head movements during chewing: relation to size and texture of bolus. J. Dent. Res., Alexandria. 2004. v.83, n.1, p.864-868.

Hickok G, Poeppel D. Dorsal and ventral streams: a framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. Cognition, Amsterdam. 2004. v.92, n.1-2, p.67-99.

Hildebrant GH, Dominguez BL, Schork MA, Loesche WJ. Functional units, chewing, swallowing, and food avoidance among the elderly. J. Prosthet. Dent., St. Louis. 1997. v.77, n.6, p.588-595.

Hiraba H, Sato T. Cortical control of mastication in the cat: properties of mastication-related neurons in motor and masticatory cortices. Somatosens. Mot. Res., Abingdon. 2004. v.21, n.3-4, p.217-227.

Huang BY, Whittle T, Murray GM. Activity of inferior head of human lateral pterygoid muscle during standardized lateral jaw movements. Arch. Oral Biol., Oxford. 2005. v.50, n.1, p.49-64.

Jafari S, Prince RA, Kim DY, Paydarfar D. Sensory regulation of swallowing and airway protection: a role for the internal superior laryngeal nerve in humans. J. Physiol., Cambridge. 2003. v.550, p.287-304.

Jaradeh S. Neuropsychology of swallowing in the aged. Dysphagia, New York. 1994. v.9, n.4, p.218-220.

Jean A. Brainstem control of swallowing: neuronal network and cellular mechanisms. Physiol. Rev., Bethesda. 2001. v.81, n.2, 929-969.

Kahrilas PJ, Logemann JA, Lin S, Ergun GA. Pharyngeal clearance during swallowing: a combined manometric and videofluoroscopic study. Gastroenterology, Philadelphia. 1992. v.103, n.1, p.128-136.

Kendall KA. Oropharyngeal swallowing variability. Laryngoscope, Philadelphia. 2002. v.112, n.3, p.547-551.

Kendall KA, Leonard RJ, McKenzie SW. Sequence variability during hypopharyngeal bolus transit. Dysphagia, New York. 2003. v.18, n.2, p.85-91.

Kohyama K, Mioche L, Bourdiol P. Influence of age and dental status on chewing behaviour studied by EMG recordings during consumption of various food samples. Gerodontology, Oxford. 2003, v.20, n.1, p.15-23.



Krall E, Hayes C, Garcia R. How dentition status and masticatory function affect nutrient intake. J. Am. Dent. Assoc., Chicago.1998. v.129, n.9, p.1261-1269.

2. Krasse B. Exame da saliva. In: Risco de cáries: guia prático para controle e assessoramento. São Paulo: Quintessence; 1988.

Kubin L, Fenik V. Pontine cholinergic mechanisms and their impact on respiratory regulation. Respir. Physiol. Neurobiol., New York.2004. v.143, n.2-3, p.235-249.

Lauret JF, Le Gall MG. The function of mastication: a key determinant of dental occlusion. Pract. Periodontics Aesthet. Dent., Mahwah.1996. v.8, n.8, p. 807-817.

Leopold NA, Kagel MC. Swallowing, ingestion and dysphagia: a reappraisal. Arch. Phys. Med. Rehabil., Philadelphia.1983. v.64, n.8, p.371-373.

Leopold NA, Kagel MC. Dysphagia – ingestion or deglutition?: a proposed paradigm Dysphagia, New York.1997. v.12, n.4, p.202-206.

Lopes E. Fundamentos da lingüística contemporânea. São Paulo: Cultrix, 1995.

Madeira MC. Anatomia da Face: bases anátomo-funcionais para a prática odontológica. São Paulo: Sarvier, 1998.

Marchesan IQ. Deglutição – diagnósticos e possibilidades terapêuticas. In:Marchesan IQ. Fundamentos em Fonoaudiologia: aspectos clínicos da motricidade oral. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. cap. 6. p.51-58.

Martin BJ, Logemann JA, Saker R, Dodds WJ. Coordination between respiration and swallowing: respiratory phase relationships and temporal integration. J. Appl. Physiol., Washington.1994. v.76, n.2 , p.714–723.

Matsuo K, Hiemae KM, Palmer JB. Cyclic motion of the soft palate in feeding. J. Dent. Res., Alexandria.2005. v.84, n.1, p.39-42.

Mc Clean MD, Tasko SM. Association of orofacial muscle activity and movement during changes in speech rate and intensity. J. Speech Lang. Hear. Res., Rockville.2003. v.46, n.6, p.1387-1400.

Mc Donnell ST, Hector MP, Hannigan A. Chewing side preferences in children. J. Oral Rehabil., Oxford.2004. v.31, n.9, p.855-860.

Miller AJ. Deglutition. Physiol. Rev., Bethesda.1982.v.62, n.1, p.129-184.



Miller AJ., The neuroscientific principles of swallowing and dysphagia. San Diego: Singular Publishing Group, 1999.

Miralles R, Hevia R, Contreras L, Carvajal R, Bull R, Manns A. Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod.*, Appleton.1991. v.61, n.4, p.277-284.

Murray KA, Larson CR, Logemann JA. Electromyographic response of the labial muscles during normal liquid swallows using a spoon, a straw, and a cup. *Dysphagia*, New York. 1998. v.13, n.3, p.160–166.

Nasi A, Carvalho LEB, Ceconello HWP, Pinotti, HW. Disfagia no indivíduo idoso. In: Maceo E, Pisani JC, Carneiro J, Gomes G. *Disfagia: Abordagem Multidisciplinar*. São Paulo: Frontil Editorial, 1999. p.47-62.

Nissan J, Gross MD, Shifman A, Tzadok L, Assif D. Chewing side preference as a type os hemispheric lateraliy J. *Oral Rehabil.*, Oxford.2004. v.31, n.5, p. 412-416.

Oliveira VL, Pinho SR. A qualidade da voz e o trato vocal nos indivíduos de face curta e face longa. In: Pinho SMR. *Tópicos em Voz*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. cap. 7, p.81-88.

Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, St. Louis.2002. v.121, n.6, p.602-609.

Palmer B, Hiiemae KM. Eating and breathing: interactions between respiration and feeding on solid food. *Dysphagia*, New York.2003. v.18, n.3, p.169-178.

Pardayfay D, Gilbert RJ, Poppel CS, Nassab PF. Respiratory phase resetting and airflow changes induced by swallowing in humans. *J. Physiol.*, Cambridge.1995. v.483, p.273-288.

Pedersen AM, Bardow A, Jensen SB, Nauntofte B. Saliva and gastrointestinal functions of taste, mastication, swallowing and digestion. *Oral Dis.*, Copenhagen.2002. v.8, n.3, p.117-129.

Pegoraro-Krook MI. Avaliação da fala em pacientes que apresentam inadequação velofaríngea e que utilizam prótese de palato.1995. f. Tese (Doutorado) – Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

Pereira, AC, Brasolotto AG, Berretin-Felix G, Padovani CR. Diadococinesia oral e laríngea em pacientes pós-acidente vascular encefálico. *Pró-Fono*, São Paulo. 2004. v.16, n. 3, p. 283-292.



Pignataro Neto, G. Análise da correlação dos ângulos funcionais mastigatórios direito e esquerdo com o lado de preferência mastigatória.2000. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Planas P. Reabilitação Neuro-oclusal. Rio de Janeiro: Medsi, 1988.

Poletto CJ, Verdun LP, Strominger R, Ludlow CI. Correspondence between laryngeal vocal fold movement and muscle activity during speech and nonspeech gestures. *J. Appl. Physiol.*, Washington.2004. v.97, n.3, p.858-866.

Rodrigues ACY, Berretin G, Jorge JC, Genaro KF. Caracterização das alterações miofuncionais orais e auditivas em indivíduos com disfunção craniomandibular. *Pró-Fono*, São Paulo.1998. v.10, n.1, p.51-55.

Sá Filho FPG. Fisiologia Oral. São Paulo: Santos, 2004.

Sato I, Konishi K. Effects of soft diet on rat masseter muscle mitochondrial development. *Okjimas Folia Anat. Jpn.*, Tokyo.2004. v.81, n.4, p.67-74.

Sebring NG, Guckes AD, Li SH, McCarthy GR. Nutritional adequacy of reported intake of edentulous subjects treated with new conventional or implant-supported mandibular dentures. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis.1995. v.74, n.4, p.358-363.

Secil Y, Aydogdu I, Ertekin C. Peripheral facial palsy and dysfunction of the oropharynx. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, London.2003, v.72, n.3, p.391–393.

Serrao G, Sforza C, Dellavia C, Antinori M, Ferrario VF. Relation between vertical facial morphology and jaw muscle activity in healthy young men. *Prog. Orthod.*, Berlin.2003. v.4, p.45-51.

Shannon R, Baekey DM, Morris KF, Nuding SC, Segers LS, Lindsey BG. Production of reflex cough by brainstem respiratory networks. *Pulm. Pharmacol. Ther.*, New York. v.17, n.6, p.369-376.

Sheikholeslam A, Moller E, Lous I. Pain, tenderness and strength of human mandibular elevators. *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen.1980. v.88, n.1 p.60-66.

Siebens H, Trupe E, Siebens A, Cook F, Anshen S, Hanauer R, Oster G. Correlates and consequences of eating dependency in institutionalized elderly. *J. Am. Geriatr. Soc.*, Malden.1986. v. 34, n.3, p.192-198.

Siqueira JTT. Uniformização de termos e conceitos sobre DTM e dor orofacial na língua portuguesa. *Jornal Brasileiro de oclusão, ATM e Dor Orofacial*, Curitiba.2002. v.2, n.8, p.265-352.



Song G, Poon CS. Functional and structural models of pontine modulation of mechanoreceptor and chemoreceptor reflexes. *Respir. Physiol. Neurobiol.*, New York.2004. v.143, n.2-3, p.281-292.

Sundberg J. Vocal old vibration patterns and modes of phonation. *Folia Phoniatr. Logop.*, Basel. V. 47, n.4, p.218-228.

Tallgren A, Tryde G. Chewing and swallowing activity of masticatory muscles in patients with a complete upper and a partial lower denture. *J Oral Rehabil.*, Oxford.1991. v.18, n.4, p.285-299.

Thexton AJ. Mastication and swallowing: an overview. *Br. Dent. J.*, London.1992. v.173, n.6, p.197-206.

Thexton AJ, Crompton AW. The control of swallowing. *Front. Oral Biol.*, Basel.1998. v.9, p.168–222.

Trindade Junior AS, Westphalen FH, Trindade IE, Maringoni RL, Atta AG. Masseteric eletromyographic silent period duration in patients with temporomandibular joint disfunction. *Braz. J. Med. Res.*, Ribeirão Preto.1991. v.24, n.3, p.261-266.

Tsakos G, Marcenes W, Sheiham A. The relationship between clinical dental status and oral impacts in an elderly population. *Oral Health Prev. Dent.*, New Malden.2004. v.2, n.3, p.211-220.

Tuchman DN. Physiology of the swallowin apparatus. In: Tuchman DN, Walter RS. *Disorders of feeding and swallowing in infants and children: pathophysiology, diagnosis and treatment.* San Diego: Singular Publishing Group, 1994. cap.1, p.1-25.

Vaiman M, Eviatar E, Segal S. Surface electromyographic studes of swallowing in normal subjects: a review of 440 adults. Report 1. Quantitative data: timing measures. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, Rochester.2004a. v.131, n.4 p.548-555.

Vaiman M, Eviatar E, Segal S. Surface electromyographic studes of swallowing in normal subjects: a review of 440 adults. Report 2. Quantitative data: amplitide measures. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, Rochester.2004b. v.131, n.4 p.773-780.

Wolf SMR. Significado da perda dos dentes. *Rev. APCD*, São Paulo. v.52, n.4, p.307-316.



Yokomizo Y, Murai Y, Tanaka E, Inokuchi H, Kusakawa J, Higashi H. Excitatory GABAergic potentials in the mesencephalic trigeminal nucleus of adult rat in vitro. Neurosci. Res., Limerick.2005. v.51, n.4, p.463-474.

Youssef RE, Throckmorton GS, Ellis E 3rd, Sinn DP. Comparison of habitual masticatory patterns in men and women using a custom computer program. J. Prosthet. Dent., St. Louis.1997. v.78, n.2, p.179-186.

Referência das Imagens

http://www.kalipedia.com/ciencias-vida/tema/otros-sistemas-sensoriales-humanos.html?x=20070417klpcnavid_187.Kes

<http://www.afh.bio.br/nervoso/nervoso3.asp>

<http://silviacassimiro.blogspot.com.br/2007/05/nervos-cranianos.html>

<http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2009/art11.asp> (figura 4 e 5)

<http://unisite.com.br/saude/roral.shtml>

http://avaliacaopostural.blogspot.com.br/2009/06/analise-de-uma-boa-postura-corporal_18.html (figura 7 e 8)

http://mmspf.msdonline.com.br/pacientes/manual_merck/secao_04/cap_031.html (figura 9, 10 e 11)

http://www.lookfordiagnosis.com/mesh_info.php?term=m%C3%BAsculos+respirat%C3%B3rios&lang=3

<http://www.marski.org/artigos/interesse-geral/17-fisiologia-entendendo-como-o-seu-pulmao-funciona>

http://cl.kalipedia.com/informatica/tema/graficos-composicion-dentadura-adulto.html?x1=20070417klpcnavid_215.Ees&x=20070924klpcnafyq_50.Kes&x2=20070417klpcnavid_243.Kes

<http://fono-audiologia.blogspot.com.br/2011/03/como-saber-se-ha-algum-problema-na.html> (figura 18)

<http://www.gastro-centro.com/Disturbios%20do%20Esofago.php>

<http://www.psychologyarticles.info/>



FCB USP
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA



<http://www.forp.usp.br/mef/embriologia/nervoso.htm>