

Felipe de Oliveira Farias

Variações anatómicas relacionadas com o nervo alveolar inferior e sua influência nas falhas anestésicas

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto 2017

Felipe de Oliveira Farias

Variações anatómicas relacionadas com o nervo alveolar inferior e sua influência nas falhas anestésicas

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto 2017

Felipe de Oliveira Farias

Variações anatômicas relacionadas com o nervo alveolar inferior e sua influência nas falhas anestésicas

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária.

RESUMO

O bloqueio do nervo alveolar inferior convencional é a técnica mais comumente utilizada para obtenção de analgesia pulpar em dentes posteriores inferiores e na região posterior da mandíbula. Contudo, esta técnica possui altos índices de insucesso, e estas taxas tornam-se ainda menores quando se tratam de pulpites agudas. A correta identificação das causas da falha anestésica dentária é essencial para adotar as medidas necessárias para um bloqueio anestésico bem-sucedido. Este trabalho apresenta uma revisão acerca dos fatores anatômicos associados às falhas anestésicas do bloqueio do nervo alveolar inferior, com ênfase no papel do plexo cervical na inervação acessória do bordo posterior da mandíbula, através do nervo cervical transverso e do nervo grande auricular; bem como o canal mandibular bífido e as suas diferentes configurações anatômicas. As opções terapêuticas e evidências científicas disponíveis para uma melhor abordagem do bloqueio do nervo alveolar inferior serão discutidas.

Palavras-chave: Inferior alveolar nerve; dental anaesthesia; anaesthesia failure; anatomy

ABSTRACT

Inferior alveolar nerve block is the most commonly technique used in order to obtain pulpal analgesia in lower posterior teeth and posterior region of mandible. However, this technique has high failure rates, and these rates become even lower when it comes to acute pulpitis. The correct identification of the causes of dental anaesthetic failure is essential to adopt the necessary path for a successful anaesthetic block. This paper presents a review of the anatomical factors associated with anaesthesia failure of the inferior alveolar nerve block, with emphasis on the role of the cervical plexus in the accessory innervation of the posterior border of the mandible, through the transverse cervical nerve and the great auricular nerve; as well as the bifid mandibular canal and its different anatomical configurations. The therapeutic options and scientific evidence available for a better approach to the inferior alveolar nerve block are discussed.

Key-words: Inferior alveolar nerve; dental anaesthesia; anaesthesia failure; anatomy

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	01
II. DESENVOLVIMENTO	
1. Materiais e métodos	02
2. Prevalência das falhas anestésicas no bloqueio do nervo alveolar inferior	02
3. Variações anatômicas que podem ter influência na eficácia anestésica	04
3.1. Plexo cervical	04
3.2. Canal mandibular bífido ou trifido	06
3.2.1. Prevalência dos canais mandibulares bífidos	07
3.2.2. Classificação	07
III. DISCUSSÃO	10
IV. CONCLUSÕES	15
V. BIBLIOGRAFIA	16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplar de mandíbula corado pela técnica de Sihler	05
Figura 2 – Radiografia oblíqua de mandíbula a evidenciar a presença de canal mandibular bífido com dois forames mandibulares	06
Figura 3 – Representação esquemática da classificação dos canais mandibulares bífidos proposta por Langlais <i>et al.</i> (1985)	08
Figura 4 – Foto clínica (direita) e tomografia computadorizada (esquerda) a mostrar canal acessório retromolar em relação próxima com o terceiro molar impactado	09

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Compilação de referências de estudos que envolvem eficiência anestésica do bloqueio do nervo alveolar inferior a considerar-se o ano de estudo, o tipo de estudo, o tamanho e o tipo de amostra, o tipo de anestésico empregue e os grupos de estudo avaliados e respectivas prevalências de sucesso anestésico de acordo com a metodologia de avaliação de eficácia anestésica empregue.	03
Tabela 2 – Compilação de referências de estudos acerca de canais mandibulares bífidos, a considerar-se o ano de estudo, o número de casos, a prevalência e o método diagnóstico empregue.	07

LISTA DE ABREVIATURAS

BNAI – bloqueio do nervo alveolar inferior

DDT – dor durante o tratamento

DLP – dormência labial profunda

NCT – nervo cervical transverso

NGA – nervo grande auricular

PA – pulpite aguda

PSS – pacientes sem sintomatologia

TEPE – teste de estimulação pulpar elétrica

TSPF – teste de sensibilidade pulpar ao frio

I. INTRODUÇÃO

A anestesia local constitui uma importante rotina na prática clínica dentária e, à partida, toda a técnica anestésica executada corretamente com um anestésico apropriado deveria ser eficiente (Boronat-López *et al.*, 2006). O bloqueio do nervo alveolar inferior convencional (BNAI) é a técnica mais comumente utilizada para obtenção de analgesia pulpar em dentes posteriores inferiores (Cohen *et al.*, 1993; Claffey *et al.*, 2004; Aggarwal *et al.*, 2009). Esta técnica envolve a inserção de uma agulha próximo do forâmen mandibular com o objetivo de ali depositar uma solução anestésica próximo ao nervo alveolar inferior antes de sua entrada no forâmen mandibular (Malamed, 2012). Contudo, esta técnica possui altos índices de insucesso (Cohen *et al.*, 1993; Aggarwal *et al.*, 2009), e estas taxas tornam-se ainda menores quando se tratam de pulpites agudas (PA) (Cohen *et al.*, 1993; Aggarwal *et al.*, 2009; Tortamano *et al.*, 2009; Sampaio *et al.*, 2012; Rogers *et al.*, 2014).

Um dilema clínico ocorre aquando do insucesso da anestesia, apesar da correta administração do BNAI, o que certamente é desconcertante quando um paciente está sentado na cadeira e na expectativa de receber um procedimento sem dor (Uzbelger *et al.*, 2007; Bitner *et al.*, 2015). Allegretti *et al.* (2016), Webster *et al.* (2016) e Visconti *et al.* (2016) estimaram uma prevalência de falhas no BNAI entre 14% a 86%, a depender da técnica e do tipo de anestésico empregue. Madan *et al.* (2002) apontam que estas falhas anestésicas podem ocorrer mesmo quando o bloqueio é realizado por profissionais experientes.

Muitos fatores podem contribuir para a falha anestésica, incluindo alguns relacionados com o operador (como a escolha da técnica anestésica e da solução anestésica) e outros com o paciente (como sejam, fatores anatômicos, patológicos e psicológicos) (Boronat-López *et al.*, 2006). Outros factores como a anatomia, a espessura do osso cortical mandibular, a sobreposição dos tecidos moles e as inervações acessórias têm sido associados a uma eficácia reduzida do BNAI (Malamed, 2011; Ogle *et al.*, 2012; Kanaa *et al.*, 2012).

O objetivo deste trabalho é rever a literatura acerca dos principais fatores associados às falhas anestésicas do BNAI relacionadas com as variações anatômicas que podem resultar num insucesso anestésico e evidências científicas disponíveis para uma melhor abordagem do BNAI.

II. DESENVOLVIMENTO

1. Materiais e métodos

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados b-On, ScienceDirect e PubMed-NCBI, atemporal, com as seguintes palavras-chave: “dental anaesthesia failure”, “inferior alveolar nerve block”, “supplemental anaesthesia”, “superficial cervical plexus”, “great auricular nerve”, “transverse cervical nerve”, “bifid mandibular canal”, “inferior alveolar nerve variations”, “symptomatic irreversible pulpitis”. Obteve-se através desta um total de 4.359 artigos relacionados aos termos pesquisados. Deste total, 4.271 foram excluídos por conterem assuntos que não incidem diretamente sobre as variações anatômicas relacionadas com o nervo alveolar e/ou falhas anestésicas do BNAI. Portanto, no final, foram incluídos 88 artigos compreendidos entre 1922 e 2017. Por ter sido julgado importante para este trabalho, essa pré-seleção foi completada com a inclusão de 2 capítulos de 2 livros e 1 tese. Essa pesquisa foi realizada entre o período de Fevereiro a Junho de 2017.

2. Prevalência das falhas anestésicas no bloqueio do nervo alveolar inferior

Os estudos de Lubit (1948), Coleman *et al.* (1982), Bigby *et al.* (2007) e Gaffen *et al.* (2009) ajudaram a calcular que, em cerca de 300 milhões de anestubos utilizados todos os anos, somente nos EUA, houve falha anestésica em 13% (n=539 milhões) das injeções em geral, com 88% (n=534,32 milhões) a ocorrerem em BNAI e do nervo lingual, especialmente em molares inferiores com PA. Martínez-González *et al.* (2003) estabeleceram a taxa de falha anestésica da ordem de 10,7% para BNAI convencional e 17,8% para a técnica de Akinosi (Akinosi, 1977), que será descrita mais adiante, em dentição permanente durante extrações de molares inferiores. A corroborar com estes índices, Altug *et al.* (2012) observaram uma taxa de insucesso em 14,2% no BNAI durante a perfuração e a sutura para colocação de implantes em regiões alveolares posteriores de mandíbulas desdentadas.

A definição de uma anestesia bem sucedida defendida por alguns autores é a de um tratamento livre de dor (Kanaa *et al.*, 2012; El-Kholey, 2017), ao passo que outros a consideram como a ausência total de resposta pulpar a um estímulo elétrico de 80 miliampères (Certosimo *et al.*, 1996). A tabela 1 apresenta uma série de estudos com as

respetivas prevalências encontradas por diferentes autores, que incluíram apenas pacientes adultos nas suas amostras.

Tabela 1 – Compilação de referências de estudos que envolvem eficiência anestésica do bloqueio do nervo alveolar inferior a considerar-se o ano de estudo, o tipo de estudo, o tamanho e o tipo de amostra, o tipo de anestésico empregue e os grupos de estudo avaliados e respetivas prevalências de sucesso anestésico de acordo com a metodologia de avaliação de eficácia anestésica empregue.

Autor	Tipo de estudo	Amostra	Anestésico / Grupos de estudo	DLP¹ (%)	TSPF² (%)	TEPE³ (%)	DDT⁴ (%)
Goldberg <i>et al.</i> , 2008	Estudo prospectivo randomizado cego, <i>Crossover design</i>	40 PSS ⁵	3.6mL de Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000, molares inferiores 1. BNAI ⁶ convencional 2. Técnica de Gow-Gates 3. Técnica de Vazirani-Akinosi	- - -	- - -	53,0 38,0 27,0	- - -
Kanaa <i>et al.</i> , 2012	Estudo prospectivo randomizado	182 PA ⁷	1. BNAI ⁶ Isolado com 2ml de Lidocaína 2% com epinefrina 1:80.000 2. Repetição do BNAI ⁶ com Lidocaína 2% com epinefrina 1:80.000 3. Infiltração suplementar na face bucal próximo aos ápices dentários com 2ml de Articaina 4% com epinefrina 1:100.000 4. Anestesia intraligamentar com 0,18ml de lidocaína 2% com epinefrina 1:80.000 5. Anestesia intra-óssea com 1ml de lidocaína 2% com epinefrina 1:80.000	- - - - -	- - - - -	67,0 56,3 83,3 50,0 77,8	67,0 32,0 84,0 48,0 58,0
Rogers <i>et al.</i> , 2014	Estudo prospectivo randomizado duplo-cego	100 PA ⁷	1. BNAI ⁶ isolado com 1.7ml de Articaina 4% com epinefrina 1:100.000 2. BNAI ⁶ + Infiltração suplementar na face bucal próximo aos ápices dentários com Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000 3. BNAI ⁶ + Infiltração suplementar na face bucal próximo aos ápices dentários com Articaina 4% com epinefrina 1:100.000	- - -	26,0 66,0 69,0	- - -	23,0 57,0 89,0
Fowler <i>et al.</i> , 2015	Estudo retrospectivo	2.450 PSS ⁵ 719 PA ⁷	Pacientes assintomáticos 1. 1,8ml de Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000 2. 3,6ml de Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000 Pacientes com PSI ² 1. 1,8ml de Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000 2. 3,6ml de Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000	93,7 96,1 92,2 97,6	- - - -	- - - -	- - - -
Allegretti <i>et al.</i> , 2016	Ensaio clínico randomizado	66 PA ⁷	1. 3,6ml de Articaina 4% com epinefrina 1:100.000 2. 3,6ml Mepivacaína 2% com epinefrina 1:100.000 3. 3,6ml Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000	100 100 100	- - -	63,3 68,2 63,3	63,3 72,7 54,5
Webster <i>et al.</i> , 2016	Estudo prospectivo	100 PA ⁷	1. BNAI ⁶ isolado com 1.8ml de Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000 2. BNAI ⁶ + infiltração suplementar intraseptal com 0,7ml de Articaina 4% com epinefrina 1:100.000	- -	- -	- -	25,0 29,0

Variações anatômicas relacionadas com o nervo alveolar inferior e sua influência nas falhas anestésicas

Visconti <i>et al.</i> , 2016	Estudo prospectivo randomizado cego	42 PA ⁷	1. 1,8 ml Mepivacaína 2% com epinefrina 1:100.000	100	-	86,0	55,0
			2. 1,8ml Lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000	100	-	67,0	14,0

¹DLP: Dormência labial profunda, ²TSPF: Teste de sensibilidade pulpar ao frio, ³TEPE: Teste de estimulação pulpar elétrica, ⁴DDT: Dor durante o tratamento, ⁵PSS: Pacientes sem sintomatologia, ⁶BNAI: Bloqueio do nervo alveolar inferior, ⁷PA: Pulpite aguda

3. Variações anatômicas que podem ter influência na eficácia anestésica

3.1. Plexo cervical

Embora o ângulo mandibular seja inervado pelo nervo grande auricular do plexo cervical superficial (Brennan *et al.*, 2010; Lin *et al.*, 2013), a sensibilidade facial e os transtornos sensoriais mais comuns são principalmente decorrentes do envolvimento do nervo trigêmio. A inervação cutânea do plexo cervical surge da fáscia cervical superficial como quatro nervos diferentes, sendo eles: nervo occipital menor (C2); nervo grande auricular (NGA) (C2 e C3); nervo cervical transversal (NCT), que também é conhecido como nervo cutâneo cervical ou transversal superficial do pescoço (C2 e C3) e três nervos supraclaviculares (medial, intermediário e lateral) (C3 e C4) no bordo posterior do músculo esternocleidomastóideo. Estes nervos cutâneos cervicais respondem pela sensibilidade da pele cervical antero-lateral. Durante a dissecação do pescoço, geralmente observa-se que estes ramos cutâneos emergem do bordo posterior do plexo cervical superficial (Kim *et al.*, 2002, Lin *et al.*, 2013; Ella *et al.*, 2015).

Nevin (1922) foi o primeiro autor a escrever acerca das possíveis implicações do plexo cervical como acessório na anestesia dentária. Ele observou que o nervo cervical transversal do plexo cervical pode entrar por um pequeno forâmen e prover sensibilidade à mandíbula. Desta maneira, seria possível que pacientes experimentassem dor mesmo após bloqueios anestésicos mandibulares realizados corretamente.

Estudos recentes em anatomia clínica sugerem que a teoria de inervação acessória pode ser a mais plausível razão para este problema (Lin *et al.*, 2013; Shoja *et al.*, 2014; Ella *et al.*, 2015; Bitner *et al.*, 2015;). Entretanto, por muitos anos, a teoria da inervação acessória não foi universalmente aceita, devido à falta de evidências anatômicas que demonstrem que os nervos do plexo cervical podem estender-se para a mandíbula (Chapnick, 1980; Masuko, 1989). Somente em 2013, Lin *et al.* (2013), através de um método de investigação pelo

mapeamento 3-D dos nervos em dissecação sob microscopia, foram os primeiros autores a confirmar o papel do plexo cervical na inervação acessória da mandíbula. Neste estudo, dois espécimes humanos de mandíbula e pescoço foram fixados em formalina, triturados, descalcificados e corados através da técnica de Sihler, que torna os tecidos transparentes enquanto evidencia os nervos. Foi encontrado em um dos espécimes o nervo cervical transverso, a originar-se no plexo cervical e a entrar na porção posterior da mandíbula (figura 1).

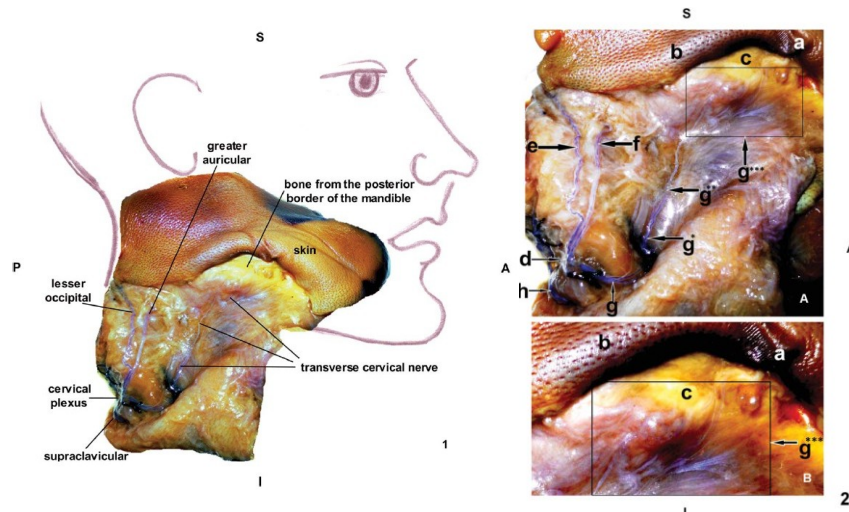


Figura 1 – Exemplar de mandíbula corado pela técnica de Sihler. Imagem à esquerda – fotografia de mandíbula corada sobre representação esquemática para facilitar a localização das referências anatômicas: superior (S), anterior (A), inferior (I) e posterior (P). Imagem superior à direita – ampliação (1x), a mostrar pele (a), ângulo mandibular (b), porção óssea do bordo posterior inferior da mandíbula (c) e os seguintes nervos corados em azul: Plexo cervical (d), Occipitalmenor (e), NGA (f), NCT (g) e Supraclavicular (h). Imagem inferior à direita – ampliação (3x) a mostrar os ramos do NCT (g*) a aproximarem-se do limite posterior inferior da mandíbula (g**) e depois a entrar na mandíbula (g***). Extraído de Lin *et al.* (2013).

No estudo de Ella *et al.* (2015), 250 cadáveres humanos frescos (150 homens e 100 mulheres) foram submetidos à microdissecção para observação direta das terminações nervosas do nervo cervical transverso e do nervo grande auricular. Seus resultados confirmaram a significância do plexo cervical em suprir inervação acessória para a mandíbula, tanto através do NCT como do NGA. A técnica empregue neste estudo foi localizar o plexo cervical superficial e então dissecar progressivamente para expor a origem de cada nervo (NCT e NGA) bem como dos respetivos pontos de terminação.

Desconsiderando o gênero, os pesquisadores encontraram que o NGA atingiu o ângulo da mandíbula em 95-98% dos cadáveres e atingiu a porção larga da mandíbula em 0,9-3,4% da amostra. Por outro lado, o NCT atingiu o ângulo mandibular em 7,3-12,5% dos casos e a porção mais larga da mandíbula em 26,5-34,6% dos cadáveres. Ficou também evidenciado a ocorrência de anastomoses entre o plexo cervical e os nervos trigêmeis, em 15% dos cadáveres, sendo a anastomose com o NGA muito mais frequente.

3.2. Canal mandibular bífido ou trifido

Canais mandibulares bífidos, ou mais raramente trifidos (Bogdán *et al.*, 2006), são variações anatômicas raras que podem ter importante significado clínico, como por exemplo, falhas anestésicas aquando da realização do bloqueio alveolar inferior, especialmente quando dois forames mandibulares estão presentes (Mizbah *et al.*, 2012; Nasseh *et al.*, 2016). Lew *et al.* (2006) reportaram um caso em que a presença de um canal acessório resultou numa anestesia inadequada todas as vezes em que se realizava o BNAI (Figura 2).



Figura 2 – Radiografia oblíqua de mandíbula a evidenciar a presença de canal mandibular bífido com dois forames mandibulares. Extraído de Lew *et al.* (2006).

3.2.1. Prevalência dos canais mandibulares bífidos

Na tabela 2 estão descritas as prevalências de canais mandibulares bífidos encontrados por diferentes autores e o método de deteção utilizado.

Tabela 2 – Compilação de referências de estudos acerca de canais mandibulares bífidos, a considerar-se o ano de estudo, o número de casos, a prevalência e o método diagnóstico empregue.

Autor	Número de casos	Prevalência (%)	Método diagnóstico
Nortjé <i>et al.</i> , 1977	3.612	00,90	Ortopantomografia convencional
Durst <i>et al.</i> , 1980	1.024	08,30	Ortopantomografia convencional
Grover <i>et al.</i> , 1983	5.000	00,08	Ortopantomografia convencional
Langlais <i>et al.</i> , 1985	6.000	00,96	Ortopantomografia convencional
Zografos <i>et al.</i> , 1990	700	00,40	Ortopantomografia convencional
Devito <i>et al.</i> , 2001	650	07,85	Ortopantomografia convencional
Sanchis <i>et al.</i> , 2003	2.012	00,35	Ortopantomografia convencional
Bogdán <i>et al.</i> , 2006	1.000	00,20	Ortopantomografia convencional
	46 mandíbulas	19,60	Dissecção de mandíbulas secas
Naitoh <i>et al.</i> , 2009	122	43,00	CBCT ¹
Schilling <i>et al.</i> , 2010	350 (700 lados)	05,00	Ortopantomografia digital
Kuribayashi <i>et al.</i> , 2010	252 pacientes (301 lados)	15,60	CBCT ¹
Orhan <i>et al.</i> , 2011	242 pacientes (484 lados)	46,50	CBCT ¹
Kang <i>et al.</i> , 2014	1.933	10,24	CBCT ¹
Fu <i>et al.</i> , 2014	173	30,60	MSCT ²
Kuczynski <i>et al.</i> , 2014	3.024	01,98	Ortopantomografia convencional
Andrade <i>et al.</i> , 2015	1.500	05,30	Ortopantomografia convencional
Motamedi <i>et al.</i> , 2015	5.000	01,20	Ortopantomografia digital
Freitas <i>et al.</i> , 2015	300	30,00	CBCT ¹
Karnasuta <i>et al.</i> , 2017	248 (441 lados)	11,80	CBCT ¹

¹CBCT: *Cone beam computed tomography* (Tomografia Computadorizada Cone Bean)

²MSCT: *Multi-slice computed tomography* (Tomografia Computadorizada multicamadas)

3.2.2. Classificação

Em relação aos tipos de canais mandibulares bífidos, três principais classificações foram sugeridas na literatura por Nortjé *et al.* (1977), Langlais *et al.* (1985), e Naitoh *et al.*, (2009), que classificou os canais em 4 tipos: retromolar, dental, direção anterior e buco-lingual. A classificação de Langlais *et al.* (1985), que continua a ser a mais citada na literatura, está representada na figura 3.

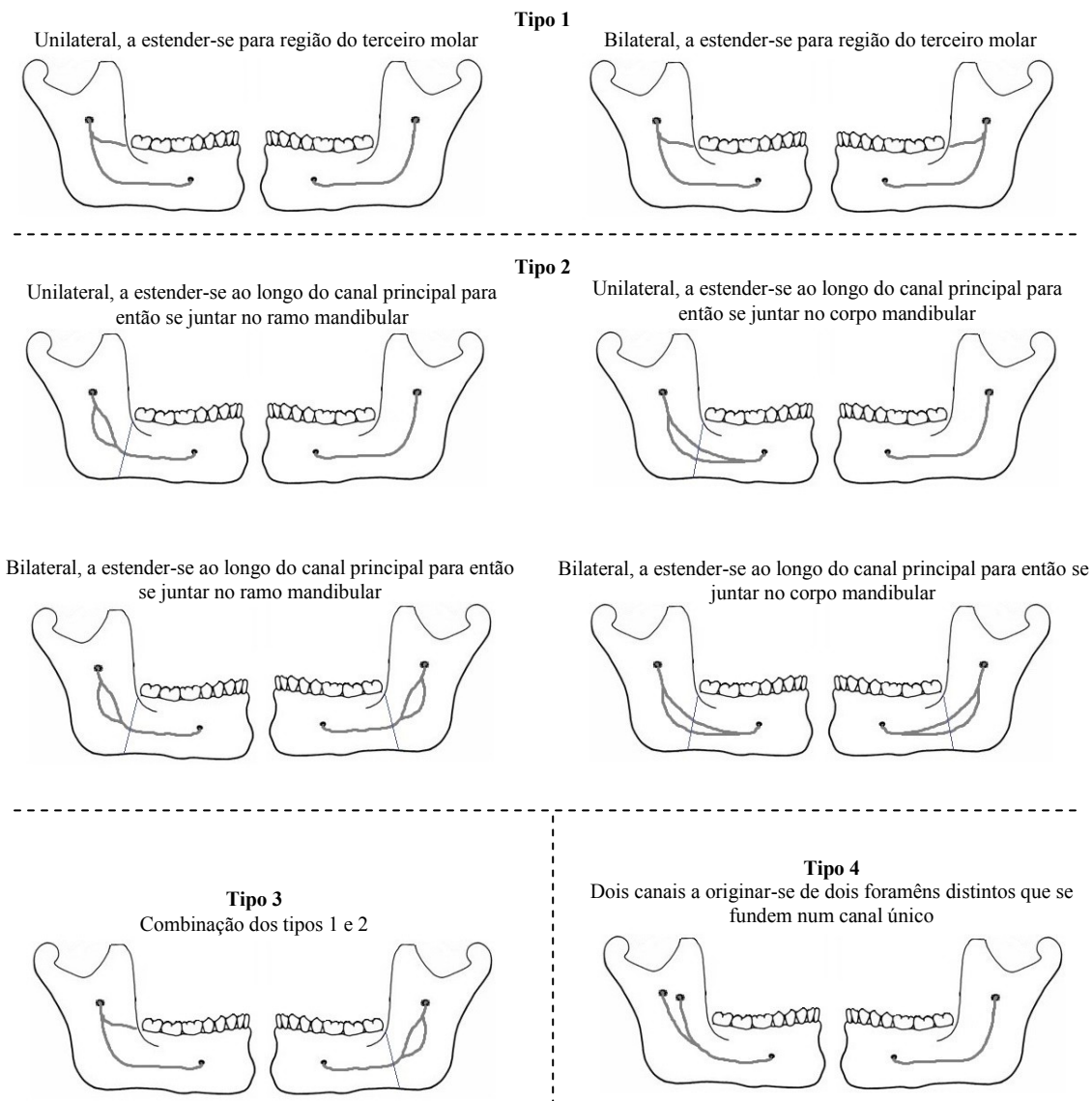


Figura 3 – Representação esquemática da classificação dos canais mandibulares bífidos proposta por Langlais *et al.* (1985).

De entre os estudos citados na tabela 2, o tipo de canal bífido mandibular mais frequente é o que se estende pela região do terceiro molar, independente da classificação utilizada (Figura 4). Correr *et al.* (2013) realizou um estudo com CBCT em 75 pacientes com canais mandibulares bífidos previamente detetados e os classificou de acordo como a classificação de Langlais *et al.* (1985), onde encontrou um prevalência de 72,6% para o tipo 1, 19,3% para o tipo 2 e 8% para o tipo 3. Neste estudo, nenhum canal do tipo 4 foi encontrado (que corresponde a dois canais a originar-se de dois forames distintos que fundem-se em um

canal único), o que corrobora com outros estudos citados na tabela 2 como sendo este o tipo menos frequente. A maior parte dos canais mandibulares bífidos são unilaterais, com prevalência a variar de 56,7% a 100% nas amostras avaliadas. Os estudos citados (tabela 2) que utilizaram indicaram não haver diferenças estatisticamente significantes quanto ao gênero e idade na prevalência de canais mandibulares bífidos. Como exceção, Fu *et al.* (2014) foi o único estudo que encontrou diferenças estatisticamente significantes em relação ao gênero, que em seu estudo com amostra de uma população taiwanesa foi mais prevalente em homens do que em mulheres (38,2% vs 24,7%, respectivamente). Este autor também observou que a área transversal da mandíbula em canais mandibulares bífidos foi maior em homens na região próxima ao forâmen mental do que em mandíbulas com canal único.

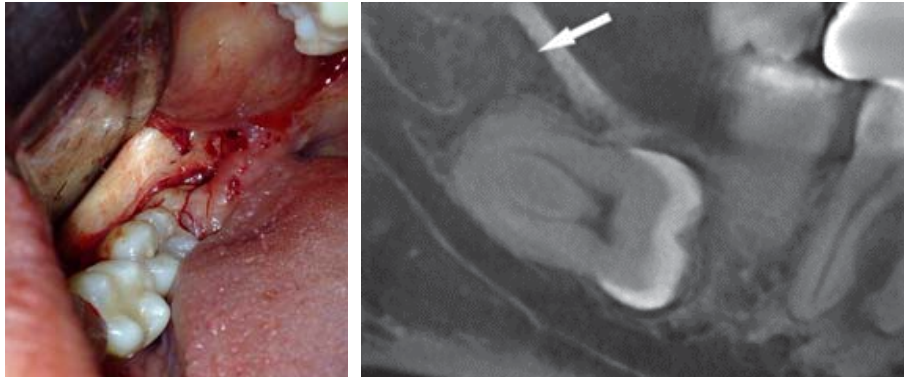


Figura 4 – Foto clínica (direita) e CBCT (esquerda) a mostrar canal acessório retromolar em próxima relação com terceiro molar impactado. Extraído de Freitas *et al.* (2015).

Segundo Kang *et al.* (2014), o diâmetro médio dos canais mandibulares acessórios encontrados em seu estudo foram de 1.27mm (a variar entre 0.27 - 3.29mm) sem nenhuma diferença significativa entre a as médias de diâmetro de cada tipo de canal mandibular. O comprimento médio dos canais mandibulares bífidos foi de 14.97mm (a variar de 2.17 - 38.8mm).

Bilecenoglu *et al.* (2006) reportaram uma prevalência de 25% de forâmen retromolares através de análise osteológica. Estes autores, e similarmente Fukami *et al.*, (2012) demonstraram histologicamente que canais acessórios mandibulares contém delicadas fibras mielínicas, numerosas vênulas e um lumên arterial em torno de 120–130 μ m. Estes feixes nervosos originam-se do nervo alveolar inferior e emitem ramificações para a mucosa oral

e gengiva da região dos molares e pré-molares inferiores (Kodera *et al.*, 1995). Anderson (1991) sugeriu que estas fibras nervosas provenientes dos forames retromolares podem fornecer inervação para região do triângulo retromolar, polpa dos terceiros molares inferiores e parte dos músculos bucinador e temporal.

III. DISCUSSÃO

Bjorn (1946) foi o primeiro autor a relacionar uma resposta pulpar negativa a um estímulo máximo a um tratamento livre de dor. A ausência de resposta ao estímulo elétrico pulpar a 80 miliampères é considerado um dos mais importantes sinais de uma anestesia bem-sucedida em dentes com vitalidade pulpar. Entretanto, uma resposta negativa ao teste de estimulação elétrica pulpar (TEPE) não necessariamente representa uma anestesia profunda (Yadav, 2015). Sinais subjetivos, tais como dormência labial e ausência de dor durante o tratamento dentário são métodos mais simples e práticos para se avaliar a eficácia da anestesia, especialmente quando os dentes a serem abordados são não-vitais ou um teste de vitalidade pulpar não está disponível; ou ainda para se evitar falsos resultados que podem decorrer do TEPE (Peters *et al.*, 1994; Myers, 1998).

Durante as décadas de 1930-1970, os pesquisadores não estavam convencidos da importância do plexo cervical na inervação mandibular. Aprile *et al.* (1967), assim como Baker *et al.* (1972) relataram a falta de bases embriológicas para explicar esta possível contribuição do plexo cervical. Outros autores, como Novitzky (1938), Horta (1949) e Sicher (1950) basearam suas conclusões no facto de não terem encontrado nenhum ramo do plexo cervical a prover inervação acessória à mandíbula. Como explicado nos estudos de Lin *et al.* (2013) e Ella *et al.* (2015), isto deve-se provavelmente ao diminuto diâmetro desses nervos, bem como à técnica de dissecação empregue naquela altura.

Os resultados encontrados por Lin *et al.* (2013) confirmaram que o plexo cervical pode prover inervação acessória para o bordo inferior posterior da mandíbula, através do NCT. Estes achados ilustram que estas variações da anatomia podem responder por falhas durante o BNAI em dentes posteriores mandibulares e permite ao médico-dentista implementar técnicas anestésicas suplementares para obtenção de um adequado controlo da dor.

A anestesia suplementar dos ramos do plexo cervical parece prover adequada anestesia em molares inferiores com inflamação quando testados com estimulação elétrica pulpar. Em molares com pulpite aguda, Nusstein *et al.* (1998) sugeriu que 42% dos pacientes que apresentaram resultados negativos na estimulação elétrica reportaram dor durante o tratamento e necessitaram de anestesia suplementar.

Durante muitos anos havia uma falta de métodos anestésicos reprodutíveis e eficazes para atingir os ramos do plexo cervical quando há insucesso na anestesia de molares inferiores, especialmente com PA, através da performance do BNAI. Uzbelger *et al.* (2007) descreveram uma técnica em que se usa uma abordagem bucal abaixo das raízes dentárias para serem anestesiadas ao nível da linha oblíqua externa do corpo posterior da mandíbula, com o objetivo de infiltrar os ramos do NCT e o NGA que se originam do plexo cervical. Os resultados sugerem que 60% dos casos de falhas anestésicas dos molares inferiores se devem à falha em infiltrar os ramos do plexo cervical.

No estudo de Visconti *et al.* (2016) a lidocaína alcançou anestesia pulpar em 67% dos casos, porém a taxa de sucesso do BNAI foi de apenas de 14%. A mepivacaína mostrou uma maior eficácia na anestesia pulpar (86%) e também uma maior taxa de sucesso no BNAI (55%) (avaliada através de TEPE a 80 miliampères). Esses valores demonstram que a anestesia pulpar não garante um procedimento livre do dor (Claffey *et al.*, 2004; Bigby *et al.*, 2007; McCartney *et al.*, 2007; Aggarwal *et al.*, 2009; Fan *et al.*, 2009; Sampaio *et al.*, 2012; Ashraf *et al.*, 2013; Sood *et al.*, 2014; Fowler *et al.*, 2016; Visconti *et al.*, 2016).

Obter uma anestesia completa num dente com PA é frequentemente difícil (Nusstein *et al.*, 2010). Perante a situação de falha do BNAI, o médico-dentista possui algumas opções, como usar o mesmo ou um anestésico diferente: um volume adicional pode ser reaplicado no mesmo local; pode-se utilizar uma diferente técnica de para o BNAI, como por exemplo a técnica de Gow-Gates (Gow-Gates, 1973) ou Vazirani-Akinosi (Akinosi, 1977) ou ainda por uma via suplementar (anestesia infiltrativa, intra-óssea ou intra-pulpar) (Rogers *et al.*, 2014).

A técnica de Gow-Gates é normalmente recomendada em casos em que o BNAI não é clinicamente efetivo, especialmente em casos em que o paciente possui histórico de falhas de BNAI devido á variações anatômicas do nervo alveolar inferior (Malamed, 2012). Com

o paciente em abertura máxima, o ponto de introdução é a superfície medial do ramo mandibular, num ponto virtual, logo distal, à altura da cúspide mesio-lingual do segundo molar superior. A altura de injeção é mais superior em relação ao plano oclusal do que o BNAI convencional em aproximadamente 10 a 25 mm, a depender do tamanho de cada paciente. O objetivo é depositar o anestésico próximo ao bordo antero-medial do côndilo mandibular, logo abaixo ao músculo pterigóideo lateral e lateralmente ao músculo pterigóideo medial, bem como medialmente ao ramo mandibular (Gow-Gates, 1973; Malamed, 2012).

Akinosi (1977) introduziu uma técnica anestésica para o BNAI, em situações em que o paciente não pode abrir bem a boca, inviabilizando a realização do BNAI convencional. Entretanto, Vazirani (1960), também havia descrito uma técnica similar e, por esta razão, o nome da técnica foi alterado para técnica de Vazirani-Akinosi (Malamed, 2012). Nesta técnica, a área de inserção a agulha está localizada entre o lado medial do ramo mandibular e a tuberosidade maxilar, ao nível da linha mucogengival do segundo ou terceiro molares superiores. Com a seringa posicionada paralela ao plano oclusal maxilar, a agulha penetra nos tecidos moles numa profundidade de aproximadamente 25 mm a partir da tuberosidade maxilar e o anestésico é depositado na zona medial do espaço pterigomandibular, próximo dos ramos principais do segmento inferior do nervo trigémio (Malamed, 2012).

A anestesia intra-óssea consiste na realização de uma pequena perfuração na cortical óssea vestibular da mandíbula, próximo do nível dos ápices radiculares dos molares, e deposição direta do anestésico no trabeculado ósseo (Kanaa *et al.* 2012, Malamed, 2012). O trabalho de Kanaa *et al.* (2012) avaliou a eficácia anestésica de 4 diferentes técnicas anestésicas suplementares após falhas do BNAI (tabela 2). Observou que a infiltração suplementar na face vestibular, próximo aos ápices dentários, com articaína 4% ou a anestesia intra-óssea com lidocaína 2% são mais eficazes em promover um tratamento livre de dor do que a infiltração intra-ligamentar ou repetição do BNAI com lidocaína 2% em pacientes com PA em molares inferiores. Segundo o trabalho de Webster *et al.* (2016), os baixos índices de sucesso da anestesia intra-ligamentar com articaína 4% após uma falha de BNAI (29%) sugerem que esta técnica não promove um nível de sucesso anestésico confiável em pacientes com PA em molares inferiores.

Ashraf *et al.* (2013) e Rogers *et al.* (2014) concluíram que a infiltração anestésica com articaína num BNAI incompleto elevou o sucesso anestésico quando comparado com a lidocaína em molares inferiores com PA. Uma meta-análise acerca de eficácia anestésica da articaína 4% vs lidocaína 2% (que incluiu estudos com dentes com PA e assintomáticos) concluiu que a articaína 4% foi 3,8 vezes mais eficaz na infiltração anestésica do que a lidocaína 2% (Brandt *et al.*, 2011).

Rogers *et al.* (2014) encontraram melhor eficácia anestésica na infiltração com lidocaína 2% em primeiros molares inferiores do que em segundos molares inferiores. O autor acredita que a maior difusão óssea da articaína 4% (quando comparada com a lidocaína 2%) resulta numa mais rápida e profunda anestesia pulpar em segundos molares inferiores. O estudo anatômico de Frankle *et al.* (1990) mostrou que a média da distância horizontal dos ápices dentários em relação à face vestibular da cortical mandibular, nos segundos molares, é significativamente maior do que nos primeiros molares. Esta diferença da espessura óssea e da distância pode ser uma possível explicação para a menor eficácia da lidocaína 2% na infiltração. Por outro lado, a articaína 4% pode manter a mesma taxa de sucesso em todos os molares inferiores.

A localização de canais mandibulares bífidos é de grande importância clínica, pois a falha na anestesia do nervo alveolar inferior pode ser resultante de algum tipo de bifurcação, especialmente relacionada com a variação do Tipo 4 de Langlais *et al.* (1985), que inclui dois forames mandibulares (DeSantis *et al.*, 1996; Andrade *et al.*, 2015). Este problema normalmente pode ser clinicamente resolvido ao realizar-se o BNAI pela infiltração anestésica num nível mais superior ao forâmen mandibular através da técnica de Gow-Gates, descrita anteriormente. Canais mandibulares bífidos podem também contribuir para complicações cirúrgicas durante extrações de terceiros molares (Sanchis *et al.*, 2003; Claeys *et al.*, 2005; Lew *et al.*, 2006; Rouas *et al.*, 2007; Kuribayashi *et al.*, 2010; Mizbah *et al.*, 2012). Quando a bifurcação ocorre dentro do corpo mandibular, pode também acarretar complicações em procedimentos endodônticos (Moiseiwitsch, 1998) e na inserção de implantes (de Oliveira-Santos *et al.*, 2012).

Ortopantomografias de rotina realizadas previamente a procedimentos dentários são amplamente recomendadas. Entretanto, estas possuem importantes limitações na exibição

de estruturas intraósseas, especialmente da existência e da forma de canais mandibulares bífidos (Nasseh *et al.*, 2016). Adicionalmente, algumas estruturas anatômicas podem mimetizar a imagem de uma canal mandibular bífido, tal como o sulco do nervo miohióideo localizado na face interna do ramo mandibular (Sanchis *et al.*, 2003; Auluck, 2005) ou formações trabeculares intraósseas. A CBCT é considerada o método mais acurado para detetar canais mandibulares bífidos (Haas *et al.*, 2016), além de diferenciar canais mandibulares bífidos verdadeiros de falsos (Kuribayashi *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2011).

A evolução dos métodos diagnósticos, em especial a CBCT, provavelmente, é o fator que melhor explica as grandes discrepâncias encontradas nas prevalências entre estudos mais antigos que utilizaram ortopantomografias convencionais descritos na tabela 2 (prevalência de 0,2 – 5,3%) e os estudos que utilizaram CBCT (prevalência de 10,24 – 43%). O aumento da sensibilidade e as cada vez melhores reconstruções das imagens em CBCT possibilitaram uma melhor identificação das variações anatômicas no nervo alveolar inferior, especialmente os mais estreitos e, conseqüentemente, um diagnóstico mais preciso dos canais mandibulares bífidos (Kuribayashi *et al.*, 2010; de Oliveira-Santos *et al.*, 2012; Haas *et al.*, 2016). Como descrito por Kang *et al.* (2014), o diâmetro médio dos canais mandibulares acessórios encontrados foram de 1.27mm (a variar entre 0.27 - 3.29 mm).

Os estudos sobre prevalência de canais mandibulares bífidos através de CBCT (tabela 2) mostraram resultados discrepantes. Essas diferenças podem ser, possivelmente, devidas aos grupos étnicos estudados, ao tamanho e às características de cada amostra e aos critérios de classificação utilizados. Adicionalmente, artefactos gerados por restaurações e/ou coroas metálicas podem interferir no diagnóstico das variações do canal mandibular na região retromolar (Haas *et al.*, 2016). Outro importante aspeto a considerar são os examinadores, pois a maior parte dos estudos não eram claros se os examinadores eram radiologistas e quantos profissionais analisaram as imagens.

O protocolo de aquisição e reconstrução das imagens pode também ter algum efeito nas prevalências. Librizzi *et al.* (2011) mostrou que imagens adquiridas com tamanho de voxel de 0.2mm são significativamente mais acuradas do que quando adquiridas com 0.4mm. Naitoh *et al.* (2010) conduziu um estudo comparando CBCT com tomografia

computadorizada multislice (MSCT) em 28 pacientes em que se haviam previamente detetado canais mandibulares bífidos em imagens 2-D. Observou que 4 de 19 canais observados em CBCT (que utilizou um voxel padrão de 0.2mm) não foram observados em tomografia computadorizada multislice (voxel 0.5mm). Entre os estudos citados (tabela 2), o tamanho do voxel utilizado variou entre 0.1mm à 0.4mm.

Segundo Fukami *et al.* (2012), a vasta maioria dos médicos-dentistas não tem conhecimento das variações anatômicas do canal mandibular e não identificam as suas possíveis implicações clínicas previamente a procedimentos invasivos. Neves *et al.* (2012) enfatiza que é responsabilidade do médico-dentista reconhecer estas variações anatômicas com o intuito de reduzir os riscos de falhas anestésicas ou de complicações durante abordagens cirúrgicas e procedimentos invasivos na mandíbula.

IV. CONCLUSÕES

A dificuldade em se obter um adequado controlo de dor na região posterior da mandíbula, em especial em dentes com PA, tem sido amplamente relatada na literatura. O BNAI é a principal técnica utilizada, porém apresenta altos índices de insucesso.

O plexo cervical fornece inervação acessória para o bordo inferior posterior da mandíbula através do nervo cervical transverso e do nervo grande auricular, podendo estes nervos serem responsáveis por uma elevada percentagem de falhas do bloqueio do nervo alveolar inferior

Canais mandibulares bífidos são relativamente frequentes, na maior parte unilaterais, a bifurcação na região retromolar é a mais prevalente (correspondente ao tipo 1 de Langlais *et al.*, 1985) e são detetados por CBCT com muito mais fiabilidade do que com ortopantomografias.

O conhecimento das variações anatômicas e a aplicação dos corretos métodos diagnósticos são críticos para o sucesso do BNAI e intervenções dentárias na mandíbula.

V. BIBLIOGRAFIA

- Aggarwal, V., Jain, A., Kabi, D. (2009). Anesthetic efficacy of supplemental buccal and lingual infiltrations of articaine and lidocaine following an inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis. *J Endod*, 35:925-929.
- Akinosi, J. O. (1977). A new approach to the mandibular nerve block. *Br J Oral Surg*, 78:83-7.
- Allegretti, C. E., Sampaio, R. M., Horliana, A. C. R. T., Armonia, P. L., Rocha, R. G., Tortamano I. P. (2016). Anesthetic Efficacy in Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *Braz Dent J*, 27(4): 381-386, doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201600663>.
- Altug, H.A., Sencimen, M., Varol, A., Kocabiyyik, N., Dogan, N., Gulses, A. (2012). The efficacy of mylohyoid nerve anesthesia in dental implant placement at the edentulous posterior mandibular ridge. *J Oral Implantol*, 38:141-147.
- Anderson, L. C., Kosinski, T. F., Mentag, P. J. (1991). A review of the intraosseous course of the nerves of the mandible. *J Oral Implantol*, 17:394.
- Andrade, Y. D. N., Araujo, E. B. J., Souza, L. M. A., Groppo, F. C. (2015). Análise das variações anatômicas do canal da mandíbula encontradas em radiografias panorâmicas. *Rev Odontol UNESP*, 44(1):31-36, Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-2577.977>.
- Aprile, H., Figun, M. E., Garino, R. R. (1967). Anatomía Odontológica Oro cervical. *Buenos Aires, Argentina: Ateneo*, 4th ed., 784p.
- Ashraf, H., Kazem, M., Dianat, O., Noghrehkar, F. (2013). Efficacy of articaine versus lidocaine in block and infiltration anesthesia administered in teeth with irreversible pulpitis: a prospective, randomized, double-blind study. *J Endod*, 39:6-10.
- Auluck, A., Pai, K. M., Shetty, C. (2005). Pseudo bifid mandibular canal. *Dentomaxillofac Radiol*, 34:387-8.
- Barker, B. C., Davies, P. L. (1972). The applied anatomy of the pterygomandibular space. *Br J Oral Surg*, 10:43-55.
- Bigby, J., Reader, A., Nusstein, J., Beck, M. (2007). Anesthetic efficacy of lidocaine/meperidine for inferior alveolar nerve blocks in patients with irreversible pulpitis. *J Endod*, 33:7-10.
- Bilecenoglu, B., Tuncer, N. (2006). Clinical and anatomical study of retromolar foramen and canal. *J Oral Maxillofac Surg*, 64: 1493-7.
- Bitner, D.P., Uzelberger, F. D., Axx, K., Albandar, A.M. (2015). Description and evaluation of an intraoral cervical plexus anesthetic technique. *Clin Anat*, 28(5): 608-613, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/ca.22543>.
- Bjorn, H. (1946). Electrical excitation of teeth and its application to dentistry. *Swed Dent J*, 39:87-96.
- Bogdán, S., Pataky, L., Barabás, J. (2006). Atypical courses of the mandibular canal: comparative examination of dry mandibles and xrays. *J Craniofac Surg*, 17:487-91.
- Boronat-López, A., Peñarrocha-Diago, M. (2006). Failure of locoregional anesthesia in dental practice. Review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11: E510-3.
- Brandt, R., Anderson, P., McDonald, N. (2011). The pulpal anesthetic efficacy of articaine versus lidocaine in dentistry: a meta-analysis. *J Am Dent Assoc*, 142:493-504.
- Brennan, P. A., Gholmy, M. A., Ounnas, H., Zaki, G. A., Puxeddu R., Standing, S. (2010). Communication of the anterior branch of the great auricular nerve with the marginal mandibular nerve: A prospective study of 25 neck dissections. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48:431-433, doi:10.1016/j.bjoms.2009.07.015.
- Certosimo, A.J., Archer, R.D. (1996). A clinical evaluation of the electric pulp tester as an indicator of local anesthesia. *Oper Dent*, 21:25-30.
- Chapnick, L. (1980). Nerve supply to the mandibular dentition. A review. *J Can Dent Assoc*, 46(7):446-448.

- Claeys, V., Wackens G. (2005). Bifid mandibular canal: literature review and case report. *Dentomaxillofac Radiol*, 34: 55–8, doi:10.1259/dmfr/23146121.
- Claffey, E., Reader, A., Nusstein, J., Beck, M., Weaver, J. (2004). Anesthetic efficacy of articaine for inferior alveolar nerve blocks in patients with irreversible pulpitis. *J Endod*, 30:568-571.
- Cohen, H.P., Cha, B.Y., Spångberg, L.S. (1993). Endodontic anesthesia in mandibular molars: a clinical study. *J Endod*, 19:370-373.
- Coleman, R.D., Smith, R.A. (1982). The anatomy of mandibular anesthesia: Review and analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 54: 148–153.
- Correr, G. M., Iwanko, D., Leonardi, D. P. Ulbrich, L. M., Araújo, M. R., Deliberador, T. M. (2013). Classification of bifid mandibular canals using cone beam computed tomography. *Braz Oral Res*, 27:510-6.
- de Oliveira-Santos, C., Souza, P.H., de Azambuja Berti-Couto, S., Stinkens, L., Moyaert, K., Rubira-Bullen, I. R. (2012). Assessment of variations of the mandibular canal through cone beam computed tomography. *Clin Oral Investig*, 16: 387-93.
- DeSantis, J. L., Liebow, C. (1996). Four common mandibular nerve anomalies that lead to local anesthesia failures. *J Am Dent Assoc*, 127:1081–6, doi: 10.14219/jada.archive.1996.0333.
- Devito, K. L., Tamburus, J. R. (2001). Anatomy of the mandibular canal: radiographic classification of variations. *Rev APCD*, 55:261–266.
- Durst, J. H., Snow, J. E. (1980). Multiple mandibular canals: oddities or fairly common anomalies? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 49:272-3.
- El-Kholey, K.E. (2017). Anesthetic Efficacy of 4 % Articaine During Extraction of the Mandibular Posterior Teeth by Using Inferior Alveolar Nerve Block and Buccal Infiltration Techniques. *J Maxillofac Oral Surg*, 16(1):90-95, doi: 10.1007/s12663-015-0877-z.
- Ella, B., Langbour, N., Caix, P., Midy, D., Deliac, P., Burbaud, P. (2015). Transverse cervical and great auricular nerve distribution in the mandibular area: a study in human cadavers. *Clin Anat*, 28(1):109-117, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/ca.22369>.
- Fan, S., Chen, W. L., Pan, C. B. (2009). Anesthetic efficacy of inferior alveolar nerve block plus buccal infiltration or periodontal ligament injections with articaine in patients with irreversible pulpitis in the mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 108:e89–93.
- Fowler, S., Drum, M., Reader, A., Beck, M. (2016). Anesthetic success of an inferior alveolar nerve block and supplemental articaine buccal infiltration for molars and premolars in patients with symptomatic irreversible pulpitis. *J Endod*, 42:390–2.
- Frankle, K. T., Seibel, W., Dumsha, T. C. (1990). Anatomical study of the position of the mesial roots of mandibular molars. *J Endod*, 16:480–5.
- Freitas G. B., Silva, A. F., Morais, L. A., Silva, M. B. F., Silva, T. C. G., Manhães Júnior, L. R. C. (2015). Incidence and classification of bifid mandibular canals using cone beam computed tomography. *Braz J Oral Sci*, 14(4):294-298. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-3225v14n4a08>.
- Fu, E., Peng, M., Chiang, C. Y. (2014). Bifid mandibular canals and the factors associated with their presence: a medical computed tomography evaluation in a Taiwanese population. *Clin Oral Implants Res*, 25:e64-7.
- Fukami, K., Shiozaki, K., Mishima, A., Kuribayashi, A., Hamada, Y., Kobayashi, K. (2012). Bifid mandibular canal: confirmation of limited cone beam CT findings by gross anatomical and histological investigations. *Dentomaxillofac Radiol*, 41:460–5.
- Gaffen, A.S., Haas, D.A. (2009). Survey of local anesthetic use by Ontario dentists. *J Can Dent Assoc*, 75:649.
- Goldberg, S., Reader, A., Drum, M. (2008). Comparison of the anesthetic efficacy of the conventional inferior alveolar, Gow-Gates, and Vazirani-Akinosi techniques. *J Endod*, 34:1306–11

- Gow-Gates, G. A. E. (1973). Mandibular conduction anesthesia: a new technique using extraoral landmarks. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 36:321–8.
- Grover, P. S., Lorton, L. (1983). Bifid mandibular nerve as a possible cause of inadequate anaesthesia in the mandible. *J Oral Maxillofac Surg*, 41:177-9.
- Haas, L. F., Dutra, K., Porporatti, A. L., Mezzomo, L. A., Canto, G. D. L., Flores-Mir C., Corrêa, M. (2016). Anatomical variations of mandibular canal detected by panoramic radiography and CT: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofacial Radiology*, 45, 20150310, doi: 10.1259/dmfr.20150310.
- Horta, A. C. L. (1949). Contribuição ao estudo da inervação suplementar da polpa dos molares inferiores. (Tese) Ribeirão Preto, Brazil: Fac Med Ribeirão Preto; 143p.
- Kanaa M.D., Whitworth, J.M., Meechan, J.G. (2012). A Prospective Randomized Trial of Different Supplementary Local Anesthetic Techniques after Failure of Inferior Alveolar Nerve Block in Patients with Irreversible Pulpitis in Mandibular Teeth. *JOE*, 38(4), Apr, doi:10.1016/j.joen.2011.12.006.
- Kang, J. H., Lee, K. S., Oh, M. G. (2014). The incidence and configuration of the bifid mandibular canal in Koreans by using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent*, 44:53.
- Karnasuta, P., Plianrunsi, J., Denkongpon, I., Horsimasathaporn, N., Chayutthanabun, P., Weerachartwattana, J., Boonchalermchai, P., Charoenwathana, S., Narongrat, N., Jutipimarn, K., Hongsatit, N., Tharanon, W. (2017). Cone-beam computed tomography investigation of crucial mandibular canal variations in Thais. *Oral Radiol*, doi: 10.1007/s11282-017-0270-3.
- Kim, H. J., Koh, K. S., Oh, C. S. (2002). Emerging patterns of the cervical cutaneous nerves in Asians. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 31:53–56.
- Kim, M. S., Yoon, S. J., Park, H. W. (2011). A false presence of bifid mandibular canals in panoramic radiographs. *Dentomaxillofacial Radiol*, 40:434-8.
- Kodera, H., Hashimoto I., (1995). A case of mandibular retromolar canal: elements of nerves and arteries in this canal. *Kaibogaku Zasshi*, 70:23–30.
- Kuczynski, A., Kucharski, W., Franco, A., Westphalen, F. H., de Lima, A. A., Fernandes, Â. Prevalence of bifid mandibular canals in panoramic radiographs: a maxillofacial surgical scope. *Surg Radiol Anat*, 36: 847–50.
- Kuribayashi, A., Watanabe, H., Imaizumi, A., Tantanapornkul, W., Katakami, K., Kurabayashi, T. (2010). Bifid mandibular canals: cone beam computed tomography evaluation. *Dentomaxillofac Radiol*, 39:235-9.
- Langlais, R. P., Broadus, R., Glass, B. J. (1985). Bifid mandibular canals in panoramic radiographs. *J Am Dent Assoc*, 110:923-6.
- Lew, K., Townsen, G. (2006). Failure to obtain adequate anaesthesia associated with a bifid mandibular canal: a case report. *Aust Dent J*, 51: 86–90.
- Librizzi, Z. T., Tadinada, A. S., Valiyaparambil, J. V., Lurie, A. G., Mallya, S. M. (2011). Cone-beam computed tomography to detect erosions of the temporomandibular joint: effect of field of view and voxel size on diagnostic efficacy and effective dose. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 140:25–30.
- Lin, K., Uzelberger, F. D., Barbe, M. F. (2013). Transverse cervical nerve: implications for dental anesthesia. *Clin Anat*, 26(6):688-692, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/ca.22543>.
- Lubit, E.C. (1948). Endodontia — The anesthetic phase. *Dent Items Int* 12:1235–1242.
- Madan, G.A., Madan, S.G., Madan, A.D. (2002). Failure of inferior alveolar nerve block: exploring the alternatives. *J Am Dent Assoc*, 133:843-6.
- Malamed, S. F. (2011). Is the mandibular nerve block passé? *J Am Dent Assoc*, 142(Suppl 3):3S–7.
- Malamed, S. F. (2012). Handbook of Local Anesthesia. *Maryland Heights: Mosby, 6th ed*, p. 157–253.
- Martínez-González, J.M., Benito-Peña, B., Fernández-Cáliz, F., San Hipólito-Marín, L., Peñarrocha-Diago, M. (2003). Estudio comparativo entre el bloqueo mandibular directo y la técnica de Akinosi. *Med Oral*, 8:143-9.

- Masuko, T. S., Rosenberg, B., De Francisco, M., Picosse, L. R. (1989). Supplementary innervation of lower teeth. Review of the literature. *Rev Faculdade Odontol FZL*, 1(1):55-62.
- McCartney, M., Reader, A., Beck, M. (2007). Injection pain of the inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 104:571-5.
- Mizbah, K., Gerlach, N., Maal, T. J., Bergé, S. J., Meijer, G. J. (2012). The clinical relevance of bifid and trifold mandibular canals. *Oral Maxillofac Surg*, 16:147-51.
- Moiseiwitsch, J. R. D. (1998). Position of the mental foramen in a North American, white population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 85(4):457-60.
- Motamedi, H. K., Navi, F., Sarabi, N. (2015). Bifid Mandibular Canals: Prevalence and Implications. *J Oral Maxillofac Surg*, 73:387-390, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2014.09.011>.
- Myers, J. W. (1998) Demonstration of a possible source of error with an electric pulp tester. *J Endod*, 24(3):199-200.
- Naitoh, M., Hiraiwa, Y., Aimiya, H., Ariji, E. (2009). Observation of bifid mandibular canal using cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 24:155-9.
- Naitoh, M., Nakahara, K., Suenaga, Y., Gotoh, K., Kondo, S., Ariji, E. (2010). Comparison between cone-beam and multislice computed tomography depicting mandibular neurovascular canal structures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 109:e25-e31.
- Nasseh, I., Aoun, G. (2016). Bifid mandibular canal: a rare or underestimated entity? *Clinics and Practice*, 6:881.
- Neves, F. S., Almeida, S. M., Bóscolo, F. N., Haiter-Neto, F., Alves, M.C., Rebello, I.C. (2012). Risk assessment of inferior alveolar neurovascular bundle by multidetector computed tomography in extractions of third molars. *Surg Radiol Anat*, 2012; 34: 619-24.
- Nevin, M. (1922). Important anatomical structures and landmarks in conduction anesthesia. *Dent Items Interest*, 44(2):122-142.
- Nortjé, C. J., Farmen, A.G., Grotepass, F. W. (1977). Variations in the normal anatomy of the inferior dental (mandibular) canal: a retrospective study of panoramic radiographs from 3612 routine dental patients. *Br J Oral Surg*, 15:55-63.
- Novitzky, J. (1938). Sensory nerves and anesthesia of the teeth and jaws. *Mod Dent*, 5(1):5-10.
- Nusstein, J. M., Reader, A., Drum, M. (2010). Local anesthesia strategies for the patient with a “hot” tooth. *Dent Clin North Am*, 54:237-47.
- Nusstein, J. M., Reader, A., Nist, R., Beck, M., Meyers, W. J. (1998). Anesthetic efficacy of the supplemental intraosseous injection of 2% lidocaine with 1:100,000 epinephrine in irreversible pulpitis. *J Endod*, 24:487-91.
- Ogle, O.E., Mahjoubi, G. (2012). Local anaesthesia: agents, techniques, and complications. *Dent Clin N Am*, 56(1):133-48.
- Orhan, K., Aksoy, S., Bilecenoglu, B., Sakul, B. U., Paksoy, C. S. (2011). Evaluation of bifid mandibular canals with cone-beam computed tomography in a Turkish adult population: a retrospective study. *Surg Radiol Anat*, 33(6):501-7.
- Peters, D. D., Baumgartner, J. C., Lorton, L. (1994). Adult pulpal diagnosis. I. Evaluation of the positive and negative responses to cold and electrical pulp tests. *J Endod*, 20(10):506-511.
- Rogers, B.S., Botero, T.M., McDonald, M.J., Gardner, R.J., Peters, M.C. (2014). Efficacy of articaine versus lidocaine as a supplemental buccal infiltration in mandibular molars with irreversible pulpitis: A prospective, randomized, double-blind study. *J Endod*, 40:753-758.
- Rouas, P., Nancy, J., Bar, D. (2007). Identification of double mandibular canals: literature review and three case reports with CT scans and cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol*, 36: 34-8, doi:10.1259/dmfr/27374727.

- Sampaio, R.M., Carnaval, T.G., Lanfredi, C.B., Horliana, A.C., Rocha, R.G., Tortamano, I.P. (2012). Comparison of the anesthetic efficacy between bupivacaine and lidocaine in patients with irreversible pulpitis of mandibular molar. *J Endod*, 38:594-597.
- Sanchis, J. M., Peñarrocha, M., Soler, F. (2003). Bifid mandibular canal. *J Oral Maxillofac Surg*, 61:422-4.
- Schilling, L. J., Schilling, Q. A., San Pedro, V. J. (2010). Mandibular canal duplication prevalence, digital panoramic radiography analysis. *Int J Odontostomat*, 4:207-213.
- Shoja, M. M., Oyesiku, N., Griessenauer, C.J. (2014). Anastomoses between lower cranial and upper cervical nerves: a comprehensive review with potential significance during skull base and neck operations, part I: trigeminal, facial, and vestibulocochlear nerves. *Clin Anat.*, 27(1):118-130, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/ca.22340>.
- Sicher, H. (1950). Aspects in the applied anatomy of local anesthesia. *Int Dent J*, 1(1):70-82.
- Sood, R., Hans, M. K., Shetty, S. (2014). Comparison of anesthetic efficacy of 4% articaine with 1:100,000 epinephrine and 2% lidocaine with 1:80,000 epinephrine for inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis. *J Clin Exp Dent*, 6:e520-3.
- Tortamano, I.P., Siviero, M., Costa, C.G., Buscariolo, I.A., Armonia, P.L. (2009). A comparison of the anesthetic efficacy of articaine and lidocaine in patients with irreversible pulpitis. *J Endod*, 35:165-168.
- Uzbelger, F. D., Bitner D, Axx, K.T., Chattopadhyay, A. (2007). Effectiveness of supplemental cervical plexus anesthetic technique for achieving anesthesia in mandibular molars with irreversible pulpitis. *J Endocrinol*, 33(3):345.
- Vazirani, S. J. (1960). Closed mouth mandibular nerve block: a new technique. *Dent Dig*, 66:10-3.
- Visconti, R.P., Tortamano, I.P., Buscariolo, I.A. (2016). Comparison of the Anesthetic Efficacy of Mepivacaine and Lidocaine in Patients with Irreversible Pulpitis: A Double-blind Randomized Clinical Trial. *J Endod*, 42:1314-1319.
- Webster, S., Drum, M., Reader, A., Fowler, S., Nusstein, J., Beck, M. (2016). How Effective Is Supplemental Intra-septal Anesthesia in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis? *J Endod*, 42:1453-1457.
- Yadav, S. (2015). Anesthetic success of supplemental infiltration in mandibular molars with irreversible pulpitis: A systematic review. *J Conserv Dent*, 18(3):182-186.
- Zografos, J., Kolokoudias, M., Papadakis, E. (1990). The types of mandibular canal. *Hell Period Stomat Gnathopathoprosopike Cheir*, 5:17-20.