

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CIRÚRGICAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FÁBIO PIRES SANTOS

AValiação por tomografia computadorizada da correspondência
entre a eminência arqueada e o canal semicircular superior

PORTO ALEGRE

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CIRÚRGICAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FÁBIO PIRES SANTOS

AValiação por tomografia computadorizada da correspondência
entre a eminência arqueada e o canal semicircular superior

Orientador: Gustavo Rassier Isolan

PORTO ALEGRE

2017

CIP - Catalogação na Publicação

Pires Santos, Fábio
AVALIAÇÃO POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DA
CORRESPONDÊNCIA ENTRE A EMINÊNCIA ARQUEADA E O CANAL
SEMICIRCULAR SUPERIOR / Fábio Pires Santos. -- 2017.
47 f.

Orientador: Gustavo Rassier Isolan.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa
de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas,
Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Acesso à fossa média. 2. Eminência Arqueada. 3.
Anatomia da base do crânio. I. Rassier Isolan,
Gustavo, orient. II. Título.

Aos meus queridos pais, Mario e Joice, por todo amor investido na minha educação e o permanente e incansável esforço para a minha evolução como cidadão e profissional.

À minha irmã, Vivian, pelo estímulo e generosidade.

À minha esposa, Claire, pelo amor e dedicação assim como pelo apoio e compreensão nos meus períodos de ausência e distância.

Ao meu filho, Antônio, que nasceu durante esta jornada e que completa minha vida com mais felicidade.

Ao meu segundo filho, Vicente, que antes de nascer enche nossas vidas com ainda mais amor e felicidade.

AGRADECIMENTOS

- Ao meu orientador, Prof. **Dr. Gustavo Rassier Isolan**, pelo incentivo e oportunidade de realizar mais esta etapa em minha formação profissional.
- À colega Radiologista, **Dra. Maria Gabriela Longo**, pelo tempo despendido e o importante apoio na realização das análises tomográficas.
- Ao acadêmico **Guilherme Girardi May**, pela participação na coleta e armazenamento dos dados.
- Ao **Dr. Aldo Cassol Stamm** e todos os preceptores do Centro de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia do Hospital Edmundo Vasconcelos – São Paulo – pelo conhecimento generosamente a mim transmitido durante a Residência Médica em Otorrinolaringologia e pelo estímulo à busca pela excelência profissional.
- Ao **Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina** pela oportunidade de aprofundar meus conhecimentos na área de Otologia e Cirurgia Otológica.
- Ao **Serviço de Radiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre**, pela cedência da área física e arsenal tecnológico, além do banco de pacientes, todos indispensáveis para a realização desta pesquisa.
- Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Cirúrgicas**, pela oportunidade de formação acadêmica e evolução no exercício da atividade docente.

RESUMO

O objetivo deste estudo é avaliar a correspondência anatômica entre a eminência arqueada e o canal semicircular superior na superfície da fossa craniana média. Este estudo transversal descritivo foi realizado em um hospital terciário. Setenta e cinco pacientes consecutivos (150 lados), submetidos à tomografia computadorizada de alta resolução dos ossos temporais, foram analisados por dois autores. Para cada exame, a relação anatômica entre a eminência arqueada e o canal semicircular superior foi classificada como coincidente ou não coincidente. Distâncias entre os parâmetros anatômicos de maior utilidade na cirurgia da fossa média e prevalência de deiscência do canal semicircular superior também foram estudadas. A eminência arqueada foi coincidente com o canal semicircular superior em apenas 31.3% dos casos. Não foi possível identificar a eminência arqueada em 33 exames (22.0%). Deiscência do canal semicircular superior foi encontrada em cinco casos (3.3%). Poucos milímetros separaram a cóclea do canal semicircular superior. As medidas secundárias foram caracterizadas por ampla variabilidade. A eminência arqueada não se sobrepõe sistematicamente ao canal semicircular superior e não deve ser usada rotineiramente como uma referência para a localização dessa estrutura.

Palavras-chave: Eminência arqueada. Canal semicircular superior. Anatomia da fossa média. Acesso à fossa média. Osso temporal. Cirurgia.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the anatomical coincidence between the arcuate eminence and the superior semicircular canal at the middle cranial fossa surface. This cross-sectional descriptive study was performed at a tertiary hospital. Seventy-five consecutive patients (150 sides) who underwent bilateral high-resolution temporal bone computed tomography scans were analyzed by two authors. In each scan, the anatomical relationship between the arcuate eminence and the superior semicircular canal was classified as coincident or non-coincident. Distances between the most applicable anatomical landmarks for middle cranial fossa surgery and the prevalence of superior semicircular canal dehiscence were also studied. The arcuate eminence matched the semicircular canal in only 31.3% of cases. It was impossible to identify the arcuate eminence in 33 scans (22.0%). Semicircular canal dehiscence was found in 5 cases (3.3%). A few millimeters separated the cochlea from SSC; secondary measurements were characterized by broad variability. The arcuate eminence does not systematically overlie the superior semicircular canal and should not be routinely used as a reference for reaching this structure in the context of middle fossa surgery.

Key-words: Arcuate eminence. Superior semicircular canal. Middle fossa anatomy. Middle fossa approach. Temporal bone. Surgery.

LISTA DE FIGURAS

<p>Figura 1: Vista superior da base do crânio e principais elementos anatômicos: 1 fossa anterior; 2 fossa média; 3 fossa posterior; 4 projeção do osso petroso (seta); 5 porção escamosa do OT; 6 tegmen mastoideo; 7 impressão do seio sigmoide; 8 ápice petroso; 9 impressão trigeminal (cavo de Meckel); 10 região do forame lácero; 11 forame oval; 12 forame espinhoso; 13 processo clinóide anterior; 14 processo clinóide posterior; 15 asa maior do esfenóide; 16 osso esfenóide e sela túrcica; 17 forame redondo; 18 impressão do nervo petroso maior; 19 eminência arqueada; 20 região do conduto auditivo interno; 21 sutura petroesfenoidal; 22 osso occipital; 23 forame magno; 24 clívis.....</p>	11
<p>Figura 2: Visão superior das estruturas na profundidade da parte petrosa do osso temporal, como no acesso à FCM. Co: cóclea; CM: cabeça do martelo; CSS: canal semicircular superior; GG: gânglio geniculado; CAI: conduto auditivo interno, NPSM: nervo petroso superficial maior.....</p>	13
<p>Figura 3: Estruturas da superfície posterior da parte petrosa: Int. Ac. Meatus: meato acústico interno; Trans. Crest: crista transversa; Vert. Crest: crista vertical ou barra de Bill; Coch. Aqueduct: aqueduto coclear; Vest. Aqueduct: aqueduto vestibular; Sig. Sulcos: sulco do seio sigmoide.....</p>	14
<p>Figura 4: Identificação do CAI conforme descrito por House.</p>	15
<p>Figura 5: Identificação do CAI conforme descrito por Fisch.</p>	16
<p>Tabela 3: Distância em milímetros e ângulo (°) entre os parâmetros anatômicos na fossa craniana média.....</p>	32
<p>Figure 1: Illustration showing non-coincident (A) and coincident (B) cases. The superior semicircular canal (SSC) and arcuate eminence (AE) are marked (×) at their respective midpoints. The circle overlapping with the AE corresponds to the 5-mm drill bit. M1 and M2 indicate the distance separating the AE and SSC in the lateromedial and anteroposterior planes, respectively. If the drill bit included the SSC dome (B), the structures were considered as coincident (M1 and M2 < 2 mm).....</p>	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSS	canal semicircular superior
EA	eminência arqueada
et al.	e outros
FCM	fossa craniana média
GG	gânglio geniculado
CAI	conduto auditivo interno
mm	milímetros
NF	nervo facial
NPSM	nervo petroso superficial maior
OT	osso temporal
RNM	ressonância nuclear magnética
TC	tomografia computadorizada
°	grau
±	mais ou menos
%	porcento

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1 REVISÃO DA LITERATURA.....	11
1.1 Anatomia	11
1.2 Técnicas cirúrgicas para o acesso à fossa craniana média.....	15
1.3 Estudos sobre a relação anatômica entre a eminência arqueada e o canal semicircular superior	17
1.4 Comentários	21
1.5 Referências da revisão.....	22
2 OBJETIVOS	25
2.1 Objetivo geral.....	25
2.2 Objetivos específicos.....	25
3 ARTIGO EM LÍNGUA PORTUGUESA.....	26
4 ARTIGO EM INGLÊS	37

INTRODUÇÃO

O acesso ao conduto auditivo interno (CAI) através da fossa craniana média (FCM) foi inicialmente descrito em 1904⁽¹⁾ para o tratamento de um caso de vertigem e zumbido através da secção do nervo vestibulococlear.

Devido às dificuldades técnicas, esta abordagem permaneceu pouco difundida até o início dos anos 1960, quando foi aprimorada e popularizada por House⁽²⁾. Com a introdução de conceitos revolucionários como o uso do microscópio cirúrgico, irrigação contínua e o uso de brocas de diamante, o autor demonstrou que o CAI poderia ser acessado por via transtemporal sem resultar em prejuízo às estruturas nervosas e ao labirinto membranoso.

Desde então, a técnica é utilizada para o tratamento de diversas condições envolvendo o osso temporal (OT) e estruturas adjacentes, tais como ressecção de schwannomas vestibulares, neurectomia vestibular, descompressão, enxertos e tumores do nervo facial (NF), tratamento de meningoceles e doenças da articulação temporomandibular, implantes cocleares, reparo de deiscências do canal semicircular superior, abordagem de lesões inflamatórias e neoplásicas do ápice petroso e junção petroclival⁽³⁻⁹⁾.

O OT é a estrutura óssea mais complexa do corpo humano⁽¹⁰⁾. No interior de sua porção petrosa estão abrigadas diversas estruturas neurovasculares de maior relevância, como o labirinto, NF e a artéria carótida interna (ACI), que se encontram expostas a lesões iatrogênicas durante a dissecação e exposição do CAI, especialmente em sua porção mais lateral^(10, 11).

Diferentes acessos cirúrgicos foram propostos com a finalidade de abordar com segurança o CAI e outras estruturas do osso petroso e, conseqüentemente, garantir a preservação da audição e da função do NF em uma proporção significativa dos pacientes^(2, 12-15). As técnicas baseiam-se na identificação de parâmetros anatômicos, como a

cabeça do martelo, o nervo petroso superficial maior (NPSM) e o gânglio geniculado (GG), eminência arqueada (EA) e canal semicircular superior (CSS) e posterior reconhecimento e exposição do CAI^(2, 12-14).

A posição anatômica constante na profundidade do OT torna o CSS uma referência cirúrgica bastante confiável para a localização do CAI. Porém, sua identificação pode ser complexa e desafiadora até mesmo para cirurgiões mais experientes diante da superfície plana e pobre em referências anatômicas do assoalho da FCM^(11, 16, 17).

A EA tem sido tradicionalmente descrita como uma proeminência óssea resultante da protrusão do CSS no assoalho da FCM. Essa presumível correspondência topográfica tem sustentado sua utilização como uma referência para o reconhecimento do CSS na profundidade do OT^(10, 13).

Estudos demonstram uma fraca relação topográfica entre a posição da EA e do CSS, questionando sua acurácia e confiabilidade nas abordagens à fossa média⁽¹⁸⁻²³⁾.

No entanto, pesquisas envolvendo TC são escassas e utilizam pequenas amostras, metodologia variada e desfechos discordantes. Ainda, a falta de consenso pode ser verificada nas edições mais atuais de importantes livros texto de neurocirurgia e otorrinolaringologia, que descrevem a EA como um importante parâmetro anatômico^(24, 25).

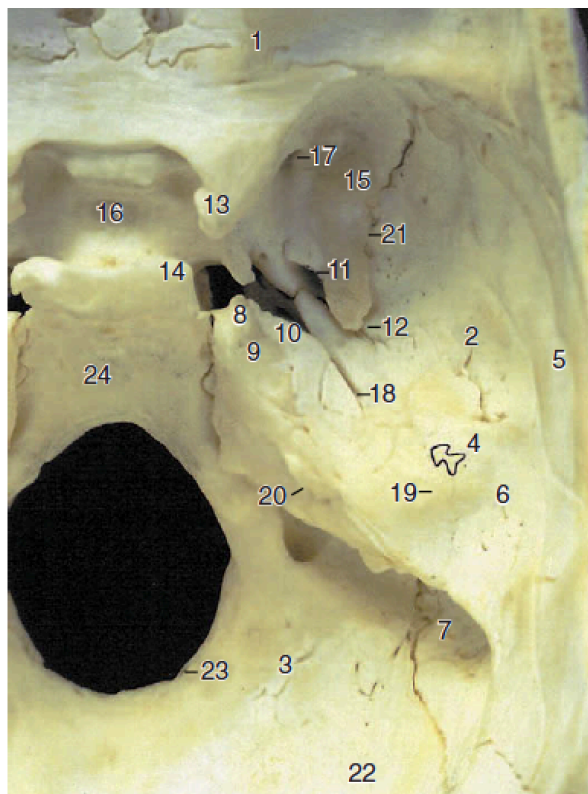
Este estudo tem como propósito avaliar por meio de TC a relação anatômica entre a EA e o CSS. Ainda, foram estudadas a prevalência de deiscência do CSS e as distâncias entre algumas das estruturas anatômicas mais relevantes para o acesso à FCM.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Anatomia

O osso temporal apresenta uma localização central e estratégica na base do crânio, formando uma série de suturas e forames pelos quais transitam estruturas neurovasculares complexas e de vital importância, tais como a ACI, seio sigmoide e nervos cranianos (Figura 1)⁽²⁶⁾.

Figura 1: Vista superior da base do crânio e principais elementos anatômicos: 1 fossa anterior; 2 fossa média; 3 fossa posterior; 4 projeção do osso petroso (seta); 5 porção escamosa do OT; 6 tegmen mastoideo; 7 impressão do seio sigmoide; 8 ápice petroso; 9 impressão trigeminal (cavo de Meckel); 10 região do forame lácer; 11 forame oval; 12 forame espinhoso; 13 processo clinoide anterior; 14 processo clinoide posterior; 15 asa maior do esfenóide; 16 osso esfenóide e sela túrcica; 17 forame redondo; 18 impressão do nervo petroso maior; 19 eminência arqueada; 20 região do conduto auditivo interno; 21 sutura petroesfenoidal; 22 osso occipital; 23 forame magno; 24 clívis.



Fonte: Cruz OLM. Surgical anatomy of the lateral skull base. In: Flint PW, Haughey BH, Lund VJ et al., editors. Cummings Otolaryngology - Head and Neck Surgery. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2010. p. 2.434-41. cap. 173.

Embriologicamente, consiste em quatro partes distintas: escamosa, mastoidea, timpânica e petrosa. Uma quinta parte – estiloide – é considerada por alguns autores.⁽¹⁰⁾

A porção **escamosa** compõe parte da lateral do crânio e contribui para o arco zigomático, importante parâmetro anatômico – juntamente com a linha temporal – para a identificação do assoalho da FCM. Constitui o teto ósseo da fossa glenoide e abriga em sua superfície medial o sulco da artéria meníngea média ^(10, 26).

A **mastoide** é uma projeção óssea de forma aproximadamente triangular localizada inferior e posteriormente no OT. Trata-se de uma estrutura trabeculada e pneumatizada na qual se inserem os músculos esternocleidomastoideo e digástrico. A inserção do ventre posterior do músculo digástrico na região medial da ponta da mastoide serve como uma referência para o forame estilomastoideo e a porção mastoidea do NF^(10, 26).

A porção **timpânica** do osso temporal forma as paredes anterior, inferior e parte da parede posterior do conduto auditivo externo (CAE), assim como as paredes anterior e assoalho da orelha média. Anteriormente ao CAE ósseo encontra-se a cavidade glenoide⁽²⁶⁾.

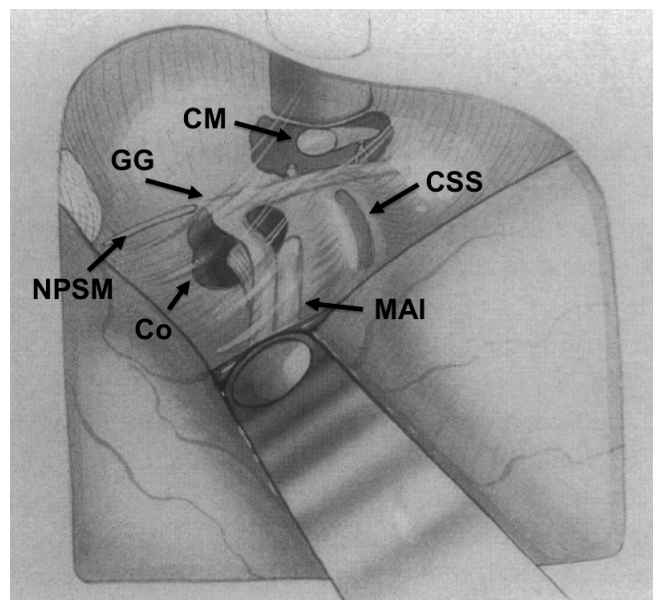
O **processo estiloide** projeta-se inferiormente e serve de inserção para vários músculos. O forame estilomastoideo – porção terminal do canal do NF – encontra-se entre os processos estiloide e mastoideo⁽¹⁰⁾.

A parte **petrosa** é sua porção mais medial e complexa, tendo a configuração de uma pirâmide de três lados com a base lateral e o ápice direcionado anteromedialmente em direção ao centro do crânio (Figura 1).

A **superfície anterior** consiste na maior parte do assoalho da FCM e apresenta elementos anatômicos importantes para as cirurgias dessa região. Contém a cóclea, vestíbulo e canais semicirculares, além dos canais do NF e carotídeo. Medial e anteriormente – no ápice petroso – encontra-se o forame lácero, por onde a porção terminal da ACI horizontal emerge do OT em direção ao seio cavernoso. Ainda, essa região apresenta uma depressão óssea

chamada impressão trigeminal (cavo de Meckel), que abriga o gânglio trigeminal (gânglio de Gasser). Lateral à impressão trigeminal, existe uma discreta depressão que forma uma parte do teto do CAI e é limitada lateralmente pela EA, uma protuberância óssea na superfície da FCM. Ainda lateral e anteriormente à impressão trigeminal, a terceira divisão do nervo trigêmeo (V3) atravessa o forame oval para a fossa infratemporal. A artéria meníngea média entra na FCM lateral e posteriormente ao forame redondo através do forame espinhoso. O NPSM encontra-se medial à artéria meníngea média e tem sua origem no gânglio geniculado. A cóclea encontra-se no ângulo entre o segmento labiríntico do NF e o NPSM, medial ao GG e anterior ao fundo do CAI. A porção mais lateral da superfície anterior corresponde aos tegmens timpânico e mastoídeo (Figuras 1 e 2) (3, 10, 12, 26-31).

Figura 2: Visão superior das estruturas na profundidade da parte petrosa do osso temporal, como no acesso à FCM. Co: cóclea; CM: cabeça do martelo; CSS: canal semicircular superior; GG: gânglio geniculado; CAI: conduto auditivo interno, NPSM: nervo petroso superficial maior.

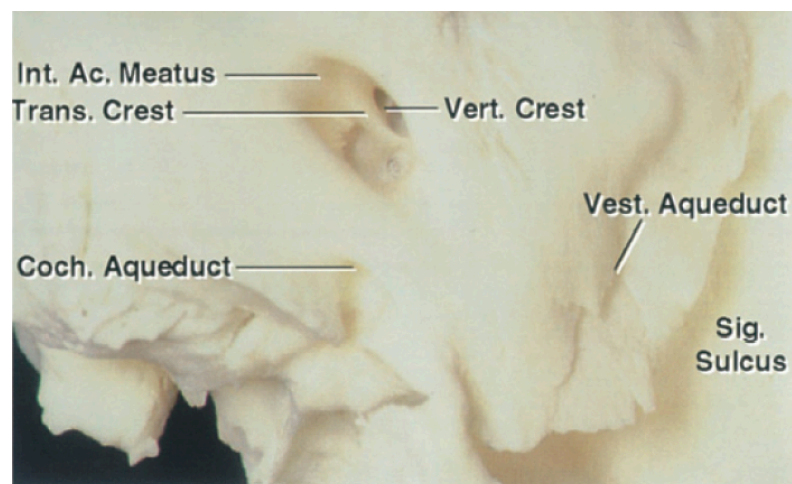


Fonte: adaptado de Jackler RK, Gladstone HB. Locating the Internal Auditory Canal during the Middle Fossa Approach: An Alternative Technique. Skull Base Surg. 1995;5:63-7.

A **superfície posterior** do osso petroso forma o limite anterior da fossa craniana posterior. Sua estrutura mais importante é o *Porus acusticus*, que representa o limite medial do CAI. No interior do CAI são encontrados os nervos facial (NC VII), intermédio (de

Wrisberg) e vestibulococlear (NC VIII). Em sua porção mais lateral – fundo do CAI – é dividido em quatro compartimentos. A crista transversa – horizontal – divide-o em compartimentos inferior e superior. A crista vertical ou barra de Bill divide o compartimento superior em anterior e posterior. No compartimento posterior transitam os nervos vestibulares superior e inferior. Os nervos facial e coclear ocupam as partes superior e inferior do compartimento anterior, respectivamente. Sulcos resultantes dos trajetos dos seios sigmoide e petrosos superior e inferior são visualizados nesta superfície (Figura 3) ^(10, 32).

Figura 3: Estruturas da superfície posterior da parte petrosa: Int. Ac. Meatus: meato acústico interno; Trans. Crest: crista transversa; Vert. Crest: crista vertical ou barra de Bill; Coch. Aqueduct: aqueduto coclear; Vest. Aqueduct: aqueduto vestibular; Sig. Sulcos: sulco do seio sigmoide.



Fonte: AL R. Anatomy and surgical approaches of the temporal bone and adjacent areas. Neurosurgery. 2007; 61:1-250.

A **superfície inferior** serve de inserção para vários músculos e por isso apresenta configuração irregular. Os forames jugular e o forame inferior do canal carotídeo encontram-se intimamente relacionados à esta superfície, assim como a abertura externa do aqueduto coclear⁽²⁶⁾.

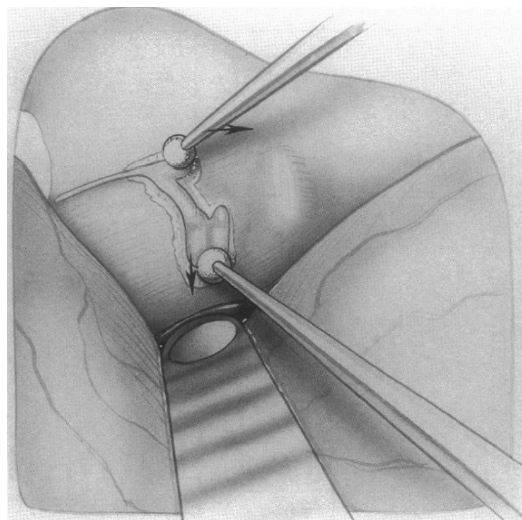
1.2 Técnicas cirúrgicas para o acesso à fossa craniana média

Um amplo conhecimento das variações anatômicas e das diferentes técnicas é indispensável para a identificação e preservação das estruturas neurovasculares durante a cirurgia da FCM, sobretudo para a manutenção da audição e da função do nervo facial^(16, 30, 33).

Diversos acessos cirúrgicos foram descritos para a abordagem ao CAI após craniotomia, elevação da dura-máter e consequente exposição da superfície da FCM e seus marcos anatômicos^(2, 12-14, 27, 29, 34, 35). Parâmetros anatômicos distintos são utilizados por diferentes autores.

House^(2, 36) descreveu, em 1961, uma técnica que segue o nervo petroso superficial maior e o hiato do facial até chegar no gânglio geniculado e posteriormente no segmento labiríntico no nervo facial. A partir desse ponto a barra de Bill e o nervo vestibular superior são identificados e o CAI é dissecado do sentido lateral para medial em direção ao *Porus acusticus*. Neste caso, a abertura do CAI é iniciada pela região do segmento labiríntico do nervo facial, que é a mais estreita (Figura 4).

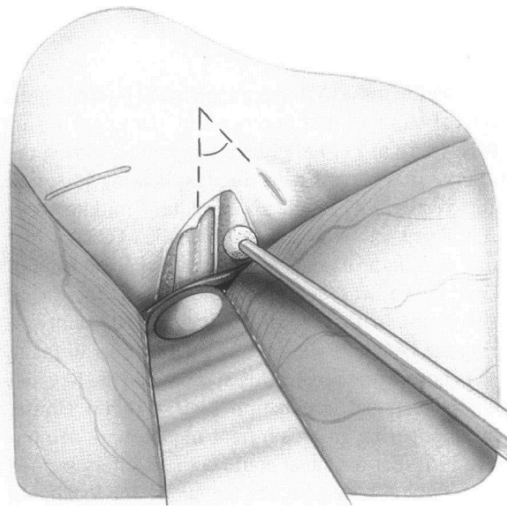
Figura 4: Identificação do CAI conforme descrito por House.



Fonte: Jackler RK, Gladstone HB. Locating the Internal Auditory Canal during the Middle Fossa Approach: An Alternative Technique. *Skull Base Surg.* 1995;5:63-7.

Descrita em 1970, a técnica de Fisch^(13, 37) consiste na exposição da luz do CSS (linha azul) através do broqueamento da EA, que segundo o autor, corresponde à localização do CSS. O eixo do CAI encontra-se em uma linha imaginária localizada anteromedialmente a 60° do eixo do CSS. O broqueamento deve iniciar no limite medial deste ângulo (Figura 5).

Figura 5: Identificação do CAI conforme descrito por Fisch.



Fonte: Jackler RK, Gladstone HB. Locating the Internal Auditory Canal during the Middle Fossa Approach: An Alternative Technique. *Skull Base Surg.* 1995;5:63-7.

No ano de 1980, Garcia-Ibañez e Garcia-Ibañez⁽¹⁴⁾ propuseram a utilização da bissetriz (semi-reta que possui origem no vértice de um ângulo, dividindo-o em dois ângulos iguais) do ângulo constante de 120° formado entre o NPSM e o CSS, com o objetivo de atingir o CAI. Inicia-se o broqueamento na porção mais medial da crista petrosa, seguindo em direção ao fundo do CAI.

Catalano e Eden⁽¹²⁾ propuseram uma técnica que utiliza referências externas para a localização das estruturas da FCM. A localização da cabeça do martelo e do CAI pode ser determinada por um plano de referência externo que passa na escama do OT, na altura do arco zigomático. Os autores descreveram a distância média entre o zigoma e a cabeça do martelo como 18 mm e a distância entre a cabeça do martelo e a barra de Bill como 7,6 mm.

As vantagens e desvantagens das principais técnicas estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1: Vantagens e desvantagens das principais abordagens ao CAI

Técnica cirúrgica	Vantagens	Desvantagens
House (2)	<ul style="list-style-type: none"> • O nervo petroso superficial maior é um parâmetro constante • O gânglio geniculado e a porção labiríntica do nervo facial são identificados precocemente, assim como o fundo do CAI 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior risco de lesão do nervo facial (broqueamento, isquemia) • Risco de lesão à cóclea e à extremidade ampular do CSS • Sangramento do plexo venoso no forame espinhoso
Fisch (13, 37)	<ul style="list-style-type: none"> • Evita dissecação retrógrada do nervo facial na porção mais estreita do CAI 	<ul style="list-style-type: none"> • Risco de abertura inadvertida do CSS • Broqueamento da EA é feito às cegas e células aéreas que cobrem o CSS podem ser consideradas como a luz do CSS
Garcia-Ibañez (14)	<ul style="list-style-type: none"> • Evita dissecação do gânglio geniculado e CSS por iniciar a dissecação do CAI medialmente 	<ul style="list-style-type: none"> • Risco de lesão no caso de bulbo da jugular alto • Exposição limitada do fundo do CAI
Catalano (12)	<ul style="list-style-type: none"> • O uso de parâmetros anatômicos externos diminui o risco de dano ao CSS, nervo facial, cóclea 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior risco de fistula liquórica e meningite pós-operatória • Risco de perda auditiva devido à abertura e posterior fechamento do tégmen timpânico

1.3 Estudos sobre a relação anatômica entre a eminência arqueada e o canal semicircular superior

A relação anatômica entre a EA e o CSS tem sido avaliada por vários autores (Tabela 2).

No ano de 1985, Kartush, Kemink e Graham⁽³⁸⁾ publicaram o primeiro estudo que avaliou a relação entre a EA e o CSS na superfície da FCM. Após dissecarem 60 ossos temporais de adultos, não foi possível identificar a EA em 15% dos pacientes. Apesar de não serem definidos como coincidentes, nos 51 casos (85%) em que a EA era evidente a borda lateral do CSS estava localizada exatamente abaixo da porção lateral da EA em 50/60 ossos temporais (83%). No entanto, a porção medial da EA estava frequentemente rodada posteriormente em relação à borda medial do CSS, o que levaria à impressão errônea de que o CSS estaria em uma situação mais posterior. A distância entre as bordas mediais da EA e do

CSS foi menor do que 2 mm em aproximadamente 50% dos casos. Os outros casos dividiram-se entre 2 mm e 4 mm (28%) e maiores do que 4 mm (25%).

Tsunoda, Kimura, Sumi, Komatsuzaki e Sato (22), estudaram a superfície de 26 ossos temporais de japoneses e, após dissecação, classificaram suas protuberância como: (1) plana, sem proeminência, (2) eminência única, arciforme e (3) dupla ou complexa. Ainda, a superfície inferior do cérebro foi comparada com a superfície da FCM. Foram considerados coincidentes os casos em que a protuberância apresentava a mesma direção do CSS e estivesse a menos de 5 mm do seu ponto central. Protuberâncias (EA) foram identificadas em 92,8% dos casos, enquanto que em 7,8% (dois casos) a superfície era plana. Os autores descreveram coincidência entre EA e CSS em três casos (11,5%), enquanto que nos casos restantes, foi sugerido que as protuberâncias ósseas no assoalho da fossa média seriam resultado do desenvolvimento do lobo temporal – mais precisamente do sulco occipitotemporal – sobre a superfície óssea da base do crânio.

No ano seguinte, Tsunoda⁽²³⁾ estudou 42 ossos temporais de indivíduos caucasianos por meio de dissecação. A distância entre o CSS e a FCM foram incluídas nesse estudo. Não foram identificadas eminências em 19% dos casos. Concordância entre EA e CSS foi reconhecida em sete espécimes (17%), porém muitos dos CSS não formavam uma protrusão óbvia na superfície do OT. Por outro lado, as eminências correspondiam aos sulcos do lobo temporal. Devido à ampla variação na distância entre o CSS e a superfície da FCM (0 mm a 25 mm, com espessura média de $1,2 \text{ mm} \pm 0,6 \text{ mm}$), o autor concluiu que o CSS isoladamente não influencia a conformação dessa estrutura.

Tabela 2: Estudos sobre a relação da EA e CSS e prevalências

Autor/Ano	País	N	Método	EA ausente (%)	EA = CSS (%)
Kartush (1985)	EUA	60	Dissecção	15	83
Tsunoda (2000)	Japão	26	Dissecção	7,8	11,5
Tsunoda (2001)	Inglaterra	42	Dissecção	19	17
Sennaroglu (2003)	EUA	10	Dissecção/TC	30	NA
Faure (2003)	França	100	TC	15	37
Bulsara (2006)	EUA	22	TC	0	NA
Maina (2007)	EUA/Itália	18	Dissecção	0	27,7
Djalilian (2007)	EUA	98	TC	0	20,4
Seo (2007)	Japão	52	TC	17	17
Pons (2009)	França	10	Dissecção/TC	0	100%

Nota: CSS: canal semicircular superior; EA: eminência arqueada; N: amostra (lados); TC: tomografia computadorizada; NA: não se aplica.

Outro estudo⁽¹¹⁾ que avaliou dez ossos temporais por TC e posterior dissecção anatômica, mostrou que a EA estava presente em 70% dos casos. Apesar de ser relatado que em um caso a EA estava quase paralela à transição da face anterior e inferior do OT, a pesquisa não revela em que parcela dos pacientes a EA relacionava-se diretamente ao CSS. Em relação às distâncias entre as estruturas mais relevantes da FCM, houve uma boa concordância entre a TC e medidas realizadas em cadáveres.

Faure et al.⁽¹⁹⁾ avaliou cem exames de pacientes com doenças otológicas em TC de ossos temporais e em ressonância nuclear magnética (RNM). Foi observada concordância entre a EA e o CSS em 37 casos. Desse total, em 23 exames, a EA correspondeu exata e unicamente ao CSS, uma vez que não havia osso pneumatizado entre as estruturas. Nos outros 14 casos, o relevo na superfície da FCM não pode ser explicado pelo CSS, uma vez que entre o ápice dessa estrutura e a EA havia osso pneumatizado. EA não foi identificada em 15% dos exames. Devido à heterogeneidade dos achados, apenas cinco casos foram submetidos ao exame de RNM. Não foi possível afirmar uma relação óbvia entre a EA e as estruturas encefálicas.

Em uma pesquisa em que estudou 11 pacientes (22 ossos temporais) em TC, Bulsara, Leveque, Gray, Fukushima, Friedman, Villavicencio et al.⁽³⁹⁾ reportaram uma distância média

de 5,7 mm entre os ápices do CSS e da EA. A distância máxima entre as duas estruturas foi de 10,4 mm. Em todos os casos foi possível identificar a EA. O CSS foi encontrado sempre em posição anterior, medial e inferior à EA. Apesar de não especificar em que parcela dos casos a EA e o CSS eram concordantes, os autores concluíram que a EA não é um parâmetro consistente e confiável para a identificação precisa do CSS.

Em 2007, Djalilian, Thakkar, Hamidi, Benson e Mafee⁽¹⁸⁾ publicaram um estudo no qual foram avaliados 98 pacientes por meio de TC de ossos temporais com cortes de 1,25 mm. Com o objetivo de evitar erros e vieses, as medidas foram realizadas por dois profissionais. Além de outras medidas relevantes no acesso à FCM, estudou-se a concordância entre a EA e o CSS. Houve relação direta entre estas estruturas em 20 casos (20,4%). Nos outros 78 ossos temporais, a EA estava lateral e posterior ao CSS em uma média de 4,2 mm e 6,3 mm, respectivamente.

No mesmo ano, Maina, Ducati e Lanzino⁽²⁰⁾ estudaram 18 cadáveres por dissecação anatômica e verificaram que em 5/18 (27,7%) não houve correspondência entre EA e CSS.

Seo, Ito, Sasaki, Nakagawara e Nakamura (21) avaliaram as imagens de TC de 52 ossos temporais de pacientes com cirurgia programada devido à neoplasia. Em 9/52 casos (17%), a EA não pôde ser visualizada. Nos casos em que foi possível identificar a EA, em 9 pacientes (17%) ela correspondia ao CSS, em 25 (48%) estava lateral ao CSS e em 6 (11%) foi encontrada em posição medial ao CSS. Nos 3 casos restantes (6%), a EA cruzou o CSS transversalmente.

Pons e Lombard (40) realizaram um estudo em que foram avaliados dez ossos temporais radiologicamente (inclusive com neuronavegação) e por meio de dissecação, em 2009. Após dissecação, pôde-se identificar o CSS exatamente abaixo da EA em 100% dos casos e concluiu-se que essa é uma referência excelente e confiável nos acessos à fossa média.

O formato da EA e sua relação com giros e sulcos cerebrais foram estudados por Rao e Balasubramanyam⁽⁴¹⁾ em 116 cadáveres. A EA apresentou configuração linear em 55/116 (47%), globular em 32/116 (27,5%) e plana em 12/116 (10%) dos casos. Os autores afirmam que seria lógico que a EA apresentasse alguma uniformidade no seu formato no caso de ter sua origem devido à protrusão do CSS. Acabam concluindo que a variedade de configurações observadas na pesquisa exclui o conceito de que a EA resulte do CSS.

1.4 Comentários

A EA tem sido descrita como um parâmetro anatômico importante nos acessos cirúrgicos à FCM devido à sua suposta relação de coincidência com o CSS na superfície anterior da porção petrosa do osso temporal.

Diversos estudos tem avaliado a relação anatômica de correspondência ou não entre a EA e o CSS. Entre os estudos podem ser observados diferentes tamanhos de amostra, metodologia e resultados. Apenas um estudo relatou medidas realizadas independentemente por dois profissionais. A espessura dos cortes de TC foram variadas, podendo chegar a 1,25 mm. Em relação às medidas, o reconhecimento inicial da posição do CSS seguido da identificação da EA – de maneira contrária ao executado na técnica cirúrgica – pode ter influenciado os resultados de alguns estudos.

A EA encontra-se presente em 70 a 100% dos casos. Uma ampla variação pode ser observada no que diz respeito à coincidência anatômica entre a EA e o CCS. Resultados obtidos através de estudos realizados com TC variam de 17 a 100%.

Resultados discordantes ilustram a falta de consenso a respeito da relação de causa e efeito entre o CSS e a EA e da confiabilidade da relação anatômica entre estas estruturas na abordagem à FCM.

1.5 Referências da revisão

1. Parry R. H. A case of tinnitus and vertigo treated by division of the auditory nerve. *J Laryngol Otol.* 1904;19:402-6.
2. House W. F. Surgical exposure of the internal auditory canal and its contents through the middle cranial fossa. *Laryngoscope.* 1961;71:1363-85.
3. Angeli S. Middle fossa approach: indications, technique, and results. *Otolaryngol Clin North Am.* 2012;45:417-38.
4. Bento R. F, Pirana S, Sweet R, Castillo A, Brito Neto RV. The role of the middle fossa approach in the management of traumatic facial paralysis. *Ear Nose Throat J.* 2004;83:817-23.
5. Bittencourt A. G, Tsuji RK, Tempestini JP, Jacomo AL, Bento RF, Brito R. Cochlear implantation through the middle cranial fossa: a novel approach to access the basal turn of the cochlea. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2013;79:158-62.
6. Brown N. E, Grundfast KM, Jabre A, Megerian CA, O'Malley BWJ, Rosenberg SI. Diagnosis and management of spontaneous cerebrospinal fluid-middle ear effusion and otorrhea. *Laryngoscope.* 2004;114:800-5.
7. Katsuta T.; Matsushima T.; Fukui M.; Rhoton A. L. The architecture of the arcuate eminence-a microanatomical study and its application to the transpetrosal approach. *Skull Base.* 2001;11:165-8.
8. Peterson E. C.; Lazar D. A, Nemecek A. N.; Duckert L.; Rostomily R. Superior semicircular canal dehiscence syndrome: Successful treatment with repair of the middle fossa floor: technical case report. *Neurosurgery.* 2008;63:E1207-8. Discussion E1208.
9. Roland P. S.; Marple B. F. The middle cranial fossa approach in managing lesions of the temporomandibular joint. *Skull Base Surg.* 1998;8:11-6.
10. Rhoton A. L. Anatomy and surgical approaches of the temporal bone and adjacent areas. *Neurosurgery.* 2007;61:1-250.
11. Sennaroglu L.; Slattery W. H. Petrous anatomy for middle fossa approach. *Laryngoscope.* 2003;113:332-42.
12. Catalano P. J.; Eden A. R. An external reference to identify the internal auditory canal in middle fossa surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1993;108:111-6.
13. Fisch U. Transtemporal surgery of the internal auditory canal. Report of 92 cases, technique, indications and results. *Adv Otorhinolaryngol.* 1970;17:203-40.
14. Garcia-Ibanez E.; Garcia-Ibanez. J. L. Middle fossa vestibular neurectomy: a report of 373 cases. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1980;88:486-90.
15. Monfared A.; Mudry A.; Jackler R. The history of middle cranial fossa approach to the cerebellopontine angle. *Otol Neurotol.* 2010;31:691-6.

16. Tanriover N.; Sanus G. Z.; Ulu M. O.; Tanriverdi T.; Akar Z.; Rubino P. A. et al. Middle fossa approach: microsurgical anatomy and surgical technique from the neurosurgical perspective. *Surg Neurol.* 2009;71:586-96; discussion 596.
17. Tsunoda A.; Komatsuzaki A.; Kobayashi M.; Suzuki Y. Three-dimensional image for the middle fossa approach and its anatomical considerations. *Laryngoscope.* 2001;111:1048-52.
18. Djalilian H. R.; Thakkar K. H.; Hamidi S.; Benson A. G.; Mafee M. F. A study of middle cranial fossa anatomy and anatomic variations. *Ear Nose Throat J.* 2007;86:474, 476-81.
19. Faure A.; Masse H.; Gayet-Delacroix M.; M. Khalfallah, P. Bordure, O. Hamel et al. What is the arcuate eminence? *Surg Radiol Anat.* 2003;25:99-104.
20. Maina R.; Ducati A.; Lanzino G. The middle cranial fossa: morphometric study and surgical considerations. *Skull Base.* 2007;17:395-403.
21. Seo Y.; Ito T.; Sasaki T.; Nakagawara J.; Nakamura H. Assessment of the anatomical relationship between the arcuate eminence and superior semicircular canal by computed tomography. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2007;47:335-9. Discussion 339.
22. Tsunoda A.; Kimura Y.; Sumi T.; Komatsuzaki A.; Sato T. The arcuate eminence is not a protrusion of the superior semi-circular canal but a trace of sulcus on the temporal lobe. *J Laryngol Otol.* 2000;114:339-44.
23. Tsunoda A. Arcuate eminence in Caucasian populations. *J Laryngol Otol.* 2001;115:9-13.
24. Johnson J. T.; Rosen C. A.; Bailey B. J. *Bailey's Head and Neck Surgery: Otolaryngology.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. p. 2.556-88.
25. Rhoton A. L. *Rhoton's Cranial Anatomy and Surgical Approaches.* Philadelphia: Wolters Kluwer; 2007. p. 643-98..
26. Cruz O. L. M. Surgical anatomy of the lateral skull base. In: Flint PW, Haughey BH, Lund VJ et al., editors. *Cummings Otolaryngology - Head and Neck Surgery.* Philadelphia: Elsevier Mosby; 2010. p. 2.434-41.
27. Cheng C. M.; Tang C. T.; Wang C. H.; Lin C. L. Localization of the internal auditory canal by identifying the intersection of the posterior border of the trigeminal ganglion and the superior petrosal sinus in cadavers. *J Clin Neurosci.* 2009;16:1604-7.
28. Flint P. W.; Haughey B. H.; Lund V. J. et al. *Cummings Otolaryngology - Head and Neck Surgery.* 5th ed. Philadelphia: Mosby; 2010. p. 1821-30.
29. Jackler R. K.; Gladstone H. B. Locating the Internal Auditory Canal during the Middle Fossa Approach: An Alternative Technique. *Skull Base Surg.* 1995;5:63-7.
30. Krayenbuhl N.; Isolan G. R.; Al-Mefty O. The foramen spinosum: a landmark in middle fossa surgery. *Neurosurg Rev.* 2008;31:397-401. Discussion 401.

31. Shelton C.; Brackmann D. E.; House W. F. Middle fossa approach. In: Brackmann DE, Shelton C, Arriaga MA, editors. *Otologic Surgery*. Philadelphia: Elsevier; 2016. p. 512-519.
32. Diaz R. C.; Kamal S. M.; Brodie H. A. Middle ear and temporal bone trauma. In: Johnson JT, Rosen CA, Bailey BJ, editors. *Bailey's Head and Neck Surgery: Otolaryngology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. p. 2.410-2.432.
33. Friedman R. A.; Kesser B.; Brackmann D. E.; Fisher L. M.; Slattery W. H.; Hitselberger W. E. Long-term hearing preservation after middle fossa removal of vestibular schwannoma. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003;129:660-5.
34. Bento R. F.; de Brito R. V.; Sanchez T. G. A rapid and safe middle fossa approach to the geniculate ganglion and labyrinthine segment of the facial nerve. *Ear Nose Throat J*. 2002;81:320-6.
35. Parisier S. C. The middle cranial fossa approach to the internal auditory canal - an anatomical study stressing critical distances between surgical landmarks. *Laryngoscope*. 1977;87:1-20.
36. House W. F.; Shelton C. Middle fossa approach for acoustic tumor removal. *Otolaryngol Clin North Am*. 1992;25:347-59.
37. Fisch U.; Mattox D. *Microsurgery of the skull base*. New York: Thieme; 1988.
38. Kartush J. M.; Kemink J. L.; Graham M. D. The arcuate eminence. Topographic orientation in middle cranial fossa surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1985;94:25-8.
39. Bulsara K. R.; Leveque J. C.; Gray L.; Fukushima T.; Friedman A. H.; Villavicencio A. T. Three-dimensional computed tomographic analysis of the relationship between the arcuate eminence and the superior semicircular canal. *Neurosurgery*. 2006;59:ONS 7-ONS12.
40. Pons Y.; Lombard B. Anatomic study of middle fossa approach landmarks using an image guidance system. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2009;118:728-34.
41. Rao M. P.; Balasubramanyam V. Arcuate eminence: Is it due to semicircular canal? *Indian J Otol*. 2012;18:15-9.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Verificar a correspondência anatômica entre a EA e o canal semicircular superior na superfície da fossa craniana média.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever a distância entre os pontos mais superiores da EA e do CSS na superfície da FCM.
- Descrever a prevalência radiológica de deiscência do CSS.
- Descrever a distância entre os principais parâmetros anatômicos utilizados no acesso cirúrgico à FCM.
- Descrever os ângulos entre a luz do CSS e as bordas anterior e posterior do CAI.

3 ARTIGO EM LÍNGUA PORTUGUESA

AVALIAÇÃO POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DA CORRESPONDÊNCIA ENTRE A EMINÊNCIA ARQUEADA E O CANAL SEMICIRCULAR SUPERIOR

Fábio Pires Santos^{1,2}, Maria Gabriela Longo³, Guilherme Girardi May⁴,
Leonardo Modesti Vedolin¹, Gustavo Rassier Isolan⁴

AVALIAÇÃO POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DA CORRESPONDÊNCIA ENTRE A EMINÊNCIA ARQUEADA E O CANAL SEMICIRCULAR SUPERIOR

RESUMO

O objetivo deste estudo é avaliar a correspondência anatômica entre a eminência arqueada e o canal semicircular superior na superfície da fossa craniana média. Este estudo transversal descritivo foi realizado em um hospital terciário. Setenta e cinco pacientes consecutivos (150 lados), submetidos à tomografia computadorizada de alta resolução dos ossos temporais, foram analisados por dois autores. Para cada exame, a relação anatômica entre a eminência arqueada e o canal semicircular superior foi classificada como coincidente ou não coincidente. Distâncias entre os parâmetros anatômicos de maior utilidade na cirurgia da fossa média e prevalência de deiscência do canal semicircular superior também foram estudadas. A eminência arqueada foi coincidente com o canal semicircular superior em apenas 31.3% dos casos. Não foi possível identificar a eminência arqueada em 33 exames (22.0%). Deiscência do canal semicircular superior foi encontrada em cinco casos (3.3%). Poucos milímetros separaram a cóclea do canal semicircular superior; as medidas secundárias foram caracterizadas por ampla variabilidade. A eminência arqueada não se sobrepõe sistematicamente ao canal semicircular superior e não deve ser usada rotineiramente como uma referência para a localização dessa estrutura.

Palavras-chave: Eminência arqueada. Canal semicircular superior. Anatomia da fossa média. Acesso à fossa média. Osso temporal. Cirurgia.

¹ Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Cirúrgicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Rua Teixeira Soares, 885, salas 405 e 406 Bairro Centro, 99010-081 Passo Fundo, RS, Brasil. Telefone: +55 54 3046-1010. E-mail: fabiopiresantos@yahoo.com.br

² Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.

³ Serviço de Radiologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil.

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

⁵ Departamento de Neurocirurgia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil.

⁶ CEANNE Brazil, Centro Avançado de Neurologia e Neurocirurgia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos cem anos, o acesso à fossa craniana média (FCM) tem sido usado para o tratamento de várias condições de natureza neoplásica e não-neoplásica envolvendo o osso temporal e as estruturas adjacentes^(1, 2). Diferentes parâmetros anatômicos foram propostos para a identificação e dissecação das estruturas do osso temporal em diversas técnicas cirúrgicas⁽³⁻⁶⁾.

A eminência arqueada (EA) é tradicionalmente descrita como uma protuberância óssea resultante da protrusão do canal semicircular superior (CSS) em direção à superfície da FCM. Sua correspondência topográfica presumida apoia o uso da EA como um guia para a localização precisa do CSS na profundidade do osso temporal^(4, 7, 8).

Estudos prévios investigaram a exata associação entre essas estruturas. Em 2001, Tsunoda⁽⁹⁾ concluiu que uma protrusão correspondendo completamente ao CSS estava presente em 7/42 (17%) dos cadáveres estudados. Dois anos depois, Faure et al.⁽¹⁰⁾ mostraram que a EA não foi identificada em 15% dos casos. Ainda, a correspondência precisa entre a EA e o CSS foi verificada em 37% dos ossos temporais. Em 2007, Djalilian, et al⁽¹¹⁾ encontraram o topo do CSS abaixo da EA em apenas 20,4% dos casos.

Porém, a falta de consenso sobre a coincidência entre a EA e o CSS e sua relevância para a cirurgia da FCM pode ser vista em edições atuais de livros-texto de neurocirurgia e otorrinolaringologia, que descrevem a EA como um parâmetro importante para a localização do CSS^(12, 13).

O propósito deste estudo foi avaliar a relação anatômica entre a EA e o CSS na superfície da FCM. A distância entre as estruturas anatômicas mais relevantes na cirurgia da fossa média também foram medidas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo transversal descritivo foi desenvolvido no departamento de radiologia de um hospital terciário e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição sob o Protocolo nº 903.389. Os dados foram coletados entre junho e setembro de 2016.

Setenta e cinco pacientes consecutivos que foram submetidos à tomografia computadorizada (TC) de alta resolução dos ossos temporais durante o período de Setembro de 2015 a Junho de 2016 foram estudados (150 lados). Para cada paciente, as medidas foram realizadas bilateralmente. Devido às evidências mostrarem que a orelha contralateral frequentemente apresenta alterações radiológicas na otite média crônica⁽¹⁴⁾, incluíram-se somente casos bilateralmente saudáveis. Nenhum dos pacientes do estudo mostrava evidência de doença ou malformação do osso temporal. Os critérios de exclusão foram doença otológica prévia, história prévia de cirurgia otológica ou da FCM e imagens de TC que não cumpriam os critérios mínimos de aquisição, especificados a seguir.

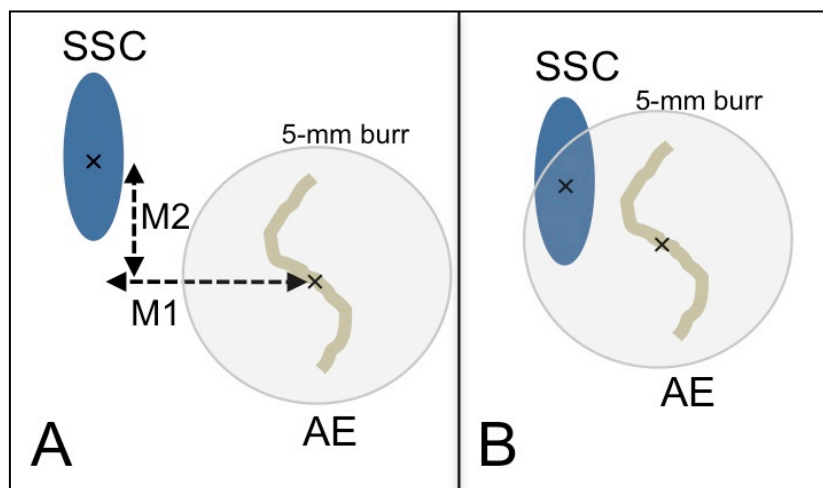
Aquisição das imagens e análise

As TC foram realizadas em aparelhos com multidetectores de canais (Philips®, modelo Brilliance 16 Power, *software* versão 2.3.0, Holanda; GE®, Brightspeed S8, *software* versão 10 BW 27.7). As imagens foram analisadas com o *software* Impax®, versão 6.6. As imagens foram adquiridas no plano axial, com cortes de 0,75 mm de espessura. A seguir, as imagens foram reconstruídas e analisadas com o uso do *software* IMPAX® Volume Viewing 3D, versão 3.1. Com a finalidade de evitar vieses, os achados radiográficos foram relatados independentemente por dois autores (um otorrinolaringologista e um neuroradiologista). Cada avaliador era cegado para as medidas realizadas pelo outro examinador. Discordâncias foram discutidas e resolvidas consensualmente.

Medidas

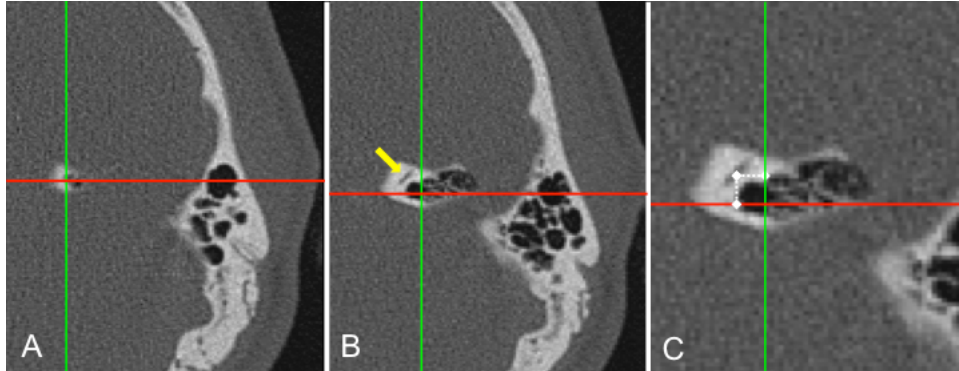
O desfecho primário deste estudo foi a correspondência entre a EA e o CSS. A estratégia para a exposição do CSS envolve o broqueamento do osso da eminência arqueada. O tamanho da broca determinará a extensão da abertura inicial da FCM. Em nosso estudo, consideramos o uso de uma broca de 5 mm (aproximadamente 2 mm para cada lado do centro). Se o topo do CSS estivesse contido na extensão da broca, então a EA poderia levar precisamente ao CSS. A seguir, as estruturas foram classificadas como coincidentes se o topo do CSS fosse encontrado a menos de 2 mm do ponto médio da EA, tanto no plano lateromedial (LM) quanto anteroposterior (AP) (Figura 1).

Figura 1: Ilustração exemplificando um caso não-coincidente (A) e um caso coincidente (B). O canal semicircular superior (CSS) e a eminência arqueada (EA) estão marcados (x) em suas respectivas linhas médias. O círculo sobreposto à EA corresponde à broca de 5 mm. M1 e M2 indicam a distância separando a EA e o CSS nos planos lateromedial e anteroposterior, respectivamente. Se a broca incluía o topo do CSS (B), as estruturas eram consideradas coincidentes ($M1$ e $M2 < 2$ mm).



Para refletir acuradamente o cenário intraoperatório, a EA foi primeiramente identificada e marcada paralela à superfície da FCM, no plano axial, como a aparência mais superior do assoalho da FCM. (Figura 2 (A)). Após, no mesmo plano axial, avançando de superior para inferior, o CSS foi marcado no primeiro corte no qual sua luz pôde ser verificada (Figura 2 (B)). A seguir, a distância em milímetros (mm) foi obtida (Figura 2 (C)).

Figura 2: Tomografia computadorizada de ossos temporais (lado esquerdo) demonstrando como as medidas das distâncias entre a EA e o CSS foram realizadas. Primeiramente (A), a EA foi identificada e marcada. Avançando inferiormente (B), pode-se ver que a EA mantém-se marcada. O CSS (seta) foi considerado em sua aparência mais superior. Finalmente (C), a distância em milímetros foi obtida (linhas pontilhadas).



Desfechos secundários incluíram as medidas descritas na Tabela 1. Exceto para as medidas 3, 8 e 14, que foram obtidas no plano coronal, as outras estruturas foram marcadas e medidas de maneira semelhante.

Tabela 1: Abreviaturas e descrição das medidas

Abreviatura ^a	Descrição
M1. (EA–CSS LM)	Distância entre a EA e o CSS no plano LM
M2. (EA–CSS AP)	Distância entre a EA e o CSS no plano AP
M3. (CSS–assoalho FCM)	Distância entre o topo do CSS e o assoalho da FCM no plano vertical
M4. (RZ–EA)	Distância entre RZ e EA
M5. (RZ–CSS)	Distância entre RZ e CSS
M6. (CSS–CAI post °)	Ângulo formado entre CSS e a borda posterior do CAI
M7. (CSS–CAI ant °)	Ângulo formado entre CSS e a borda anterior do CAI
M8. (Co– assoalho FCM)	Distância entre o topo da cóclea e o assoalho da FCM no plano vertical
M9. (Co–CSS LM)	Distância entre o topo da cóclea e o CSS no plano LM
M10. (Co–CSS AP)	Distância entre o topo da cóclea e o CSS no plano AP
M11. (Co–CSS diag)	Distância diagonal entre o topo da cóclea e o CSS
M12. (IAC comprimento)	Distância entre a barra de Bill e uma linha conectando as bordas anterior e posterior do <i>Porus acusticus</i>
M13. (IAC largura)	Distância entre as bordas anterior e posterior do CAI no ponto médio entre a barra de Bill e o <i>Porus acusticus</i>
M14. (teto do CAI)	Distância entre o teto do CAI e o assoalho da FCM no plano vertical
M15. (RZ–CM)	Distância entre a raiz do zigoma e a cabeça do martelo
M16. (CM–barra de Bill)	Distância entre a cabeça do martelo e a barra de Bill

^a Nota: M: medida; AE: eminência arqueada; SSC: canal semicircular superior; LM: lateromedial; AP: anteroposterior; FCM: fossa craniana média; RZ:raiz do zigoma; post: posterior; CAI: conduto auditivo interno; °: ângulo em graus; ant: anterior; Co: cóclea; diag: diagonal; CM: cabeça do martelo.

Cálculo do tamanho da amostra e análise estatística

O tamanho da amostra foi calculado baseado na literatura (15), aplicando-se os seguintes parâmetros: um nível de confiança de 0.95, uma proporção esperada de 0.3^(10, 11, 16) e uma amplitude total do intervalo de confiança de 0.15. Isso resultou em um tamanho de amostra de pelo menos 143 casos.

Os dados foram apresentados como média \pm desvio-padrão ou frequência ou porcentagem. Para comparar variáveis contínuas, teste t de Student ou um teste t de variâncias desiguais foram utilizados. Concordância interobservador entre os examinadores foi avaliada usando uma estatística kappa para variáveis categóricas e correlação intraclassa de Kendall tau-a para variáveis contínuas. Um valor de $P < 0.05$ foi considerado para indicar significância estatística. Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o Statistical Package for the Social Sciences (PASW Statistics for Windows, Version 18.0 (2009), SPSS Inc., Chicago, IL).

RESULTADOS

Tomografias computadorizadas de ossos temporais de alta resolução foram realizadas em 75 pacientes (150 lados), incluindo 40 pacientes do sexo feminino (53.3%), com uma média de idade \pm desvio padrão de 51.1 \pm 16.8. A relação anatômica entre a EA e o CSS na superfície da FCM foi classificada como coincidente em 47 casos (31.3%) e não coincidente em 70 exames (46.7%). A EA não pode ser identificada nos outros 33 de 150 casos (22.0%). A EA foi localizada em uma posição lateral de até 11.6 mm de distância do CSS. A distância anteroposterior máxima entre essas estruturas foi de 8,2 mm (Tabela 2). A EA foi medial ao CSS em dez ossos temporais (6,7%) e anterior em apenas um caso (0,67%). Foi observada deiscência do CSS em cinco casos (3.3%).

Tabela 2: Distâncias entre a EA e o CSS (mm)^a.

Medida	Média ± DP	Min.–Máx.
M1. EA–CSS LM	2.25 ± 2.27	0.0–11.6
M2. EA–CSS AP	2.23 ± 1.59	0.0–8.2
M3. CSS–FCM	1.07 ± 0.79	0.0–3.8

^a Nota: mm: milímetros; M: medida; DP: desvio padrão; Min.: mínimo; Máx.: máximo; AE: eminência arqueada; CSS: canal semicircular superior; LM: lateromedial; AP: anteroposterior; FCM: fossa craniana média.

O ângulo médio entre a luz do CSS e as bordas posterior e anterior do CAI foram 28.8° e 46.0°, respectivamente. Em cinco casos (3.3%) o último foi maior que 60°. A raiz do zigoma e a barra de Bill estavam separadas por 25.4 mm em média. A distância média entre a cabeça do martelo e o fundo do CAI (barra de Bill) foi de 7.7 mm. A distância média separando o topo da cóclea do topo do CSS foi 7.5 mm. As distâncias entre as demais estruturas estão resumidas na Tabela 3.

Tabela 3: Distância em milímetros e ângulo (°) entre os parâmetros anatômicos na fossa craniana média

Medida	Média ± SD	Min.–Máx.
M4. RZ–EA	20.1 ± 3.4	14.7–33.4
M5. RZ–CSS	21.9 ± 2.6	17.2–30.6
M6. CSS–post CAI°	28.8 ± 7.7	11.4–52.0
M7. CSS–ant CAI°	46.0 ± 8.1	22.8–66.4
M8. Co–assoalho FCM	3.3 ± 1.4	1.4–7.7
M9. Co–CSS LM	5.3 ± 1.1	3.0–7.9
M10. Co–CSS AP	5.4 ± 1.0	2.4–8.3
M11. Co–CSS diag	7.5 ± 1.3	4.6–10.2
M12. CAI comprimento	10.4 ± 1.9	7.3–16.3
M13. CAI largura	6.9 ± 1.5	4.1–11.1
M14. Teto do CAI	4.6 ± 1.8	1.3–17.0
M15. RZ–CM	17.7 ± 2.6	12.9–26.3
M16. CM–barra de Bill	7.7 ± 0.9	5.2–10.4

^a Nota: M: medida; DP: desvio padrão; Min.: mínimo; Máx.: máximo; EA: eminência arqueada; CSS: canal semicircular superior; LM: lateromedial; AP: anteroposterior; FCM: fossa craniana média; RZ: raiz do zigoma; post: posterior; CAI: conduto auditivo interno; °: ângulo em graus; ant: anterior; Co: cóclea; diag: diagonal; CM: cabeça do martelo.

A reprodutibilidade interexaminador para as medidas M1 e M2 foi substancial: 82.7% de concordância, com kappa 0.654 (IC 95% 0.533–0.774, P < 0.0001) para M1 e kappa 0.653 (IC 95% 0.508–0.762, P < 0.0001) para M2. A reprodutibilidade interexaminador para a relação anatômica entre a EA e o CSS na superfície da FCM foi moderada, com 82% de concordância, kappa 0.569 (IC 95% 0.425–0.713, P < 0.0001). A reprodutibilidade

interexaminador para as variáveis contínuas foi pobre em duas áreas (M6 e M13); as outras áreas mostraram concordância boa ou excelente ($P < 0.0001$). Não houve diferença estatisticamente significativa nas medidas para lado ou gênero.

DISCUSSÃO

Por um longo período, a EA tem sido usada como uma referência-chave para a localização do CSS na superfície da FCM, porém, a sua verdadeira relação anatômica com o CSS permanece controversa. Enquanto alguns estudos relataram uma correspondência marcante entre a EA e o CSS^(4, 8, 17) outros falharam em demonstrar a coincidência entre a EA e o CSS^(10, 11, 16, 18, 19).

Nosso estudo mostrou fraca correspondência anatômica entre as estruturas em questão, com a EA e o CSS estando coincidentes em menos de um terço dos casos. A EA pode ser encontrada tanto lateralmente quanto medialmente ao CSS, tão longe quanto 11,6 mm deste. A EA não pôde ser identificada em uma proporção significativa de pacientes. Poucos milímetros separaram a cóclea do CSS. Uma ampla variação entre os valores mínimos e máximos foi observada nas medidas secundárias.

Embora tenha-se obtido resultados confiáveis no que diz respeito à concordância entre os examinadores para o desfecho primário e muitos dos secundários, as medidas M6 e M13 devem ser interpretadas cuidadosamente devido à sua pobre concordância. Um único estudo prévio sobre a relação entre a EA e o CSS apresentou resultados originados de mais de um examinador⁽¹¹⁾. Até o presente, nenhum estudo avaliou a concordância interobservador. Ainda, uma comparação de medidas radiológicas e de dissecação – como estudado por Sennaroglu e Slattery⁽²⁰⁾ – poderia prover resultados mais significativos.

Nossos resultados estão de acordo com os estudos previamente publicados, que encontraram uma associação posicional fraca entre a EA e o CSS. Em dois estudos sequenciais, Tsunoda⁽⁹⁾ e Tsunoda, et al⁽¹⁹⁾ examinaram 13 cadáveres japoneses (26 ossos temporais) e 21 cadáveres caucasianos (42 ossos temporais). Os resultados mostraram que em 7.8% e 19% dos casos a EA não pode ser identificada. Os autores encontraram uma coincidência de 11.5% e 17% entre as estruturas, sugerindo que a EA corresponda a um vestígio do sulco occipitotemporal e não precisamente ao CSS. Faure et al.⁽¹⁰⁾ avaliaram com TC de pacientes que se apresentaram com doenças otológicas sem alterações patológicas no osso petroso. Em 37 de 100 casos, a EA correspondeu à saliência do CSS; em 15 casos, a EA não pôde ser identificada. Bulsara, et al⁽²¹⁾ analisaram 22 TC de ossos temporais. Os autores relataram uma distância média separando o CSS e a EA de 5.7 mm e uma distância máxima de 10.4 mm. Djalilian et al⁽¹¹⁾ estudaram 98 ossos temporais em TC de mastoides de 1.25 mm e encontraram a EA sobre o CSS em 20.4% dos casos. Seo et al⁽¹⁸⁾ examinaram TC de ossos temporais de 26 pacientes programados para cirurgia de ressecção de tumor e relataram essas estruturas como coincidentes em 17% dos casos.

Sennaroglu e Slattery⁽²⁰⁾ e Pons e Lombard⁽⁸⁾ realizaram estudos de TC e de dissecação de cadáveres e obtiveram resultados similares para medidas radiológicas e de dissecação. O segundo estudo foi assistido por um sistema de navegação e mostrou que a EA estava diretamente sobre o CSS em 100% dos espécimes. Seus achados indicam que uma avaliação radiológica pré e intraoperatória detalhada das distâncias e relações entre essas estruturas poderia colaborar no planejamento cirúrgico.

Nossos achados não minimizam a utilidade previamente descrita da EA para a localização do CSS na cirurgia da FCM. Os cirurgiões devem estar atentos para o fato de que essas estruturas com frequência não são coincidentes. A pequena distância entre a cóclea e o CSS ilustra a estreita proximidade entre as estruturas da FCM. Dissecação meticulosa e amplo

conhecimento da anatomia da base do crânio são imperativos para a preservação da audição. Ainda, a notável variação nas medidas secundárias sugere que é crítico para os cirurgiões que eles estejam familiarizados com acessos alternativos e diferentes parâmetros anatômicos externos e internos para que seja evitada a lesão iatrogênica das estruturas neurovasculares.

Em conclusão, a EA não se sobrepõe sempre ao CSS. Portanto, o uso regular da EA como uma referência para se atingir o CSS na cirurgia da FCM pode ser perigoso, uma vez que a EA esteve ausente em 22% dos casos e foi coincidente com o CSS em menos de um terço dos casos.

REFERÊNCIAS

1. Angeli S. Middle fossa approach: indications, technique, and results. *Otolaryngol Clin North Am.* 2012;45:417-38.
2. Parry R. H. A case of tinnitus and vertigo treated by division of the auditory nerve. *J Laryngol Otol.* 1904;19:402-6.
3. Catalano P. J.; Eden A. R. An external reference to identify the internal auditory canal in middle fossa surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1993;108:111-6.
4. Fisch U. Transtemporal surgery of the internal auditory canal. Report of 92 cases, technique, indications and results. *Adv Otorhinolaryngol.* 1970;17:203-40.
5. Garcia-Ibanez E.; Garcia-Ibanez J. L. Middle fossa vestibular neurectomy: a report of 373 cases. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1980;88:486-90.
6. House W. F. Surgical exposure of the internal auditory canal and its contents through the middle cranial fossa. *Laryngoscope.* 1961;71:1.363-85.
7. Rhoton A. L. Anatomy and surgical approaches of the temporal bone and adjacent areas. *Neurosurgery.* 2007;61:1-250.
8. Pons Y.; Lombard B. Anatomic study of middle fossa approach landmarks using an image guidance system. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2009;118:728-34.
9. Tsunoda A. Arcuate eminence in Caucasian populations. *J Laryngol Otol.* 2001;115:9-13.
10. Faure A.; Masse H, Gayet-Delacroix M et al. What is the arcuate eminence? *Surg Radiol Anat.* 2003;25:99-104.

11. Djalilian H. R.; Thakkar K. H.; Hamidi S.; Benson A. G.; Mafee M. F. A study of middle cranial fossa anatomy and anatomic variations. *Ear Nose Throat J.* 2007;86:474, 476-81.
12. Johnson J. T.; Rosen C. A.; Bailey B. J. *Bailey's Head and Neck Surgery: Otolaryngology.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. p. 2.556-88
13. Rhoton A. L. *Rhoton's Cranial Anatomy and Surgical Approaches.* Philadelphia: Wolters Kluwer; 2007:643-98.
14. Silva M. N.; Muller J. D. S.; Selaimen F. A.; Oliveira D. S.; Rosito L. P.; Costa S. S. Tomographic evaluation of the contralateral ear in patients with severe chronic otitis media. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2013;79:475-9.
15. Browner W. S.; Newman T. B.; Hulley S. B. Estimating sample size and power: Applications and examples. In: Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady DG, Newman TB, editors. *Designing Clinical Research: An Epidemiologic Approach.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. p. 55-83.
16. Maina R.; Ducati A.; Lanzino G. The middle cranial fossa: morphometric study and surgical considerations. *Skull Base.* 2007;17:395-403.
17. Kartush J. M.; Kemink J. L.; Graham M. D. The arcuate eminence. Topographic orientation in middle cranial fossa surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1985;94:25-8.
18. Seo Y.; Ito T.; Sasaki T.; Nakagawara J.; Nakamura H. Assessment of the anatomical relationship between the arcuate eminence and superior semicircular canal by computed tomography. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2007;47:335-9. Discussion 339.
19. Tsunoda A.; Kimura Y.; Sumi T.; Komatsuzaki A.; Sato T. The arcuate eminence is not a protrusion of the superior semi-circular canal but a trace of sulcus on the temporal lobe. *J Laryngol Otol.* 2000;114:339-44.
20. Sennaroglu L.; Slattery W. H. Petrous anatomy for middle fossa approach. *Laryngoscope.* 2003;113:332-42.
21. Bulsara K. R.; Leveque J. C.; Gray L.; Fukushima T.; Friedman A. H.; Villavicencio A. T. Three-dimensional computed tomographic analysis of the relationship between the arcuate eminence and the superior semicircular canal. *Neurosurgery.* 2006;59:ONS 7-ONS12.

4 ARTIGO EM INGLÊS

COMPUTED TOMOGRAPHIC EVALUATION OF THE CORRESPONDENCE BETWEEN THE ARCUATE EMINENCE AND THE SUPERIOR SEMICIRCULAR CANAL

Fábio Pires Santos^{1,2}, Maria Gabriela Longo³, Guilherme Girardi May⁴,
Leonardo Modesti Vedolin¹, Gustavo Rassier Isolan^{5,6}

COMPUTED TOMOGRAPHIC EVALUATION OF THE CORRESPONDENCE BETWEEN THE ARCUATE EMINENCE AND THE SUPERIOR SEMICIRCULAR CANAL

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the anatomical coincidence between the arcuate eminence and the superior semicircular canal at the middle cranial fossa surface. This cross-sectional descriptive study was performed at a tertiary hospital. Seventy-five consecutive patients (150 sides) who underwent bilateral high-resolution temporal bone computed tomography scans were analyzed by two authors. In each scan, the anatomical relationship between the arcuate eminence and the superior semicircular canal was classified as coincident or non-coincident. Distances between the most applicable anatomical landmarks for middle cranial fossa surgery and the prevalence of superior semicircular canal dehiscence were also studied. The arcuate eminence matched the semicircular canal in only 31.3% of cases. It was impossible to identify the arcuate eminence in 33 scans (22.0%). Semicircular canal dehiscence was found in 5 cases (3.3%). A few millimeters separated the cochlea from SSC; secondary measurements were characterized by broad variability. The arcuate eminence does not systematically overlie the superior semicircular canal and should not be routinely used as a reference for reaching this structure in the context of middle fossa surgery.

Keywords: Arcuate eminence. Superior semicircular canal. Middle fossa anatomy. Middle fossa approach. Temporal bone. Surgery.

¹ Postgraduate Program in Medicine: Surgical Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. Rua Teixeira Soares, 885, salas 405 e 406 Bairro Centro - CEP 99010-081 - Passo Fundo, RS, Brazil – Phone: +55 54 3046-1010. E-mail: fabiopiresantos@yahoo.com.br

² Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil.

³ Department of Radiology, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.

⁵ Department of Neurosurgery, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.

⁶ CEANNE Brazil, Centro Avançado de Neurologia e Neurocirurgia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.

INTRODUCTION

Over the past one hundred years, the middle fossa approach (MFA) has been used to treat various neoplastic and non-neoplastic conditions involving the temporal bone and adjacent structures (1, 2). Anatomical landmarks have been proposed for the identification and dissection of petrous bone contents when using various surgical techniques (3, 6).

The arcuate eminence (AE) has traditionally been described as a bone bulge resulting from protrusion of the superior semicircular canal (SSC) toward the floor of the MCF. Their presumable topographic correspondence supports the use of the AE as a guide to accurate SSC localization deep within the temporal bone (4, 7, 8).

Previous studies have investigated the exact association between these structures. In 2001, Tsunoda et al. (9) concluded that a protrusion corresponding completely to the SSC was present in 7/42 specimens (17%). Two years later, Faure et al. (10) showed that AE was not identified in 15% of cases. Furthermore, precise correspondence between the AE and SSC was present in 37% of temporal bones. In 2007, Djalilian et al. (11) found the SSC dome under the AE in only 20.4% of cases.

However, the lack of consensual agreement about the coincidence between AE and SSC and its relevance to MCF surgery can be seen in current issues of neurosurgery and otorhinolaryngology textbooks, which describe AE as a major landmark to reach SSC (12, 13).

The purpose of this study was to evaluate the anatomical relationship between the AE and the SSC at the MCF surface. Distances between the most relevant anatomical structures in middle cranial fossa surgery were also measured.

MATERIALS AND METHODS

This cross-sectional descriptive study was developed at the Radiology Department of a tertiary referral hospital and was approved by the Research Ethics Committee of this institution under protocol number 903.389. Data were collected during the period from June to September 2016.

Seventy-five consecutive patients who underwent bilateral high-resolution temporal bone computed tomography (CT) scans during the period from September 2015 to June 2016 were studied (150 sides). For each patient, measurements were obtained bilaterally. Because evidence shows the contralateral ear often presents radiological abnormalities in chronic otitis media (14), we carefully included only healthy bilateral cases. None of the patients included in this study showed evidence of temporal bone disease or malformation. The exclusion criteria were previously existing ear disease, prior history of otological or middle fossa surgery and CT scans that did not meet the minimum image acquisition criteria specified later in this section.

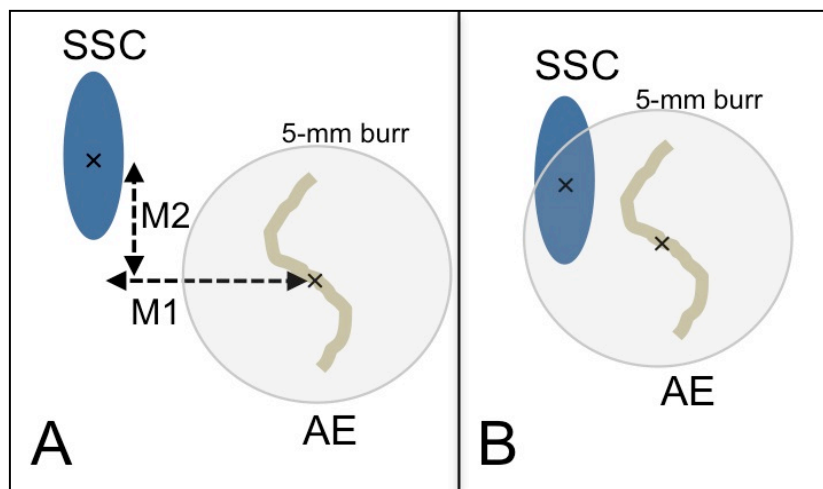
Image acquisition and analysis

CT scans were carried out using multidetector scanners (Philips®, Brilliance 16 Power model, software version 2.3.0, Netherlands; GE®, Brightspeed S8, software release 10 BW 27.7). The images were analyzed using Impax® software, version 6.6. The image was acquired in the axial plane at 0.75-mm slice thickness. Images were then reconstructed and analyzed using IMPAX® Volume Viewing 3D software, version 3.1. To avoid bias, radiological findings were reported independently in a blind fashion by two authors (an otolaryngologist and a neuroradiologist); disagreements were discussed in a consensus conference.

Measurements

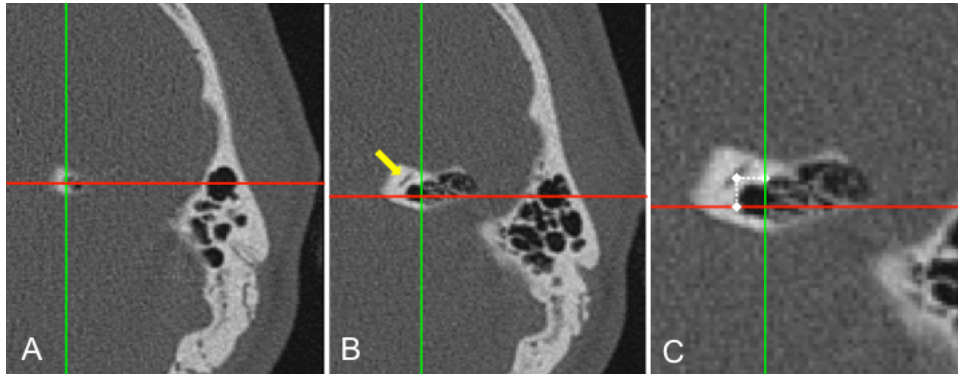
This study's primary outcome was the correspondence between AE and SSC. The strategy for SSC exposure involves drilling the AE bone. The size of drill bits will determine the extent of the initial MCF opening. In our study, we considered the use of a 5-mm sized burr. If the SSC dome was within the scope of the drill bit (each side approximately 2 mm from the center), then the AE could lead precisely to the SSC. Therefore, the structures were classified as coincident if the top of the SSC was found less than 2 mm from the AE midpoint, in both the lateromedial (LM) and anteroposterior (AP) planes (*Figure 1*).

Figure 1: Illustration showing non-coincident (A) and coincident (B) cases. The superior semicircular canal (SSC) and arcuate eminence (AE) are marked (x) at their respective midpoints. The circle overlapping with the AE corresponds to the 5-mm drill bit. M1 and M2 indicate the distance separating the AE and SSC in the lateromedial and anteroposterior planes, respectively. If the drill bit included the SSC dome (B), the structures were considered as coincident ($M1$ and $M2 < 2$ mm).



To accurately reflect the intraoperative setting, AE was first identified and marked parallel to the MCF surface, in the axial plane, as the most superior appearance of the MCF floor (Figure 2 (A)). Next, in the same axial plane, advancing in a superior-to-inferior fashion, the SSC was marked in the first section in which its dome could be verified (Figure 2 (B)). Next, distance in millimeters (mm) was obtained. (Figure 2 (C)).

Figure 2: Axial temporal bone CT scan (left side) demonstrating how the distances between the AE and SSC were measured. First (a), the AE was identified and marked. Advancing inferiorly (b), we can see that the AE was still marked. The SSC (arrow) was then considered in its most superior appearance. Finally (c), distance in millimeters was obtained (dashed lines).



Secondary outcomes included the measurements described in Table 1. Except for measurements 3, 8 and 14, which were obtained in the coronal plane, the remaining structures were marked and measured in a similar fashion.

Table 1: Abbreviations and measurement descriptions

Abbreviation ^a	Description
M1. (AE–SSC LM)	distance between AE and SSC in LM plane
M2. (AE–SSC AP)	distance between AE and SSC in AP plane
M3. (SSC–MCF floor)	distance between SSC top and MCF floor in vertical plane
M4. (ZR–AE)	distance between ZR and AE
M5. (ZR–SSC)	distance between ZR and SSC
M6. (SSC–post IAC [°])	angle formed between SSC and IAC posterior border
M7. (SSC–ant IAC [°])	angle formed between SSC and IAC anterior border
M8. (Co–MCF floor)	distance between cochlea top and MCF floor in vertical plane
M9. (Co–SSC LM)	distance between cochlea top and SSC in LM plane
M10. (Co–SSC AP)	distance between cochlea top and SSC in AP plane
M11. (Co–SSC diag)	diagonal distance between cochlea top and SSC
M12. (IAC length)	distance between Bill’s bar and line connecting anterior and posterior edges of Porus acusticus
M13. (IAC width)	distance between anterior and posterior edges of IAC at midpoint between Bill’s bar and Porus acusticus
M14. (IAC roof)	distance between IAC roof and MCF floor in vertical plane
M15. (ZR–MH)	distance between zygomatic root and malleus head
M16. (MH–Bill’s bar)	distance between malleus head and Bill’s bar

^a Note: M: measurement; AE: arcuate eminence; SSC: superior semicircular canal; LM: lateromedial; AP: anteroposterior; MCF: middle cranial fossa; ZR: zygomatic root; post: posterior; IAC: internal auditory canal; [°]: angle in degrees; ant: anterior; Co: cochlea; diag: diagonal; MH: malleus head.

Sample Size Calculation and Statistical Analysis

Sample size was calculated according to the literature (15) using the following parameters: a confidence level of 0.95, an expected proportion of 0.3 (10, 11, 16) and a total confidence interval width of 0.15. These figures yielded a sample size of at least 143 cases.

Data were presented as mean \pm standard deviation (SD) or frequency and percentage. To compare continuous variables, Student's *t*-test or an unequal variance *t*-test was used. Interobserver agreement among readings was assessed using the kappa statistic for categorical variables and intra-class Kendall's tau-a correlations for continuous measures. A *P* value $<$ 0.05 was considered to indicate statistical significance. All statistical analyses were performed using the Statistical Package for the Social Sciences (PASW Statistics for Windows, Version 18.0 (2009), SPSS Inc., Chicago, IL).

RESULTS

Bilateral high-resolution temporal bone CT scans were performed in 75 patients (150 sides), including 40 females (53.3%), with a mean age \pm SD of 51.1 \pm 16.8. The anatomical relationship between the AE and the SSC at the MCF surface was classified as coincident in 47 cases (31.3%) and non-coincident in 70 scans (46.7%). The AE was not identified in the remaining 33 of 150 cases (22.0%). The AE was localized at a lateral distance of up to 11.6 mm from the SCC. The maximal anteroposterior distance between these structures was 8.2 mm (Table 2). The AE was medial to the SCC in 10 temporal bones (6.7%) and anterior in only one case (0.67%). SSC dehiscence was found in five cases (3.3%).

Table 2: AE and SSC distances (mm)^a.

Measurement	Mean \pm SD	Min–Max
M1. AE–SCC LM	2.25 \pm 2.27	0.0–11.6
M2. AE–SCC AP	2.23 \pm 1.59	0.0–8.2
M3. SCC–MCF	1.07 \pm 0.79	0.0–3.8

^a Note: mm: millimeters; M: measurement; SD: standard deviation; Min: minimum; Max: maximum; AE: arcuate eminence; SSC: superior semicircular canal; LM: lateromedial; AP: anteroposterior; MCF: middle cranial fossa

The average angle between the SSC lumen and the posterior and anterior borders of the IAC was 28.8 and 46.0, respectively. In five cases (3.3%), the latter was greater than 60°. The zygomatic root and Bill’s bar were 25.4 mm apart, on average. The mean distance between the malleus head and the IAM fundus (Bill’s bar) was 7.7 mm. The average distance separating the cochlea top from SSC top was 7.5 mm. Distances between the remaining structures are summarized in Table 3.

Table 3: Distance (mm)/angle (°) between MCF anatomical landmarks^a

Measurement	Mean \pm SD	Min–Max
M4. ZR–AE	20.1 \pm 3.4	14.7–33.4
M5. ZR–SCC	21.9 \pm 2.6	17.2–30.6
M6. SCC–post IAC°	28.8 \pm 7.7	11.4–52.0
M7. SCC–ant IAC°	46.0 \pm 8.1	22.8–66.4
M8. Co–MCF floor	3.3 \pm 1.4	1.4–7.7
M9. Co–SSC LM	5.3 \pm 1.1	3.0–7.9
M10. Co–SCC AP	5.4 \pm 1.0	2.4–8.3
M11. Co–SCC diag	7.5 \pm 1.3	4.6–10.2
M12. IAM length	10.4 \pm 1.9	7.3–16.3
M13. IAM width	6.9 \pm 1.5	4.1–11.1
M14. IAM roof	4.6 \pm 1.8	1.3–17.0
M15. ZR–MH	17.7 \pm 2.6	12.9–26.3
M16. MH–Bill’s bar	7.7 \pm 0.9	5.2–10.4

^a Note: M: measurement; SD: standard deviation; Min: minimum; Max: maximum; AE: arcuate eminence; SSC: superior semicircular canal; LM: lateromedial; AP: anteroposterior; MCF: middle cranial fossa; ZR: zygomatic root; post: posterior; IAC: internal auditory canal; °: angle in degrees; ant: anterior; Co: cochlea; diag: diagonal; MH: malleus head

Inter-reader reproducibility for the M1 and M2 measurements was substantial: 82.7% agreement, with kappa 0.654 (CI 95% 0.533–0.774, $P < 0.0001$) for M1 and kappa 0.653 (CI 95% 0.508–0.762, $P < 0.0001$) for M2. Inter-reader reproducibility for the anatomical relationship between the AE and the SSC at the MCF surface was moderate, with 82% agreement, kappa 0.569 (CI 95% 0.425–0.713, $P < 0.0001$). Inter-reader reproducibility for

the continuous measurements was poor in two areas (M6 and M13); the other areas showed good or excellent concordance ($P < 0.0001$). There was no statistically significant difference in measurements for side or gender.

DISCUSSION

For a long time, AE have been used as a key reference to the SSC location beneath the MCF surface; however, the real anatomical relationship remains controversial. While some studies have reported a strict correspondence between the AE and SSC^(4, 8, 17), others have failed to demonstrate AE and SSC colocalization^(10, 11, 16, 18, 19).

Our study showed a weak anatomical correspondence between the concerned structures, with AE and SSC colocalization in less than a third of cases. The AE can be found both laterally and medially to the SSC, as far as 11,6 mm from the latter. The AE could not be recognized in a substantial proportion of patients. A few millimeters separated the cochlea from the SSC. A wide range of minimum and maximum values was observed among secondary measurements.

Although we have obtained reliable results regarding agreement between readers for the primary outcome and for most secondary measurements, M6 and M13 should be interpreted carefully because they showed poor concordance. A previous study on the relationship between AE and SSC presented results from more than one examiner (11); to date, no study has evaluated the corresponding level of interobserver agreement. In addition, a comparison of radiological and dissection measurements – as studied by Sennaroglu et al.⁽²⁰⁾ – should provide more substantial results.

Our results are in agreement with those of previously reported studies, which found a poor positional association between the AE and SSC. In two sequential studies, Tsunoda et al. (9, 19) examined 13 Japanese cadavers (26 temporal bones) and 21 Caucasian cadavers (42

temporal bones). The results showed that 7.8% and 19% lacked an AE, respectively. The authors found coincidence of 11.5% and 17% between the structures, suggesting that the AE is a trace of the occipitotemporal sulcus and does not correspond precisely to the SSC. Faure et al.⁽¹⁰⁾ evaluated 100 CT scans of patients who presented with otological pathology without pathological changes to the petrous bone. In 37 out of 100 cases, the AE corresponded to the relief of the SSC; in 15 cases, the AE could not be identified. Bulsara et al.⁽²¹⁾ analyzed 22 temporal bone CT scans. The authors reported the average distance separating the SSC and AE as 5.7 mm and the maximal distance as 10.4 mm. Djalilian et al.⁽¹¹⁾ studied 98 temporal bones in 1.25-mm CT scans and found the AE over the SSC in 20.4% of cases. Seo et al.⁽¹⁸⁾ examined petrous bone scans of 26 Japanese patients scheduled for surgical tumor excision and described the structures as coincident in 17% of cases.

Sennaroglu et al.⁽²⁰⁾ and Pons et al. (8) performed CT scan and cadaver studies and obtained similar results for radiological and dissection measurements. The second study was assisted by an image guidance system (IGS) and showed that the AE lied directly above the SSC in 100% of their specimens. Their findings indicate that a detailed pre- and intraoperative radiological assessment of the distances and relationships between these structures could facilitate surgical planning.

These findings do not minimize the previous reported utility of AE for SSC localization in MCF surgery. Surgeons should be aware that these structures in the skull base do not often colocalize. The narrow distance between the cochlea and SSC illustrates the close proximity of the MCF structures. Meticulous dissection and in-depth knowledge of the skull base anatomy are imperative for hearing preservation. Moreover, the noticeable variance in secondary measurements observed suggests that is critical for surgeons to familiarize themselves with alternative approaches and diverse external and internal anatomical landmarks in order to avoid iatrogenic damage to neurovascular structures.

In conclusion, the AE does not always overlies the SSC. Therefore, regular use of the AE as a reference for reaching the SSC in MCF surgery could be dangerous; the AE was absent in 22% of cases and colocalized with the SSC in less than a third of cases.

REFERENCES

1. Angeli S. Middle fossa approach: indications, technique, and results. *Otolaryngol Clin North Am.* 2012;45:417-38.
2. Parry R. H. A case of tinnitus and vertigo treated by division of the auditory nerve. *J Laryngol Otol.* 1904;19:402-6.
3. Catalano P. J.; Eden A. R. An external reference to identify the internal auditory canal in middle fossa surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1993;108:111-6.
4. Fisch U. Transtemporal surgery of the internal auditory canal. Report of 92 cases, technique, indications and results. *Adv Otorhinolaryngol.* 1970;17:203-40.
5. Garcia-Ibanez E.; Garcia-Ibanez J. L. Middle fossa vestibular neurectomy: a report of 373 cases. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1980;88:486-90.
6. House W. F. Surgical exposure of the internal auditory canal and its contents through the middle cranial fossa. *Laryngoscope.* 1961;71:1.363-85.
7. Rhoton A. L. Anatomy and surgical approaches of the temporal bone and adjacent areas. *Neurosurgery.* 2007;61:1-250.
8. Pons Y.; Lombard B. Anatomic study of middle fossa approach landmarks using an image guidance system. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2009;118:728-34.
9. Tsunoda A. Arcuate eminence in Caucasian populations. *J Laryngol Otol.* 2001;115:9-13.
10. Faure A.; Masse H.; Gayet-Delacroix M et al. What is the arcuate eminence? *Surg Radiol Anat.* 2003;25:99-104.
11. Djalilian H. R.; Thakkar K. H.; Hamidi S.; Benson A. G.; Mafee M. F. A study of middle cranial fossa anatomy and anatomic variations. *Ear Nose Throat J.* 2007;86:474, 476-4, 481.
12. Johnson J. T.; Rosen C. A.; Bailey B. J. *Bailey's Head and Neck Surgery: Otolaryngology.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. p. 2.556-88.
13. Rhoton A. L. *Rhoton's Cranial Anatomy and Surgical Approaches.* Philadelphia: Wolters Kluwer; 2007:643-98.

14. Silva M. N, Muller J. D. S.; Selaimen F. A.; Oliveira D. S.; Rosito L. P.; Costa S. S. Tomographic evaluation of the contralateral ear in patients with severe chronic otitis media. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2013;79:475-9.
15. Browner W. S.; Newman T. B.; Hulley S. B. Estimating sample size and power: Applications and examples. In: Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady DG, Newman TB, editors. *Designing Clinical Research: An Epidemiologic Approach.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. p. 55-83.
16. Maina R.; Ducati A.; Lanzino G. The middle cranial fossa: morphometric study and surgical considerations. *Skull Base.* 2007;17:395-403.
17. Kartush J. M.; Kemink J. L.; Graham M. D. The arcuate eminence. Topographic orientation in middle cranial fossa surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1985;94:25-8.
18. Seo Y.; Ito T.; Sasaki T.; Nakagawara J.; Nakamura H. Assessment of the anatomical relationship between the arcuate eminence and superior semicircular canal by computed tomography. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2007;47:335-9. Discussion 339.
19. Tsunoda A.; Kimura Y.; Sumi T.; Komatsuzaki A.; Sato T. The arcuate eminence is not a protrusion of the superior semi-circular canal but a trace of sulcus on the temporal lobe. *J Laryngol Otol.* 2000;114:339-44.
20. Sennaroglu L.; Slattery W. H. Petrous anatomy for middle fossa approach. *Laryngoscope.* 2003;113:332-42.
21. Bulsara K. R.; Leveque J. C.; Gray L.; Fukushima T.; Friedman A. H.; Villavicencio A. T. Three-dimensional computed tomographic analysis of the relationship between the arcuate eminence and the superior semicircular canal. *Neurosurgery.* 2006;59:ONS 7-ONS12.