

Lambs' temporal bone anatomy under didactic aspects

Anatomia do osso temporal de ovelhas sob aspectos didáticos

André Gurr¹, Marc David Pearson², Dazert S³

Keywords:

anatomy,
middle,
ear,
temporal bone,
sheep,
veterinary.

Palavras-chave:

anatomia,
médica,
orelha,
osso temporal,
ovinos,
veterinária.

Abstract

Human temporal bones in teaching ear surgery are rare. The lamb's temporal bone might be a possible alternative. **Material and Methods:** Temporal bones of the lamb were dissected with a typical temporal bone lab drilling program. We included a mastoidectomy, endaural approaches, but also analyzed the outer appearance, the external ear canal and the hypotympanon. Some steps differed from preparation done in humans. The morphometric results were compared to the known anatomy of human in order to verify the lambs' temporal bone for suitability in otosurgic training. **Results:** The lambs' temporal bone appears smaller than the human one. We found a bullous extended hypotympanon located under the external ear canal. The tympanic membrane is very similar to the human one. The external ear canal is smaller and shorter. The ossicular chain shows analogies to human one. **Discussion:** This study shows, that especially the middle ear, the tympanic membrane and the external ear canal are morphologically equal to the structures found in human temporal bones. The lamb seems feasible for teaching the anatomy of the ear. The smaller scales of some structures, especially the outer components of the temporal bone are a disadvantage. **Conclusions:** The lamb seems to be an alternative in teaching ear surgery.

Resumo

É difícil encontrar ossos temporais humanos para o ensino de cirurgia otológica. Ossos temporais de ovelhas podem representar uma possível alternativa. **Materiais e Métodos:** Os ossos temporais de ovelhas foram dissecados em um programa convencional de dissecação de osso temporal no laboratório. Incluímos mastoidectomia, abordagens endaurais, mas também analisamos a aparência externa, o meato acústico externo e o hipotímpano. Algumas etapas são diferentes das preparações de ossos humanos. Os resultados morfométricos foram comparados à anatomia conhecida de humanos para verificar se o osso temporal de ovelhas seria utilizável para o ensino de cirurgia otológica. **Resultados:** O osso temporal de ovelhas parece menor do que o humano. Encontramos uma área bolhosa se estendendo ao hipotímpano abaixo do meato acústico externo. A membrana timpânica é muito semelhante à humana. O meato acústico externo é menor e mais curto. A cadeia ossicular exibe analogias para com a humana. **Discussão:** Esse estudo mostra que especificamente o ouvido médio, a membrana timpânica e o conduto auditivo externo são morfologicamente semelhantes às suas contrapartidas encontradas nos ossos temporais humanos. A ovelha parece ser um modelo viável para o ensino da anatomia do ouvido. A menor escala de algumas estruturas, especialmente dos componentes externos do osso temporal representa uma desvantagem. **Conclusões:** A ovelha parece representar uma alternativa viável no ensino de cirurgia otológica.

¹ Dr. med., Especialista ORL.

² Residente.

³ Prof. Dr. med., Diretor do Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço – Ruhr-University Bochum, Alemanha.

Depto. de Otorrinolaringologia, Cirurgia de Cabeça e Pescoço, Ruhr-University Bochum, Alemanha.

Endereço para correspondência: Dr. A. Gurr Dept. of Otorhinolaryngology, Head & Neck surgery, Ruhr-University Bochum, Germany c/o St. Elisabeth Hospital Bleichstraße 15 44787 Bochum, Germany 0049 234 612 0

E-mail: andre.gurr@rub.de

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 23 de janeiro de 2010. cod. 6892

Artigo aceito em 3 de abril de 2010.

INTRODUÇÃO

O uso de ossos temporais humanos é limitado por sua pobre disponibilidade. As alternativas comuns para se ensinar cirurgia de ouvido são raras e consistem de ossos temporais virtuais e modelos. Infelizmente, eles não são bons para o treinamento de reconstrução de cadeia ossicular ou trabalho preparatório no ouvido médio. Os ossos temporais recuperados de animais podem ajudar a reduzir a necessidade de ossos humanos¹⁻⁶ no ensino e pesquisa. Para estudar a viabilidade do osso temporal de ovelhas para o ensino de cirurgia de ouvido, projetamos esse estudo morfométrico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Preparação

Usamos 12 cabeças de ovelhas, com idades entre 8 e 11 meses de um açougue local. Nenhum animal foi sacrificado para a pesquisa. O couro foi removido, abrimos as cabeças sagitalmente e suas partes ventrais foram também removidas, assim como o cérebro. Essas peças foram fixadas em solução de 3% de formaldeído durante 6 a 8 semanas. O tecido mole adjacente foi removido do osso temporal para expor o plano mastoideo e o conduto auditivo externo.

Antes de qualquer manipulação dos ossos temporais, examinamos e descrevemos a anatomia externa. Como primeira etapa da dissecação, abrimos o hipotímpano bolhoso. Isso permite uma boa visão inferior do ouvido médio.

Baseado nessa abordagem, abrimos o conduto auditivo externo, deixando intacto o anel fibroso da membrana timpânica para termos uma visão completa da mesma e ter o meato auditivo externo viável para análise morfométrica.

A mastoidectomia foi feita da mesma forma com que é executada em humanos, entre a linha temporal e parede posterior do canal auditivo externo, incluindo todo o plano mastoideo. Esse procedimento foi executado até termos acesso visível aos canais semicirculares, ouvido médio, nervo facial e bigorna.

Como última etapa, a cadeia ossicular foi removida. Isso tornou possível os estudos morfométricos do promontório.

Medidas

As estruturas identificadas em todas as preparações anatômicas foram medidas por meio óptico. As incidências ópticas foram captadas através de uma câmera reflexo digital de lente única que foi adaptada a um braço C do microscópio ou à extremidade do endoscópio de 0°. A fonte de luz foi o próprio microscópio ou fonte de luz cirúrgica usada em cirurgia endoscópica. Inserimos uma pequena fita de papel alumínio graduada em mm no campo de visão. Essa fita foi usada como medida de referência

para calibração. A fita de calibração foi posicionada o mais próximo possível da estrutura medida.

As mensurações foram feitas com a ajuda de um sistema de análise de imagem D-Cell, que é um software bidimensional orientado por pixels. Após a calibração de cada imagem, os parâmetros anatômicos foram adquiridos. Foi importante usar imagens quase perpendiculares à estrutura analisada para se evitar resultados falsos.

Determinamos o comprimento e o menor diâmetro, assim como o diâmetro no orifício do conduto auditivo externo. Medimos os ângulos do meato auditivo externo em duas direções. A membrana timpânica foi avaliada em comprimento e altura, assim como seu recesso em relação ao meato acústico externo. Nos espaços do ouvido médio, quantificamos o comprimento e tamanhos de todos os ossículos, primeiro no ouvido médio e depois isoladamente após a remoção da cadeia ossicular para validar o método de mensuração.

No promontório, medimos também os tamanhos das janelas oval e redonda e as distâncias dessas estruturas. A posição da cóclea foi determinada e descrita, mas não quantificada.

As estruturas encontradas à mastoidectomia foram descritas e parcialmente medidas. O principal dado coletado foi o ângulo do processo curto da bigorna com o canal semicircular lateral.

RESULTADOS

Aparência externa

Macroscopicamente, o osso temporal da ovelha parece menor que o de humanos, com muitas semelhanças. O canal auditivo externo é posicionado como o de humanos e o plano da mastoide parece ter a mesma morfologia estrutural.

A distância entre a linha temporal e o crânio foi de 1,71 cm na média. A articulação atlanto-occipital é direcionada para trás, assim como o forame magno. Não encontramos processo estiloide. A mastoide se expande agudamente para baixo.

Encontramos uma estrutura bolhosa consistindo de uma camada de osso delgado, mais tarde identificada como hipotímpano, medindo 11,4 mm em profundidade e 23,2 mm em média de comprimento (Figura 1).

Conduto auditivo externo e membrana timpânica

A parte óssea do conduto auditivo externo é orientada no mesmo eixo como é em humanos, mas em escalas menores. Seu comprimento foi de 12,6 mm na média, com um valor máximo de 15,7 mm e um mínimo de 12,4 mm. O diâmetro dos canais foi de 2,9 mm em média (Figura 2).

A membrana timpânica é circular, como é em humanos. O epitímpano é diferente daquele em humanos, uma extensão longa, com comprimento médio de 4,1 mm. O tamanho da membrana timpânica foi 9 mm em diâmetro.

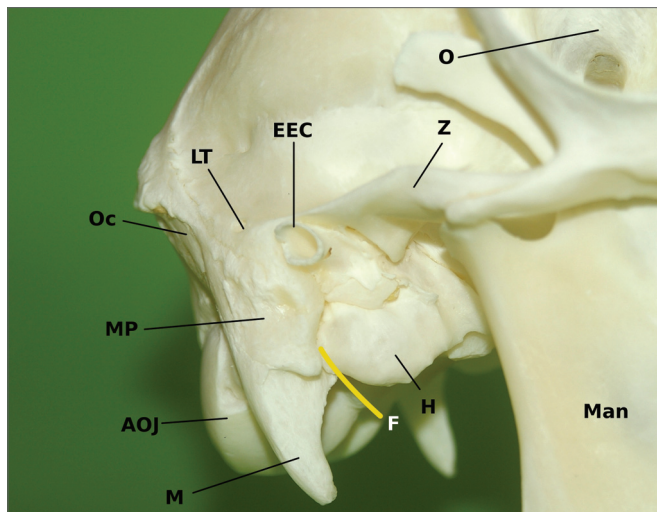


Figura 1. Crânio de ovelha mostrando o ouvido direito. O conduto auditivo externo (EEC) é cranialmente separado do crânio pelo zigoma (Z), que se expande até a linha temporal (LT). Abaixo, é possível visualizar a grande bolha do hipotímpano (H). O plano mastoideo (MP) e o processo mastoideo (M) podem ser visualizados. O curso do nervo facial está em amarelo (F). Man = Mandíbula, O = Órbita, AOJ = Articulação atlanto-occipital, Oc = Occípito.

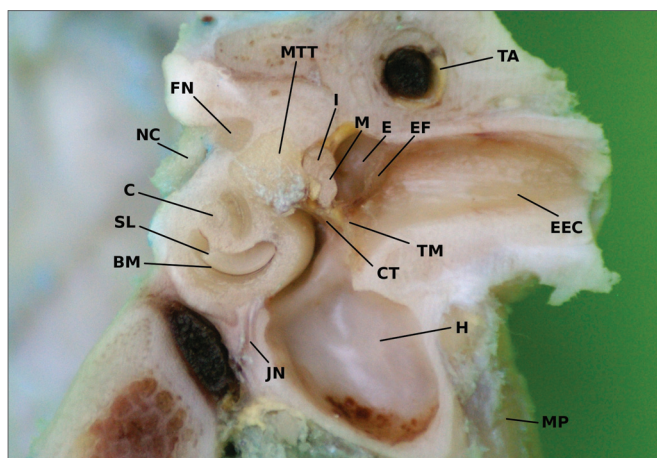


Figura 2. Seção transversal congelada do osso temporal de uma ovelha (ouvido esquerdo), mostrando o ouvido médio, o conduto auditivo externo (EEC) e o ouvido interno em uma incidência frontal. Os giros da cóclea (C) são bem visíveis com a lâmina espiral óssea (SL) e a membrana basilar (BM) dentro. Acima do músculo tensor do tímpano (MTT) podemos identificar seu curso até o cabo do martelo. O nervo coclear (CN) pode ser identificado dentro do canal do ouvido interno com relação anatômica com o nervo facial (FN). O conduto auditivo externo é aberto cortando-se a membrana timpânica (TM) e a dobra epitimpânica (EF). No ouvido médio, pode-se identificar o corpo da bigorna (I) e partes do martelo (M). Caudalmente está a grande bula hipotimpânica (H). MP = Plano mastoideo, TA = artéria temporal, E = epitímpano, JN = nervo de Jacobson.

O ouvido médio

A abertura do hipotímpano proporciona uma boa visão da cavidade do ouvido médio. É possível visualizar

o martelo, a bigorna e o estribo, assim como o corda do tímpano e o nervo facial. O martelo tem a mesma estrutura que o humano. O cabo tem 5,6 mm de comprimento e tem formato claramente encurvado. Relacionado a isso, também é possível visualizar o músculo tensor do tímpano. O nervo corda do tímpano faz uma curva ao redor do tensor do tímpano (Figura 3).

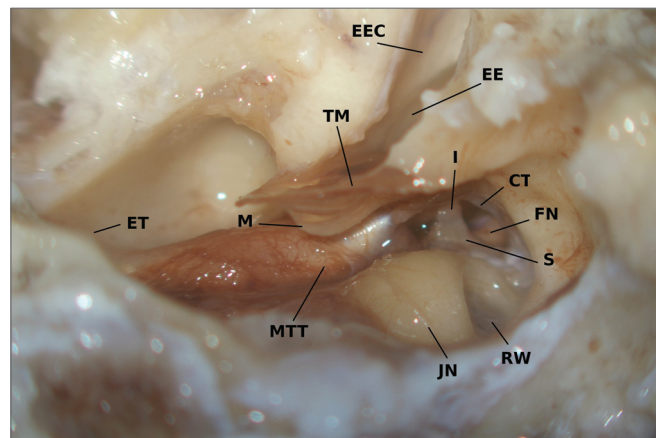


Figura 3. Anatomia do ouvido médio da ovelha (ouvido direito), visto a partir do hipotímpano aberto. O conduto auditivo externo (EEC) foi aberto para mensurações e exposição da extensão do epitímpano (EE) da membrana timpânica. Pode-se também identificar a membrana timpânica (TM) com o cabo curvo do martelo (M). O músculo tensor do tímpano (MTT) se insere diretamente sobre o martelo com o corda do tímpano (CT) o circundando. O estribo (S) está circundado pelo nervo facial (FN) e ligado ao processo longo da bigorna (I). RW = janela redonda, JN = nervo de Jacobson, ET = abertura para a tuba auditiva.

A cabeça do martelo está ligada à bigorna. Isso mostra dois processos perpendiculares um ao outro. O então chamado processo longo em humanos tem comprimento médio de 1,3mm na ovelha. O outro mede 2,6 mm em média. O corpo da bigorna parece ser muito semelhante ao humano. A cabeça do estribo, ramos e platina são também comparáveis àqueles encontrados em humanos. A cabeça mede 0,68 mm em diâmetro em média, com os ramos do estribo medindo 1,6 mm de comprimento. A platina tem 2,1 mm de comprimento e largura média de 1,1 mm.

A mastoidectomia

A linha temporal, assim como a espinha suprameatal, podem ser facilmente identificadas e anatomicamente direcionadas seguindo-se o plano mastoideo. A mastoide da ovelha não é pneumatizada. As células cranianas são preenchidas por tecido adiposo e vasos venosos. A preparação é difícil. As estruturas do ouvido interno estão enclausuradas em um bloco de osso compacto, envolto por osso esponjoso. Devido à ausência de células aeradas, é impossível se identificar o antro. Para poder ver a anatomia do ouvido médio da ovelha a partir da mastoide, o canal auditivo externo precisa ser aberto. O corpo da bigorna

pode ser encontrado medialmente ao canal semicircular lateral – diferente da anatomia humana (Figura 4). Assim como acontece nos seres humanos, o canal semicircular posterior pode ser encontrado perpendicular ao lateral, apontando para cima. Não se encontra o seio sigmoide. Cranialmente, a mastoide não possui relação anatômica com a fossa craniana média. Ao invés disso, pode-se encontrar uma lamela óssea, que é apenas coberta pela pele do animal, músculo e ouvido externo. Medialmente e cranialmente se pode identificar a dura-máter da ovelha jovem.

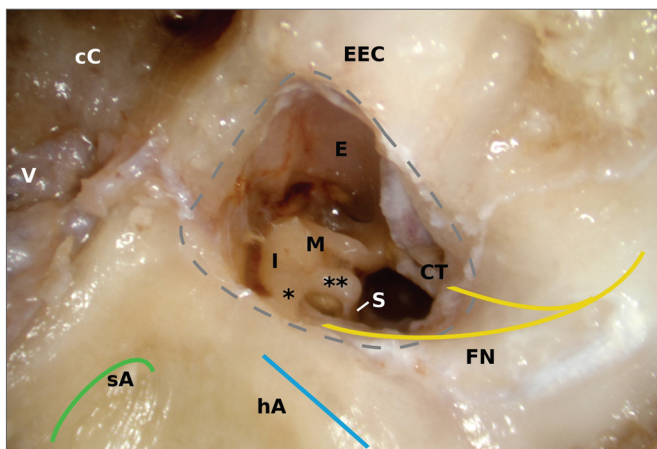


Figura 4. Abordagem mastoidea para o ouvido médio da ovelha (ouvido direito). O bloco do labirinto ósseo está enclausurado nas células cranianas (cC) contendo tecido adiposo e estrutura cranial occipital e caudal esponjosas. É possível visualizar o eixo lateral (em azul) e superior (verde) do canal semicircular. O acesso ao ouvido médio é artificial através de uma ressecção parcial do conduto auditivo externo. A linha cinzenta pontilhada mostra a margem dessa abertura. O nervo facial (FN) circunda o estribo (S) como nos humanos, e origina o corda do tímpano (CT). A bigorna (I) está medial à arcada lateral. M = Martelo, E = Epitímpano, V = veia, * = processo curto, ** = processo longo.

A dissecção da mastoide é difícil, por causa das variações anatômicas, da falta de pneumatização e da ausência do antro. As estruturas do ouvido interno são de difícil identificação, por causa da mudança tardia de cor que o osso sofre. Além disso, o canal semicircular parece menor. O nervo facial e sua relação anatômica com o canal semicircular lateral são semelhantes àqueles da anatomia humana.

DISCUSSÃO

Os estudos sobre anatomia do osso temporal de animais raramente se focam no uso didático desses ossos. A maioria das medidas é feita através da tomografia computadorizada^{1,7}, assim como da dissecção anatômica^{1,2,6}. Dissecção orientada para cirurgia raramente acontece.

Morfologia externa

A distância entre o crânio e o zigoma é de 1,6 cm em média. Em humanos, essas duas estruturas podem ser encontradas em um único plano idêntico, separado apenas pela linha temporal. Um fato que ainda não havia sido descrito por outros autores, presumivelmente por que usaram cabeças completas na tomografia computadorizada⁷ ou se concentraram especificamente no ouvido médio. Outra formação especial é o grande hipotímpano bolhoso. Sua função ainda não foi esclarecida. Presumimos que a falta de pneumatização da mastoide possa ser compensada, em termos de peso, por um grande hipotímpano aerado. O fácil acesso ao ouvido médio por meio do hipotímpano pode representar uma vantagem adicional para o ensino e a compreensão da anatomia do ouvido médio.

Diferentemente do que acontece em humanos, a articulação atlanto-occipital está direcionada para baixo, semelhantemente ao que já foi relatado antes no modelo suíno³. Isso pode ser esperado em todos os quadrúpedes. O plano mastoideo é semelhante ao humano, apesar de ser menor. Ele possui um processo proeminente, que lembra um processo estiloide humano longo. O nervo facial sai do crânio de forma anatomicamente semelhante. Poderia ser discutido se em ovelhas o processo estiloide e a mastoide estariam combinados em uma única estrutura.

A abertura do plano mastoide pode ser facilmente ensinada à medida que esses ossos têm os referenciais necessários⁸; entretanto, limitações poderão ser encontradas no procedimento da mastoidectomia.

Canal auditivo externo e membrana timpânica

A membrana timpânica da ovelha é arredondada, como nos humanos, exceto por uma extensão epitimpânica de aproximadamente 4 mm. O diâmetro médio da membrana timpânica é quase o mesmo encontrado em seres humanos, em uma escala de 0,93. A posição e o ângulo do conduto auditivo externo também são iguais, entretanto a porção óssea é muito pequena quando comparada à humana. Com aproximadamente 3mm, ela é estreita demais para se usar os instrumentos microcirúrgicos convencionais⁸. O uso endaural sem modificações não é possível. Uma abertura do conduto auditivo externo caudal sem a remoção de osso diretamente adjacente à membrana timpânica pode prover melhor acesso, mas reduz o realismo do procedimento quando comparado à mesma estrutura em humanos.

A membrana timpânica possui uma dobra epitimpânica expandida. A abertura dessa extensão proporciona visualização direta da cadeia ossicular. Em humanos, partes da parede posterior do conduto auditivo têm que ser removidas para que se possa enxergar as porções principais da cadeia ossicular. Por outro lado, isso pode ser visto como

desvantagem, uma vez que o treinando não poderá praticar a remoção do osso; entretanto, é uma forma mais fácil de entender a posição da cadeia ossicular, o nervo facial e o corda do tímpano em relação à membrana timpânica.

Na ovelha, o ângulo tímpano-meatal é muito pequeno, e o conduto auditivo anterior fica apenas a 1-2 mm da membrana timpânica. Isso deve ser levado em conta quando da ressecção de partes do conduto auditivo externo. Sob aspectos didáticos, esse é um bom treinamento para se aprender a usar a broca cirúrgica.

O ouvido médio

As estruturas do ouvido médio da ovelha não diferem muito daquelas de humanos. O cabo do martelo possui as mesmas angulação e posição. Exatamente como acontece com humanos, o músculo tensor do tímpano se insere na porção proximal do manúbrio.

A bigorna também é bastante semelhante. Entretanto, os ângulos dos processos diferem daqueles dos nossos. O processo longo de humanos é mais curto na ovelha, e isso pode causar dificuldades quando da fixação da prótese em pistão. A morfologia do estribo também é semelhante à nossa, há uma cabeça, ramos e a platina. Já foi descrito o treinamento bem sucedido para cirurgia de otosclerose usando animais adultos⁵.

A formação do promontório em ovelhas e em humanos também é semelhante. Podemos encontrar as mesmas posições com discretas diferenças em escala e distâncias. Exercícios como timpanoscopias com a manipulação da janela redonda são imagináveis caso seja feita uma abordagem endaural. Isso implica no uso do conduto auditivo externo após parcialmente ressecá-lo, como descrito acima. Na literatura há descrições de estruturas menores no ouvido médio e interno, em uma escala de fator $2/3^{2,7}$. Há dúvidas se essas estruturas seriam viáveis para treinamento de implante coclear. Os eletrodos padrão usados em humanos são longos demais e largos demais. Ensinar cocleostomia ou abertura da janela redonda é possível usando o modelo de ovelha. Abrir a janela redonda proporciona uma excelente visão das estruturas anatômicas internas (Figura 5), e ajuda a compreender o princípio da condução sonora.

Mastoidectomia

A mastoide não é pneumatizada, o que reduz sua utilidade para o treinamento da mastoidectomia clássica. Percebemos a presença de grandes células preenchidas por tecido adiposo e veias, que foram difíceis de expor. Em estudos baseados em tomografias computadorizadas, outros autores também relataram um preenchimento por tecido adiposo da região superior da mastoide de ovelhas^{2,3}. Após a remoção do tecido adiposo, o bloco ósseo do labirinto fica livre.

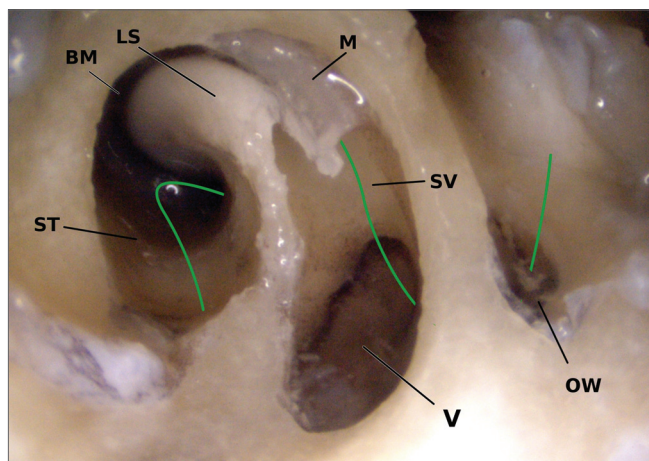


Figura 5. Uma abertura na janela redonda da ovelha (ouvido esquerdo). O estribo foi removido para a inspeção da janela oval (OW). Remanescentes cranianos da membrana de cobertura (M). A lâmina espiral óssea (SL) foi parcialmente ressecada para abrir caminho para a rampa vestibular (SV) e o vestibulo (V). Podemos identificar também a rampa timpânica (ST) e a membrana basilar (BM). A linha verde exibe o caminho da energia sonora. Após entrar via janela oval, ela passa através do vestibulo para a rampa vestibular até a ponta da cóclea e continua dentro da rampa timpânica, e então é transmitida via membrana da janela redonda.

A brocagem do labirinto também é difícil. A posição do canal semicircular lateral varia discretamente daquela dos humanos. Para melhor orientação, a parede posterior do conduto auditivo externo deve ser identificada e ressecada até que a bigorna fique visível. Geralmente esse ossículo pode ser encontrado medialmente ao canal semicircular lateral e não lateralmente, como acontece em humanos. Diferentemente de nós, as estruturas ósseas próximas às formações do ouvido interno não são amareladas, o que torna o trabalho de dissecação muito mais difícil. A mudança de cor somente acontece mais profundamente no bloco labiríntico.

A ausência da dura-máter em direção ao intercânio não é necessariamente uma desvantagem do ponto de vista educacional, porque a delgada camada óssea entre o zigoma e o crânio se assemelha à anatomia humana. O seio sigmoide é um importante referencial anatômico que não se consegue observar⁸.

A posição mais superior da bigorna em relação ao canal semicircular lateral dentro do antro e o processo curto apontando para o canal semicircular representam importantes referenciais anatômicos na mastoidectomia e na timpanotomia posterior. A preparação do ângulo cordo-facial proporciona uma visão de cima da bigorna. O promontório com sua posição ideal para a cocleostomia pode ser alcançado com um mais uso da broca.

Assim sendo, a mastoide da ovelha não pode ser recomendada para o ensino de anatomia para iniciantes, mas pode ser útil para o treinamento do manuseio da broca

e da aspiração. Esses ossos temporais parecem representar uma boa adição ao processo de aprendizado para alunos avançados à medida que esses são capazes de resolver problemas mesmo quando há variações anatômicas. Se a variada morfologia mastoidea da ovelha for aceita tanto pelo aprendiz como para o professor, ela pode ser utilizada para o treinamento de manipulação da cadeia ossicular e interposição a partir de uma abordagem posterior, especialmente à medida que a morfologia da cadeia, promontório, nervo facial e canal semicircular lateral são bastante semelhantes, principalmente a anatomia do nervo facial, que pode ser ensinada com facilidade.

Aspectos Gerais

Os ossos temporais de ovelhas têm um canal auditivo externo, cadeia ossicular e ouvido interno semelhantes àqueles de humanos. Infelizmente, a escala de algumas estruturas difere daquelas de humanos. A maioria das estruturas é menor, o que dificulta sua manipulação pelos aprendizes. Muito da morfologia é semelhante, e esses ossos podem ser usados para o ensino da anatomia e de técnicas cirúrgicas como algumas descritas anteriormente^{2,5,7}. A alternativa mais comum para ossos temporais humanos são situações virtuais criadas a partir de imagens de tomografia computadorizada dos ossos temporais^{9,10}, que são mais apropriados do que modelos animais para o ensino especialmente da anatomia da mastoide, mas não são úteis para o treinamento de coordenação na manipulação da broca, aspirador e outros instrumentos microcirúrgicos. Essas habilidades cirúrgicas podem ser melhoradas usando-se modelos animais. Modelos digitalizados também não se prestam para trabalho na cadeia ossicular, como inserção de próteses. Essa desvantagem não se aplica a modelos animais. As etapas reconstrutivas também podem ser ensinadas facilmente. Mesmo os modelos virtuais mais atualizados não oferecem informação de cor como acontece nos modelos animais, mas já existem estudos sobre conjuntos de dados plenamente coloridos^{11,12}, e isso aprimorará as técnicas digitais no futuro. Uma combinação de modelos virtuais e animais de ossos temporais será a melhor opção para o ensino de cirurgia otológica, presumindo as dificuldades na obtenção de ossos temporais de cadáveres humanos. Sem dúvida, ossos temporais de cadáveres humanos ainda representam a melhor opção hoje e no futuro para esse ensino.

Além dos aspectos didáticos, o fácil acesso ao hipotímpano da ovelha jovem e adulta torna um bom modelo para estudo da mecânica do ouvido médio, movimentos de implantes ou implantação de aparelhos auditivos em cadáveres.

Por causa dessas semelhanças com seres humanos, o ouvido da ovelha é ideal para experimentos eletrofisiológicos¹³ assim como para cirurgia experimental¹⁴. O fácil acesso ao ouvido médio permite a implantação

de materiais. Recentes estudos relatam a bem sucedida osteo-integração da prótese na mandíbula¹⁵ e no ouvido médio¹⁶ de ovelhas.

Assim como acontece na Europa, há restrições associadas à encefalite espongiforme bovina (EEB), por isso não recomendamos o uso de ovelhas com mais de 12 meses de idade para propósitos didáticos nesses países por razões higiênicas e judiciais¹⁷. Em países não-europeus, não há limites. Pesquisas e ensino com esses animais nessas áreas não trarão problemas. De forma alternativa, suínos também podem ser usados^{3,4}. O uso descrito de primatas não-humanos⁶, não parece ser muito útil, uma vez que os crânios de primatas são menos disponíveis que ossos temporais humanos.

CONCLUSÕES

O canal auditivo externo da ovelha é mais curto e mais estreito do que o humano e só pode ser usado para fins didáticos quando aberto. O hipotímpano bolhoso abre opções adicionais para o ensino da anatomia do ouvido médio assim como para pesquisa sobre a mecânica do ouvido médio.

A mastoide da ovelha não é pneumatizada. O treinamento de mastoidectomia em ovelhas não é recomendado para iniciantes por causa da grande variação anatômica e difícil preparação. O treinamento em dissecação para aprendizes experientes pode ser vislumbrado.

Especialmente o ouvido médio exibe muitas semelhanças quando comparamos ovelhas e humanos. Esse modelo pode representar um importante acréscimo no treinamento de técnicas cirúrgicas de reconstrução de cadeia ossicular.

Uma combinação de diferentes métodos didáticos para cirurgia de ouvido – modelos artificiais, ossos temporais de animais e modelos virtuais, podem representar a melhor forma de se compensar pela reduzida disponibilidade de ossos temporais humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pracy JP, White A, Mustafa Y, Smith D, Perry ME. The comparative anatomy of the pig middle ear cavity: a model for middle ear inflammation in the human? *J Anat.* 1998;192:359-68.
2. Seibel VA, Lavinsky L, De Oliveira JA. Morphometric study of the external and middle ear anatomy in sheep: a possible model for ear experiments. *Clin Anat.* 2006;19(6):503-9.
3. Gurr A, Kevenhörster K, Stark T, Pearson M, Dazert S. The common pig: a possible model for teaching ear surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2010;267(2):213-7.
4. Gurr A, Minovi A, Dazert S. The use of animal's anatomy in ENT-education. *GMS Curr Posters. Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2009; 5:Doc60 (20090416).
5. Gocer C, Eryilmaz A, Genc U, Dagli M, Karabulut H, Iriz A. An alternative model for stapedectomy training in residency program: sheep cadaver ear. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2007;264(12):1409-12.
6. Borin A, Covolan L, Mello LE, Okada DM, Cruz OL, Testa JR. Anatomical study of a temporal bone from a non-human primate (*Callithrix* sp). *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74(3):370-3.

-
7. Ayres Seibel V, Lavinsky L, Irion K. CT-Scan sheep and human inner ear morphometric comparison. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2006;72(3):370-6.
 8. Hildmann H, Sudhoff H. *Middle ear surgery* Springer, 2006.
 9. Sewell C, Morris D, Blevins NH, Barbagli F, Salisbury K. Evaluating drilling and suctioning technique in a mastoidectomy simulator. *Stud Health Technol Inform.* 2007;125:427-32.
 10. Zirkle M, Roberson DW, Leuwer R, Dubrowski A. Using a virtual reality temporal bone simulator to assess otolaryngology trainees. *Laryngoscope.* 2007;117(2):258-63.
 11. Trier P, Noe KØ, Sørensen MS, Mosegaard J. The visible ear surgery simulator. *Stud Health Technol Inform.* 2008;132:523-5.
 12. Wiet GJ, Schmalbrock P, Powell K, Stredney D. Use of ultra-high-resolution data for temporal bone dissection simulation. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2005;133(6):911-5.
 13. Maia FC, Lavinsky L, Möllerke RO, Duarte ME, Pereira DP, Maia JE. Distortion product otoacoustic emissions in sheep before and after hyperinsulinemia induction. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74(2):181-7.
 14. Lavinsky L, Goycoolea M, Gananca MM, Zwetsch Y. Surgical treatment of vertigo by utriculostomy: an experimental study in sheep. *Acta Otolaryngol.* 1999;119(5):522-7.
 15. De Riu G, De Riu N, Spano G, Pizzigallo A, Petrone G, Tullio A. Histology and stability study of cortical bone graft influence on titanium implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(4):e1-7.
 16. Neudert M, Beleites T, Ney M, Kluge A, Lasurashvili N, Bornitz M, Scharnweber D, Zahnert T. Osseointegration of Titanium Prostheses on the Stapes Footplate. *J Assoc Res Otolaryngol.* 2010 in press.
 17. Elworthy S, McCulloch A. BSE in Britain: Science, socio-economics and European law *Environmental Politics*; 1996 Volume 5. p.736-743.