

Orelha Média, Mastóide e Otite Média com Efusão

William Doyle

Foi sugerido que a mastóide funcione como uma fonte de gás para a orelha média, reguladora de pressão ou reguladora desta taxa. Para discriminar entre estas possibilidades, é exigido um conhecimento básico da matemática e da fisiologia. Por meio de experimentos sabe-se que a saúde da orelha média requer que sua pressão seja mantida maior que a pressão ambiental menos 200 decaPascals, que são aproximadamente 400 decaPascals maior que a soma de O₂, CO₂, N₂ e H₂O no sangue. Assim, há uma tendência global para a pressão da orelha média diminuir pela transferência de gás por sua mucosa, para valores menores que as pressões que desenvolvem uma patologia. Esta patologia normalmente é evitada pelo gás introduzido na orelha média durante a abertura da tuba auditiva. Não há evidências convincentes que algum gás seja produzido pela orelha média ou pela mucosa da mastóide.

Usando a lei geral dos gases, podemos escrever uma equação para a pressão de orelha média (Pme) que depende de seu Volume (Vme), Temperatura (Tme), número de moléculas de gás contido (Nme) e uma constante (R) ou

$$Pme = R \times Nme \times Tme / Vme.$$

Agora, nós podemos analisar esta equação para dois efeitos independentes na pressão de orelha média, mudando o volume de orelha média e mudando o número de moléculas de gás. Como a mucosa de orelha média forra o osso na maior parte de sua área de superfície, o volume de orelha média é relativamente fixo. Porém, mudanças periódicas na espessura da mucosa e movimentos da membrana timpânica podem causar pequenas mudanças no volume de orelha média. Se nós reescrevermos a equação separadamente para o tímpano e volume mastóide,teremos:

$$Pme = R \times Nme \times Tme / (Vtym+Vmas)$$

Agora, reconhecendo que o volume da caixa timpânica na população é relativamente constante, mas que o volume da mastóide é altamente variável, a alteração do volume total da orelha média (Vtym+Vmas) pelos movimentos da membrana timpânica terá um efeito maior na pressão de orelha média para orelhas com mastóides de menor volume. Para estes tipos de mudanças, a mastóide age como um regulador de pressão.

Porém, este não é o fator motriz que causa patologia da orelha média. Lá, o número de moléculas de gás está diminuído, enquanto o volume total na orelha

média é mantido relativamente constante. Para descrever este processo, a equação pode ser reescrita como:

$$P_{me} = R \times T_{me} \times (N_{tym}/V_{tym} + N_{mas}/V_{mas})$$

Isto mostra que a pressão de orelha média diminuirá quando moléculas de gás forem retiradas da mastóide ou do compartimento timpânico. A taxa de mudança da pressão da orelha média que é designada por (dP_{me}/dt) está relacionada diretamente à taxa de mudança nas moléculas de gás, dentro da mastóide e na cavidade da orelha média,

$$dP_{me}/dt = R \times T_{me} \times (dN_{tym}/V_{tym} + dN_{mas}/V_{mas}) / dt.$$

Sob estas condições a mastóide se comportará como um regulador de taxa se $(dN_{mas}/V_{mas}) \times dt$ é menor que $(dN_{tym}/V_{tym}) \times dt$, o que não foi demonstrado para a orelha média humana. Como a mudança em moléculas de gás está relacionada ao fluxo de sangue (Q_b) pela área de superfície total disponível para troca (A), nossa equação básica pode ser reescrita como:

$$dP_{me}/dt = R \times T_{me} \times (Q_{tym} \times A_{tym}/V_{tym} + Q_{mas} \times A_{mas}/V_{mas}) / dt.$$

Agora o volume da mastóide será um regulador de taxa para a pressão de orelha média se a relação $(Q_{tym} \times A_{tym} / V_{tym}) / (Q_{mas} \times A_{mas} / V_{mas})$ for maior que 1 (>1). Como a mastóide tem uma geometria muito mais complexa que caixa timpânica, pode ser demonstrado que A_{mas}/V_{mas} é muito maior que A_{tym}/V_{tym} e então o volume da mastóide só agirá como um regulador de taxa se Q_{mas} for muito, muito menor que Q_{tym} . Esta é uma pergunta sem resposta, porém importante para cirurgiões que têm de escolher como melhor reconstruir uma mastóide patológica. Em resumo, não há nenhuma evidência que a mucosa da mastóide produza gás. O volume da mastóide causa mudanças na pressão de orelha média, através de mudanças do volume da orelha média. O volume da mastóide se comportará como um regulador de taxa para mudanças de pressão da orelha média, sob certas condições, que não foram demonstradas de maneira conclusiva, para a orelha média humana.

Leitura recomendada

1. Yuksel S, Doyle WJ, Banks J, Seroky JT, Alper CM. Nasal prostaglandin challenge increases N₂O exchange from blood to middle ear. *Auris Nasus Larynx*. 2005 Mar;32(1):29-32.
2. Felding UN, Banks JM, Doyle WJ. Gas diffusion across the tympanic membrane in chinchillas: effect of repeated perforations. *Auris Nasus Larynx*. 2004 Dec;31(4):353-9.
3. Felding UN, Banks JM, Doyle WJ. Middle ear gas exchange in the air phase. *Acta Otolaryngol*. 2003 Sep;123(7):808-11.