


Biofísica da Audição

Pedro de Lemos Menezes

Audição no útero materno


Os primeiros sons que você já escutou



Pedro Menezes - 2011

Anatomo-fisiologia da audição

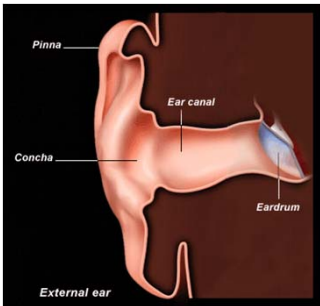
Revisão



Pedro Menezes - 2011

Orelha externa

Pavilhão

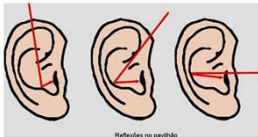


Pedro Menezes - 2011

Orelha externa

Pavilhão

- Concentração da energia sonora na entrada do conduto
- Localização de fontes sonoras no eixo sagital- mediano



Pedro Menezes - 2011

Orelha externa

Ressonância

Ressonância da Orelha Externa

- Pavilhão Auditivo aprox. 5.000 Hz
- Conduto Auditivo Externo aprox. 3.800 Hz

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Revisão

Ossículos Janela Oval

Tensor do Timpano

Membrana Timpânica Estapêdio Janela Redonda Cóclea

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Revisão

Lecture 9: Hearing

Ear Sound Comes from the Oval and Round Windows

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Ossículos

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Casamento das impedâncias

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Casamento das impedâncias

Transmissão da energia = 0,001

Apenas 0,1% da energia que vem pelo Ar passa para a Orelha

Wever e Lawrence (1954)

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Amplificação sonora

- Efeito das Áreas
- Efeito Alavanca

Área vibrante = 55 mm²

Área = 3,2 mm²

$$P_1 \cdot A_1 = P_2 \cdot A_2 \rightarrow P_2 = P_1 \cdot A_1 / A_2 \rightarrow P_2 = P_1 \cdot 55 / 3,2$$

$$P_2 = P_1 \cdot 17,1$$

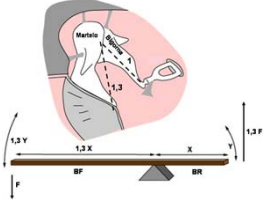
Amplificação = 17,1x

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Amplificação sonora

- Efeito das Áreas
- **Efeito Alavanca**



$F_2 = F_1 \cdot BF/BR \rightarrow F_2 = F_1 \cdot 1,3$

Amplificação = 1,3x

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Amplificação sonora total

- Efeito das Áreas
- Efeito Alavanca

Efeito1 x Efeito2 = 17,1x 1,3 = 22,2

Amplificação = 22,2x

Pedro Menezes - 2011

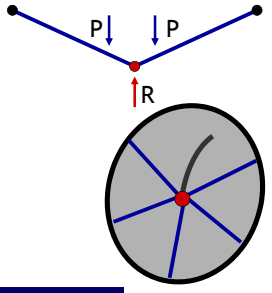
Orelha média

Amplificação sonora total

- **Efeito Alavanca Catenária**

Amplificação pode atingir 2x

Efeito1 x Efeito2 x Efeito3
= 22,2 x 2
= 44,4x

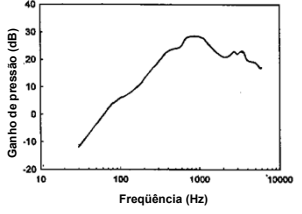


Amplificação total = 44,2x ≈ 32,9 dB

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Transferência energética da membrana timpânica para a cóclea



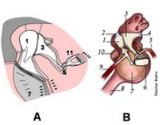
Nedzelinsky (1980)

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Reflexo estapédico

- Desencadeia com estímulos sonoros próximos a 80 dBNS
- Proteção: função mais difundida
- Atenua sons com frequências inferiores a 2k Hz

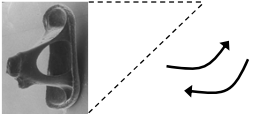


Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Movimentação do estribo

- Intensidades sonora inferiores a 80 dBNS
- Movimento de pistão

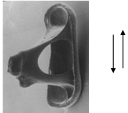


Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Movimentação do estribo

- Intensidades sonora iguais ou superiores a 80 dBNS
- Ação do músculo estapédio
- A platina do estribo desliza sobre a janela oval



Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Teorias e limitações

- **Limitações**
 1. Atenuação somente em baixas frequências (1 kHz)
 2. Latências
 - 60 ms → estapédio
 - 150 ms → tensor do tímpano
 3. Fadiga
 - contração → diminuição gradual → repouso
 - mudança substancial da frequência → nova contração

Kobrac (1932)

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

Teorias e limitações

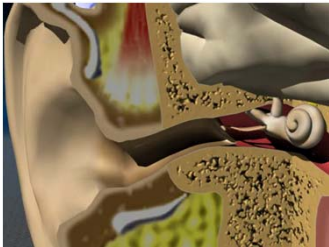
- **Funções**
 - Dessensibilização (sons do próprio corpo)
 - Interferência (ruídos)
 - Proteção
- **Ação subclínica**

Borg (1980)

Pedro Menezes - 2011

Orelha média

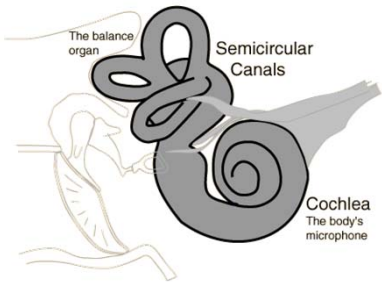
Filme 3



Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Revisão



The balance organ

Semicircular Canals

Cochlea
The body's microphone

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Revisão



Helicotrema

Ducto Coclear

Modiolo

Giro Apical

Giro Médio

Giro Basal

Nervo Vestibular

Nervo Coclear

Conduto Auditivo Interno

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Órgão de Corti

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Órgão de Corti

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Órgão de Corti

20 µm

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Revisão

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Filme 1

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Filtragem por frequência

- Passiva
 - Comprimento de Onda
 - Ressonância das CCE
- Ativa
 - Movimento das CCE

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Revisão

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Filme 2

Please wait a few seconds while the animation loads.

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Filtragem por frequência

- Passiva
 - Comprimento de Onda
 - Ressonância das CCE
- Ativa
 - Movimento das CCE

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Filtragem por frequência

- Passiva
 - Comprimento de Onda
 - Ressonância das CCE
- Ativa
 - Movimento das CCE

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Filtragem por frequência

- Passiva
 - Comprimento de Onda
 - Ressonância das CCE
- Ativa
 - Movimento das CCE

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Filtragem por frequência

- Passiva
 - Comprimento de Onda
 - Ressonância das CCE
- Ativa
 - Movimento das CCE

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

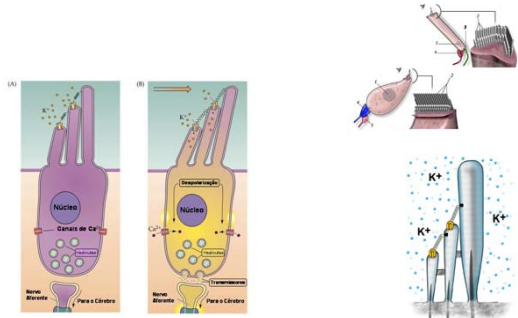
Filme 3



Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Células ciliadas




Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Ouvindo as EOA

- Padrão – Bach, Partita #3
- Resposta das EOA

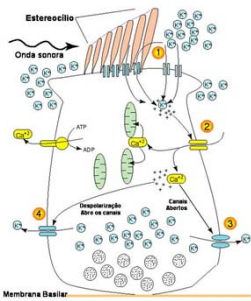


Johann Sebastian Bach

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Resumo



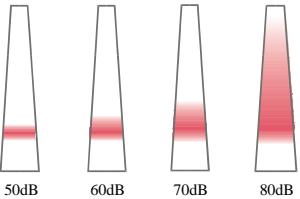
Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Filtro coclear

- Passa-banda
- Passa-alta

FILTRO COCLEAR

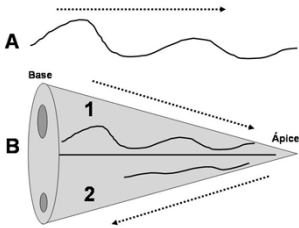


50dB 60dB 70dB 80dB

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Teoria da forma cônica da cóclea




Pedro Menezes - 2011

Orelha interna

Filme 4

Transformada rápida de Fourier



Pedro Menezes - 2011

Via auditiva

Despolarização

Pedro Menezes - 2011

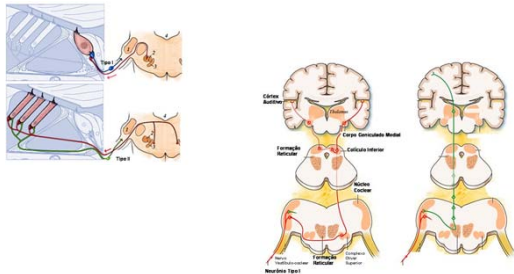
Via auditiva

Propagação do impulso

Pedro Menezes - 2011

Via auditiva

Propagação do impulso

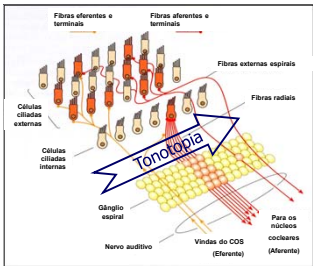


Pedro Menezes - 2011

Via auditiva

Filtragem por frequência

• Fibras Nervosas

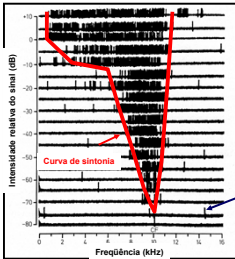


Pedro Menezes - 2011

Via auditiva

Filtragem por frequência

• Fibras Nervosas



Cada fibra responde a um pequeno espectro de frequência.

Potencial de ação

Evans (1975)

Pedro Menezes - 2011

Via auditiva

Filtragem por frequência

- Via auditiva eferente
- = 1.800 fibras
- Proteção ???
- Discriminação fina de frequências ???
- Discriminação diante de ruídos ???

Pedro Menezes - 2011

Córtex Auditivo

GTTA

Pedro Menezes - 2011

Orelha interna, via auditiva e SNC

Filtragem por frequência

Pedro Menezes - 2011

Alterações físicas da orelha

Perdas auditivas

- 🔊 Padrão
- 🔊 Perda acima de 250 Hz
- 🔊 Perda acima de 500 Hz
- 🔊 Perda acima de 1000 Hz
- 🔊 Perda abaixo de 4000 Hz
- 🔊 Perda abaixo de 2000 Hz
- 🔊 Perda abaixo de 1000 Hz

Pedro Menezes - 2011

Cóclea: Audição Normal

Pedro Menezes - 2011

Cóclea: Perda Auditiva


Pedro Menezes - 2011

Alterações físicas da orelha

Ou do começo...

🔊 Implante com 2 canais	🔊 Implante com 5 canais
🔊 Padrão	🔊 Padrão
🔊 Implante com 4 canais	🔊 Implante com 8 canais
🔊 Padrão	🔊 Padrão

Pedro Menezes - 2011



EIA 26º Encontro Internacional de Audiologia

17 a 20 de abril de 2011
Maceió - Alagoas

ABA ACADEMIA BRASILEIRA DE AUDIOLOGIA

Pedro Menezes - 2011