INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS CASTILLA Y LEÓN

ZONAS COCLEARES MUERTAS

QUE SON Y CÓMO SE DETECTAN

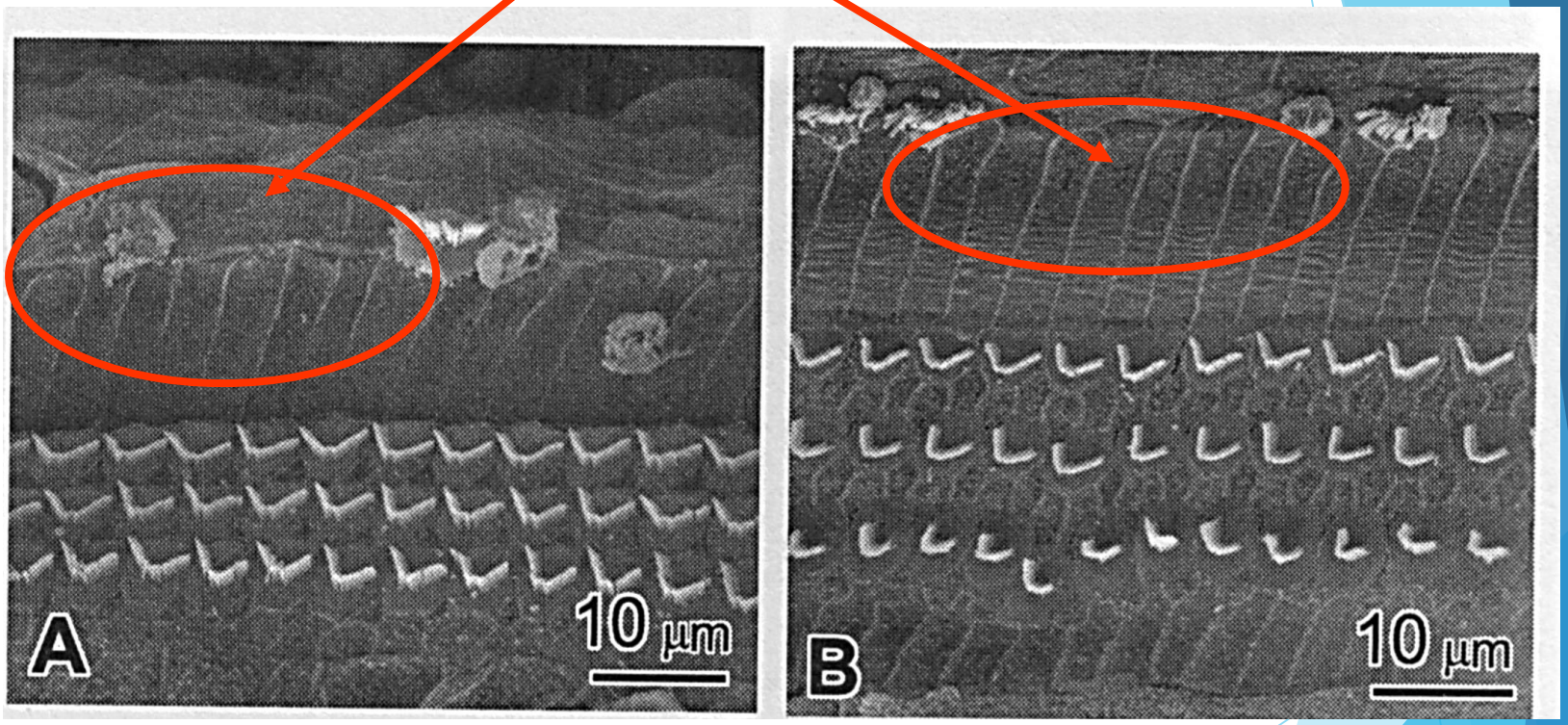
Salamanca, mayo 2018

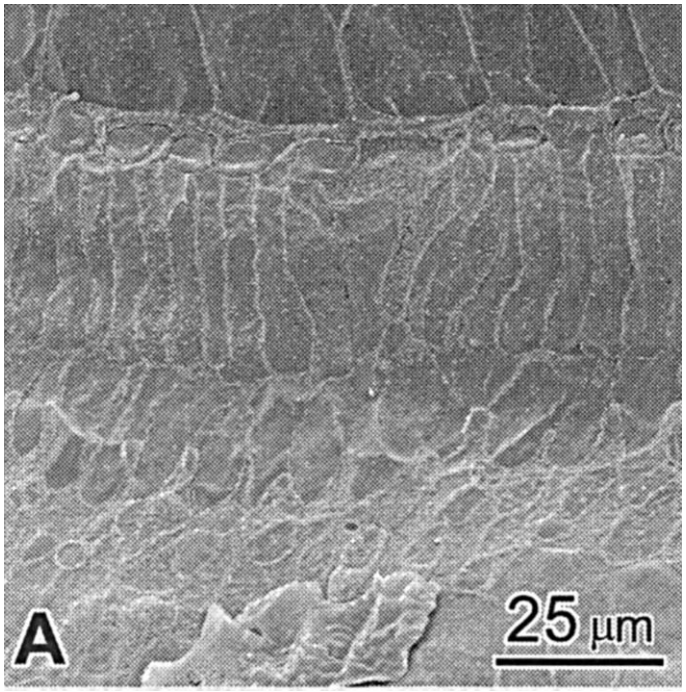
José Luis Blanco.

¿QUÉ ES UNA ZONA MUERTA DE LA CÓCLEA?

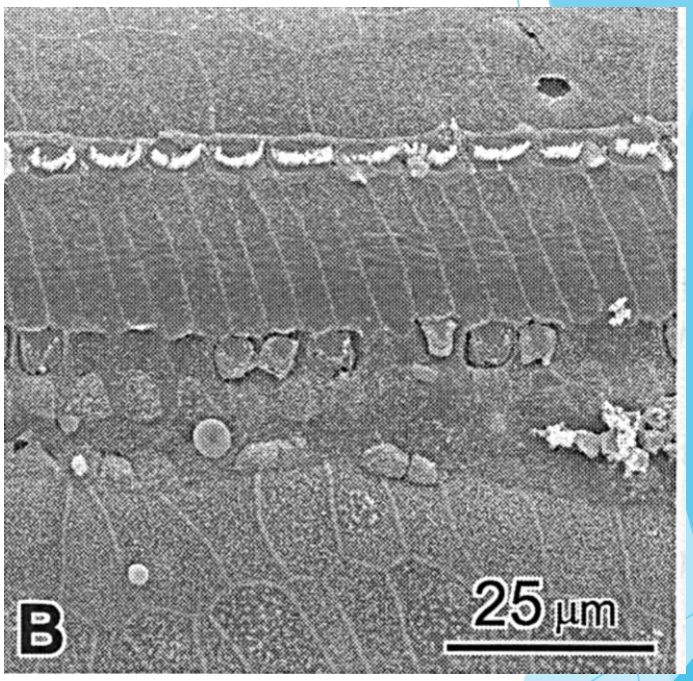
- Una “zona muerta” de la cóclea puede definirse como el área de la cóclea en la que existe pérdida completa de Células Ciliadas Internas y/o neuronas funcionantes.

Zonas cocleares muertas

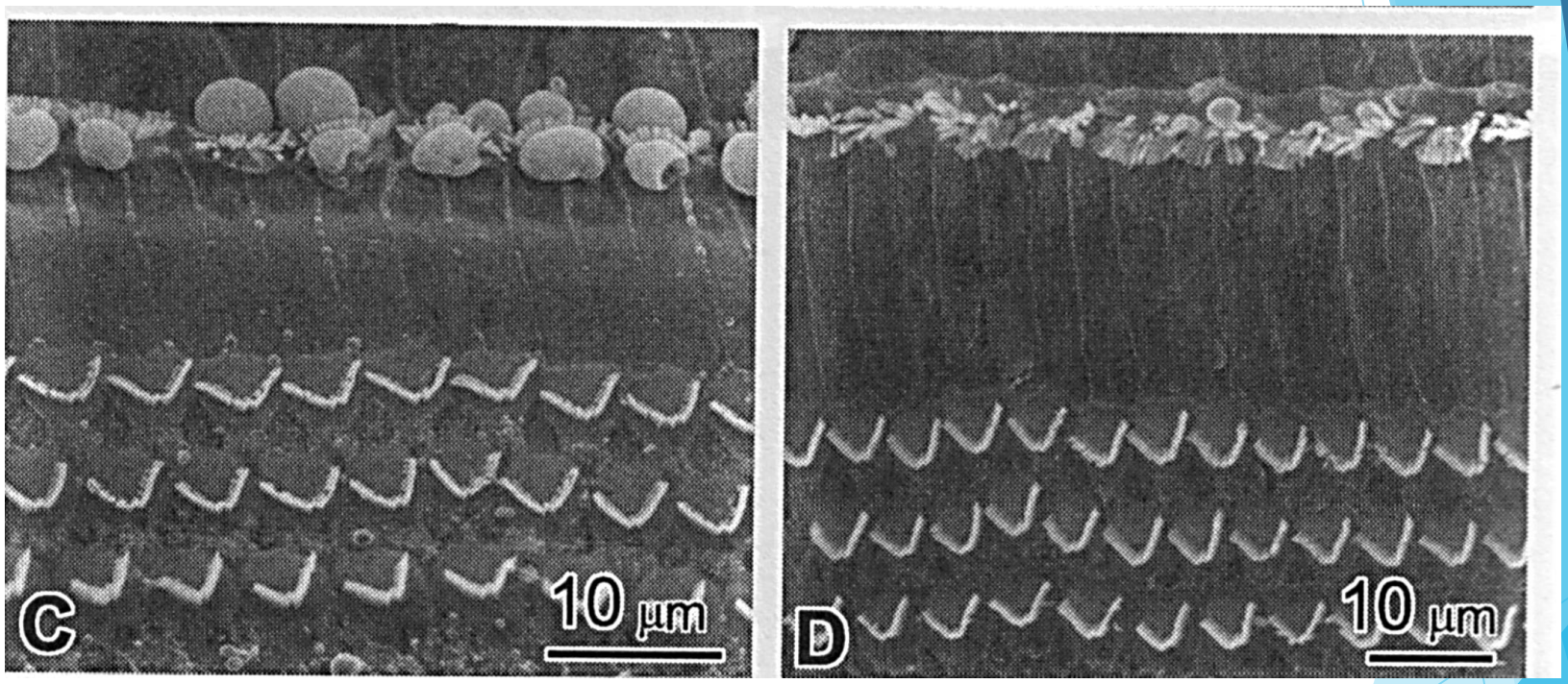




Zona muerta



NO es una zona muerta


C
10 µm
D
10 µm

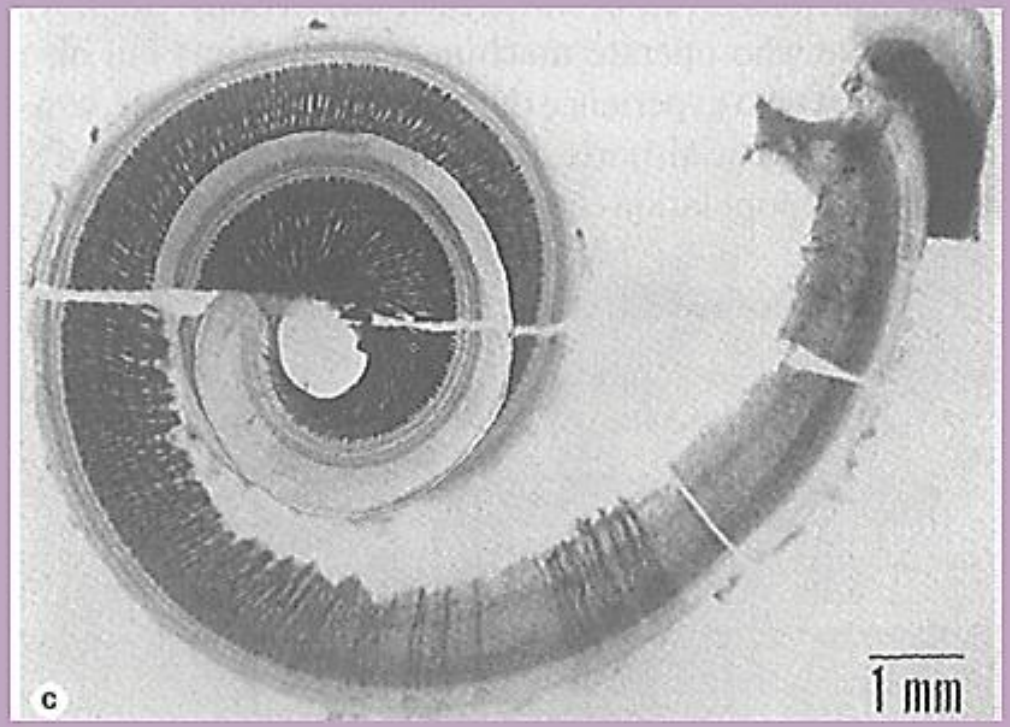
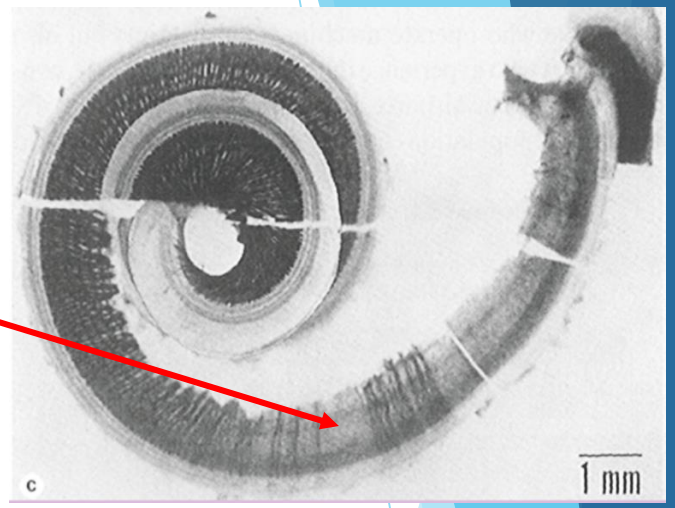


Figure 1. *Cochlea from a 25-year-old man who had been exposed to gunshots. The dark lines show auditory neurons. There are no neurons coming from the basal part of the cochlea, indicating a dead region.*

B. Moore, 2009

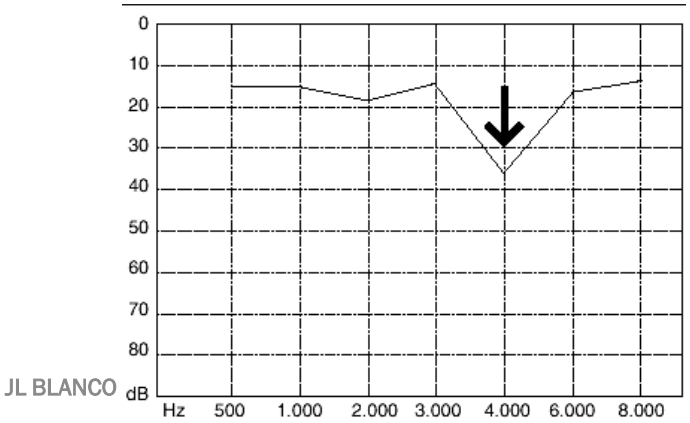
DETECCIÓN DE LAS ZONAS MUERTAS

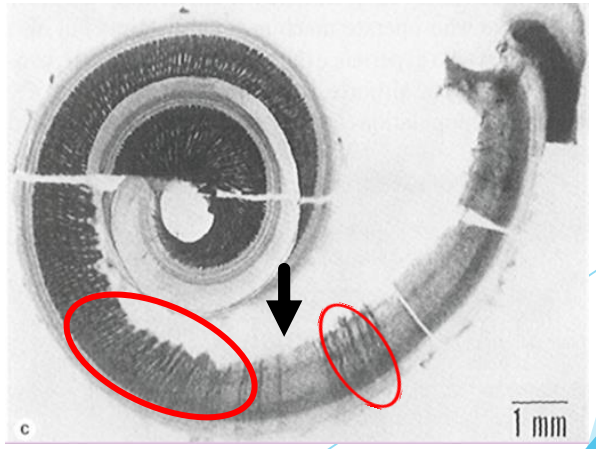
- En los casos de cócleas parcialmente afectada por zonas muertas , podemos detectar umbrales aún cuando las estimulemos con las frecuencias características de estas zonas muertas.



DETECCIÓN DE LAS ZONAS MUERTAS

- Los umbrales que se detectan en la audiometría tonal liminar en las áreas cocleares con frecuencias características situadas en zonas muertas de la cóclea, son consecuencia de la activación de las CCI de áreas cocleares adyacentes a la zona muerta.

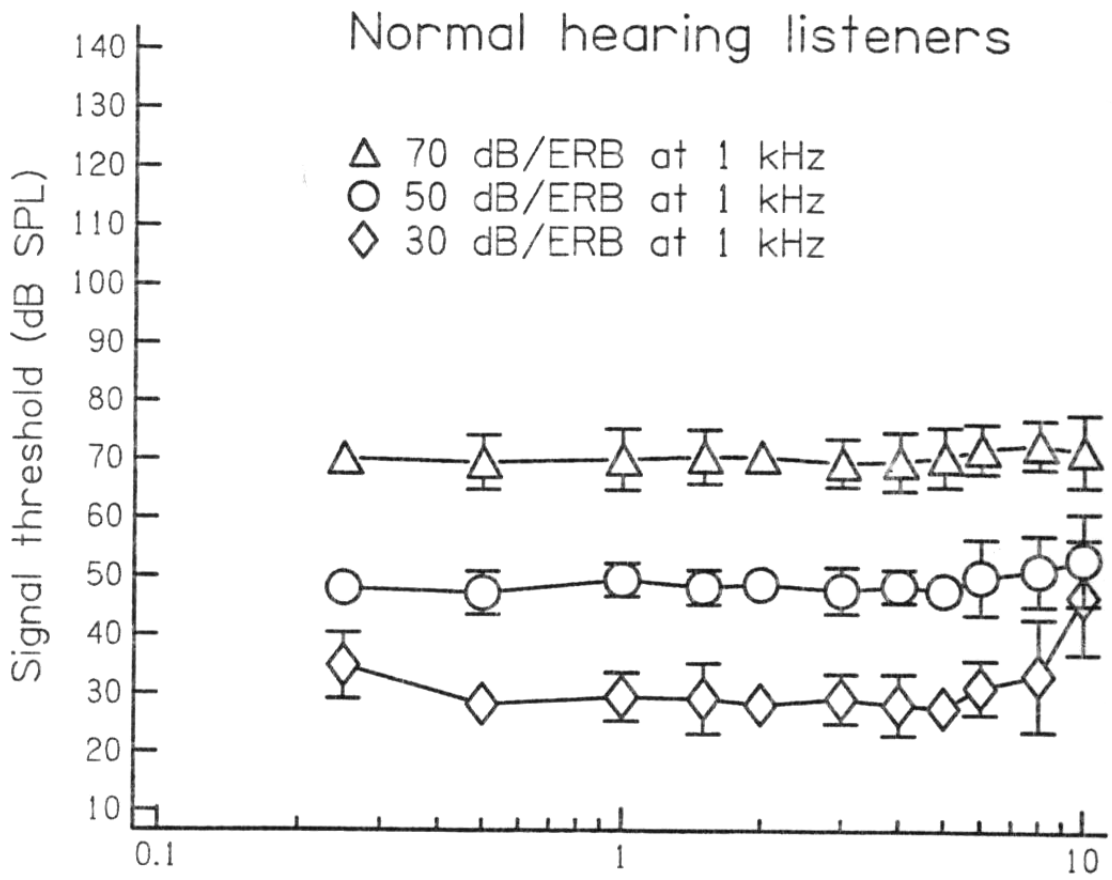




DETECCIÓN DE LAS ZONAS MUERTAS

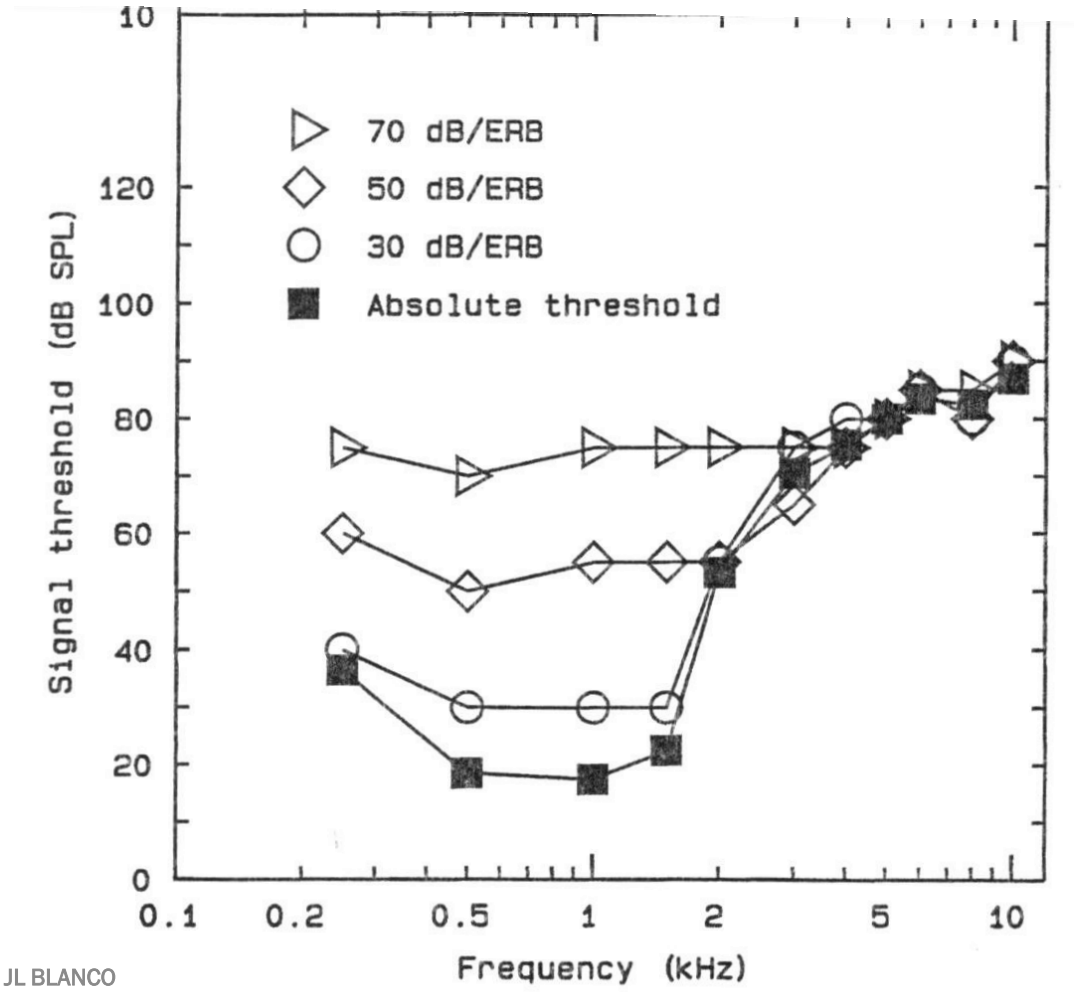
- Si utilizamos enmascaramiento ipsilateral con determinados tipos de ruido de banda ancha, la elevación de los umbrales será diferente en los casos de áreas cocleares que conservan CCI de las que carecen absolutamente de ellas (zonas muertas)

Umbrales obtenidos utilizando el enmascaramiento en normoyentes



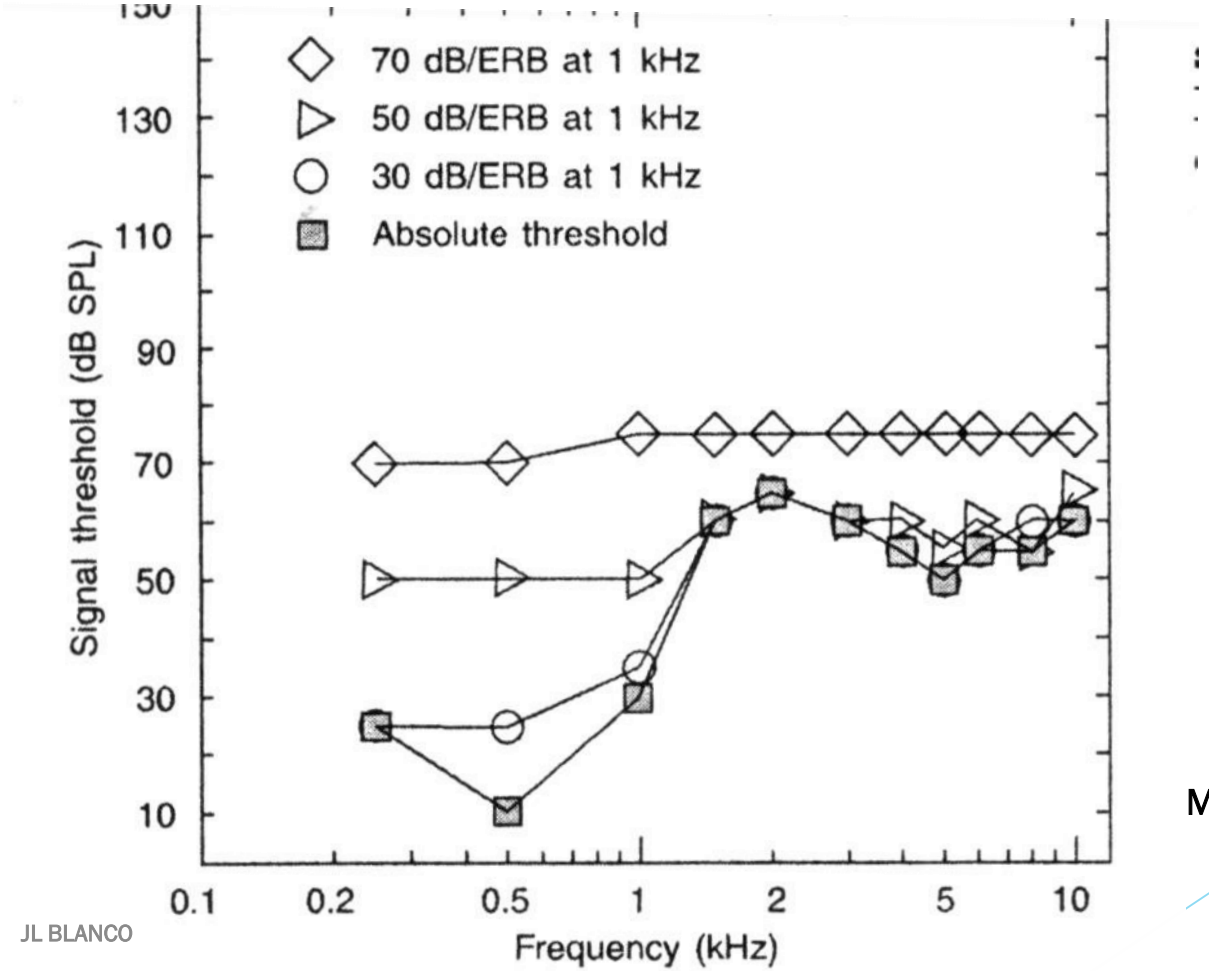
Moore, 2001

Umbrales obtenidos en las mismas condiciones en una hipoacusia sin zonas muertas



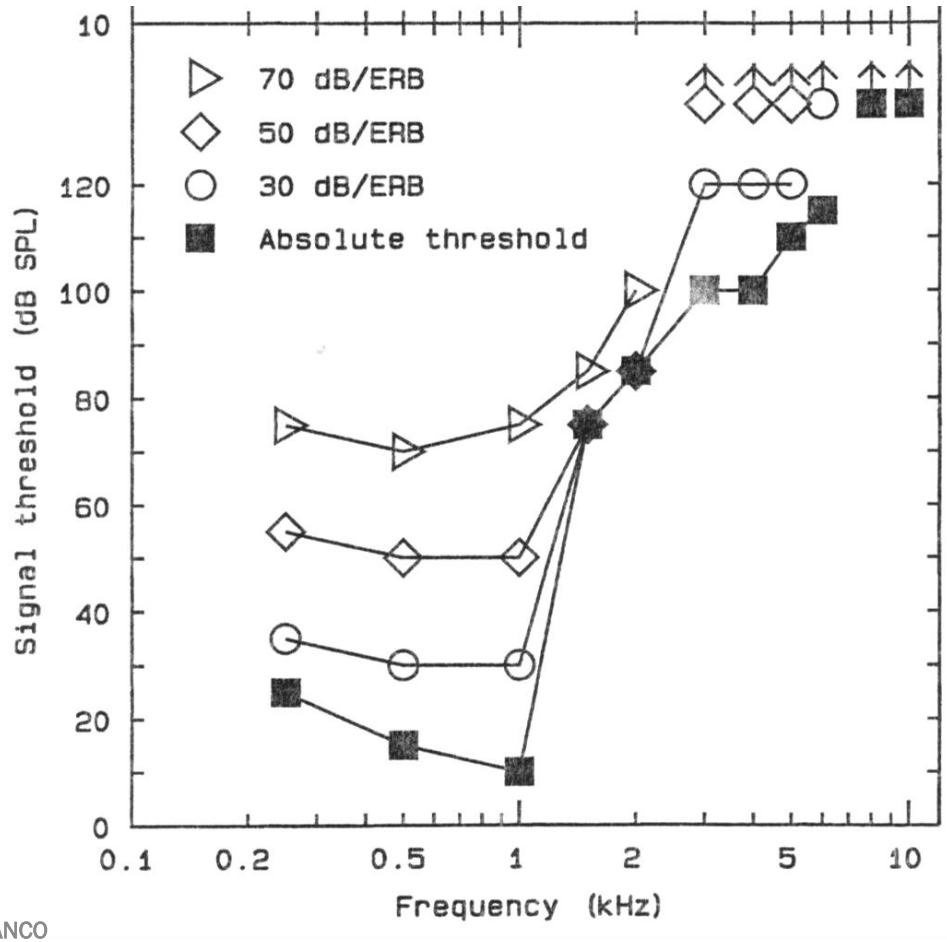
Moore, 2001

Umbrales obtenidos en las mismas condiciones en una hipoacusia sin zonas muertas

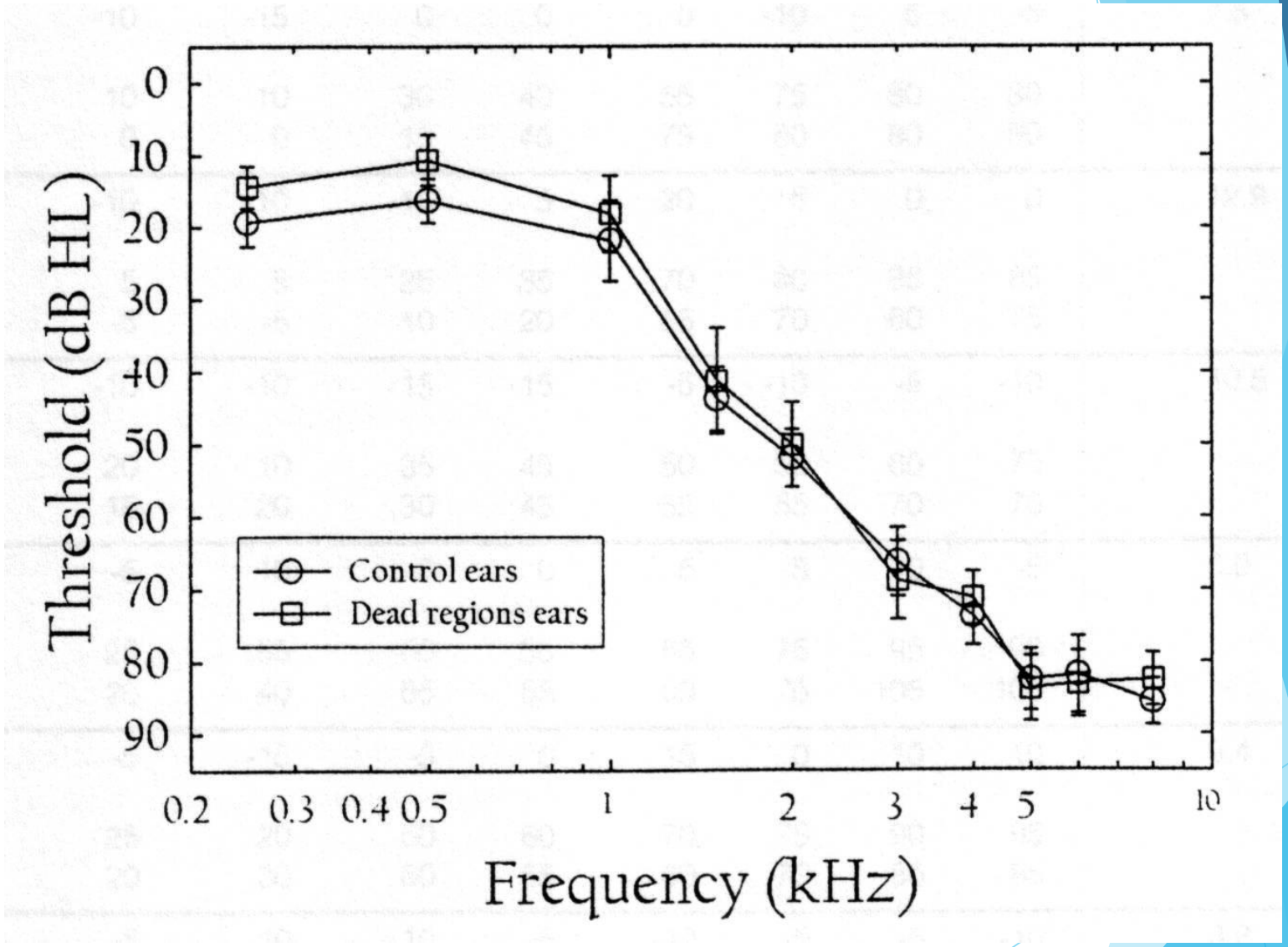


Moore

Umbrales obtenidos en las mismas condiciones en una hipoacusia con zona coclear muerta en las áreas de frecuencia característica de alta frecuencia



Moore, 2001

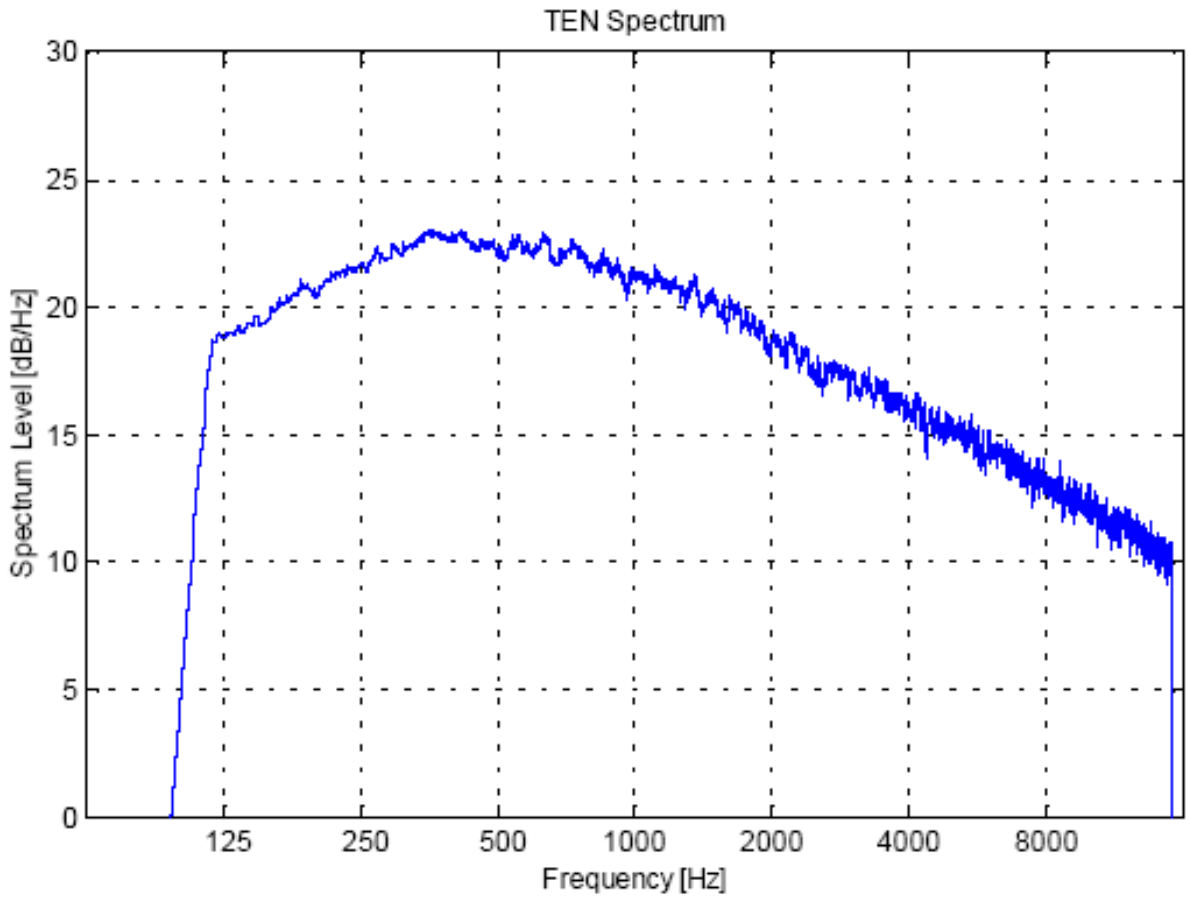


Mackersie, C.L. et al. 2004

DETECCIÓN DE LAS ZONAS MUERTAS EN LA CLÍNICA

- La prueba TEN HL (Treshold Equalizing Noise), diseñada por Brian Moore y colaboradores permite la identificación de las zonas muertas cocleares aplicando un determinado tipo de señal de enmascaramiento de forma ipsilateral.

Espectro del ruido utilizado en la prueba TEN



Moore, 2000

En esta prueba se considera que es una zona muerta cuando:

1º el umbral a una frecuencia determinada se sitúa 10 dB o más por encima del nivel TEN

Y

2º el umbral del tono a esa frecuencia se sitúa 10 dB o más por encima del nivel audiométrico

Medir el umbral en presencia de ruido TEN

SI

Nivel de máscara (Ruido TEN)

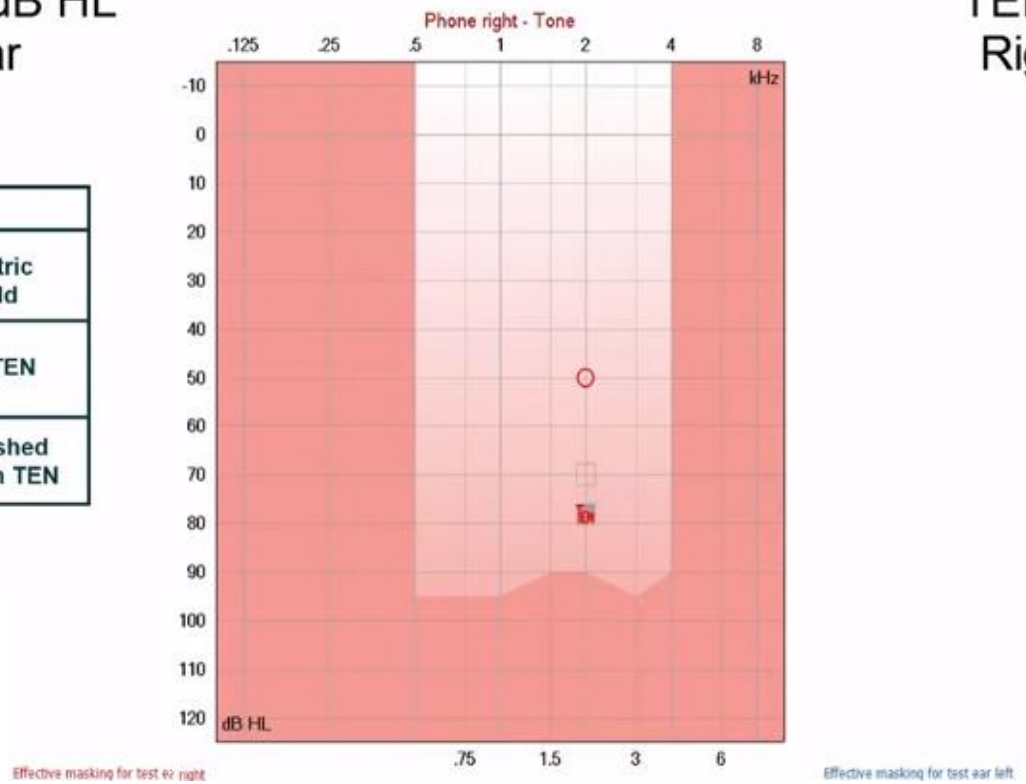
- Cuando el umbral tonal ≤ 60 dB HL TEN = 70 dB
- Cuando el umbral tonal ≥ 70 dB HL TEN HL+10 dB

- TEN Máximo = 90 dB HL

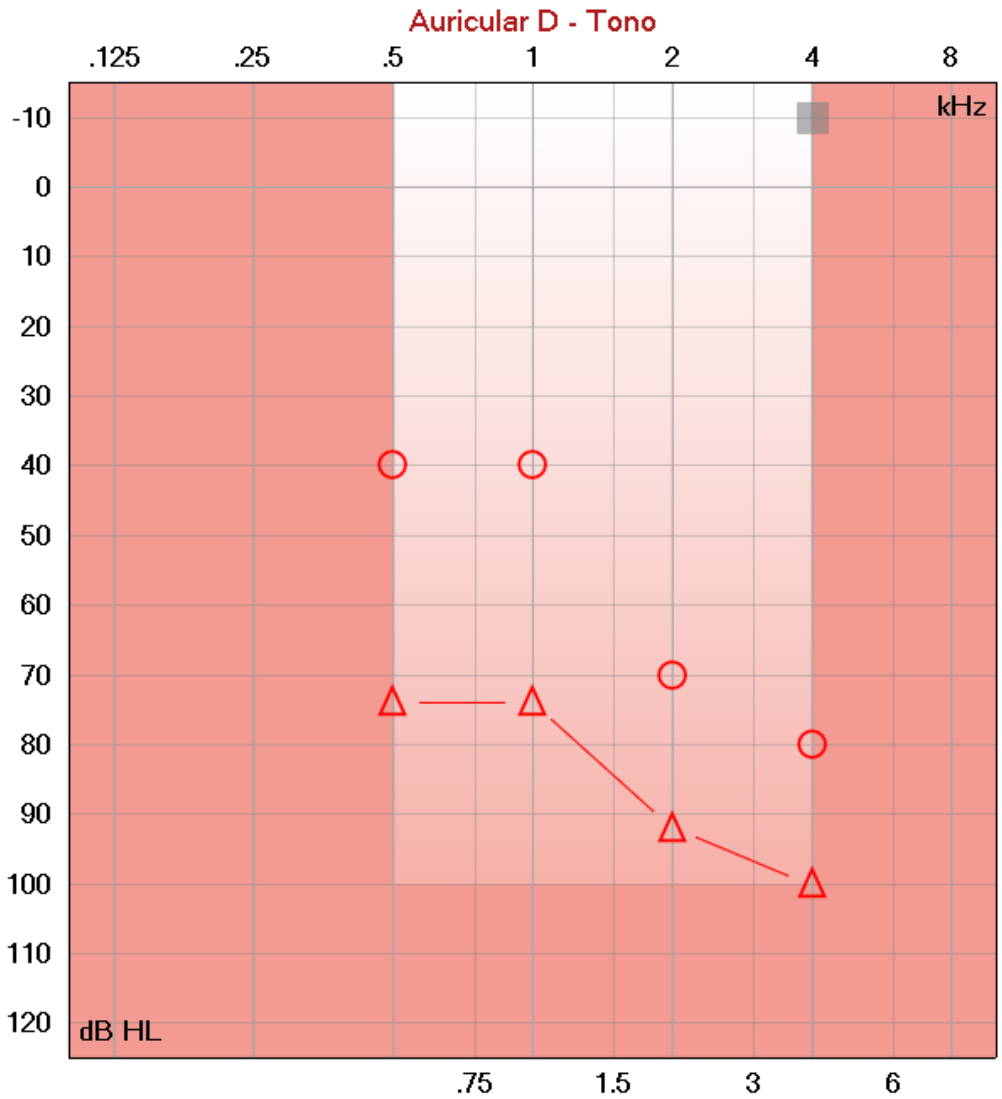
- Utilizar saltos de intensidad de 2 dB.

Channel 1
2000 Hz 82 dB HL
Right Ear

KEY	
○	Audiometric threshold
□	Level of TEN
TEN	Re-established threshold in TEN



Channel 2
TEN 70 dB
Right Ear



Enmascaramiento efectivo para examinar oído derecho

.5	.75	1	1.5	2	3	4
70		70		80		90

IMPORTANTE

- Podemos encontrar cócleas con zonas muertas en hipoacusias neurosensoriales de moderadas a profundas y tanto en frecuencias bajas como altas
- No pueden ser diagnosticadas con certeza a partir del audiograma
- La utilización de una prueba específica basada en el enmascaramiento es la vía más segura para su detección

IMPORTANTE

- Los tonos puros de frecuencias situadas en zonas muertas de la cóclea van a ser percibidos a partir de una determinada intensidad pero no van a evocar una sensación clara de “tono” y el tono percibido (o timbre del mismo) es, a veces pero no siempre, diferente del normal.

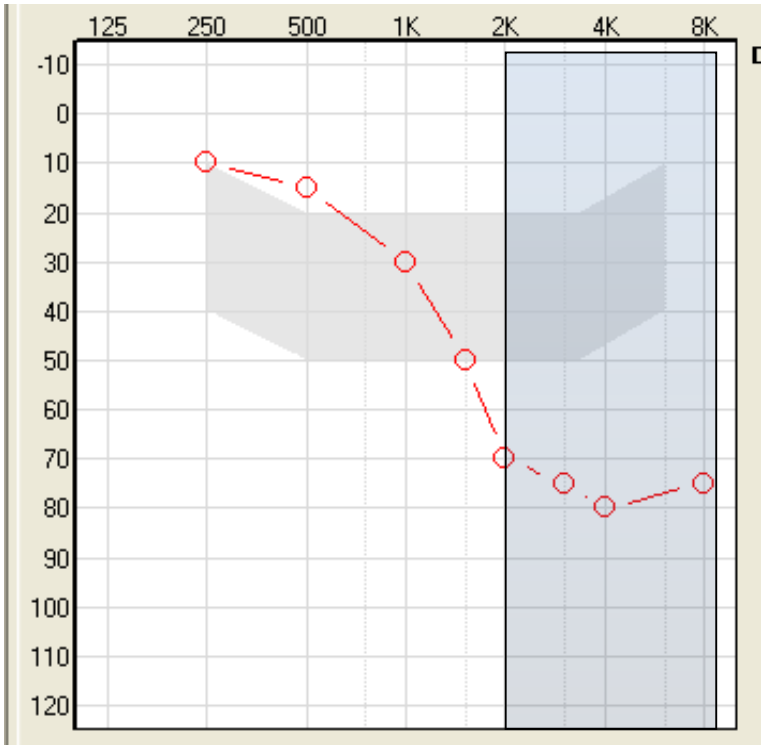
IMPORTANTE

- Sin embargo, estimaciones de la “claridad” del mismo, no pueden utilizarse como indicador seguro de la existencia de una zona muerta.

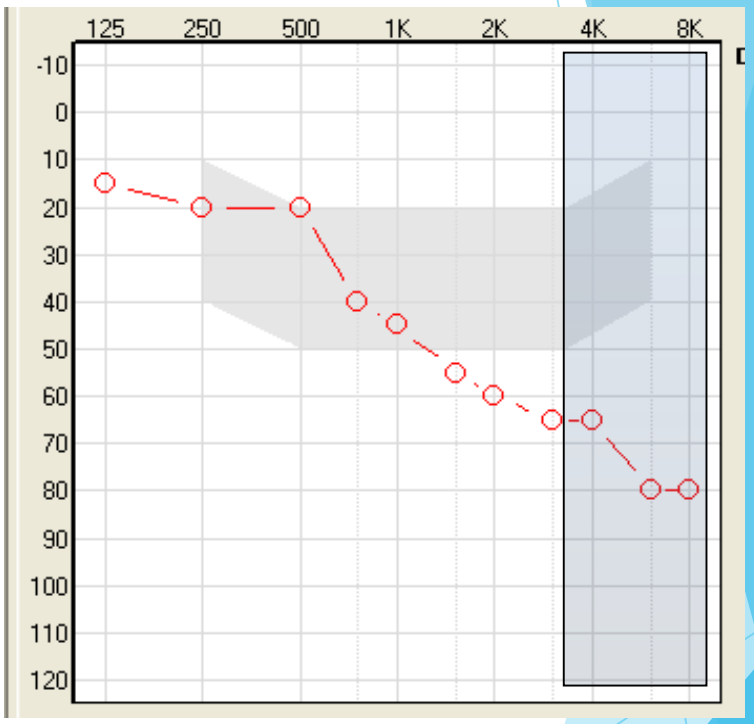
¿Cómo son los audiogramas en los casos de zonas cocleares muertas?

- Recordar:
  - Podemos encontrar cócleas con zonas muertas en hipoacusias neurosensoriales de moderadas a profundas y tanto en frecuencias bajas como altas
  - No pueden ser diagnosticadas con certeza a partir del audiograma

AUDIOGRAMAS CON ZONAS MUERTAS

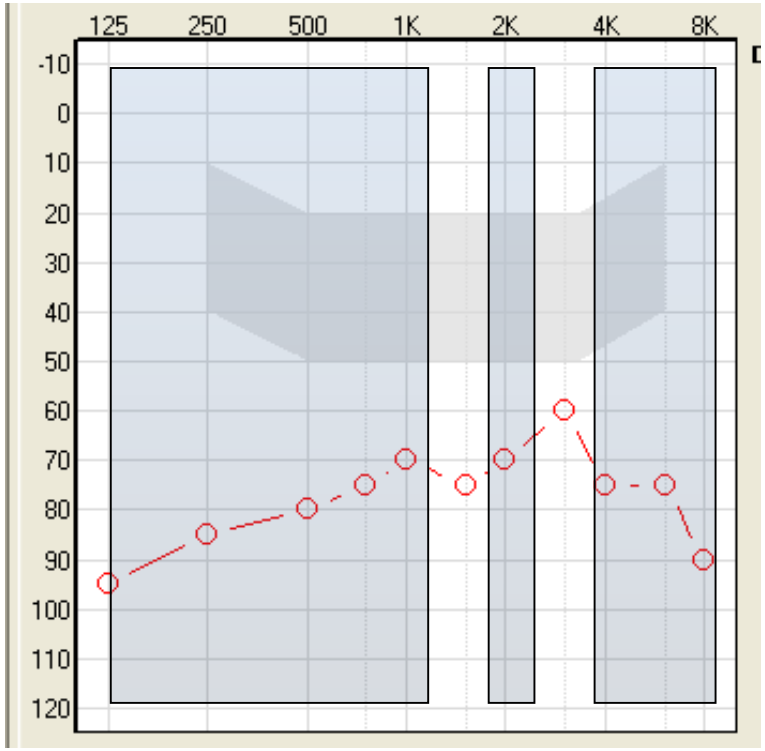


Yanz, 2002

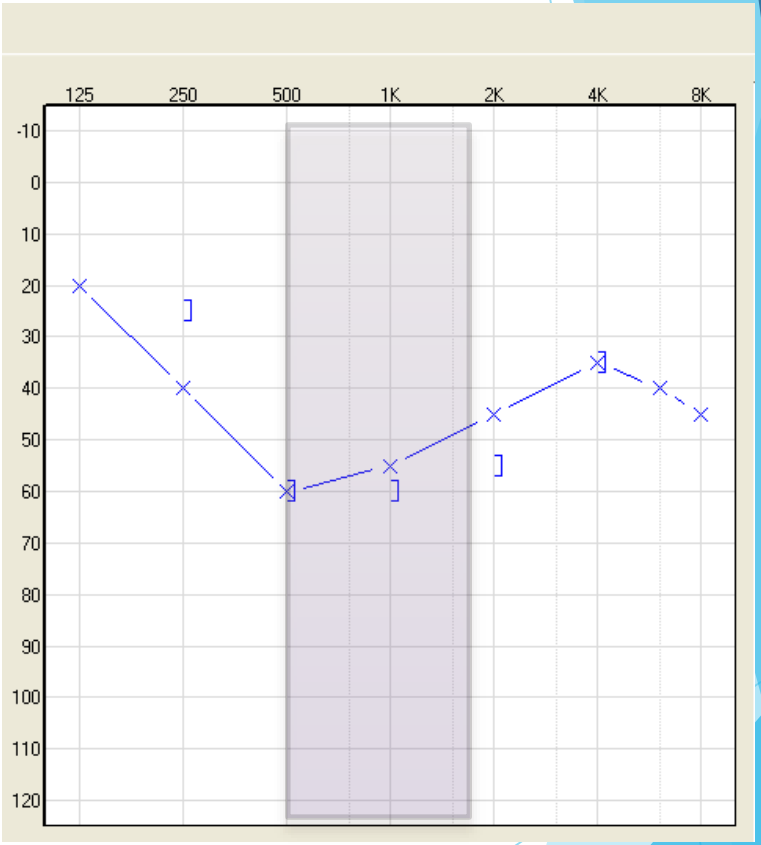


Moore, 2001

AUDIOGRAMAS CON ZONAS MUERTAS



Moore, 2001



Prevalencia de las ZM

- Prevalencia estimada del 29% al 84% dependiendo del tipo de estudio y el criterio de paso. (Cox et al. Ear & Hearing. 2011)
- Prevalencia en Hip NS. 46% oídos (Vinay & Moore, 2007) 29% (Preminger et al 2005) usando otros criterios.

Aplicaciones clínicas de la detección de las zonas muertas

- Ayuda en el consejo terapéutico y en las expectativas de la rehabilitación protésica.
- Ayudar a seleccionar el tipo de audífono más adecuado.
- Ayuda en la programación de la amplificación.
- Ayuda en la selección de candidatos a implante coclear.

ZCM. IMPLICACIONES EN LA REHABILITACIÓN

José Luis Blanco. MSc Audiología

- La mayoría de las zonas muertas detectadas corresponden a la espira basal / media de la cóclea
- Aunque puede haber destrucción de CCI en cualquier parte de la cóclea la mayoría de los estudios sobre su rehabilitación se basan en la pérdida de células en la espira basal

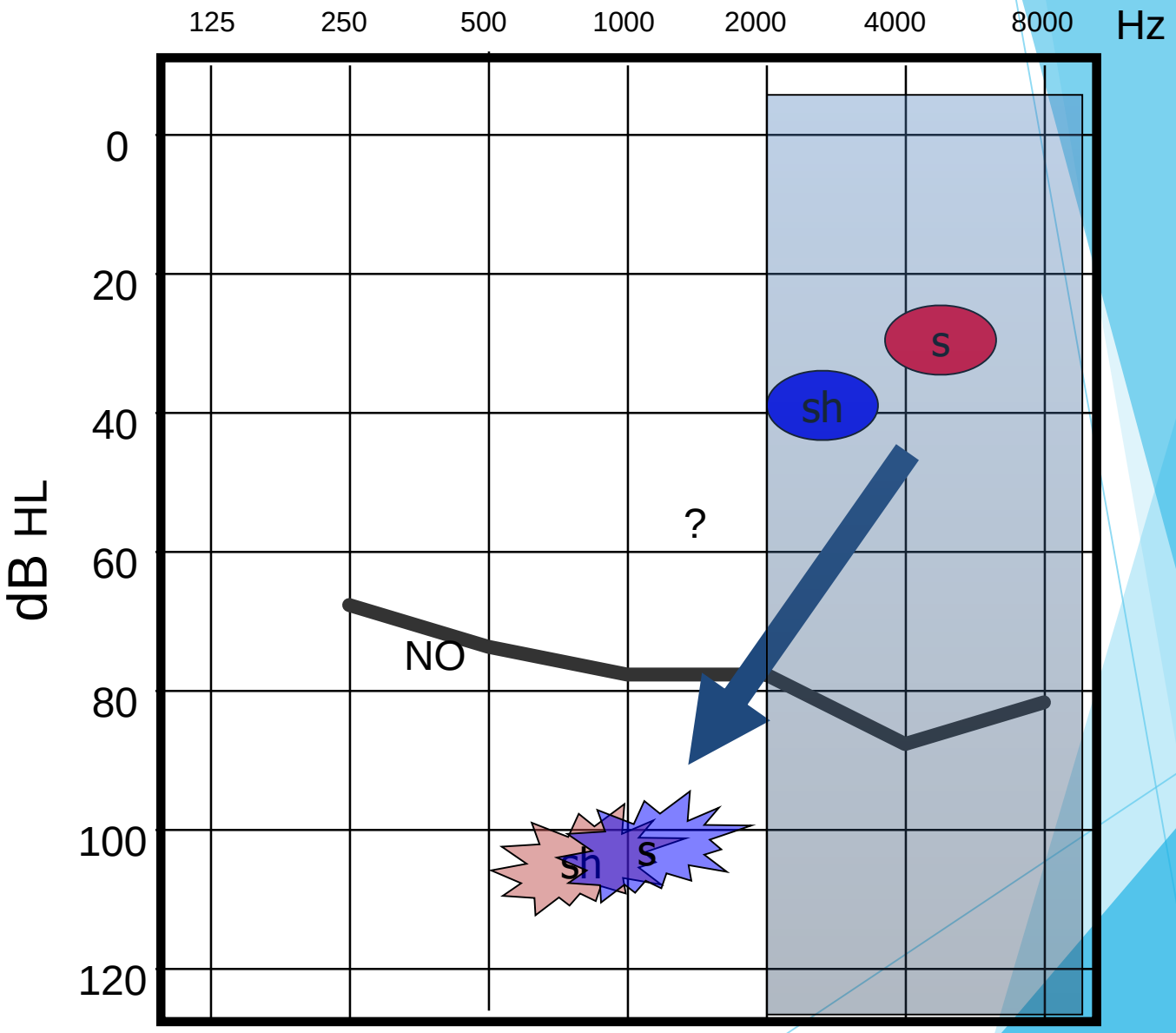
- Las señales de alta frecuencia incluidas en la ZM de la cóclea, suficientemente amplificadas son percibidas por el usuario del audífono, pero no como un tono puro sino como una señal con un cierto grado de distorsión (*“un zumbido, un ruido”*) no como un tono puro

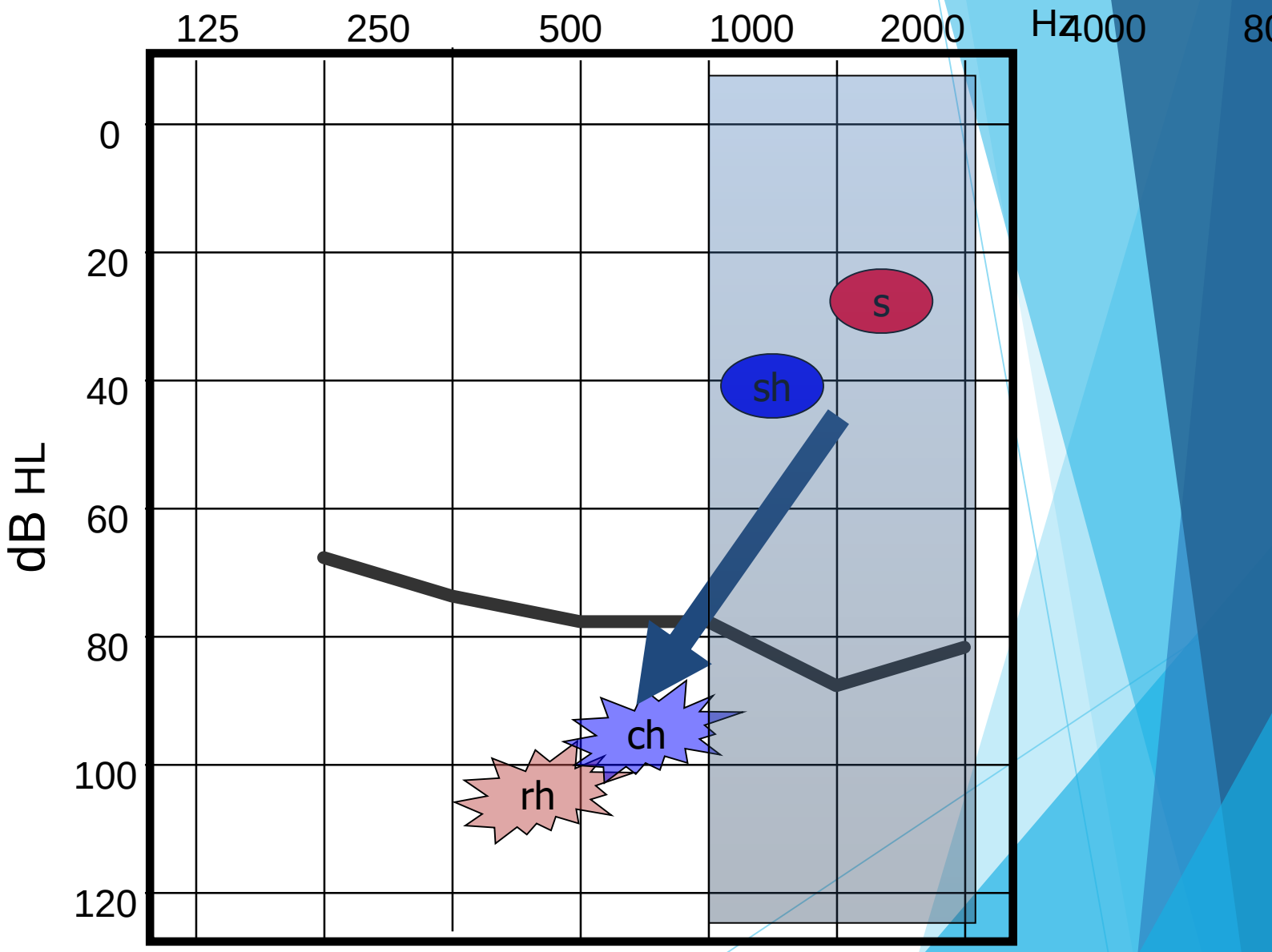
- Pero…

- Las señales de alta frecuencia incluidas en la ZM de la cóclea, suficientemente amplificadas son percibidas por el usuario del audífono, pero no como un tono puro sino como una señal con un cierto grado de distorsión (*"un zumbido, un ruido"*) no como un tono puro

- Pero…
  - En H. Neurosensoriales severas en altas frecuencias pero sin ZM coclear, es necesario un período de aclimatación a la amplificación para la percepción adecuada de los sonidos de alta frecuencia

- Es indiscutible la importancia de las altas frecuencias en la discriminación verbal y por tanto debemos asegurar su audibilidad excepto en aquellos casos en los que no aportan ninguna información
- Es lo que ocurre en las ZM que pueden llegar a interferir en el mensaje en lugar de aportar información del habla

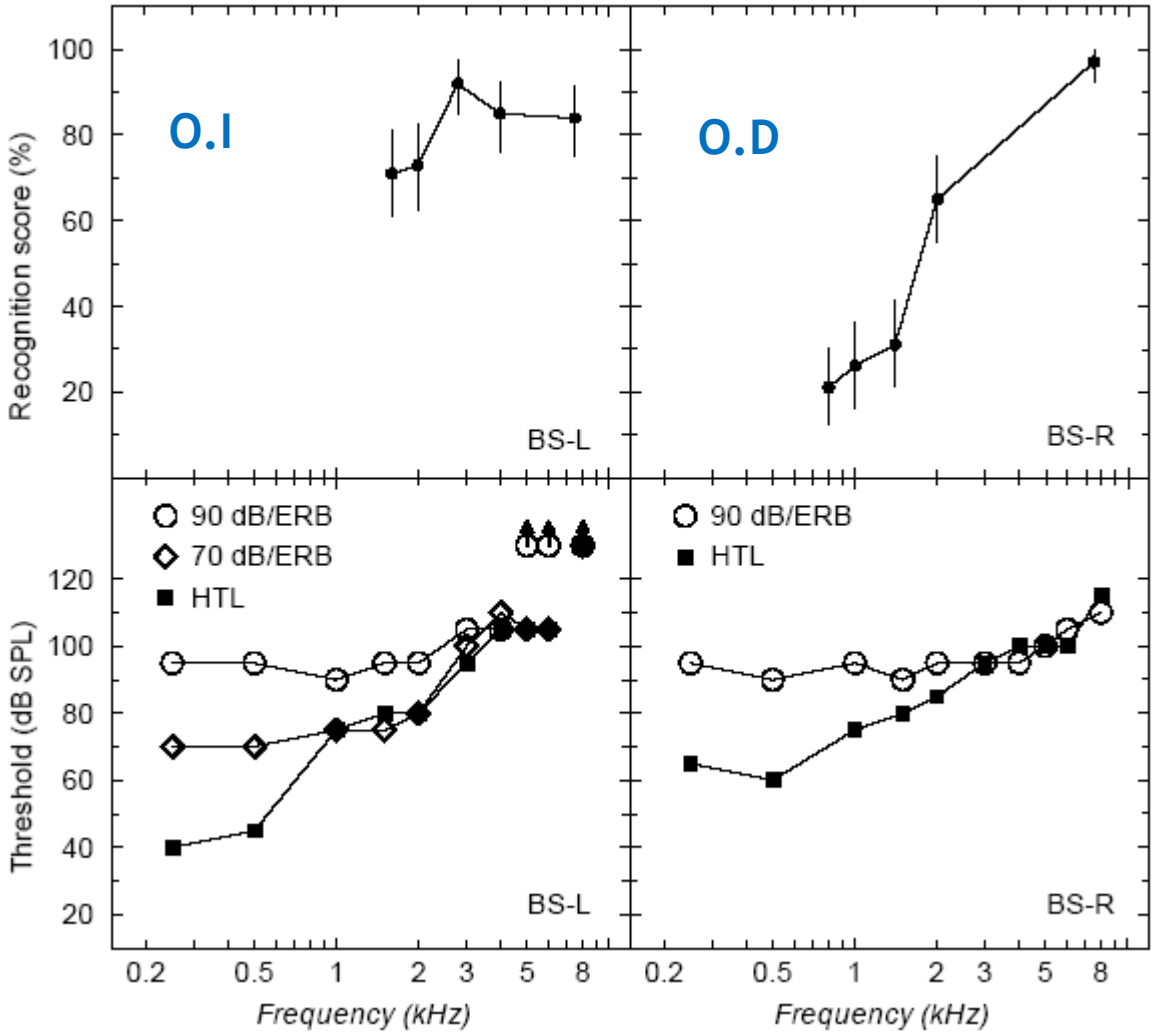

125
250
500
1000
2000
4000
8000
Hz
0
20
40
60
80
100
120
dB HL
s
sh
?
NO
sh
s


125
250
500
1000
2000
Hz
4000
8
0
20
40
60
80
100
120
dB HL
s
sh
ch
rh

ALGUNOS ESTUDIOS SOBRE LA DISCRIMINACIÓN VERBAL CON ZONAS COCLEARES MUERTAS

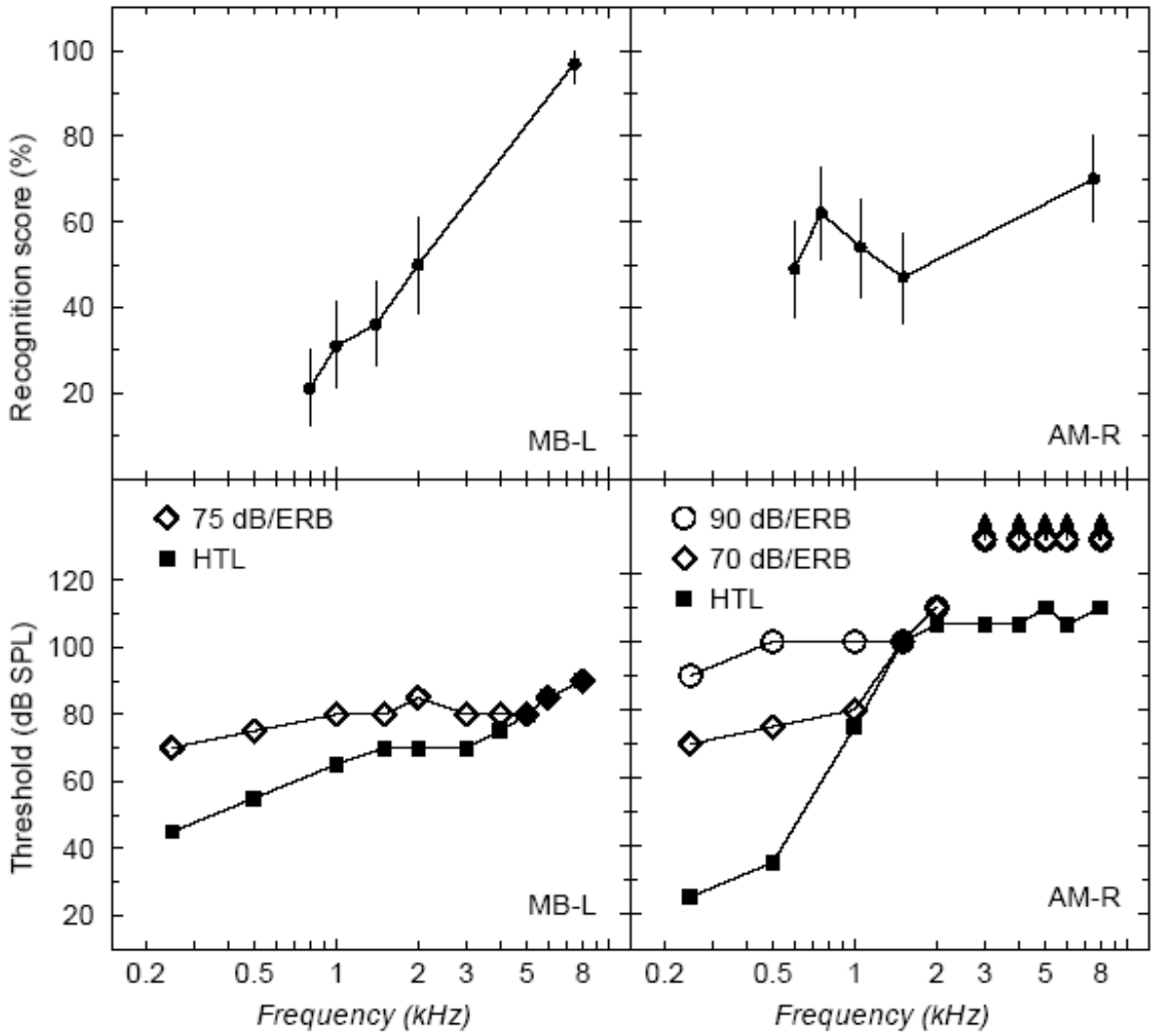
JL BLANCO

UN MISMO SUJETO CON O.D. SIN ZM Y O.I. CON ZONA COCLEAR MUERTA



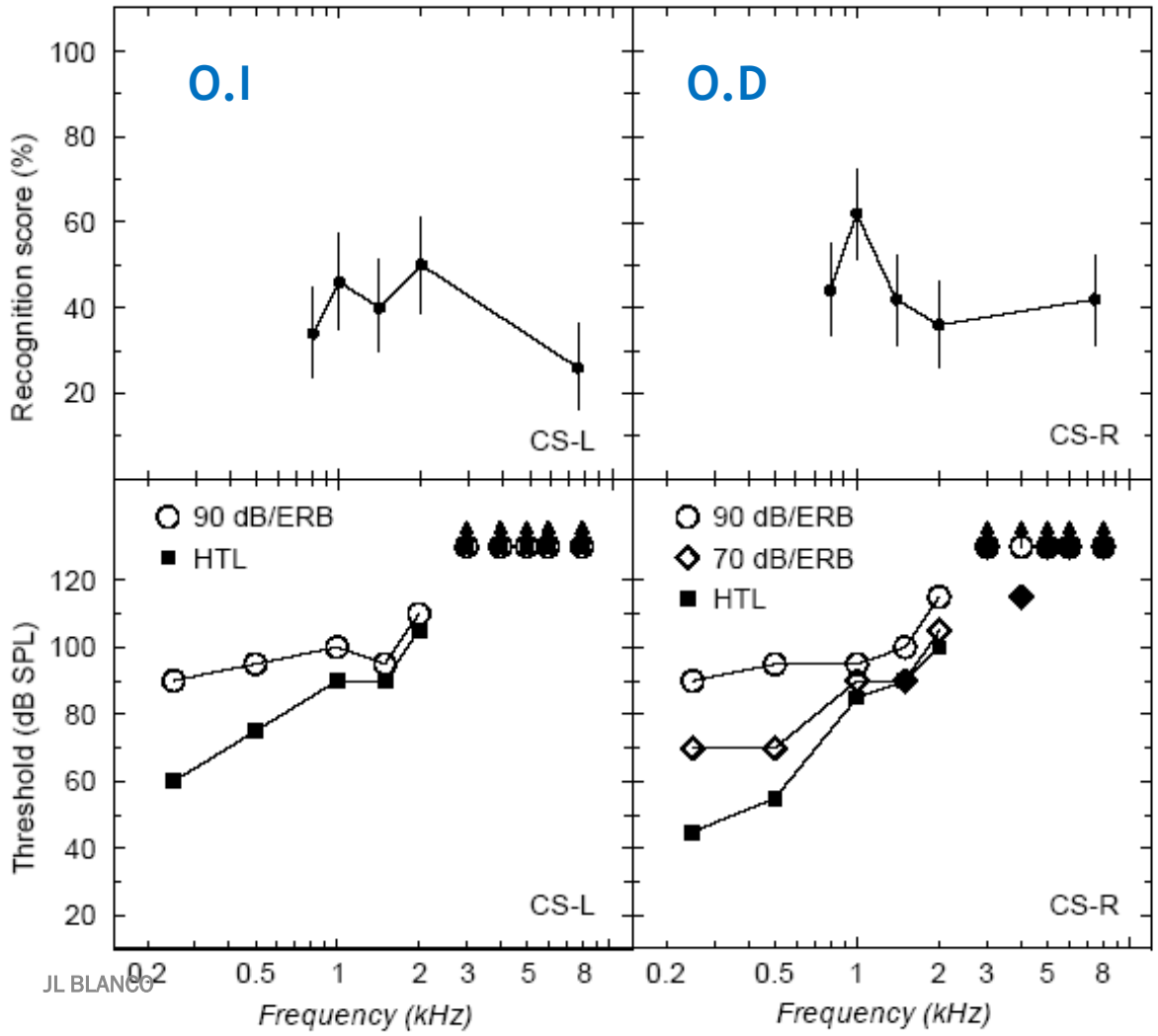
Vestergaard, 2004

ID anterior en dos sujetos diferentes, sin y con ZM



Vestergaard, 2004

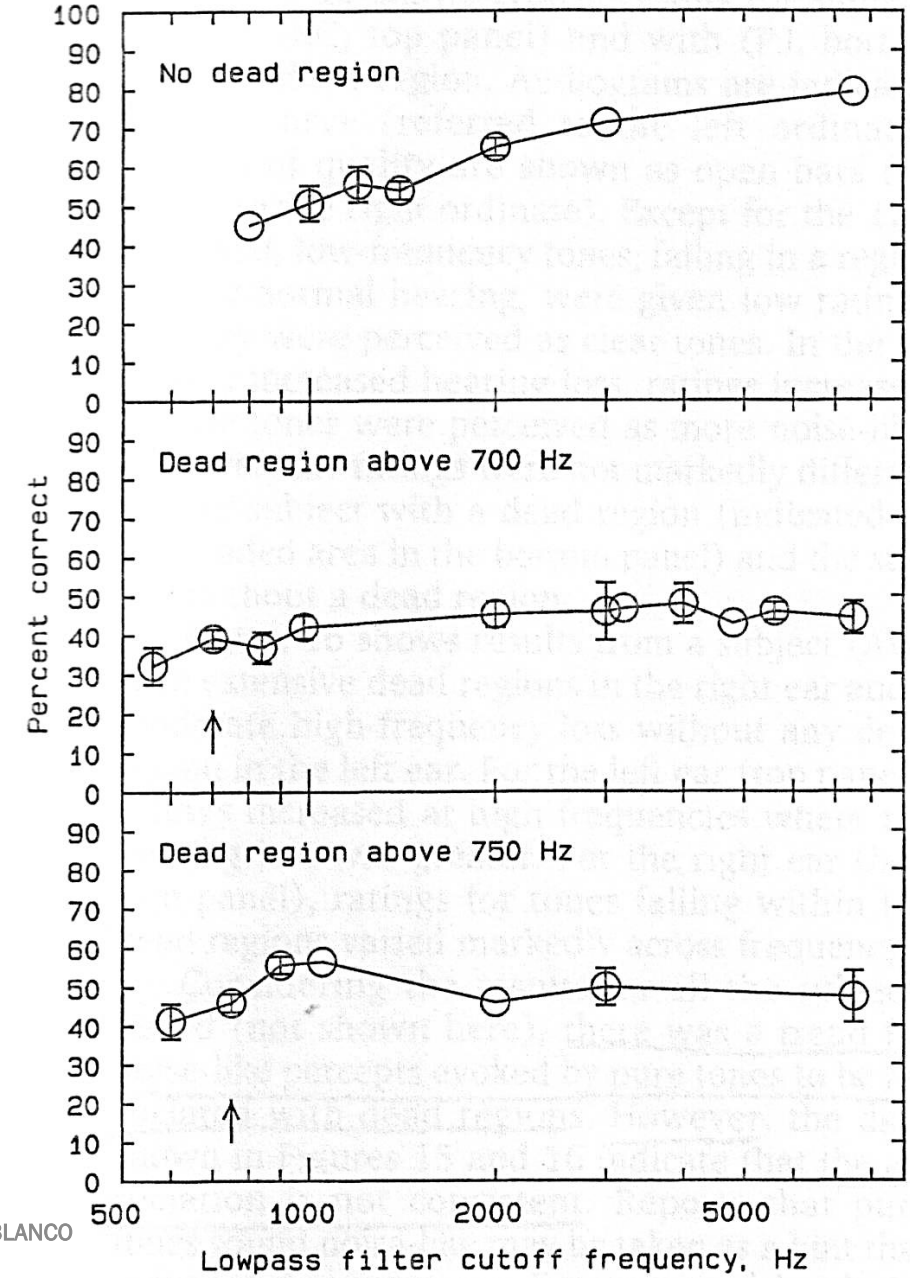
Un mismo sujeto con ZM detectada en O.D. La severidad de la hipoacusia en las altas frecuencias justifica los resultados en el porcentaje de discriminación



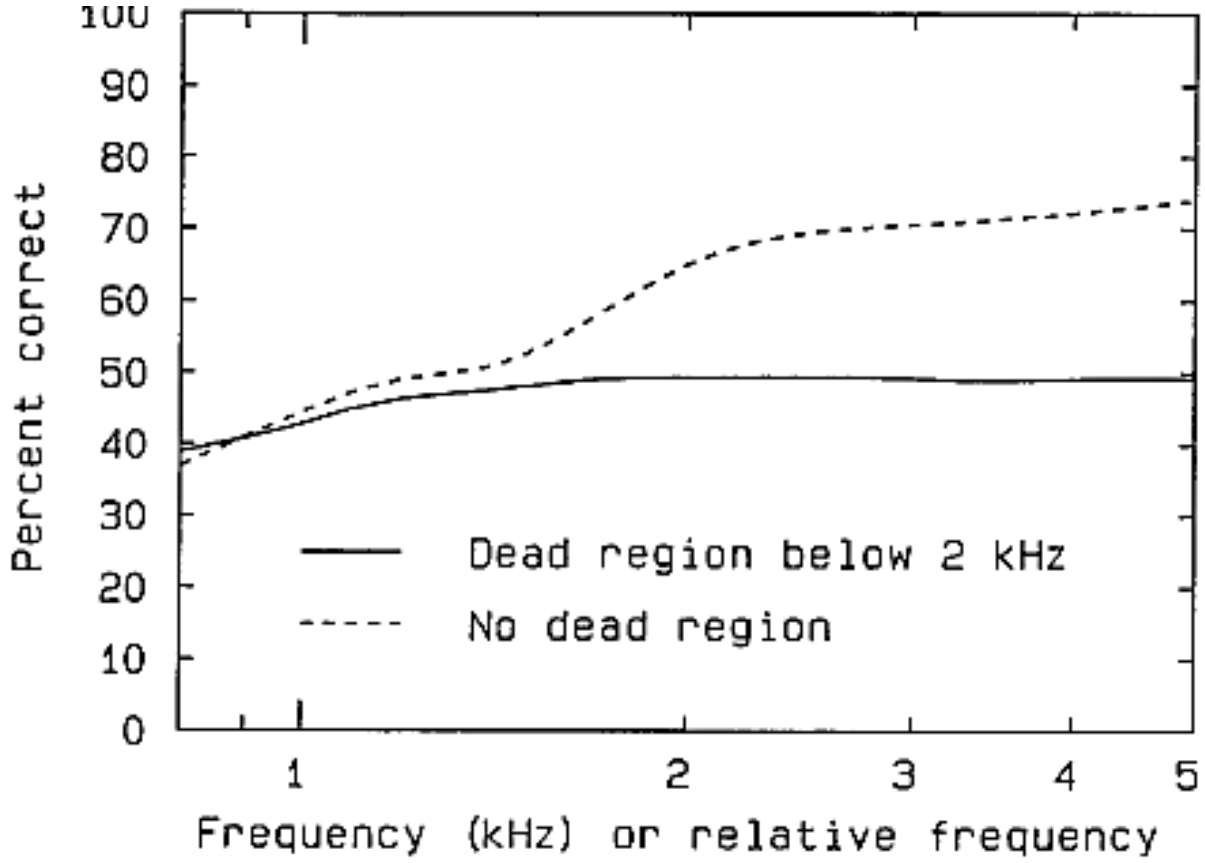
Vestergaard, 2004

Resultados de diferentes estudios de investigación

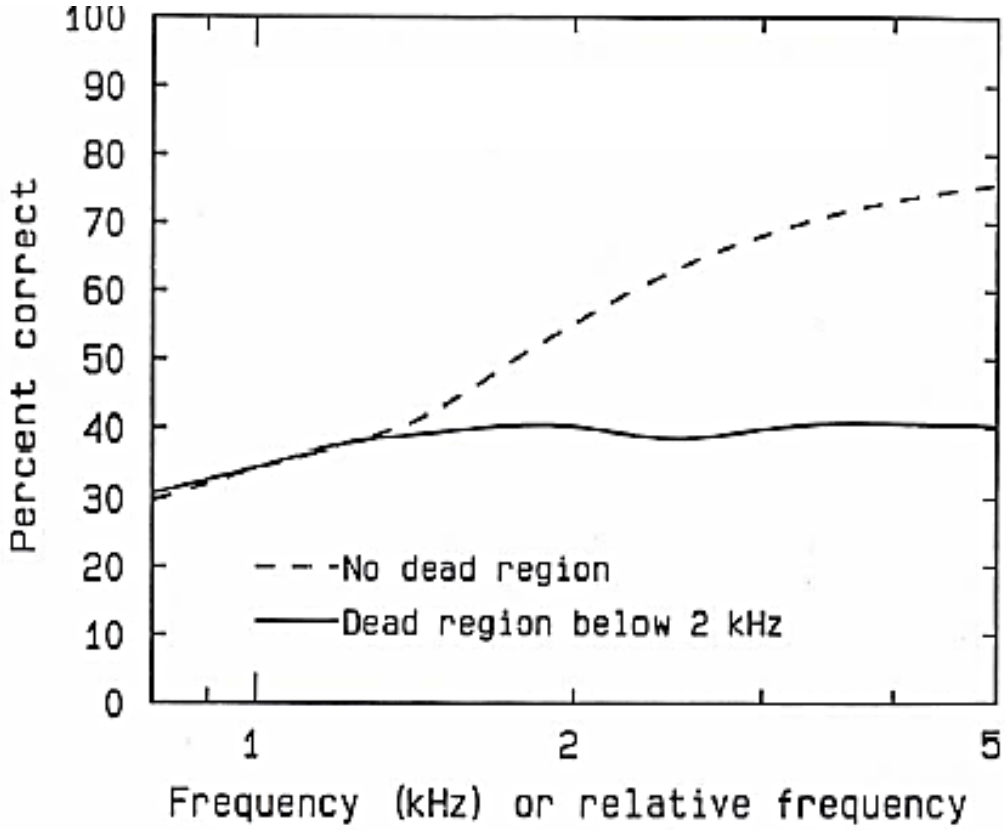
JL BLANCO



Moore, Glasberg. 1998

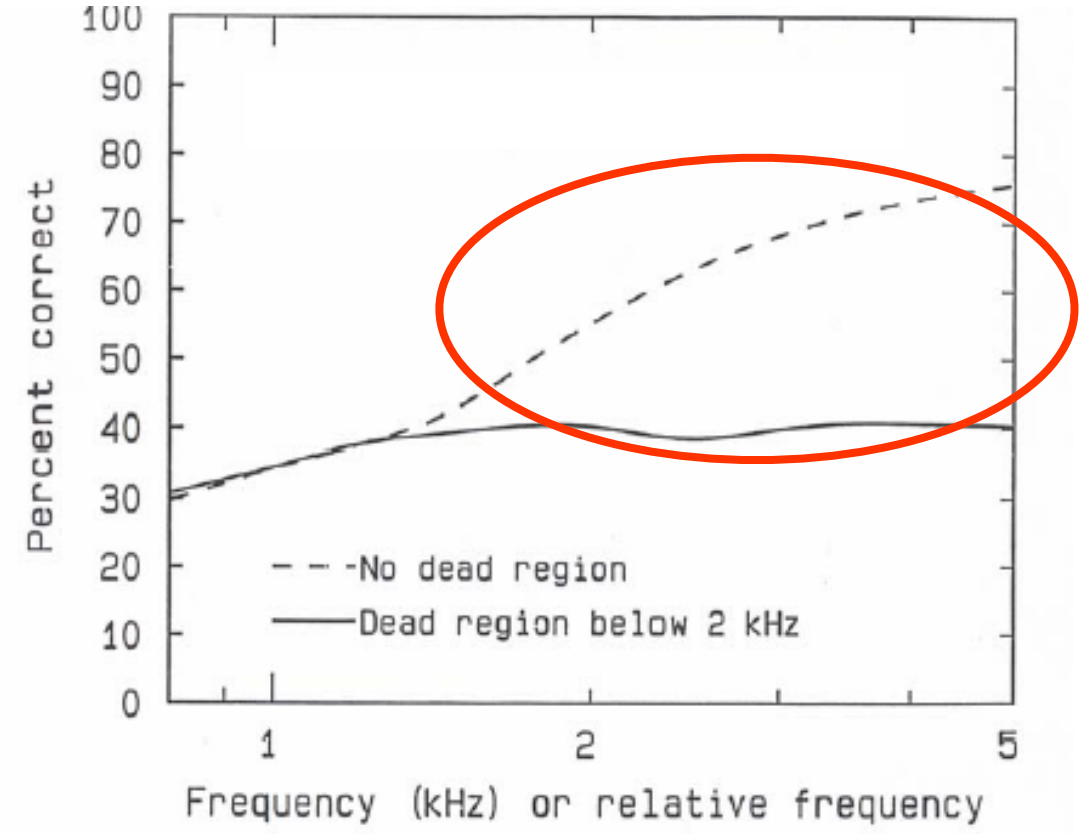


Vickers y col., 2001



Baer y col., 2002

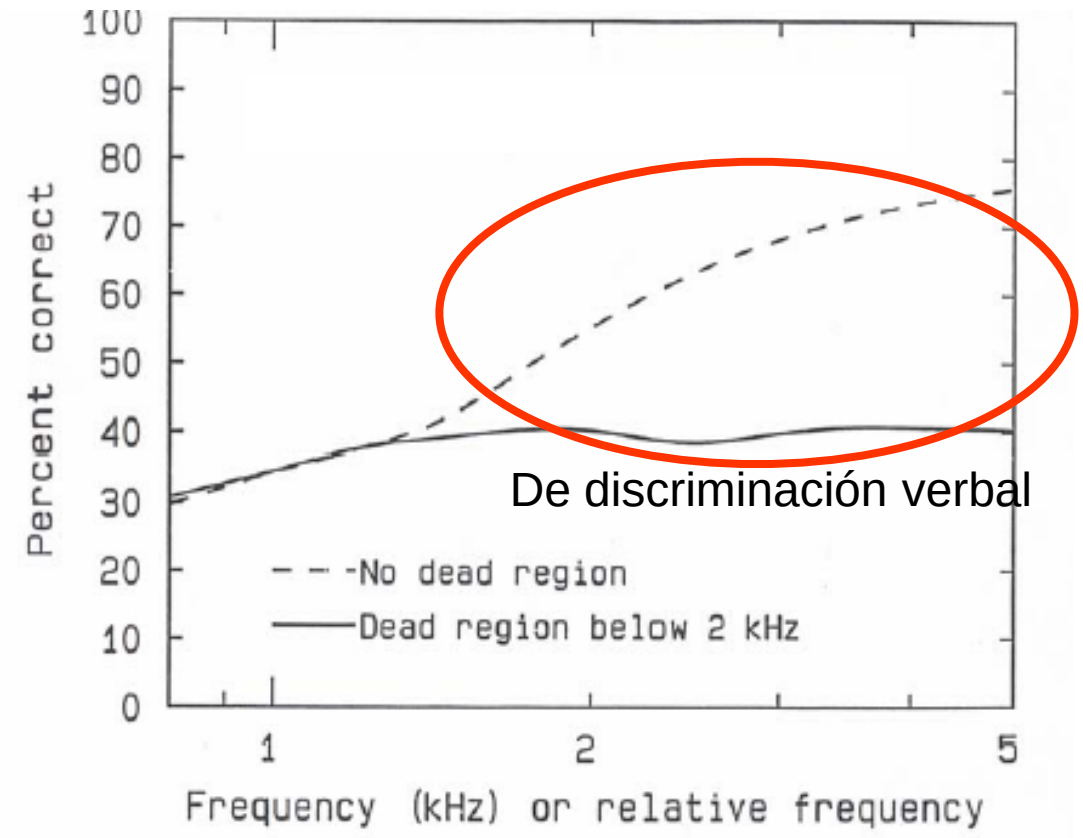
Este es el límite para la adaptación de audífonos en las zonas muertas



Baer y col., 2002

¿De Potencia?

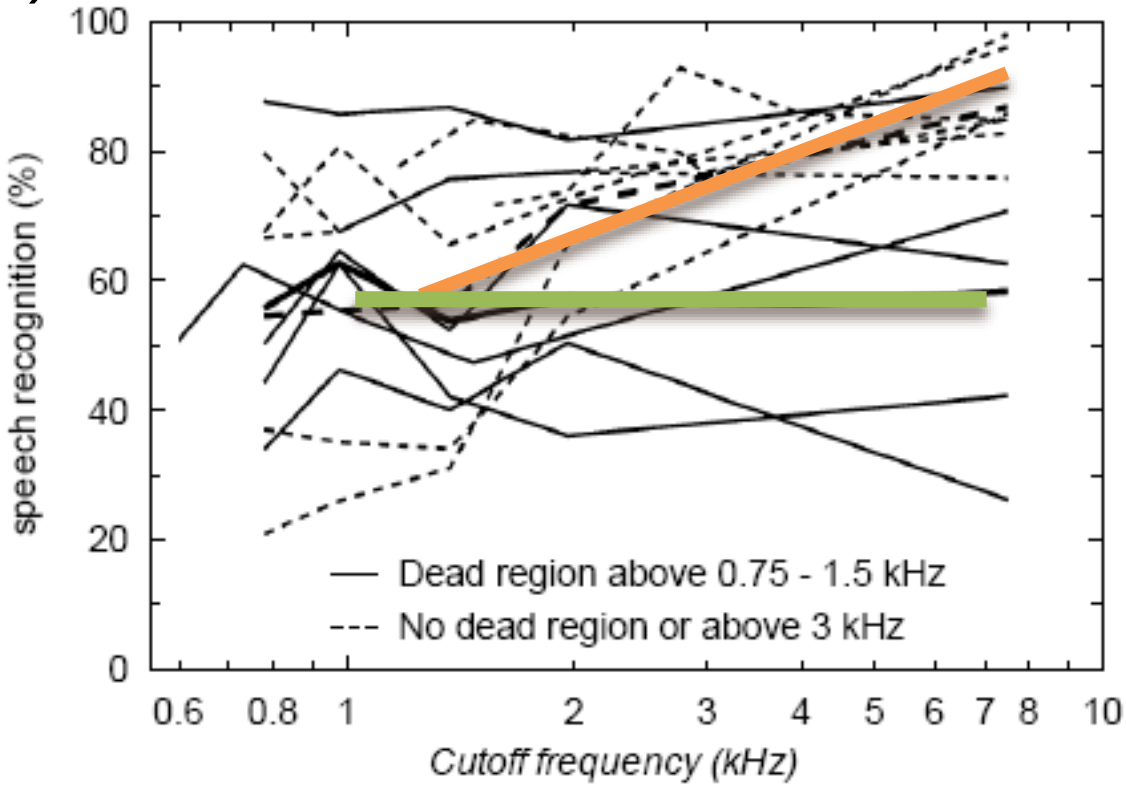
NO



De discriminación verbal

Baer y col., 2002

Reconocimiento de la palabra mediante la utilización de filtros pasabajos con diferentes frecuencias de corte, en sujetos con y sin zonas muertas cocleares (las líneas gruesas muestran la media de los oídos estudiados)



Moore, 2004

- Parece claro que los efectos de la amplificación en una zona coclear muerta no aporta información para la discriminación verbal

AUDÍFONOS

- En la adaptación de audífonos, amplificar estas frecuencias necesita audífonos más potentes con mayor riesgo de feedback
- Utilizar esos audífonos ¿ayuda?

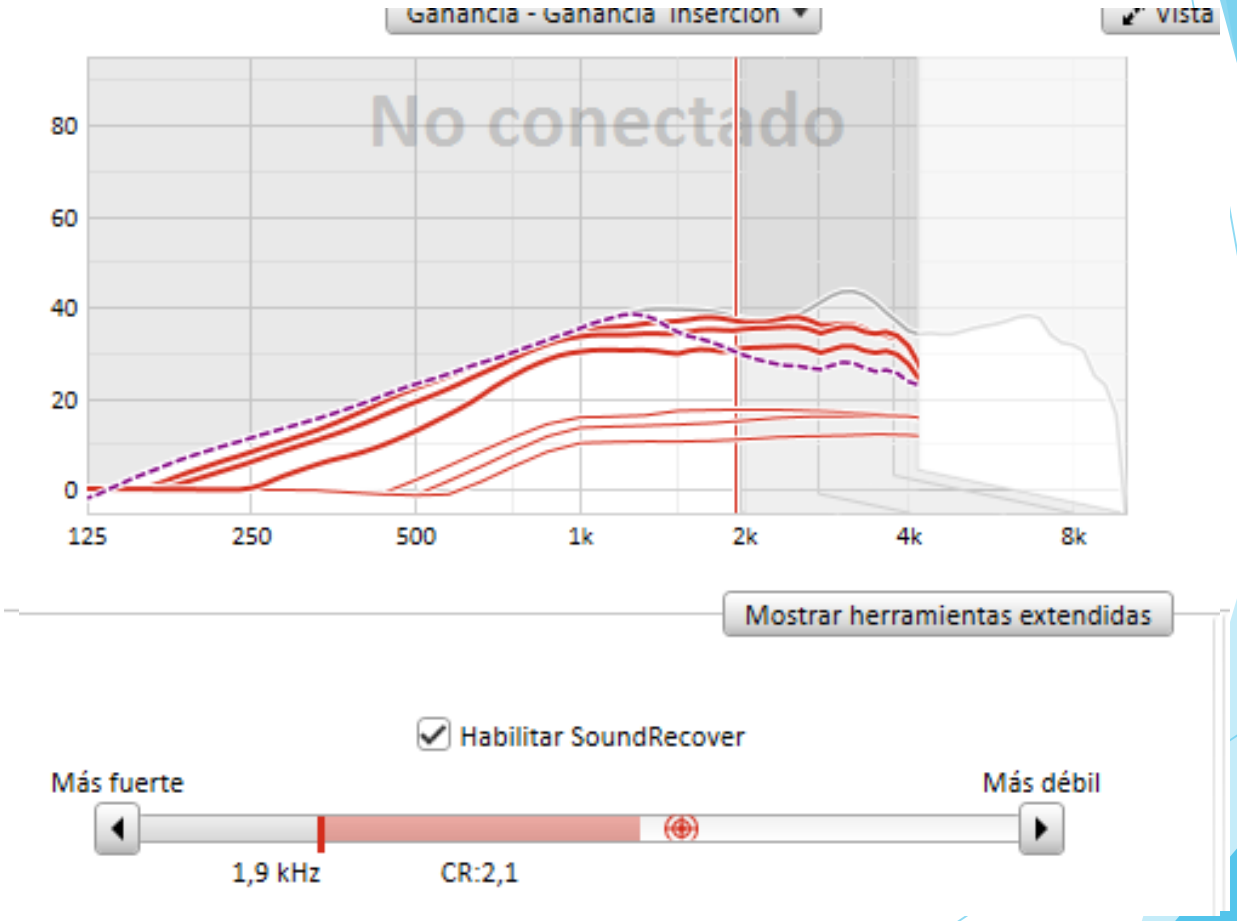
¿DÓNDE ESTÁ EL LÍMITE DE FRECUENCIAS AMPLIFICABLES?

- Diferentes autores han propuesto que se puede utilizar amplificación, en los casos de cóclea con zonas muertas, con un ancho de banda que tenga su límite superior en una frecuencia 50 a 100% mayor que la frecuencia que delimita la zona muerta.

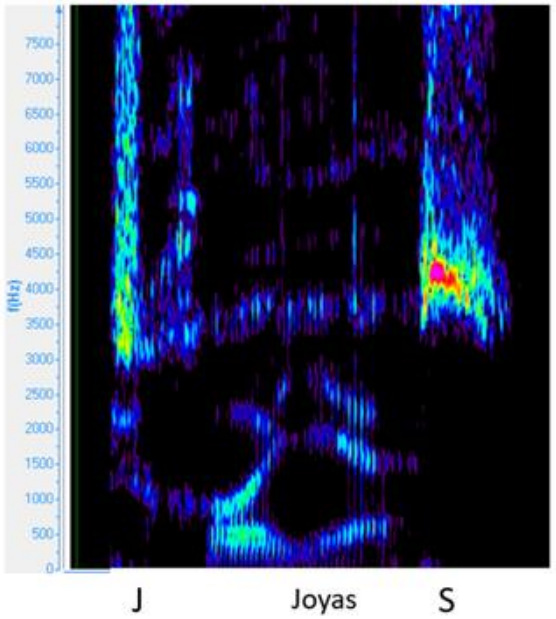
PARA APLICAR ESTA SOLUCIÓN, ES NECESARIO UTILIZAR AUDÍFONOS CON SUFICIENTES CANALES O BANDAS EN ALTAS FRECUENCIAS

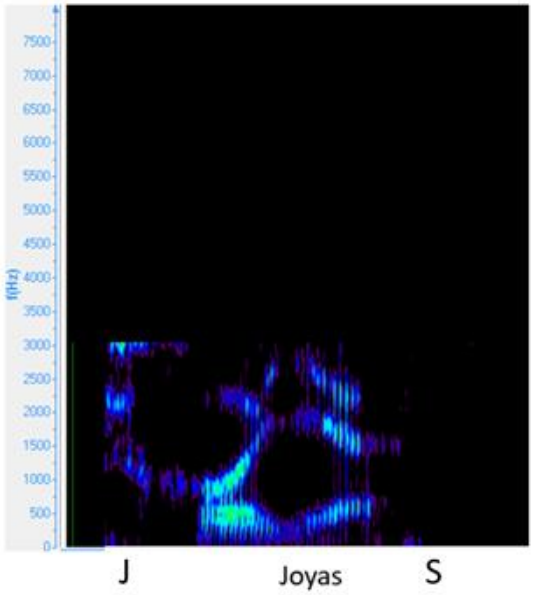
Todos	250	500	750	1k	1.5k	2k	3k	4k	6k	8k
MPO	105	107	107	107	117	107	107	107	107	95
Fuerte	5	7	7	8	13	4	1	0	0	0
Moderado	7	9	9	12	18	4	1	0	0	0
Suave	9	11	11	17	26	4	1	0	0	0

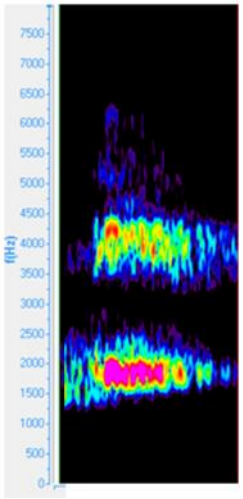
REDUCCIÓN FRECUENCIAL

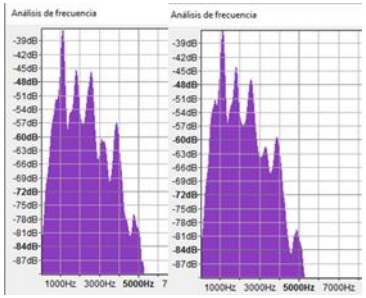


Zona muerta por encima de 3000 Hz. Consecuencias para la discriminación verbal

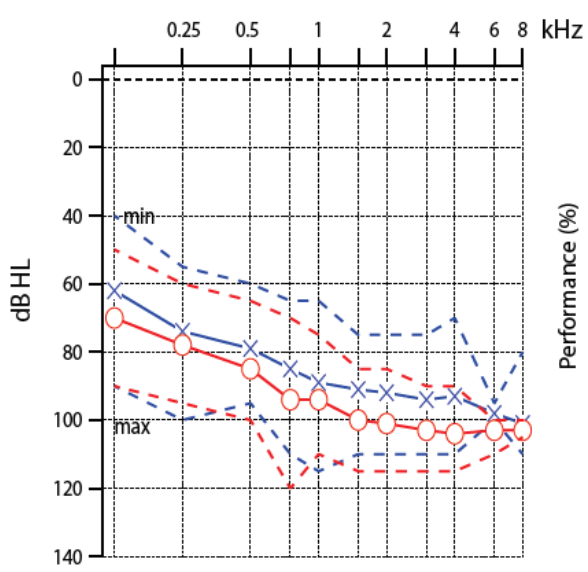


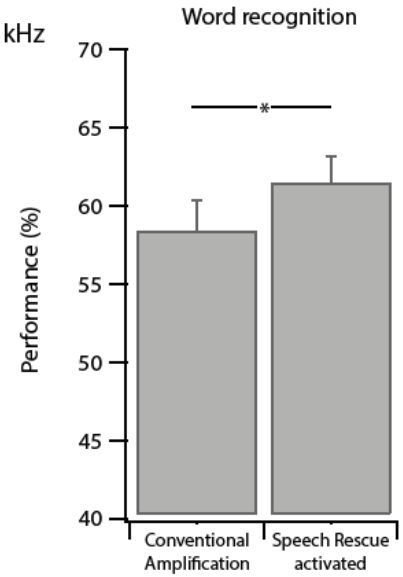


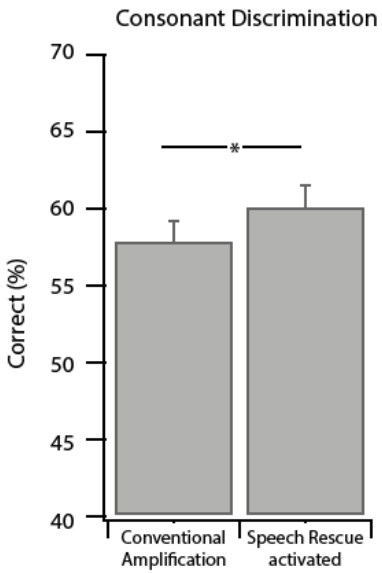

f(Hz)
7500
7000
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0


Análisis de frecuencia
-39dB
-42dB
-45dB
-48dB
-51dB
-54dB
-57dB
-60dB
-63dB
-66dB
-69dB
-72dB
-75dB
-78dB
-81dB
-84dB
-87dB
1000Hz 3000Hz 5000Hz 7
Análisis de frecuencia
-39dB
-42dB
-45dB
-48dB
-51dB
-54dB
-57dB
-60dB
-63dB
-66dB
-69dB
-72dB
-75dB
-78dB
-81dB
-84dB
-87dB
1000Hz 3000Hz 5000Hz 7000Hz

Resultado de un estudio de aplicación de transposición frecuencial

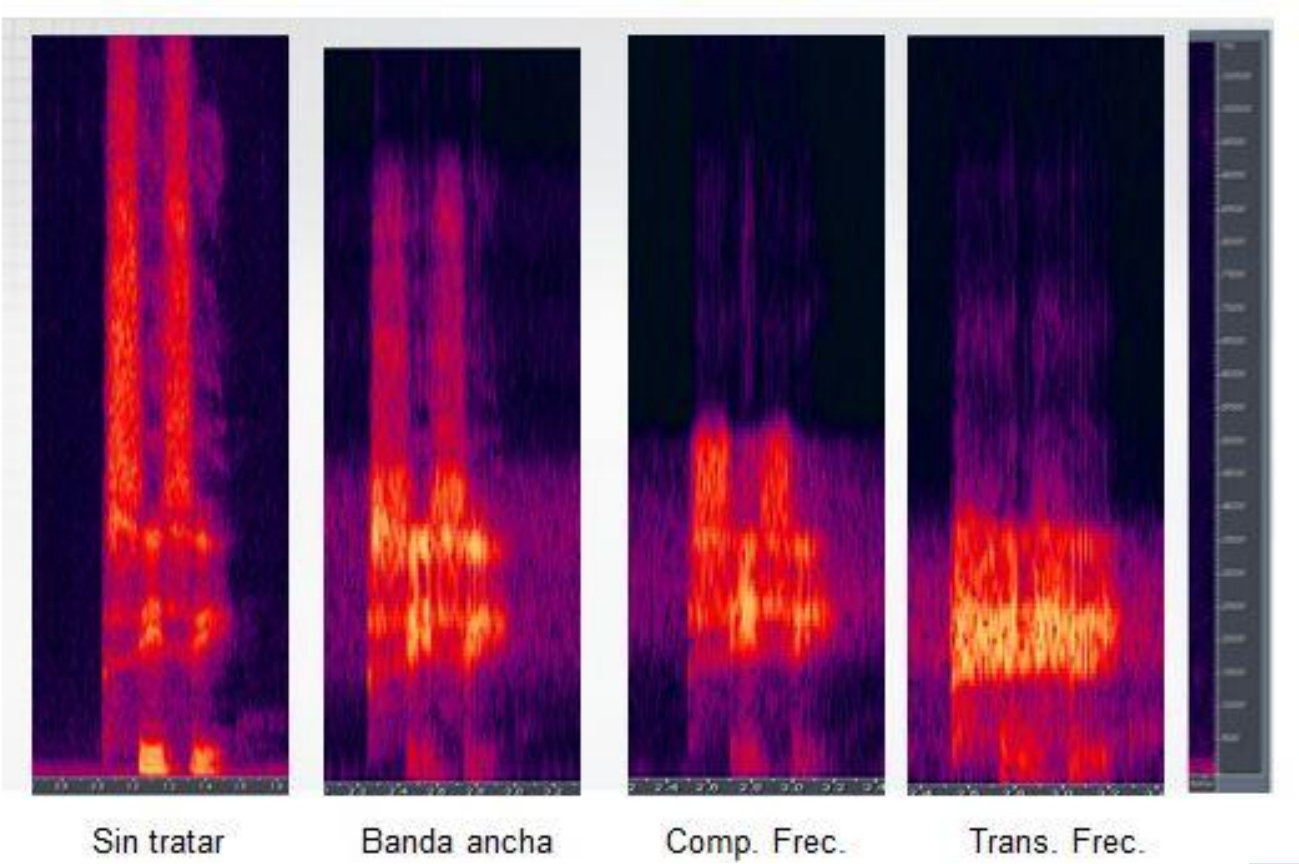






Angelo, K., Alexander, J., Christiansen, T., Simonsen, C., Jespergaard, C. 2015

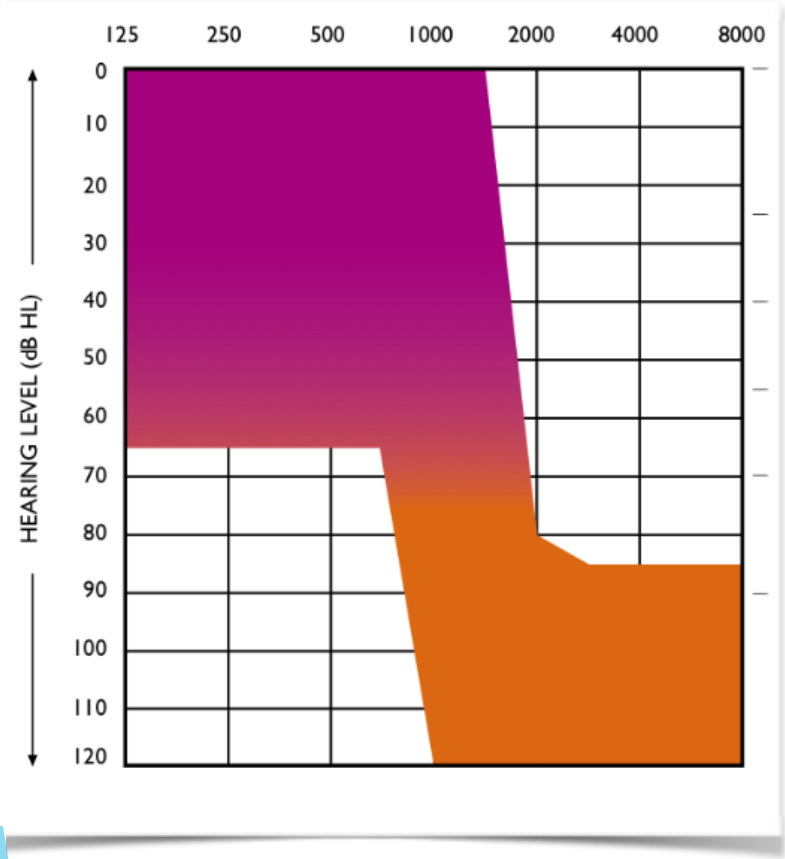
Mejora en el reconocimiento de palabra y consonantes. Ajuste TF por defecto.



Comparación de los sonogramas de la palabra SISI recogidas en audífonos adaptados a una hipoacusia con caída en alta frecuencia

IMPLANTES COCLEARES

IMPLANTE ELECTROACÚSTICO



- Diseñado para las personas que tiene pérdida auditiva moderada o moderadamente severa en las frecuencias bajas y severas a profundas en las frecuencias altas.

¿SE BENEFICIAN LAS ZONAS COCLEARES MUERTAS DE LA UTILIZACIÓN DE IMPLANTE COCLEAR?

"Las fibras nerviosas que inervan una zona muerta de la cóclea pueden degenerar con el tiempo"

Friedman, 1997

UN PROBLEMA COMÚN A TODAS LAS SOLUCIONES

- Están basadas en la suposición de que las zonas muertas de la cóclea afectan siempre a la espira basal y quizá parte de la media pero no consideran otros casos.
- En mi opinión son soluciones pensadas para hipoacusias con caída abrupta de umbral en altas frecuencias pero no para cócleas con áreas específicas sin CCI funcionantes.

CONCLUSIONES

LA PERCEPCIÓN DEL HABLA POR PERSONAS CON ZONAS MUERTAS EN LA CÓCLEA

- Las frecuencias incluidas en la ZM se reciben en áreas “equivocadas” de la cóclea

- Al activar zonas diferentes de la cóclea pueden impedir que estas se activen con sus frecuencias características

- Además de la información en frecuencias influyen los patrones temporales.
- Decodificar la información temporal está restringido a los canales neurales de frecuencias próximas a la frecuencia de estimulación
- Usuarios con amplias zonas muertas obtienen menos beneficio de los audífonos que aquellos que no las tienen

- La amplificación de las frecuencias comprendidas en una ZM no mejoran, generalmente, la discriminación verbal y pueden incluso dificultarla.
- Sin embargo puede encontrarse beneficio en la amplificación de las frecuencias hasta el 50% o el 100% por encima del limite inferior de una zona muerta de alta frecuencia

- Utilizar un ancho de banda razonablemente más allá del límite inferior de la zona muerta, no parece disminuir los porcentajes de discriminación verbal y sin embargo puede aportar sensación sonora en los sonidos de altas frecuencias, que proporcionarán, si no información del habla, si de la presencia de las señales acústicas de esas frecuencias

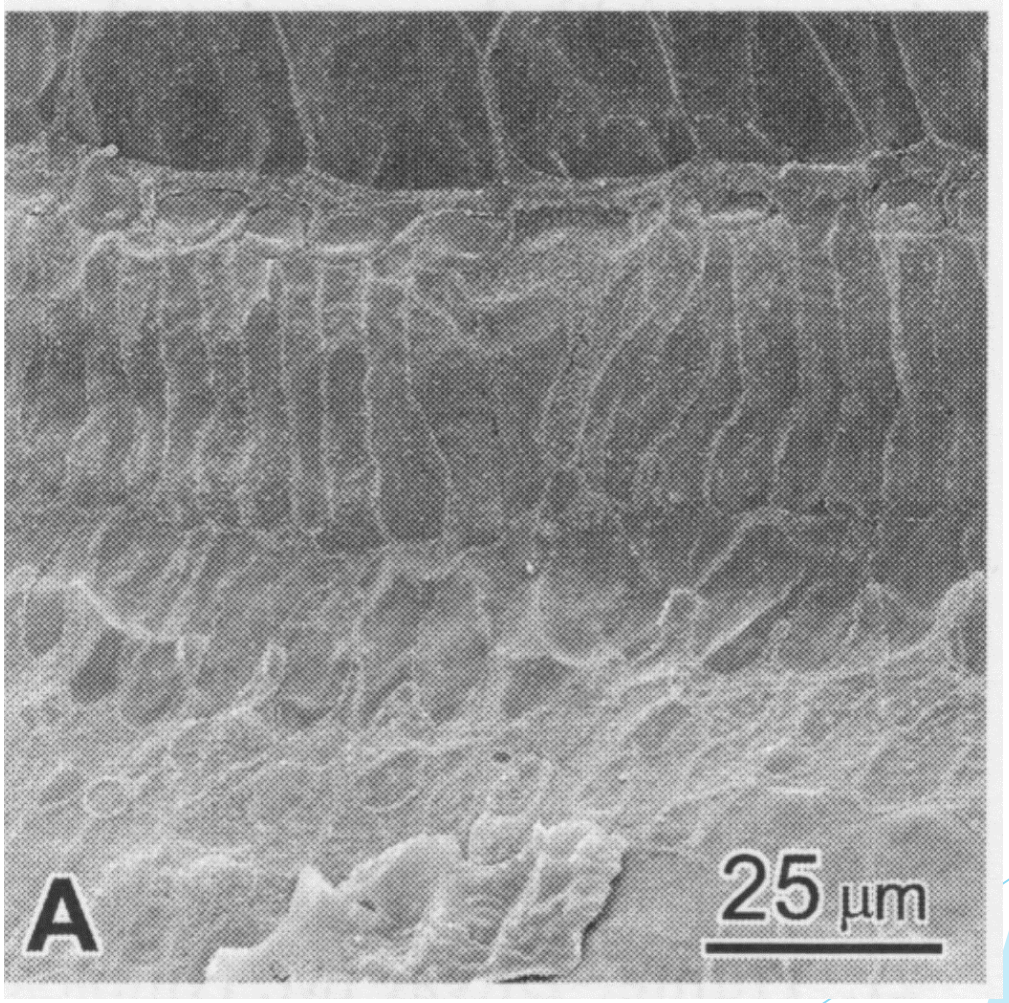
- Sin embargo, amplificar en frecuencias más altas no aporta beneficios y va a suponer seleccionar audífonos más potentes en altas frecuencias con un riesgo significativo de presencia de feedback.

- En cócleas con zonas muertas limitadas a áreas de banda frecuencial estrecha, no se ha demostrado su afectación en la utilización de audífonos.

- La forma optima de amplificación de las ZM de baja frecuencia no ha sido estudiada suficientemente

- La utilización de audífonos con reducción frecuencial (compresión o trasposición frecuencial, extracción de características, etc.) puede ser útil siempre que se haya determinado el límite de la zona muerta y se adapte correctamente el audífono

- También pueden ser útiles los implantes electro acústicos

- Los estudios sobre la mejora obtenida con estos audífonos en este tipo de pérdida auditiva son contradictorios
- Si que se mejora la audibilidad de las señales sonoras de frecuencias superiores al límite de la ZM aunque en frecuencias diferentes
- La edad de adaptación, la experiencia previa etc., es determinante en el éxito de estas adaptaciones.

Z C BIEN MUERTA