

# Discriminación verbal a través del teléfono en pacientes implantados con un Combi 40+

A. Castro, L. Lassaletta, M. Bastarrica, M. P. Prim, M. J. de Sarriá, J. Gavilán

Servicio de ORL. Hospital Universitario La Paz. Madrid.

**Resumen:** *Objetivo:* Estudiar la discriminación verbal a través del teléfono fijo y móvil en pacientes con implante coclear. *Material y métodos:* Dieciocho pacientes implantados con un Combi 40+ fueron sometidos a pruebas de discriminación verbal a través de un teléfono fijo y tres modelos de móviles, tanto en silencio como en presencia de ruido. *Resultados:* La discriminación verbal telefónica media fue de 84-92% para frases CID, de 27-58% para palabras bisílabas en silencio y de 15-41% para palabras bisílabas en presencia de ruido. De los modelos de telefonía móvil probados el Siemens M55 obtuvo los mejores resultados. *Conclusiones:* Un número significativo de pacientes implantados consiguen una buena discriminación verbal telefónica. Ciertos modelos de telefonía móvil parecen más recomendables para estos pacientes.

**Palabras clave:** Implante Coclear. Teléfono. Teléfono móvil. Discriminación verbal.

## Speech Discrimination through Telephone in Patients Implanted with a Combi40+

**Abstract:** *Objective:* To assess speech discrimination through line and mobile telephone in cochlear implanted patients. *Material and Methods:* Eighteen patients implanted with a Combi 40+ went through different speech discrimination tests with a line telephone and three mobile telephones, in quiet and noisy environment. *Results:* Mean scores for telephonic speech discrimination were 84-92% using CID sentences, 27-58% using bisyllabic words in quiet environment and 15-41% using bisyllabic words in noisy environment. Among the mobile telephones tested, the Siemens M55 reached the best scores. *Conclusions:* Telephonic speech discrimination is achieved by a significant number of cochlear implanted patients. Certain mobile telephone models appear to be more advisable for these patients.

**Key words:** Cochlear implant. Telephone. Mobile telephone. Speech discrimination.

## INTRODUCCIÓN

Los implantes cocleares están diseñados principalmente para la percepción del lenguaje y sus resultados son espectaculares en condiciones óptimas, es decir, en conversaciones entre dos personas y en ambiente silencioso. Sin embargo, presentan limitaciones en otros aspectos importantes de la vida cotidiana: conversaciones entre varios interlocutores, en presencia de ruido ambiental, percepción de la música, escucha de la televisión o la radio, conversaciones telefónicas, etc.

En el mundo actual, el teléfono convencional y el teléfono móvil son herramientas imprescindibles para la mayoría de las personas, tanto en el trabajo como en las relaciones sociales. La dificultad que los pacientes implantados encuentran para su manejo contribuye en gran medida a su aislamiento, a su pérdida de independencia y a su temor ante la imposibilidad de conseguir ayuda en situaciones de emergencia.

Existen varias razones que pueden ayudar a comprender el reto que han de superar los pacientes con implante coclear para hablar por teléfono: falta de apoyo visual, estrés que se genera ante un interlocutor desconocido y mala calidad de la señal telefónica<sup>1,3</sup>. Así, las conversaciones telefónicas carecen de apoyo visual, por lo que se pierde el lenguaje no verbal y la lectura labial en aquellos pacientes que se ayudan de ella. Además, cuando el paciente oye sonar el teléfono, en muchas ocasiones no sabe quién le está llamando (este aspecto se ha mejorado con los sistemas de reconocimiento de llamada), lo que le genera ansiedad y rechazo a este tipo de comunicación.

Por otro lado, varios motivos tecnológicos hacen que la señal telefónica tenga una mala calidad. El rango espectral de la señal telefónica está limitado a la banda 300-3.400 Hz. Milchard y cols<sup>3</sup> han demostrado recientemente que esta limitación frecuencial no afecta a la inteligibilidad en los sujetos normoyentes, pero repercute de forma importante en la comprensión del lenguaje por los pacientes implantados. Esto es debido a que se eliminan las componentes más agudas, que son muy importantes para el reconocimiento de varios fonemas por pacientes hipoacúsicos<sup>4,5</sup>. De hecho, French y Steinberg demostraron en 1947 que los sujetos normoyentes en condiciones adversas de escucha necesitan al menos un rango espectral de 250-7000 Hz para alcanzar la máxima inteligibilidad<sup>6</sup>. Además, el

Correspondencia: Alejandro Castro Calvo  
Servicio de ORL. Hospital Universitario La Paz  
Paseo de la Castellana, 261  
28046 Madrid  
E-mail: alejandrocastro@teleline.es  
Fecha de recepción: 9-2-2005  
Fecha de aceptación: 27-4-2005

interlocutor que no sabe que está hablando con un sujeto implantado puede no hablar suficientemente claro, o hacerlo alejado del micrófono del teléfono. Ambas circunstancias, junto con el hecho de que los transductores de los auriculares no suelen ser de muy buena calidad, contribuyen al deterioro de la señal<sup>3</sup>.

En el caso de los teléfonos móviles los problemas son aún mayores, ya que suele existir un mayor ruido ambiental y se producen pérdidas de cobertura que perturban la comunicación. Más aún, el teléfono móvil produce interferencias con la electrónica del procesador de voz, lo que es descrito por los pacientes como zumbidos, ecos o distorsión de la voz, que no ocurre cuando utilizan el teléfono fijo<sup>2</sup>. La intensidad de estas interferencias varía con el modelo de teléfono móvil y de implante coclear.

Cualquier profesional que trabaje con estos pacientes conoce las esperanzas que albergan de lograr un nivel adecuado de uso del teléfono. El programa de implantes cocleares en nuestro centro se inició en 1990 e incluye tanto a pacientes adultos como a niños. El estrecho contacto que el equipo mantiene con nuestros pacientes ha puesto de manifiesto la importancia que para ellos tiene el uso del teléfono, y de ahí que surgiera la necesidad de este estudio.

El objetivo de este trabajo es analizar el uso que nuestros implantados hacen del teléfono y las dificultades con las que se encuentran. Nos propusimos comparar diferentes teléfonos móviles para averiguar cuál puede ser más recomendable para ellos y probar un dispositivo de ayuda para tratar de mejorar sus resultados.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se envió un cuestionario en el que se preguntaba por el uso que hacían del teléfono a los 24 pacientes mayores de 10 años implantados en nuestro centro con un Combi 40+ de Med-El entre los años 2000 y 2002. Respondieron al cuestionario 22 pacientes, de los que uno fue excluido por padecer una enfermedad grave no relacionada con el implante, y otros 3 por utilizar el teléfono sólo de forma ocasional. Por tanto, 18 pacientes entraron a formar parte del estudio. Todos ellos utilizaban un procesador Tempo+ con al menos 8 electrodos activos, ya que se ha demostrado que es un número crítico por debajo del cual empeora claramente la inteligibilidad<sup>8-10</sup>.

Cinco pacientes eran varones y 13 mujeres. La edad media fue de 48 años, aunque varió ampliamente entre 10 y 68 años. Incluimos a un paciente en edad infantil ya que consideramos que 10 años es una edad a la que los individuos normoyentes ya utilizan el teléfono de forma habitual. De hecho, varios estudios previos sobre el uso del teléfono en pacientes implantados incluyen niños entre sus pacientes<sup>1,11,12</sup>. Todos eran postlocutivos, y habían estado cófóticos antes de su implantación durante un mínimo de 1 año y un máximo de 52 (mediana de 2,5 años).

El teléfono fijo utilizado fue el modelo Siemens Euro-

set 2005, que es el disponible en nuestro hospital. En cuanto a los terminales móviles, elegimos el Nokia 6100 y el Siemens M55, pues nuestros pacientes parecían obtener mejores resultados con ellos que con otros teléfonos móviles que habían probado. En cada prueba se empleó también el propio teléfono móvil de cada paciente.

El material utilizado comprende tanto las frases CID adaptadas al español<sup>13</sup>, como las palabras bisílabas y espóndeadas del Dr Tato. Cada palabra o frase era presentada al paciente sin repeticiones a través de alguno de los teléfonos arriba descritos por un interlocutor masculino situado en otra habitación. Otro miembro del equipo acompañaba al paciente y se encargaba de contar el número de aciertos.

En algunas pruebas se utilizó ruido de fondo, para lo cual recurrimos a un ruido blanco a 65 dB generado por dos altavoces conectados a un ordenador y colocados 1 metro enfrente del paciente.

### Prueba 1

El objetivo de esta prueba era analizar la capacidad de nuestros pacientes para mantener una conversación telefónica. Para ello, empleamos las frases CID, que fueron presentadas al paciente en ambiente silencioso a través de los distintos teléfonos.

### Prueba 2

Con el objeto de dificultar algo más la inteligibilidad y, de esta forma, hacer más aparentes las diferencias entre los distintos modelos, se emplearon palabras bisílabas. El material fue presentado al paciente a través de los diferentes teléfonos, tanto en ambiente silencioso como en ambiente ruidoso.

### Prueba 3

Analizamos la posible mejora en ambiente ruidoso conseguida mediante un adaptador que acopla el teléfono al procesador de voz. Con este dispositivo, y apagando el micrófono del procesador de voz, se pretende aislar la señal telefónica del ruido ambiental. El adaptador, modelo Humantechnik PL-200 (figura 1), consiste en un cable que se conecta a la salida de manos libres del teléfono móvil y a la entrada de audio del procesador de voz. Además, incorpora un amplificador regulable entre 0 y 5.

Para realizar la prueba empleamos la lista de palabras bisílabas, que se presentaba al paciente a través del teléfono móvil sólo y acoplado al adaptador, siempre bajo condiciones de ruido ambiental. Antes de comenzar la prueba, conversábamos con el paciente durante unos minutos a través del adaptador, para que se acostumbrara a él y para que ajustase el nivel de amplificación a aquél que le resultara más cómodo.

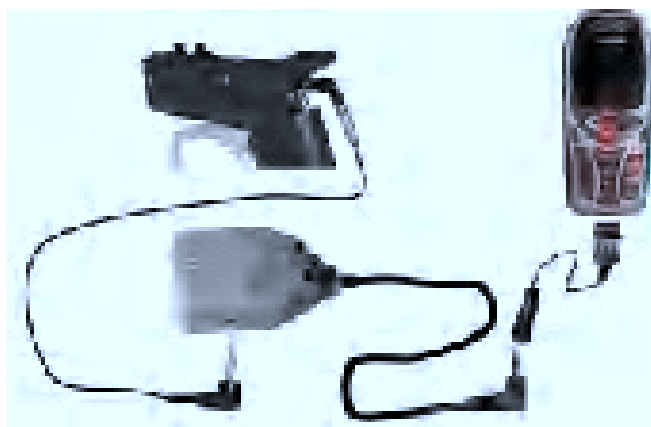


Figura 1. Adaptador de la marca Humanttechnik, modelo PL-200, utilizado para acoplar la señal del teléfono móvil al procesador de voz del implante coclear. Incluye un amplificador con un dial regulable entre 0 y 5.

### Estadística

Para comparar las puntuaciones obtenidas con los diferentes teléfonos en cada prueba utilizamos una prueba pareada no paramétrica (test de Wilcoxon).

## RESULTADOS

### Prueba 1

Las medias de las puntuaciones, expresadas en porcentajes de discriminación de palabras, obtenidas en cada una de las situaciones se reflejan en la figura 2. Estas puntuaciones fueron muy elevadas para todos los teléfonos probados y no consiguieron detectarse diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

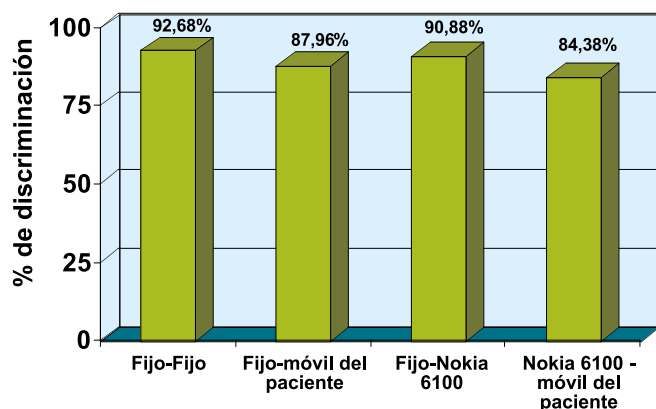


Figura 2. Discriminación verbal con frases CID expresada en porcentaje de palabras correctas en ambiente silencioso a través de distintos teléfonos. La leyenda "Fijo-Móvil paciente" significa que el explorador hablaba a través de un teléfono fijo y el paciente escuchaba a través de su propio móvil, y así sucesivamente.

### Prueba 2

La figura 3 muestra las medias de las puntuaciones obtenidas en esta prueba, tanto en ambiente ruidoso como en ambiente silencioso. Al utilizar palabras bisílabas abiertas en lugar de frases, las puntuaciones son menores a las de la prueba 1, pero en cambio se ponen de manifiesto diferencias significativas importantes: 1) La discriminación en ambiente silencioso fue siempre superior a la de ambiente ruidoso ( $p < 0,01$ ), como era de esperar. 2) El teléfono móvil Siemens M55 se mostró superior al resto de teléfonos móviles probados, tanto en ambiente ruidoso como en ambiente silencioso ( $p < 0,01$  en ambos casos). 3) El teléfono móvil Siemens M55 fue incluso superior a nuestro teléfono fijo en ambiente silencioso ( $p = 0,02$ ), aunque no en ambiente ruidoso ( $p = 0,5$ ).

### Prueba 3

Los resultados de la prueba 3 pueden verse en la figura 4. La utilización del adaptador mejoró claramente la discriminación verbal en condiciones de ruido ( $p < 0,01$ ). La figura 5 representa un histograma con el grado de amplificación del adaptador que cada paciente seleccionó como el más cómodo para él. Es llamativo que la mayoría de ellos colocó el dial en un nivel bajo de amplificación (media de 1,3 sobre 5).

## DISCUSIÓN

### Prueba 1

Hemos de destacar las altas puntuaciones obtenidas por nuestros pacientes en la discriminación verbal telefónica.

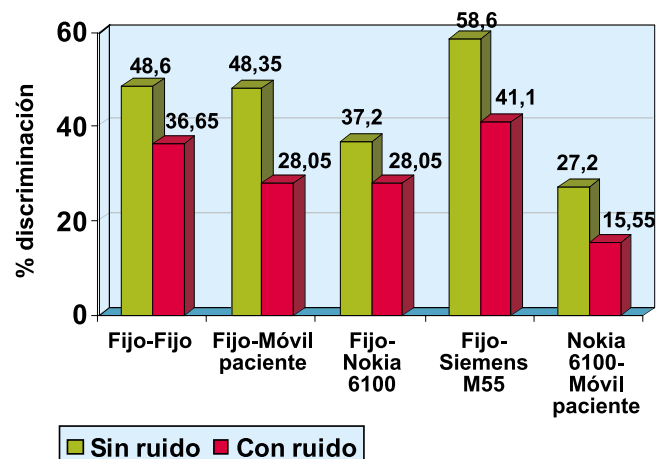


Figura 3. Discriminación verbal con palabras bisílabas expresada en porcentaje de palabras correctas en ambiente silencioso y ruidoso a través de distintos teléfonos. La leyenda "Fijo-Móvil paciente" significa que el explorador hablaba a través de un teléfono fijo y el paciente escuchaba a través de su propio móvil, y así sucesivamente.

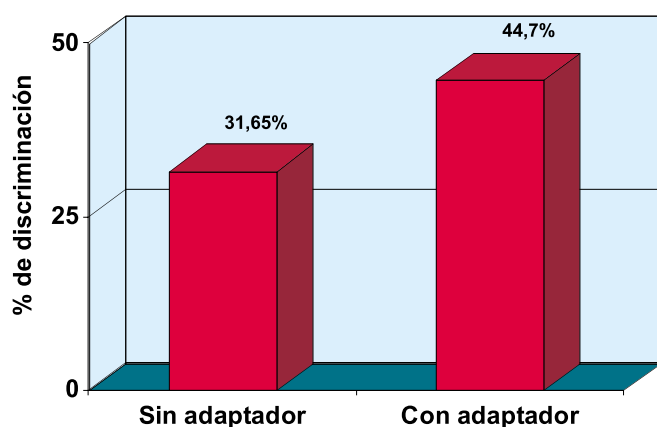


Figura 4. Discriminación verbal con palabras bisílabas expresada en porcentaje de palabras correctas en ambiente ruidoso a través del teléfono móvil sólo y con el adaptador.

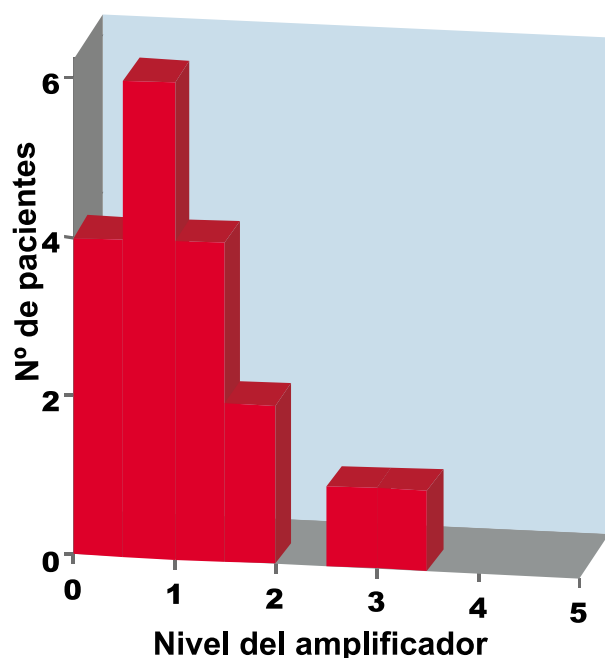


Figura 5. Histograma que refleja el nivel de amplificación del adaptador elegido por cada paciente.

ca con frases CID con todos los teléfonos probados. Estas puntuaciones son claramente superiores a las obtenidas por otros autores. Brown y cols publican en 1985 el caso de uno de los primeros pacientes implantados con un dispositivo Nucleus multielectrodo que consigue tan sólo un 21% de discriminación telefónica usando frases CID<sup>14</sup>. Más tarde, Cohen y cols utilizan frases NU-6 y CUNY para valorar la discriminación verbal a través del teléfono de 8 pacientes implantados con Nucleus, obteniendo puntuaciones entre el 2 y el 63% para las frases NU-6 y entre el 3 y el 99% para las CUNY, aunque tan sólo 5 pacientes alcanzan puntuaciones superiores al 50%<sup>15</sup>. Más recientemente, Lalwani y cols, analizan la discriminación verbal de 47 pacientes implantados con Clarion y encuentran que sólo un 68% de los pa-

cientes alcanza una puntuación del 50% y únicamente el 50% consigue puntuar por encima del 75%<sup>16</sup>. Y finalmente, Adams y cols en el 2004, estudian con frases CID la discriminación verbal telefónica de 34 pacientes implantados con dispositivos Nucleus 22, Nucleus 24 y Combi 40+, con una puntuación media global del 67%<sup>12</sup>.

Es posible que la razón que explique las buenas puntuaciones obtenidas en nuestro estudio sea la selección de pacientes que ya utilizaban el teléfono en su vida cotidiana y que, por tanto, estaban entrenados para ello. La importancia del entrenamiento en este campo ha sido ya puesta de manifiesto en publicaciones anteriores<sup>1,11,15</sup>. Sin embargo, Cohen y Adams también seleccionaron a los pacientes que obtenían mejores resultados con el teléfono y aún así las puntuaciones fueron menores a las obtenidas por nuestros implantados. Pensamos que tal vez el hecho de que los pacientes que han participado en nuestro estudio hayan sido implantados con un Combi 40+ puede contribuir a sus buenos resultados, ya que este modelo de implante se ha mostrado superior a otros en conversaciones telefónicas en publicaciones previas<sup>7,12</sup>.

## Prueba 2

El objetivo de esta prueba era investigar qué modelo de telefonía móvil podría ser el más recomendable para los pacientes implantados con un Combi 40+. Las interferencias que el móvil produce con el implante varían de unos modelos de móvil a otros y de unos modelos de implante a otros. Pero también varían en los diferentes momentos de la conversación telefónica. Estas interferencias son mayores cuanto mayor es la potencia de transmisión del teléfono, de manera que se hacen máximas en el momento del establecimiento de la llamada. En efecto, el móvil inicia la llamada con su máxima potencia de transmisión, para asegurarse de alcanzar una estación repetidora, y luego disminuye esta potencia en función de la distancia a la que se encuentre dicha estación. A medida que mejora la tecnología GSM y aumenta el número de estaciones, la potencia necesaria es cada vez menor, y por tanto las interferencias disminuyen. Una forma de disminuir dichas interferencias en el momento del establecimiento de llamada consiste en que el paciente descuelgue el teléfono alejado del procesador de voz y tras unos segundos lo acerque para iniciar la conversación.

Los resultados de nuestro estudio nos permiten afirmar que el móvil Siemens M55 puede ser uno de los más recomendables para los pacientes implantados con un Combi 40+. De hecho, varios pacientes comprobaron que entendían mejor las palabras con este móvil que con el suyo propio, considerando que la costumbre de usar un modelo concreto supone un entrenamiento que el paciente no tuvo con los otros modelos probados en este estudio. Con esto no pretendemos asegurar que el Siemens M55 sea el mejor teléfono móvil para los pacientes con implantes cocleares. Existen numerosos modelos en el mercado que no han sido

probados en este estudio. Por otra parte, la tecnología móvil está en continuo desarrollo y aparecen nuevos modelos con mejor calidad en la señal, mejor encapsulado y menor potencia de transmisión. Más aún, la interacción entre el móvil y el implante depende también, como ya se ha dicho, del modelo de implante y de procesador de voz. Por el momento, tan sólo existe un estudio en la literatura que ha comparado los resultados entre diferentes teléfonos móviles e implantes cocleares: a 9 pacientes (6 con implantes Med-El y 3 con Nucleus) se les presentó un mensaje a través de un Nokia 3110 y de un Nokia 6110, en condiciones óptimas y adversas, y los pacientes valoraron la calidad del mensaje en una escala analógico-visual. Los resultados de estos autores apuntan a favor del Nokia 6110 y del Combi 40<sup>+</sup>. Es necesario ampliar la investigación en este campo incluyendo otros modelos de teléfono móvil y de implante coclear. Desde un punto de vista práctico, nos parece útil que los pacientes implantados prueben varios terminales en diferentes situaciones antes de decidirse a adquirir uno.

### *Prueba 3*

El ruido ambiental continúa siendo un factor limitante en el empleo del teléfono móvil, de manera que muchos pacientes son incapaces de entender una conversación en un ambiente ruidoso o necesitan aislarse de éste para lograr una buena inteligibilidad. Existen diferentes métodos para mejorar los resultados que los pacientes implantados obtienen con el teléfono en situaciones con ruido: amplificar la señal, colocar el auricular cerca del micrófono del implante y no cerca del pabellón auditivo (acoplamiento acústico) o conectar el teléfono al implante (acoplamiento electrónico). El acoplamiento electrónico, puede realizarse mediante un cable o mediante una bobina (tele-coil). La bobina (acoplamiento inductivo) permite una mayor libertad de movimientos y evita la necesidad de conectar cables antes de iniciar la conversación telefónica. En cambio, en ocasiones aparecen zumbidos y la calidad de la señal varía según la orientación de la bobina o con el movimiento<sup>2</sup>.

Múltiples autores han investigado la utilidad de estos mecanismos de apoyo en los pacientes portadores de audífonos convencionales. Sin embargo, existen pocas publicaciones acerca de este tema en pacientes con implante coclear. Ito y cols utilizan distintos test de discriminación verbal en 10 pacientes implantados con un Nucleus 22, empleando voz natural y a través de un teléfono fijo con y sin adaptador. Estos autores concluyen que los resultados del teléfono pueden mejorarse con el uso de adaptadores pero, aunque publican los datos con una clara mejoría, no realizan ninguna prueba estadística para validarlos<sup>17</sup>. Más recientemente, Qian y cols presentan un prototipo de adaptador que utiliza la tecnología Bluetooth para acoplar la señal telefónica a un implante coclear y prueban este prototipo con 3 pacientes implantados con un Combi 40+. Afirman que la calidad subjetiva de la señal es al menos tan buena como la que se

obtiene con una conexión directa, aunque no aportan datos objetivos<sup>2</sup>.

En el trabajo que presentamos, la discriminación verbal en ambiente ruidoso mejoró significativamente con el uso del adaptador. Al analizar individualmente las puntuaciones obtenidas por nuestros pacientes encontramos que esta mejoría fue tanto mayor cuanto peor era la discriminación verbal sin adaptador. Es decir, que aquellos pacientes que ya conseguían unos buenos resultados con el móvil sin adaptador en ambiente ruidoso se beneficiaban poco de esta ayuda, mientras que el beneficio era evidente en aquellos pacientes que encontraban más dificultades para entender a través del teléfono móvil. Otro resultado llamativo es que nuestros pacientes eligieron niveles bajos de amplificación, lo que sugiere que los beneficios del adaptador se deben a su capacidad de aislar la señal telefónica del ruido ambiental, y no a la posibilidad de amplificarla. Al preguntarles a nuestros pacientes sobre posibles inconvenientes del adaptador, casi todos ellos coincidieron en dos: la incomodidad de conectar un cable entre el móvil y el implante cada vez que quieran iniciar una conversación telefónica, y la imposibilidad de oír su propia voz al tener apagado el micrófono del implante. Ambos inconvenientes son eliminados por el prototipo diseñado por Quian y cols, ya que utiliza una tecnología inalámbrica (Bluetooth) e incorpora un micrófono que recoge la voz del paciente y la envía no sólo al teléfono sino también al procesador de voz. Por otra parte, la tecnología Bluetooth parece más fiable y con menos interferencias que las tradicionales bobinas<sup>2</sup>. Sin embargo, como los propios autores afirman, es necesario ampliar la investigación en este aspecto y mejorar la tecnología disponible actualmente en el mercado.

## CONCLUSIONES

El uso del teléfono tanto fijo como móvil supone un reto importante para los pacientes con implante coclear. Sin embargo, una proporción importante de ellos es capaz de lograr buenos resultados. Es importante dotar a los pacientes de recursos psicológicos que les permitan controlar su ansiedad ante interlocutores desconocidos, para lo cual deben diseñarse técnicas de entrenamiento específico que se apliquen durante la rehabilitación.

El teléfono móvil Siemens M55 parece ser uno de los más recomendables para los pacientes implantados con un Combi 40+. Se impone la necesidad de nuevos estudios que evalúen otros modelos de telefonía móvil y de implante coclear.

El uso del teléfono en ambiente ruidoso por los pacientes implantados puede mejorarse con el uso de adaptadores que permitan aislar la señal telefónica del ruido ambiental. Estos dispositivos han sido ya ampliamente desarrollados para las prótesis auditivas convencionales, aunque es preciso mejorar su tecnología en el campo de los implantes cocleares.

## Referencias

1. Tait M, Nikolopoulos TP, Archbold S, O'Donoghue GM. Use of the telephone in prelingually deaf children with a multichannel cochlear implant. *Otol Neurotol* 2001;22:47-52.
2. Qian H, Loizou PC, Dorman MF. A phone-assistive device based on Bluetooth technology for cochlear implant users. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2003;11:282-7.
3. Milchard AJ, Cullington HE. An investigation into the effect of limiting the frequency bandwidth of speech on speech recognition in adult cochlear implant users. *Int J Audiol* 2004;43(6):356-62.
4. Pascoe DP. Frequency responses of hearing aids and their effects on the speech perception of hearing-impaired subjects. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1975; 84(5 pt 2 Suppl 23):1-40.
5. Skinner MW, Karstaedt MM, Miller JD. Amplification bandwidth and speech intelligibility for two listeners with sensorineural hearing loss. *Audiology* 1982;21(3):251-68.
6. French NE, Steinberg JC. Factors governing the intelligibility of speech sounds. *J Acoust Soc Am* 1947;19:90-119.
7. Sorri MJ, Huttunen KH, Valimaa TT, Karinen PJ, Loppinen HJ. Cochlear implants and GSM phones. *Scand Audiol Suppl* 2001; 52:54-6.
8. Dorman MF, Loizou PC. Speech intelligibility as a function of the number of channels of stimulation for normal-hearing listeners and patients with cochlear implants. *Am J Otol* 1997;18:S113-4.
9. Faulkner A, Rosen S, Wilkinson L. Effects of the number of channels and speech-to-noise ratio on rate of connected discourse tracking through a simulated cochlear implant speech processor. *Ear Hear* 2001;22:431-8.
10. Friesen LM, Shannon RV, Baskent D, Wang X. Speech recognition in noise as a function of the number of spectral channels: comparison of acoustic hearing and cochlear implants. *J Acoust Soc Am* 2001;110:1150-63.
11. Aronson L, Estienne P, Arauz SL, Pallante SA. Telephone speech comprehension in children with multichannel cochlear implants. *Am J Otol* 1997;18(6 Suppl):S151-2.
12. Adams JS, Hasenstab MS, Pippin GW, Sismanis A. Telephone use and understanding in patients with cochlear implants. *Ear Nose Throat J* 2004;83:96-1003.
13. Huarte A. Test de elección abierta de frases sin apoyo (CID sentences). En: Manrique M, Huarte A (Eds). *Implantes cocleares*, Masson, Barcelona (España); 141-2.
14. Brown AM, Clark GM, Dowell RC, Martin LFA, Seligman PM. Telephone use by a multi-channel cochlear implant patient. An evaluation using open-set CID sentences. *J Laryngol Otol* 1985;99:231-8.
15. Cohen NL, Waltzman SB, Shapiro WH. Telephone speech comprehension with use of the nucleus cochlear implant. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1989;98:8-11.
16. Lalwani AK, Larky JB, Wareing MJ, Kwast K, Schindler RA. The Clarion multi-strategy cochlear implant. Surgical technique, complications and results: a single institutional experience. *Am J Otol* 1998;19(1):66-70.
17. Ito J, Nakatake M, Fujita S. Hearing ability by telephone of patients with cochlear implants. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;121(6): 802-4.