CC BY

ESTUDIOS

Revista de Investigación en **Logopedia**
ISSN-e: 2174-5218

EDICIONES COMPLUTENSE

https://dx.doi.org/10.5209/rlog.81467

Influencia de las mascarillas en la percepción del habla de personas con implante coclear

Celia Teira[1] e Irene Pomares Gómez

Recibido 9 de abril de 2022 / Primera revisión 17 de mayo de 2022 / Aceptado 1 de junio de 2022

Resumen. La utilización de mascarillas en la crisis sanitaria por el COVID-19 está generando numerosos interrogantes. Entre otros, el efecto que tiene en la percepción de habla en personas sordas con implante coclear. Con el fin de averiguarlo se realizó un estudio experimental sobre la discriminación de pares mínimos en español. Para ello, se controló la presencia y ausencia de mascarilla, así como el apoyo de la lectura labiofacial. Los resultados confirman la interferencia de las mascarillas en la percepción, especialmente en las personas con implante coclear, pero no así los beneficios de la multimodalidad.
Palabras clave: implante coclear, mascarilla, COVID-19, pistas visuales, percepción del habla

[en] Influence of masks on speech perception in people with cochlear implants

Abstract. The use of face masks in the COVID-19 health crisis is rising many questions, one of them being the effect that they potentially have in language perception in deaf people who use a cochlear implant. To shed some light, an experimental study has been made on the discrimination of minimal pairs in Spanish. In this experiment, we studied the presence or absence of face mask, as well the possibility to read lip and facial expressions. Results support face masks interfere in perception, especially in people with cochlear implant, but multimodality does not improve it as we expected.
Keywords: cochlear implant, face mask, COVID-19, visual clues, language perception

Sumario: Introducción. Implantes Cocleares. COVID-19. Estudio experimental. Participantes. Materiales e instrumentos. Procedimiento. Resultados. Audio con mascarilla vs. audio sin mascarilla. Audio sin mascarilla vs. video sin mascarilla. Rasgos perceptivos e implante coclear. Discusión. Conclusiones. Bibliografía.

Cómo citar: Teira, C. y Pomares Gómez, I. (2022). Influencia de las mascarillas en la percepción del habla de personas con implante coclear. *Revista de Investigación en Logopedia* 12(2), e81467. https://dx.doi.org/10.5209/rlog.81467

Introducción

La percepción del habla es un fenómeno complejo de interés transdisciplinar (Nygaard y Pisoni, 1995). Numerosas investigaciones dan cuenta de este proceso psicolingüístico por el que el cerebro procesa los estímulos auditivos (Marrero, 2014): su descomposición en unidades discretas (*segmentación*), la eliminación de las variables no relevantes de la secuencia (*normalización*) y el establecimiento de relaciones de dependencia entre elementos para construir conjuntos de unidades con sentido (*agrupación*).

Llisterri (2021) distingue dos grandes modelos en la percepción del habla, *pasivos* vs. *activos*. En los modelos pasivos, los estímulos auditivos se compararían con representaciones específicas almacenadas en la memoria de los oyentes (ej. los modelos auditivos; los modelos de detección de rasgos; de procesamiento distribuido paralelo o la teoría cuántica). Los modelos activos de la percepción del habla incorporarían el gesto articulatorio en el análisis del estímulo auditivo. Dentro de estos, estarían la teoría motriz del habla y la teoría del análisis por síntesis. Un último modelo destacable por incorporar el contexto a la producción y percepción del habla es el modelo de la hiper- e hipoarticulación de Björn Lindblom, en la década de los 90 (véase Llisterri, 2021).

Cada vez mayor número de autores defiende esa percepción multimodal, auditiva y visual, del estímulo auditivo. La interacción comunicativa entre personas oyentes y personas con discapacidad auditiva la representan, puesto que la lectura labial y los gestos faciales resultan imprescindibles (Conrad, 1977; Campbell y

[1] UNED
cteira@flog.uned.es

Dodd, 1980). En el contexto actual de pandemia por COVID-19, medidas de seguridad tales como el uso de mascarilla y la distancia de seguridad han afectado sin duda esta producción y percepción del mensaje.

Presentamos a continuación una investigación cuyo objetivo es el estudio de la percepción del habla en población con implante coclear ante las medidas de seguridad implementadas en la situación actual de pandemia del COVID-19. En concreto, queremos comparar la percepción del habla con y sin mascarilla de una serie de pares mínimos, para así determinar cómo afecta la presencia o ausencia de lectura labial en la percepción de la población con implante coclear.

Implantes Cocleares

Los implantes cocleares (en adelante, IC) son una de las respuestas que hoy en día se ofrece a determinadas personas con problemas auditivos severos o sorderas neurosensoriales bilaterales o unilaterales.

El IC es un dispositivo de alta tecnología que convierte las señales sonoras en impulsos eléctricos que el nervio auditivo transmite al cerebro (Clark, 2003). El dispositivo está compuesto por un micrófono, un procesador de los sonidos en estímulos eléctricos, un transmisor o enlace transcutáneo, y un receptor que descodifica esa información y la envía a través de un cable hasta un conjunto de electrodos implantados en el interior de la cóclea para estimular el nervio auditivo (Kral et al., 2019). El implante coclear trata de simular el funcionamiento típico de la cóclea por lo que los electrodos se dispondrán a lo largo de ella en función de su respuesta a las diferentes frecuencias (organización tonotópica junto al mecanismo de sincronización temporal). El volumen de los sonidos se percibirá a su vez por el número de fibras nerviosas estimuladas y su velocidad de estimulación (tasa de disparo).

Numerosos estudios han comprobado que el uso del implante coclear mejora significativamente la percepción del lenguaje. Kral et al. (2019) recogen resultados de estudios en torno a la temporalidad de dicha mejoría (a los 12 meses de implantación habría cambios significativos) o su cuantificación (las personas con IC lograrían percibir hasta un 90% de oraciones de uso común en situaciones sin ruido ambiental).

Sin embargo, el implante también presenta algunos inconvenientes. La información auditiva que llega a la persona con IC es menor cuantitativa y cualitativamente, que la que obtendría una persona oyente en una situación similar. Esto es debido a que la función tan precisa que desempeñan las células ciliadas en el oído trata de ser emulada por 22 electrodos con un amplio ancho de banda: un electrodo estimulará muchas fibras y si se estimulan simultáneamente varios electrodos podrá haber interferencias entre los canales. Esto afectará a la percepción de aspectos segmentales y suprasegmentales del habla.

Junto a lo anterior, las personas con IC obtendrán peores resultados en condiciones de ruido ambiental o competencia vocal (varios interlocutores solapándose en sus intervenciones). Como apuntan Wilson y cols. (2016 —en Kral et al., 2019—), en condiciones de ruido de 5 decibelios por encima de la señal, en las que un oyente percibiría el 90% de los estímulos, la persona con implante alcanzaría apenas un 30%.

Además de las limitaciones intrínsecas del dispositivo y la calidad de la señal, otros factores pueden influir en la efectividad del IC: duración de la sordera, edad de comienzo de esta, edad de la implantación, duración en el uso del IC, o características personales, del contexto comunicativo, etc.

Algunas investigaciones señalan que los resultados del IC en adultos con una discapacidad auditiva de nacimiento son peores que los obtenidos por personas implantadas a una edad temprana (Kral et al., 2019). En concreto, el período crítico parece ser los tres primeros años de vida, siendo la etapa de los 12 a los 18 meses la edad óptima para la implantación (coincidiendo con la mayor plasticidad del sistema nervioso auditivo central —Clark, 2003—).

COVID-19

Las medidas implementadas durante el contexto actual de la crisis sanitaria por el COVID-19, se añaden a las limitaciones anteriormente comentadas. Dos de ellas van a afectar especialmente (Organización Mundial de la Salud, 2021): "Guarde al menos 1 metro de distancia entre usted y otras personas (…)" y "convierta el uso de la mascarilla en una parte normal de su interacción con otras personas". Por las características de nuestro diseño experimental, nos detendremos especialmente en el uso de la mascarilla.

Para comprender la magnitud del obstáculo al que se enfrentan las personas sordas es necesario primero plantearse si las mascarillas afectan, por un lado, a la señal acústica propiamente dicha (producción), y por otro, a la percepción de la señal, teniendo en cuenta otros factores, como la información visual, es decir, la posibilidad (o no) de lectura labiofacial.

Goldin et al. (2020) analizaron cómo cambia la señal acústica dependiendo del tipo de mascarilla que lleve el emisor en condiciones ideales (sin ruido). Estos autores mostraron que el uso de la mascarilla empeora la señal acústica, atenuando el sonido alrededor de 3-4 decibelios cuando se utiliza una mascarilla quirúrgica común y hasta 12 decibelios en el caso de las mascarillas N95. Magee et al. (2020) señalan que, sin ruido y sin pistas visuales, la señal acústica cambia cuando se utilizan mascarillas, pero solo si se tienen en cuenta ciertas características de la señal, como la potencia acústica, que sí se ve alterada en frecuencias superiores a 3kHz en mascarillas N95 y superiores a 5kHz en el caso de las mascarillas quirúrgicas y de tela. Si se analizan otros aspectos de la señal acústica, como la relación armónico-ruido, no se observan cambios con el uso de masca-

rilla y sin ella. Además, en este estudio parece que la inteligibilidad de las palabras o frases presentadas a los participantes fue muy similar en todas las condiciones, tanto con mascarilla como sin ella. Bottalico et al. (2020) señalaron que las mascarillas afectaban especialmente a la inteligibilidad del habla, al actuar como filtros que atenuarían la intensidad en las frecuencias medio-altas. Ciertas consonantes como /s/, /f/, /x/ se degradarían en mayor medida dificultando la comprensión del mensaje.

Peelle (2018) ha investigado sobre cómo las personas percibimos y procesamos señales acústicas degradadas. Cuando las condiciones del entorno y la calidad de la señal no son óptimas, el usuario debe compensar haciendo un mayor esfuerzo cognitivo. Aunque se haya comprendido la señal, es más difícil retener en la memoria aquellas sílabas o palabras que ha costado más entender.

El esfuerzo cognitivo a la hora de procesar una señal lingüística se ha medido también en personas con dificultades auditivas. Varios estudios sugieren que cuando estas disponen de más tiempo para procesar la señal, se observa una mejora de la comprensión mucho mayor de la observada en oyentes (Perreau et al., 2017). Sladen et al. (2018) analizaron el esfuerzo cognitivo y el reconocimiento del habla en condiciones de ruido en un grupo de personas con implantes cocleares. Los datos revelaron que los hablantes consideran, de forma subjetiva, que hacen un mayor esfuerzo cognitivo cuando hay ruido y cuando se utilizan micrófonos omnidireccionales en lugar de direccionales, ya que cuando se usaban los omnidireccionales, los tiempos de respuesta disminuían, lo que confirma la percepción subjetiva de los participantes.

Aunque en condiciones normales las personas con dificultades auditivas tienden a hacer esfuerzos cognitivos más elevados, y a pesar de que la pandemia y el uso de mascarilla pueda suponer un gran reto para estas personas, es de destacar el hecho de que, por lo general, algunas de las medidas contra el COVID-19 como la reducción del aforo o la restricción del número de personas en reuniones, pueden favorecer la comunicación. Así, las personas con implantes cocleares del estudio realizado por Dunn et al. (2020) afirman que les es más fácil comunicarse con éxito y con menos esfuerzo durante la pandemia. Se sienten menos aisladas en las situaciones comunicativas y tienen mayor confianza en sí mismas, ya que son capaces de evitar situaciones que anteriormente les incomodaban.

¿Qué sucede con el componente visual, la gesticulación y movimientos labiales, con la mascarilla? Cualquier persona se ayuda de las pistas visuales del contexto comunicativo para descifrar el mensaje (Vulchanova et al., 2019). Atcherson et al. (2017) estudiaron la percepción de adultos oyentes y sordos en condiciones de ruido superiores a 10 decibelios en la relación señal/ruido y con diferentes condiciones auditivas y audiovisuales (sin mascarilla y con mascarilla transparente y quirúrgica). Los resultados del estudio mostraron que tanto el grupo de oyentes como el de personas con sordera moderada obtuvieron resultados similares tanto con pistas visuales como solo con pistas auditivas. A pesar de ello, algunos participantes apuntaron que, cuando se les proporcionaba información visual, contestaban con más confianza y más seguros de su respuesta. En el caso de los participantes con sordera severa y profunda, el estudio mostró claramente que se obtenían mejores resultados.

A continuación, presentamos nuestra investigación. Se trata de un estudio experimental en el que se han medido los efectos de la presencia o ausencia de mascarilla y de la lectura labial, en la percepción de un conjunto de estímulos (en concreto, pares mínimos), por parte de personas con IC y sin IC. Los datos han sido recogidos durante la tercera ola de contagios por coronavirus en España.

Estudio experimental

La investigación que se presenta a continuación trata de dar respuesta a varios interrogantes sobre la percepción del habla en población con implante coclear ante las medidas de seguridad implementadas en la situación actual de pandemia del COVID-19. La hipótesis general de partida sostiene que la mascarilla interfiere en la percepción de pares mínimos del habla, y que la posibilidad de lectura labial facilita estos procesos, en especial, en la población con implante coclear.

En concreto, hemos comparado la percepción del habla con y sin mascarilla de una serie de pares mínimos, en modalidad de audio y video, para así determinar cómo afecta la presencia o ausencia de lectura labial a la población con implante coclear.

Seguidamente, presentamos el experimento del estudio, con su metodología y sus resultados, para después exponer la discusión general del trabajo y sus principales conclusiones.

Participantes

Se consiguió una muestra inicial experimental con 20 participantes, mayores de edad, de ambos géneros (45% mujeres, 55% hombres), y usuarios de implante coclear, que participaron voluntariamente y firmaron el consentimiento correspondiente.

Se trataba de un grupo homogéneo con discapacidad auditiva prelocutiva (85% fueron diagnosticados antes de los 3 años) y un uso del implante coclear superior a 10 años. El 55% de los participantes usa un único IC, mientras que el 45% utiliza dos implantes.

Respecto a los métodos de comunicación de su vida diaria, los participantes responden que emplean sistemáticamente el habla y la escritura (90% y 30% respectivamente); escasamente, la lengua de signos (5% responde "ocasionalmente"); y 35% dice apoyarse en la lectura labial y expresiones faciales de forma continuada.

A partir de estos datos se creó un grupo de control equiparable, en edad y género, sin discapacidad auditiva.

Materiales e instrumentos

Para la elección del material experimental se realizó un primer estudio piloto con palabras extraídas del Test de Rasgos Distintivos (TRD) de Cárdenas y Marrero (1994). El TRD se compone originalmente de dos listas de 58 pares mínimos en los que cada miembro de la pareja se distingue del otro únicamente por un rasgo distintivo.

Para el estudio piloto se escogieron tres pares mínimos de cada grupo de rasgos distintivos (excepto el de nasalidad), obteniendo un total de 15 pares mínimos. La nasalidad no se incluyó por ser este uno de los rasgos en el que se obtuvo menor porcentaje de error en anteriores estudios con personas con pérdidas auditivas (Marrero y Martín, 2001).

En las palabras escogidas, el rasgo distintivo se encontraba siempre al principio de la palabra.

- Sonoridad (/t/ - /d/): tardo – dardo, tenso – denso y tía – día
- Gravedad (/p/ - /t/): pecho – techo, pierna – tierna y poro – toro
- Continuidad (/f/ - /p/): fila – pila, foco – poco y fuente – puente
- Estridencia (/tʃ/ - /dʒ/): chapa – yapa, Chema – yema y chupi – yupi
- Densidad: (/p/ - /k/): peso – queso, pitar – quitar y pobre – cobre

En este estudio piloto, las palabras se presentaron una sola vez a 20 personas sin discapacidad auditiva, en orden aleatorio y únicamente en formato de audio con mascarilla quirúrgica. Las características de las grabaciones y el programa utilizado son los mismos que los del estudio definitivo, descritas más adelante.

Los cinco pares elegidos para el estudio definitivo por acumular un porcentaje menor de aciertos fueron: pierna – tierna (28,57%); tardo – dardo (26,19%); queso – peso (4,76%); pila – fila (4,76%) y tenso – denso (4,76%).

Según estudios previos sobre la correspondencia entre rasgos acústicos y frecuencias (Duggirala et al., 1998 —en Marrero, 2008—), estos rasgos de sonoridad, gravedad, densidad y continuidad se corresponderían con frecuencias críticas de 758Hz, 1290Hz, 1618Hz y 1800Hz, respectivamente.

En cuanto a los instrumentos, los estímulos fueron grabados utilizando una cámara réflex. La locutora que los grabó es autora de este trabajo, y todos los audios y vídeos estaban en 2304 kbps, 24 bits y 48000Hz para evitar diferencias en los resultados causadas por las características técnicas de las grabaciones. Además, las condiciones de ruido ambiental se trataron de reducir al máximo.

El programa utilizado tanto para el estudio piloto como para la encuesta final es *Typeform*, una plataforma de pago para crear encuestas online. La encuesta consta de dos primeras páginas en las que se ofrece información general sobre el estudio al participante, instrucciones para la realización de la encuesta y requisitos mínimos de participación, junto a un bloque de ocho páginas con preguntas sobre datos personales para recoger las características sociodemográficas de la muestra. El bloque principal son 30 páginas, cada una de ellas con una palabra grabada y dos opciones a elegir. Finaliza con una pregunta abierta de opinión sobre la encuesta.

Procedimiento

La encuesta se compartió a través de un enlace (inserto en un correo electrónico), en el que se explicaban las características del estudio y se solicitaba colaboración en forma de participación. Se contactó a un total de 10 asociaciones de personas con IC de diez comunidades autónomas españolas diferentes. El grupo control se consiguió a partir de la difusión de la encuesta entre contactos personales.

En dicha encuesta, en el bloque experimental, los 5 pares mínimos se presentaron aleatorizados. Cada palabra aparecía tres veces, en las condiciones de audio con mascarilla, audio sin mascarilla y vídeo sin mascarilla.

El análisis de los datos se hizo mediante el programa SPSS. Se trata de un análisis de varianza con medidas repetidas, que nos ha servido para comprobar el número de aciertos ante la presencia y ausencia de mascarilla, en las modalidades auditiva y multimodal (audio y vídeo), y comparar el efecto específico en población con implante coclear frente a personas normooyentes.

Resultados

Los resultados que se exponen a continuación reflejan los datos relativos al número de aciertos en la tarea de percepción de pares mínimos. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para conocer los efectos sobre la variable dependiente (aciertos), de las variables independientes: presencia del implante coclear, presencia de mascarilla y modalidad de presentación de los estímulos.

Se entiende por "respuestas acertadas" aquellas en las que se identificaban adecuadamente los estímulos, lo que suponía seleccionar en la pantalla la palabra correspondiente al elemento del par mínimo enunciado. La Tabla 1 muestra los porcentajes de respuestas correctas en las 3 condiciones experimentales; la Figura 1 representa el total de aciertos (valores absolutos) en las 3 condiciones, agrupados según la condición de los participantes (experimental y control).

Tabla 1. Porcentaje de respuestas correctas (análisis por participantes) en la tarea de percepción en función de la presencia de mascarilla y de su pertenencia al grupo experimental o de control (IC). Modalidad de presentación de los estímulos en audio o vídeo

Mascarilla	IC	Audio	Vídeo
Con	con	77%	
	sin	82,5%	
Sin	con	83%	84%
	sin	92%	94,5%

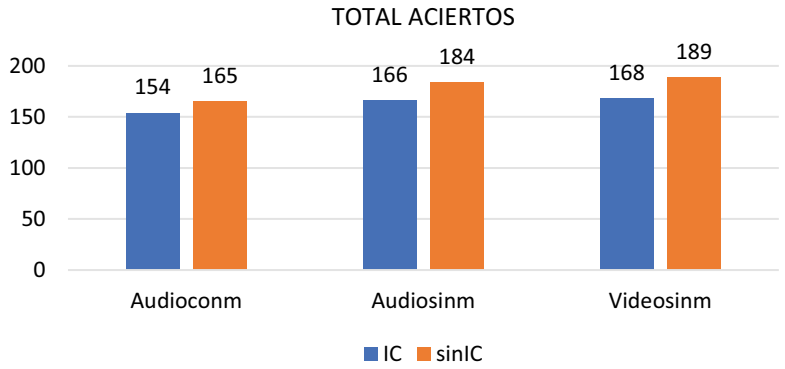

Figura 1. Total de respuestas correctas en la tarea de percepción en función de la presencia de mascarilla (conm, sinm) y de su pertenencia al grupo experimental (IC) o de control (sinIC). Modalidad de presentación de los estímulos en audio o vídeo

A continuación, se presentarán los análisis correspondientes a las comparaciones de los resultados en función de la mascarilla y de la modalidad de presentación.

Audio con mascarilla vs. audio sin mascarilla

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con dos variables independientes (mascarilla e IC) cada una con dos niveles (presencia vs. ausencia). La interacción entre estas variables no resulta significativa, es decir, no se observa un comportamiento diferenciado en los resultados con y sin mascarilla, en función de la presencia del implante. La percepción de estímulos con mascarilla obtiene menor número de aciertos ($\bar{x}$=7,97) que la percepción sin mascarilla ($\bar{x}$=8,75), siendo esta diferencia significativa (F1(1,38) =7,62, p<0,01).

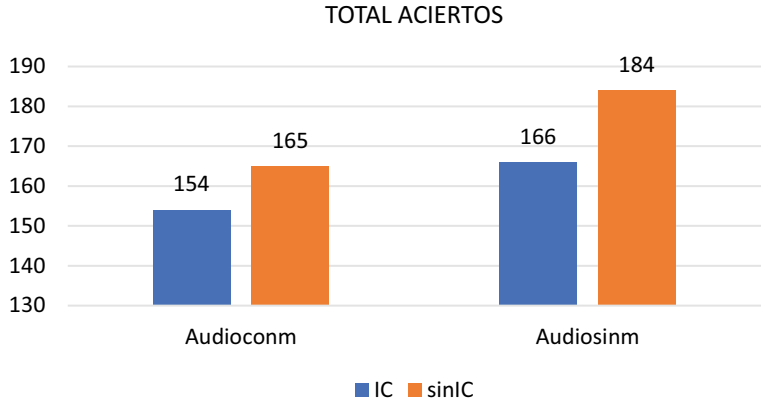

Figura 2. Cantidad de respuestas acertadas en la tarea de percepción auditiva en función de la presencia de mascarilla e IC

La diferencia entre el porcentaje de aciertos en el grupo con IC frente al grupo control también es significativa (F2(1,38)=7,47, p<0,01)). La media de respuestas acertadas en la población con IC ($\bar{x}$=8,00) es inferior a la de la población sin IC ($\bar{x}$=8,72). En la Figura 2 se puede ver que, en los estímulos de audio con mascarilla, los participantes con IC obtienen una cantidad de respuestas acertadas inferior a la de los participantes sin IC; y en los estímulos de audio sin mascarilla, esta diferencia aumenta.

Audio sin mascarilla vs. video sin mascarilla

El siguiente análisis de varianza (ANOVA) se efectuó sobre la variable independiente de presencia de IC y la variable modalidad de presentación, también con dos niveles (audio vs. vídeo). La interacción entre estas variables tampoco resultó ser significativa.

Como se puede apreciar en la Figura 3, la diferencia entre las modalidades de presentación, audio y vídeo, no fue significativa (F1(1,38)=0,38, p>0,1). La media de respuestas acertadas es similar en las condiciones de audio ($\bar{x}$=8,75) y vídeo ($\bar{x}$=8,92).

Nuevamente, donde se han encontrado diferencias significativas es entre los aciertos de las personas con y sin IC (F2(1,38)=7,73, p<0,01). El grupo de personas sin IC realizan mejor la tarea ($\bar{x}$=9,325) que las personas con IC ($\bar{x}$=8,35),

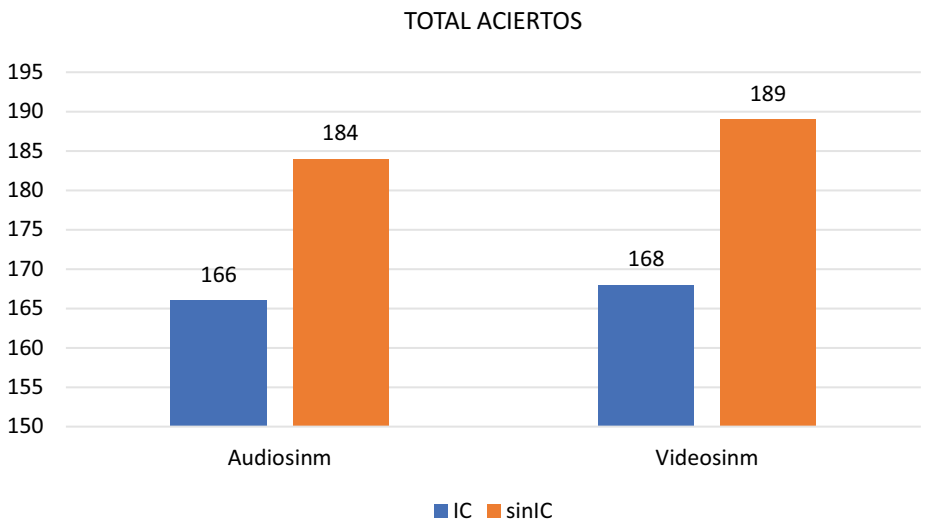

Figura 3. Total de respuestas correctas sin mascarilla en la tarea de percepción auditiva vs. percepción multimodal (audio y vídeo), en los grupos experimental (IC) y de control (sin IC).

Rasgos perceptivos e implante coclear

Se realizó un último análisis de las respuestas de los grupos experimentales (con y sin IC) para comprobar si existían diferencias significativas en la modalidad auditiva, entre los pares mínimos emitidos con mascarilla.

La Tabla 2 muestra la media de respuestas correctas ante los 5 ítems experimentales (rasgos de sonoridad: pares *tardo-dardo* y *tenso-denso*; gravedad: par *pierna-tierna*; continuidad: par *pila-fila* y densidad: par *queso-peso*) en los grupos experimental y de control.

Tabla 2. Media de respuestas correctas ante los diferentes rasgos emitidos con mascarilla en la tarea de percepción auditiva, en el grupo experimental (IC) y en el de control (sin IC).

Mascarilla	IC	Rasgo perceptivo	$\bar{x}$ respuestas correctas
Con	con	Sonoridad (tardo-dardo)	1,6
		Sonoridad (tenso-denso)	1,75
		Gravedad (pierna-tierna)	1
		Continuidad (pila-fila)	2
		Densidad (queso-peso)	1,35

Mascarilla	IC	Rasgo perceptivo	$\bar{x}$ respuestas correctas
Con	sin	Sonoridad (tardo-dardo)	1,8
		Sonoridad (tenso-denso)	1,9
		Gravedad (pierna-tierna)	1,75
		Continuidad (pila-fila)	1,8
		Densidad (queso-peso)	1,95

Se comprobó que las respuestas ante los rasgos en general producían diferencias estadísticamente significativas (F(4,35)=23,67, p<0,001), independientemente de la presencia del implante coclear (F(4,35)= 1,58, p>1).

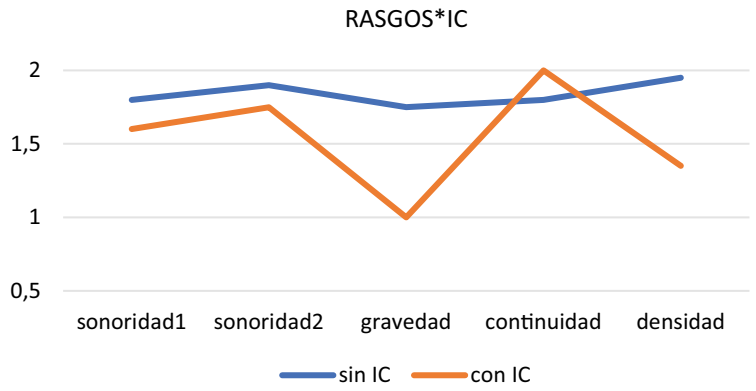

Figura 4. Media de respuestas correctas en los diferentes rasgos emitidos con mascarilla en la tarea de percepción auditiva, en el grupo experimental (IC) y en el de control (sin IC).

En el grupo con IC (Figura 5), las diferencias entre las medias de respuesta ante los rasgos presentados auditivamente con mascarilla, resultó en diferencias significativas (p<0,05) entre la gravedad (par *pierna-tierna*) y el resto de los estímulos; y entre la continuidad (par *pila-fila*) con la sonoridad (par *tardo-dardo*) y la densidad (par *queso-peso*).

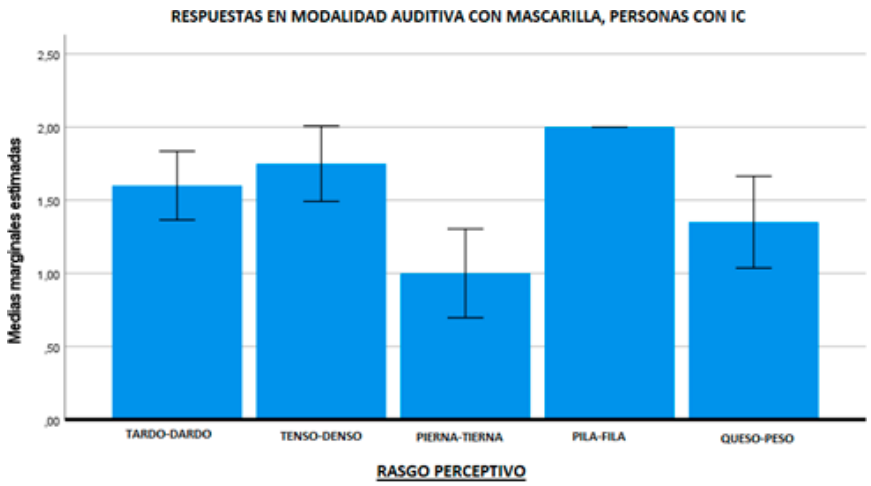

Figura 5. Media de respuestas correctas ante los diferentes rasgos perceptivos emitidos con mascarilla en la tarea de percepción auditiva, en el grupo experimental (IC)

En el grupo sin IC (Figura 6), las diferencias entre las medias de respuesta ante los rasgos presentados auditivamente con mascarilla, solo dio lugar a diferencias significativas (p<0,05) entre la gravedad (par *pierna-tierna*) y la densidad (par *peso-queso*).

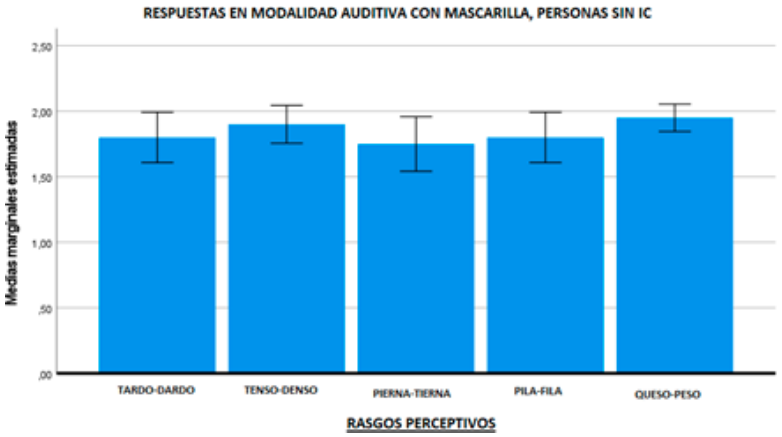

Figura 6. Media de respuestas correctas ante los diferentes rasgos perceptivos emitidos con mascarilla en la tarea de percepción auditiva, en el grupo de control (sin IC)

Discusión

En conjunto, los resultados del experimento presentados en este artículo indican que se repiten los efectos principales de las variables mascarilla e IC. Esto es, tanto la presencia de mascarilla como del implante resultan en un menor número de aciertos. Al mismo tiempo, la modalidad auditiva o visual de presentación no ha arrojado diferencias significativas en nuestro estudio.

Como se planteaba en nuestras hipótesis iniciales, la presencia de mascarilla interfiere en la percepción de los estímulos por parte de las personas con y sin IC. Como señalaban estudios anteriores, las mascarillas quirúrgicas generan una atenuación de las características de la señal acústica (Goldin et al., 2020; Magee et al., 2020), y afectan a la inteligibilidad del habla (Bottalico et al., 2020). Este efecto es mayor en las personas con pérdidas auditivas, que en personas normooyentes, pese a la presencia de IC (Perreau et al., 2017; Sladen et al., 2018).

El IC beneficia la audición de las personas con pérdidas auditivas, pero no reproduce al 100% las características del funcionamiento coclear. Ante los estímulos multimodales (audio y vídeo, sin mascarilla) o auditivos (con y sin mascarilla), los resultados de aciertos de las personas con IC son significativamente menores que los del grupo control. Los avances tecnológicos están permitiendo diseñar IC cada vez más sofisticados, pero las características del órgano auditivo presentan sin duda una precisión inimitable.

En cuanto a la modalidad de presentación, auditiva o multimodal (auditiva y visual), esperábamos encontrar mayor número de aciertos ante la posibilidad de lectura labial en los estímulos multimodales. Sin embargo, pese a observarse mayor número de aciertos en esta última condición, las diferencias no fueron significativas ni para el grupo experimental ni el de control (al igual que señalaban Atcherson et al., 2017). Esto puede deberse tanto al número como a las características de los estímulos, o características técnicas de la grabación. Los resultados obtenidos para el grupo experimental coincidirían con su apreciación del escaso uso de la lectura labial para su comunicación diaria (apenas un 35%). Cabría entonces preguntarse acerca del uso real de la lectura labial en la población en general.

Finalmente, se han analizado los rasgos perceptivos de manera superficial debido a las características experimentales. Se ha presentado una única vez cada ítem, bajo tres formas diferentes en la misma sesión, para evitar la fatiga cognitiva (señalada por Perreau et al., 2017; Sladen et al., 2018). Pese a la imposibilidad de generalización de los resultados, hemos observado diferencias significativas en las respuestas del grupo experimental en el rasgo de gravedad frente a los restantes, que obtenía menor número de aciertos, y en el rasgo de continuidad por lo contrario (mayor número de respuestas acertadas). Cabría relacionar estos resultados con las frecuencias de los estímulos (Duggirala et al., 1998 —en Marrero, 2008—) y las características de los implantes, pero carecemos de datos acerca del tipo de implante de nuestros participantes y su programación tal cual está, además de la falta de homogeneidad de la muestra en cuanto a la cantidad de oídos implantados.

Estas últimas observaciones nos obligan a hablar de las limitaciones experimentales. Además de las relacionadas con las características técnicas de la grabación y de la cantidad de estímulos, se echan en falta datos acerca del grupo experimental, que se tendrán en cuenta en futuros estudios.

Conclusiones

En definitiva, a la luz de este y otros estudios, hemos querido poner el foco en los efectos de la mascarilla no tanto en la producción como en la comprensión del habla, y en un colectivo en situación de vulnerabilidad, las personas con IC, que se encuentran a veces en un limbo entre la población normooyente y la población con discapacidad auditiva.

Las medidas de seguridad como la utilización de mascarillas o la distancia de seguridad adoptadas por la pandemia han sido efectivas y nadie dudaría de ellas, pero los criterios para su progresivo abandono no parecen tan objetivos y apenas se están considerando los beneficios o perjuicios que conllevan para determinadas personas.

El cambio en los hábitos fonatorios a largo plazo que se prevén en la población general afectarán a la inteligibilidad del habla, y esto debería contemplarse en las campañas de salud venideras.

Nuestro estudio pretende ser un punto de partida para futuras líneas de investigación que atiendan la diversidad poblacional y fomenten la consideración de adopción de los llamados ajustes razonables para favorecer la inclusión real.

Bibliografía

Atcherson, S.R., Mendel, L.L., Baltimore, W.J., Patro, C., Lee, S., Pousson, M., y Spann, M.J. (2017). The Effect of Conventional and Transparent Surgical Masks on Speech Understanding in Individuals with and without Hearing Loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(1), 58-67. doi: 10.3766/jaaa.15151

Bottalico, P., Murgia, S., Puglisi, G.E., Astolfi, A., y Kirk, K.I. (2020). Effect of masks on speech intelligibility in auralized classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148, 2878. doi: 10.1121/10.0002450

Campbell, R., y Dodd, B. (1980). Hearing by eye. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 32 (1), 85-99. doi: 10.1080/00335558008248235

Cárdenas, M.R., y Marrero, V. (1994). *Cuaderno de logoaudiometría: guía de referencia rápida*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Clark, G. (2003). Cochlear Implants. En S. Greenberg, W. Ainsworth, A. Popper, y R. Fay (Eds.). *Speech Processing in the Auditory System: An Overview* (pp. 422-462). Springer. doi: 10.1007/0-387-21575-1_1

Conrad, R. (1977). Lip-reading by deaf and hearing children. *British Journal of Educational Psychology*. 47 (1), 60-65. doi: 10.1111/j.2044-8279.1977.tb03001.x

Dunn, C. C., Stangl, E., Oleson, J., Smith, M., Chipara, O., y Wu, Y. H. (2020). The Influence of Forced Social Isolation on the Auditory Ecology and Psychosocial Functions of Listeners with Cochlear Implants during COVID-19 Mitigation Efforts. *Ear and hearing*, *42(1),* 20–28. doi: 10.1097/AUD.0000000000000991

Goldin, A., Weinstein, B.E., y Shiman, N. (2020). How do medical masks degrade speech perception? *Hearing Review,* 27(5), 8-9. https://www.hearingreview.com/hearing-loss/health-wellness/how-do-medical-masks-degrade-speech-reception

Kral, A., Dorman, M.F., y Wilson, B.S. (2019). Neuronal Development of Hearing and Language: Cochlear Implants and Critical Periods. *Annual Review of Neuroscience*, 42, 47–65. doi: 10.1146/annurev-neuro-080317-061513

Llisterri, J. (2021). *Nociones básicas de psicoacústica.* Barcelona: Departament de Filologia Espanyola de la Universitat Autònoma de Barcelona. http://liceu.uab.es/~joaquim/phonetics/fon_percept/psicoacustica/psicoacustica.html

Magee, M., Lewis, C., Noffs, G., Reece, H., Chan, J., Zaga, C. J., Paynter, C., Birchall, O., Rojas Azocar, S., Ediriweera, A., Kenyon, K., Caverlé, M. W., Schultz, B. G., y Vogel, A. P. (2020). Effects of face masks on acoustic analysis and speech perception: Implications for peri-pandemic protocols. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(6), 3562-3568. doi: 10.1121/10.0002873

Marrero, V. (2008). La fonética perceptiva: trascendencia lingüística de mecasnismos neuropsicofisiológicos. *Estudios de Fonética Experimental*, 17, 207-245. https://raco.cat/index.php/EFE/article/view/140070/216432

Marrero, V. (2014). Los sonidos en las lenguas. En V. Escandell (coord.), *Claves del lenguaje humano* (pp. 83-119). Madrid: Editorial Universitaria Ramón Areces.

Marrero, V., y Martín, Y. (marzo de 2001). Discriminación auditiva de los rasgos distintivos acústicos en palabras aisladas: oídos normales y patológicos. *II Congreso de Lingüística Experimental*, Sevilla.

Maryn, Y., Wuyts, F.L., y Zarowski, A. (2021). Are Acoustic Markers of Voice and Speech Signals Affected by Nose-and-Mouth-Covering Respiratory Protective Masks? *Journal of Voice*. doi: 10.1016/j.jvoice.2021.01.013.

Nygaard, L. C., y Pisoni, D. B. (1995). Speech perception: New directions in research and theory. En J.L. Miller, P. D. Eimas (Eds.). *Speech, Language, and Communication* (pp. 63–96). San Diego: Academic Press. doi: 10.1016/B978-012497770-9/50005-4

Organización Mundial de la Salud. (2021). *Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19): orientaciones para el público*. https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public

Peelle, J. E. (2018). Listening Effort: How the Cognitive Consequences of Acoustic Challenge Are Reflected in Brain and Behavior. *Ear and hearing*, 39(2), 204–214. doi: 10.1097/AUD.0000000000000494

Perreau, A., Wu, Y., Tatge, B., Irwin, D., y Corts, D. (2017). Listening Effort Measured in Adults with Normal Hearing and Cochlear Implants. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(8), 685-697. doi: 10.3766/jaaa.16014

Sladen, D. P., Nie, Y., y Berg, K. (2018). Investigating Speech Recognition and listening effort with different device configurations in adult cochlear implant users. *Cochlear Implants International*, 19(3), 119–130. doi: 10.1080/14670100.2018.1424513

Vulchanova, M., Vulchanov, V., Fritz, I., y Milburn, E. A. (2019). Language and perception: Introduction to the Special Issue "Speakers and Listeners in the Visual World". *Journal of Cognitive Science,* 3(11), 103-112. doi: 10.1007/s41809-019-00047-z