

Uso del smartphone en telepráctica para trastornos de la voz. Una revisión desde el concepto de Mhealth

Daniel Rodríguez¹, Polette Araya², Maria Catrifol², Richard Ferrada², Manuel Ibarra², Camilo Morales²

Recibido 28 de Octubre de 2021 / Primera revisión 6 de diciembre de 2021 / Aceptado 22 de Marzo de 2022

Resumen. El uso de los smartphones y el concepto de *mobile health* (mHealth) es reciente en vocología y sus posibles beneficios en el tratamiento y entrenamiento vocal en contexto de telepráctica. Se realizó una revisión narrativa con el objetivo describir los beneficios de la mHealth a través del smartphone en el contexto de la telepráctica fonoaudiológica de los trastornos vocales. Se realizó una búsqueda en Pubmed, ScienceDirect y Google Scholar, de documentos asociados al uso del smartphone en vocología, considerando voces humanas normales, patológicas y voces sintéticas; relacionados a la intervención, evaluación, valoración, monitoreo, prevención, intervención, supervisión, educación, consulta y entrenamiento vocal. Se obtuvieron 42 estudios, de los cuales fueron seleccionados 15 de acuerdo a los criterios de inclusión. Los estudios analizados se relacionan con grabación de voz para análisis acústico con smartphone, teleterapia con smartphone y dispositivos periféricos para análisis vocal y seguimiento. Se destaca el potencial y factibilidad del uso de dispositivos móviles para incrementar accesibilidad, reducir costos y favorecer el seguimiento terapéutico con medidas objetivas en diversos contextos de salud vocal.

Palabras clave: Calidad de la Voz; Telemedicina; Teléfono Inteligente; Trastornos de la voz; Voz

[en] Smartphone use in telepractice for voice disorders. A review from Mhealth concept

Abstract. The use of smartphones and the concept of Mobile Health (mHealth) is recent in vocology and its possible benefits in the treatment and vocal training in telepractice context. A narrative review was carried out with the objective of describing the benefits of mHealth through the smartphone in the context of speech therapy telepractice in vocal disorders. A search was conducted for articles in Pubmed, ScienceDirect and Google Scholar, for studies associated with the use of the smartphone in vocology, considering normal human voices, pathological and synthetic voices, related to intervention, evaluation, assessment, monitoring, prevention, intervention, supervision, education, consultation and training. A total of 42 studies were obtained, which 15 were selected according to the inclusion criteria. The studies analyzed were related to voice recording for acoustic analysis with a smartphone, teletherapy with a smartphone, and peripheral devices for vocal analysis and monitoring. The potential and feasibility of mobile devices to increase accessibility, reduce costs and favor therapeutic follow-up with objective measures in various contexts of vocal health is highlighted.

Keywords: Smartphone; Telemedicine; Voice Disorders; Voice Quality, Voice.

Sumario: Introducción. Método. Resultados. Discusión. Conclusiones. Bibliografía.

Como citar: Rodríguez, D., Araya, P., Catrifol, M., Ferrada, R., Ibarra, M. y Morales, C. (2022). Uso del smartphone en telepráctica para trastornos de la voz. Una revisión desde el concepto de Mhealth. *Revista de Investigación en Logopedia* 12 (2), e78550, <https://dx.doi.org/10.5209/rlog.78550>

Introducción

Con el pasar del tiempo y el avance de la tecnologías, el uso de diversas herramientas tecnológicas es cada vez más frecuente a nivel mundial (Mashima et al., 2003). En el área de las ciencias de la salud, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han favorecido la interacción e intercambio de información de salud entre individuos que no se encuentran ubicados en un mismo espacio físico, práctica que actualmente se define como Telemedicina (Grillo, 2017; Mashima et al., 2003). Así mismo, dentro del contexto de Telemedicina se incorpora el concepto de Telesalud; ambos son bastantes similares, pero su diferencia radica en que este último abarca los procesos de evaluación, diagnóstico, intervención y educación del quehacer profesional.

¹ Universidad Católica de Temuco.
drodriguez@uct.cl

² Universidad Católica de Temuco.

El propósito de utilizar las TIC en salud es disminuir algunas de las dificultades inherentes de las prestaciones de servicios de salud tradicional, como son (1) la dificultad en cuanto a accesibilidad por parte de algunos usuarios, debido a su ubicación geográfica o los tiempos que requieren para acercarse al servicio, (2) los costos de los servicios entregados presencialmente, (3) la calidad de los servicios y por último, (4) la alta demanda de las prestaciones (Grillo, 2019; Vogel et al., 2014).

Dentro de aquellas TIC que permiten proveer servicios sanitarios, se encuentran dispositivos electrónicos como tablets, smartphone, smartwatch con micrófono, entre otros, que favorecen la interacción a través de video y audio por medio de aplicaciones o plataformas dedicadas a la prestación de este tipo de servicios digitales (Maryn et al., 2009; Xue & Lower, 2010). El uso de este tipo de tecnologías móviles en la práctica de salud es conocido como Mobile Health (mHealth). Gracias a su utilidad en el proceso de la terapia, el smartphone facilita el monitoreo por parte del terapeuta hacia los usuarios a través de aplicaciones móviles, llamadas telefónicas, mensajes de audio/texto u otras vías de comunicación remota, produciendo mejores alcances de rehabilitación y seguimiento (Lavaissiéri & Melo, 2017; Lebacq et al., 2017; Manfredi et al., 2017; Munnings, 2020). Sin embargo, pese a que se cuenta con herramientas versátiles de bajo costo que permiten realizar adecuaciones clínicas satisfactorias, no se ha extendido dicho conocimiento entre los profesionales, prevaleciendo el uso de la terapia tradicional y las barreras inherentes a ella (Doarn et al., 2019). Debido a que en el área de la vocología se enfrentan desafíos similares en cuanto a la comunicación, seguimiento y efectividad de los tratamientos, se vuelve necesario visualizar las oportunidades que estas tecnologías entregan a los profesionales para que puedan implementarlas en una terapia integral. En ese sentido, el objetivo de este estudio es describir los beneficios de la mHealth en la intervención fonoaudiológica de los trastornos vocales de acuerdo a lo reportado en la literatura.

Método

Este estudio corresponde a una revisión narrativa descriptiva, basada en la búsqueda, recopilación, síntesis y discusión de la información publicada frente a una determinada temática (Mesa, 2013). Se realizó una búsqueda sistemática de publicaciones en los motores de búsqueda Pubmed, ScienceDirect y Google Scholar, sobre estudios del uso de mHealth a través del smartphone en el área de la vocología, considerando los criterios de inclusión: 1) publicaciones desde el año 2000 hasta el 2020 y 2) inclusión del uso de mHealth con smartphone en voces humanas normales, patológicas y voces sintéticas de computadora en los aspectos de evaluación, intervención y monitoreo que se realizan por medio de llamadas de voz, videollamadas, mensajes de texto y audio, aplicaciones móviles y dispositivos periféricos asociados (como por ejemplo, micrófonos) y (3) la búsqueda solo en estudios primarios y secundarios. En cuanto a los criterios de exclusión, estos son: 1) estudios que están fuera del rango de los años predeterminados, 2) estudios de revisión de literatura y 3) estudios no relacionados a los temas señalados en los criterios de inclusión.

Para efectos de la búsqueda se utilizó la estrategia de análisis PICO (Huang et al., 2006), considerando términos MeSH y términos libres en idioma inglés: “Voice” [Mesh], “Voice Training” [Mesh], “Telemedicine” [Mesh], “Telerehabilitation” [Mesh], “Voice Disorders” [Mesh], “Technology” [Mesh], “Voice Therapy”, “Voice Treatment”, “Mhealth”, “Telehealth”, “Telepractice”, “Smartphone”, “Mobile phone”, “Mobile applications” [Mesh], “Acoustic Analysis” y “Dysphonia”.

Una vez realizada la búsqueda, se indagó en las investigaciones obtenidas, donde se revisó el título, resumen y la fecha de cada una para confirmar que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión.

Resultados

Se obtuvo un total de 42 estudios, de los cuales se seleccionaron 15 de acuerdo a los criterios de elegibilidad, los cuales pueden ser revisados en la Tabla I (Anexo). Estos fueron clasificados en relación a investigaciones sobre: a) evaluación acústica de la voz con dispositivos móviles, b) intervención de la voz con dispositivos móviles y c) monitoreo de la voz con dispositivos móviles.

A. Evaluación acústica de la voz con dispositivos móviles

Lebacq et al. (2017) comprobaron la fiabilidad de grabaciones en voces patológicas para el análisis acústico. Las grabaciones se obtuvieron con un smartphone en contexto de laboratorio (ruido bajo 50 dB), con el propósito de evaluar su calidad mediante los parámetros acústicos y niveles de ruido. Se utilizaron muestras de voces sintetizadas realistas (con una /a/ sostenida), reportando altas correlaciones entre jitter y la relación señal ruido (NHR). Se experimentó también con una muestra de voz sintética realista, a través de una secuencia de 3 repeticiones de la emisión /aiu/ con cambios de formantes y entonación, pero esta vez sometida a niveles crecientes de ruidos. Estas muestras fueron analizadas con el software de análisis acústico Paat, comprobando

que los niveles de ruido ambiental aceptables para la grabación llegan hasta los 50 dB SPL (nivel de presión sonora). Además, se detectó que el procesamiento de la señal afecta en las fluctuaciones de amplitud y NHR, esto ocurre cuando los formantes varían al ejecutar el habla conectada, por lo que el análisis debe limitarse a la ejecución de una /a/ sostenida.

Grillo (2017) y Cesari et al. (2018) realizaron investigaciones en torno a la utilización de aplicaciones móviles en la evaluación clínica de la voz; la primera implementó un modelo de telepráctica a través de smartphone para la prevención de los trastornos vocales por medio de una aplicación para Android e iOS llamada VoiceEvalU8 y la segunda consistió en un estudio clínico a través de la aplicación Vox4Health, disponible para Android. Ambos autores reportaron que las aplicaciones móviles permiten realizar una grabación con altos niveles de fiabilidad, siempre y cuando se cumplan instrucciones específicas: grabar a distancias adecuadas y en ambientes libres de ruido. Además, mencionan que éstas cumplen la misma finalidad que los lineamientos utilizados generalmente a través de equipamientos tecnológicos de escritorio.

Kojima et al. (2019) proponen el uso de Voice Analyzer, programa de análisis clínico de la voz para Windows que cuenta con una adaptación para dispositivos Android, que, al igual que el software Praat, permite analizar las medidas de perturbación de la voz. Este estudio reportó que el uso Voice Analyzer no difiere de los software tradicionales para análisis acústico. En ese sentido, la portabilidad del smartphone entrega un valor añadido, ampliando las oportunidades clínicas de evaluación acústica de la voz. De igual forma, Fujimura et al. (2020) a través de un estudio realizado a 32 individuos (10 sin trastornos vocales y 22 con disfonía), propusieron una versión modificada de la aplicación Voice Analyzer llamada VArt, la cual permite el análisis de los datos obtenidos de manera inmediata en tiempo real.

Manfredi et al. (2017), Maryn et al. (2009) y Oliveira et al. (2017), realizaron investigaciones cuyo objetivo principal fue describir la utilidad y calidad de muestras de voz obtenidas con diferentes tipos de smartphone. El primer estudio midió los parámetros vocales a través de voces sintéticas (creadas por computadora) en una habitación insonorizada las cuales fueron grabadas por dos smartphone, uno de gama baja (bajo costo) y otro de gama alta (alto costo). Asimismo, el segundo estudio analizó las posibles diferencias en las medidas acústicas de la voz obtenidas a través de tres smartphone y dos tablets sometidos a niveles de ruidos en incremento, a partir de una muestra de 50 sujetos (12 con voz normal y 38 con disfonía). Del mismo modo, el tercer estudio comparó la grabación simultánea de dispositivos iRig e iOS (Iphone) con un sistema de grabación de equipos clínicos profesionales (micrófono de condensador e interfaz de audio) a 37 sujetos con voz normal. Todos los autores concluyeron que los dispositivos móviles de distintas gamas de precio pueden realizar una grabación confiable de voces normales, siempre y cuando sea en condiciones de control de ruido ambiental, o con uso de camaras sonoamortiguadas.

B. Intervención de la voz con dispositivos móviles

Van Leer & Porcaro (2019) y Lavaissieri & Melo (2017) utilizaron aplicaciones móviles para el seguimiento terapéutico y la correcta realización de los ejercicios de tratamiento de la voz. El primer estudio se centró en ayudar a los participantes a producir su voz óptima mientras realizaban una llamada telefónica simulada, utilizando una app desarrollada para el estudio llamada *Fake Phone Call* (Llamada de teléfono falsa), creada para la práctica de una producción de voz ideal. Participaron 12 adultos con disfonía hiperfuncional (9 mujeres de 22 a 56 años y 3 hombres de 24 a 28 años) que, tras cuatro sesiones terapéuticas, lograron una reducción del esfuerzo fonatorio y un aumento de autoeficacia, situándolos en la etapa de generalización del tratamiento. En el segundo estudio, se desarrolló el prototipo de una aplicación llamada “Q-Voz” para realizar terapia en vocal en participantes con dificultades para ejecutar e implementar las técnicas indicadas por el terapeuta. La aplicación proporciona recordatorios para practicar los ejercicios vocales de forma adecuada, además de información sobre el cuidado de la voz y el control sobre el rendimiento en las tareas del tratamiento. Este prototipo fue analizado con el uso de un cuestionario por siete fonoaudiólogos especializados en vocología. En cuanto a los resultados, se observó que el 100% de los participantes consideró que la aplicación es muy útil; informando además que, según su perspectiva, una aplicación puede favorecer la producción de cambios en el comportamiento vocal.

Finalmente, en un estudio realizado por Chan et al. (Chan et al., 2021), se aplicó terapia vocal intensiva con un enfoque en Lee Silverman Voice Treatment (LSVT) por un período de un mes a 11 individuos con Parkinson, la que consistió en 12 sesiones sincrónicas realizadas a través de videoconferencia utilizando un smartphone. Los participantes se sometieron a un análisis acústico y completaron una encuesta de autopercepción de su propia voz (Voice Handicap Index) antes y después de la teleterapia. Los resultados permitieron evidenciar cambios positivos posterior a la intervención, en cuanto a la intensidad vocal, la severidad de la disfonía y un aumento en la satisfacción de los usuarios con el servicio de terapia ofrecido.

C. Monitoreo de la voz con dispositivos móviles

Las siguientes investigaciones tienen en común el uso de un dispositivo tecnológico que se pueda conectar a un smartphone para la adquisición de datos y el monitoreo de la voz en tiempo real para el uso diario.

En los estudios de Mehta et al. (2012), Llico et al. (2015) y Cortés et al. (2018), se utilizó un sensor acelerómetro portátil adherido a la piel del cuello de los participantes y conectado a un smartphone, que permitió la medición de las fluctuaciones del tejido cercano, directamente correlacionadas con el flujo de aire transglótico, permitiendo monitorear indirectamente la hiperfunción laríngea durante el transcurso del día. En ese sentido, el primero describió el uso de un acelerómetro para monitorizar la hiperfunción vocal, a modo de validación preliminar del mismo. El segundo estudio incluyó el uso de un dispositivo que emite vibración a modo de biofeedback a la persona superar los 60 dB al fonar, con el objetivo de realizar una prueba de concepto de un dispositivo capaz de dar aviso en tiempo real al usuario del sobreesfuerzo fonatorio. El último estudio, por su parte, buscó establecer diferencias en parámetros vocales al utilizar el sensor de acelerómetro entre usuarios con voz normal y con disfonías por hiperfunción laríngea, encontrando diferencias significativas entre ambos grupos para medidas derivadas de datos obtenidos con el acelerómetro conectado, entre las que destacan la declinación máxima del flujo aéreo y las diferencias espectrales entre los primeros armónicos, que representan el esfuerzo fonatorio.

En otro estudio sobre la utilización de sensores, Schuldt et al. (2018) pusieron a prueba la detección de palabras con micrófonos intraorales, evidenciando el reconocimiento de un 30% de ellas. Los autores proyectaron, a partir de estos resultados, el desarrollo de un sistema de reconocimiento de palabras y sintetizador de voz en tiempo real en el futuro, que permita a sujetos laringectomizados a través de un registro vocal previo, reproducir en tiempo real la voz durante el habla espontánea con una ayuda técnica que involucre el dispositivo (micrófono intraoral) y un parlante externo.

Discusión

Los estudios incluidos en esta revisión poseen características similares; 1) la evaluación de parámetros vocales a través del análisis acústico, obtenidos a través de un smartphone 2) el tratamiento, a través de telepráctica, usando dispositivos móviles, 3) el diseño e implementación de sistemas de monitoreo de datos acústicos de la voz o correlacionados al flujo glótico y 4) la implementación de diversos planes terapéuticos para el abordaje de los trastornos vocales por medio del uso de aplicaciones móviles. Los autores coinciden en la utilidad clínica que ofrecen los dispositivos móviles, con el potencial de considerarse como herramientas de fácil acceso, que pueden ser utilizadas como métodos de evaluación, tratamiento, seguimiento y/o monitoreo, permitiendo integrarlas en diversos contextos posibles, tanto para el usuario como para el terapeuta.

En el contexto de la terapia vocal, la evidencia señala que lo más complejo del proceso es la generalización de los mecanismos aprendidos en los diversos contextos de la rutina del usuario, como por ejemplo, 1) recordar aplicar los ejercicios terapéuticos de voz, 2) establecer el patrón de voz normal fuera de los entornos de terapia, 3) atender la producción de la voz y simultáneamente la comunicación, y por último 4) auto-corregir la técnica en medio de una conversación o presentación (Lavaisséri & Melo, 2017; Llico et al., 2015). Para lograr estos objetivos, las investigaciones aquí descritas han usado o desarrollado aplicaciones móviles para smartphone como Vox4Health, VoiceEvalU8 o Voice Analyzer, que permiten realizar un análisis acústico de alta fiabilidad con el uso de un smartphone (Cesari et al., 2018; Fujimura et al., 2020; Grillo, 2017; Kojima et al., 2019; Lebacq et al., 2017), lo que favorece una medición más objetiva de la voz en entornos fuera del laboratorio. Sin embargo, los estudios se encuentran limitados a realizar grabaciones con muestras de vocales sostenidas, debido a que las muestras de habla conectada presentan perturbaciones en las grabaciones con smartphone, en comparación a las grabaciones acústicas de laboratorio (Manfredi et al., 2017; Maryn et al., 2017; Oliveira et al., 2017), lo que limita los tipos de análisis acústico que se pueden realizar.

Otro factor importante a destacar en esta revisión, es la capacidad de los dispositivos móviles de favorecer el proceso de tratamiento vocal en cualquier lugar y momento del día a través del uso de dispositivos tecnológicos, permitiendo que los individuos sean más conscientes de su estado vocal y el terapeuta pueda controlar los avances de tratamiento a través de videollamada, mensajería o aplicaciones móviles.

Otra línea de investigación (Llico et al., 2015) revisada, ha desarrollado dispositivos tecnológicos para el monitoreo de la voz en tiempo real conectados a un smartphone: un sensor acelerómetro portátil adherido a la piel del cuello y un dispositivo de grabación intraoral, que permiten obtener una retroalimentación objetiva del funcionamiento de las cuerdas vocales en contexto natural, en sujetos con voces normales y con hiperfunción laríngea. Estos dispositivos, si bien están en periodo de prueba, a futuro permitirían medir la adherencia y cumplimiento del tratamiento en tiempo real y usando biofeedback, así como dar aviso a los usuarios de posibles daños en la voz por abuso vocal. En este sentido, las tecnologías móviles pueden ser herramientas muy útiles para lograr mejores y mayores alcances terapéuticos en los trastornos de la voz, ya que parecen favorecer la promoción de cambios fisiológicos permanentes, al modificar el mecanismo erróneo de fonación (van Leer & Porcaro, 2019). Además, la facilidad de uso por parte del usuario de las aplicaciones móviles y la precisión de los datos entregados por éstas, permitirían la realización de estudios clínicos posteriores con muestras de mayor tamaño, alcance y de alto poder estadístico (Mehta et al., 2012).

Complementariamente, existe evidencia creciente que contempla el uso de una amplia variedad de tecnologías para la evaluación y terapia vocal, las cuales exceden el objetivo de esta investigación, pero que se encuentran relacionadas a mHealth, ya que están asociadas al uso de smartphone.

Actualmente, existen aplicaciones móviles que miden el nivel de presión sonora, permitiendo la cuantificación del ruido en una sala antes de grabar una muestra de voz para análisis acústico. En esta línea, el estudio de Serpanos et al. (2018) concluyó que los smartphones son fiables para medir sonido entre 50 y 100 dB SPL pero poco fiables bajo los 50dB SPL, siempre y cuando se calibren previamente.

Por otro lado, Dubey et al. (2015) diseñaron un dispositivo *smart* complementario al smartphone llamado EchoWear, un sistema de monitoreo de terapia vocal utilizando un smartwatch con micrófono conectado vía bluetooth a una tablet. Sus resultados mostraron que el sistema es eficaz en la detección de intensidad y frecuencia fundamental de los usuarios, permitiendo monitorear el cumplimiento terapéutico.

Un estudio reciente ha realizado por Remacle et al. (2021) ha analizado el efecto vocal que tienen los dispositivos de realidad virtual. Este equipo de investigación midió el comportamiento vocal de profesores expuestos a salas de clases de realidad virtual versus una sala real, concluyendo que las adaptaciones vocales (cambio de la voz) realizados en ambos entornos (realidad virtual vs realidad) fueron similares. Este hallazgo sugeriría que la realidad virtual también sería una herramienta útil para contextualizar la evaluación y el tratamiento vocal sin necesidad de estar en el ambiente real. Actualmente la realidad virtual se puede adaptar con gafas de realidad virtual de bajo costo que usa el smartphone como medio de visualización.

En los próximos años, con el desarrollo de técnicas de análisis de datos como el *machine learning* y *big data* (Hegde et al., 2019; Syed et al., 2020), los smartphones permitirán al individuo y al terapeuta, controlar y conocer con mayor precisión el estado de salud vocal para prevenir o generar correcciones en el tratamiento o entrenamiento de la voz en tiempo real, generando alertas tempranas, perfiles de riesgo y seguimiento de la voz durante el día. Se espera que el uso terapéutico de estas tecnologías genere un impacto positivo en la rehabilitación vocal de los usuarios con diversas patologías asociadas.

En cuanto a las limitaciones de los estudios analizados en este trabajo, se observa la necesidad de expandir los focos de investigación con población más representativa, en la cual se lleguen a incorporar contextos terapéuticos naturales y reales, expandiéndose el uso de la mHealth a otras alteraciones y trastornos vocales, así como también el uso de muestras de voz representativas del habla conversacional. Por lo tanto, es necesario un mayor desarrollo de esta línea de investigación, para obtener información empírica que sustente el uso de tecnologías en la práctica clínica de la voz.

Otra limitación de este estudio fue que esta investigación no incluyó en su búsqueda terminos asociados a dispositivos inteligentes como smartwatches, smartbands, micrófonos y auriculares inalámbricos y otros aparatos periféricos que se asocian al uso del smartphone, así como tampoco la búsqueda de información fuera de bases de datos de revistas científicas. Por estos motivos, se recomienda ampliar los criterios de búsqueda (palabras claves y fuentes) para futuras investigaciones, que consideren las tecnologías en el amplio sentido de la palabra.

Conclusiones

El objetivo de este estudio fue describir los beneficios de la mHealth en la intervención fonoaudiológica de los trastornos vocales a través de una revisión de la literatura científica. De acuerdo a lo anterior, se concluye que el uso de dispositivos móviles pueden ser una herramienta favorable para la evaluación acústica de la voz en condiciones acústicas adecuadas. También se concluye que los dispositivos móviles son útiles para realizar tratamiento de la voz a través de telepráctica. De acuerdo a la evidencia revisada, los dispositivos móviles también sirven para el monitoreo de la voz durante el día, a través del análisis acústico vocal o medidas correlacionadas la flujo glótico. Finalmente, estos permiten implementar diversos planes de tratamiento para los trastornos vocales a través de aplicaciones móviles. Se reitera la necesidad de continuar profundizando en esta línea de investigación, ampliando el espectro de tecnologías utilizadas, para justificar su uso tanto en contexto clínico (evaluación, diagnóstico) como terapéutico.

Bibliografía

- Cesari, U., De Pietro, G., Marciano, E., Niri, C., Sannino, G., & Verde, L. (2018). Voice disorder detection via an m-health system: Design and results of a clinical study to evaluate Vox4Health. *BioMed Research International*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8193694>
- Chan, M. Y., Chu, S. Y., Ahmad, K., & Ibrahim, N. M. (2021). Voice therapy for Parkinson's disease via smartphone videoconference in Malaysia: A preliminary study. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 27(3), 174–182. <https://doi.org/10.1177/1357633X19870913>

- Cortés, J. P., Espinoza, V. M., Ghassemi, M., Mehta, D. D., Van Stan, J. H., Hillman, R. E., Guttag, J. V., & Zañartu, M. (2018). Ambulatory assessment of phonotraumatic vocal hyperfunction using glottal airflow measures estimated from neck-surface acceleration. *PLoS ONE*, *13*(12), e0209017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209017>
- Doarn, C. R., Zacharias, S., Keck, C. S., Tabangin, M., Dealarcon, A., & Kelchner, L. (2019). Design and implementation of an interactive website for pediatric voice therapy - the concept of in-between care: a telehealth model. *Telemedicine and E-Health*, *25*(5), 415–422. <https://doi.org/10.1089/tmj.2018.0108>
- Dubey, H., Goldberg, J. C., Abtahi, M., Mahler, L., & Mankodiya, K. (2015). EchoWear: smartwatch technology for voice and speech treatments of patients with Parkinson's disease. *Proceedings of the Conference on Wireless Health*, 1–8.
- Fujimura, S., Kojima, T., Okanou, Y., Kagoshima, H., Taguchi, A., Shoji, K., Inoue, M., & Hori, R. (2020). Real-time acoustic voice analysis using a handheld device running Android operating system. *Journal of Voice*, *34*(6), 823–829. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.05.013>
- Grillo, E. U. (2017). An online telepractice model for the prevention of voice disorders in vocally healthy student teachers evaluated by a smartphone application. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, *2*(3), 63–78. <https://doi.org/10.1044/persp2.sig3.63>
- Grillo, E. U. (2019). Building a successful voice telepractice program. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, *4*(1), 100–110. https://doi.org/10.1044/2018_pers-sig3-2018-0014
- Hegde, S., Shetty, S., Rai, S., & Dodderi, T. (2019). A survey on machine learning approaches for automatic detection of voice disorders. *Journal of Voice*, *33*(6), 947.e11-947.e33. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.07.014>
- Huang, X., Lin, J., & Demner-Fushman, D. (2006). Evaluation of PICO as a knowledge representation for clinical questions. *AMIA ... Annual Symposium Proceedings / AMIA Symposium. AMIA Symposium, 2006*, 359–363.
- Kojima, T., Fujimura, S., Hori, R., Okanou, Y., Shoji, K., & Inoue, M. (2019). An innovative voice analyzer “VA” smartphone program for quantitative analysis of voice quality. *Journal of Voice*, *33*(5), 642–648. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.01.026>
- Lavaissiéri, P., & Melo, P. E. D. (2017). Prototype app for voice therapy: a peer review. *CoDAS*, *29*(1), e20150300. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172015300>
- Lebacqz, J., Schoentgen, J., Cantarella, G., Bruss, F. T., Manfredi, C., & DeJonckere, P. (2017). Maximal ambient noise levels and type of voice material required for valid use of smartphones in clinical voice research. *Journal of Voice*, *31*(5), 550–556. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.02.017>
- Llico, A. F., Zañartu, M., González, A. J., Wodicka, G. R., Mehta, D. D., Van Stan, J. H., & Hillman, R. E. (2015). Real-time estimation of aerodynamic features for ambulatory voice biofeedback. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *138*(1), EL14–EL19. <https://doi.org/10.1121/1.4922364>
- Manfredi, C., Lebacqz, J., Cantarella, G., Schoentgen, J., Orlandi, S., Bandini, A., & DeJonckere, P. H. (2017). Smartphones offer new opportunities in clinical voice research. *Journal of Voice*, *31*(1), 111.e1-111.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.12.020>
- Maryn, Y., Roy, N., De Bodt, M., Van Cauwenberge, P., & Corthals, P. (2009). Acoustic measurement of overall voice quality: A meta-analysis. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *126*(5), 2619–2634. <https://doi.org/10.1121/1.3224706>
- Maryn, Y., Ysenbaert, F., Zarowski, A., & Vanspauwen, R. (2017). Mobile communication devices, ambient noise, and acoustic voice measures. *Journal of Voice*, *31*(2), 248.e11-248.e23. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.07.023>
- Mashima, P. A., Birkmire-Peters, D. P., Syms, M. J., Holtel, M. R., Burgess, L. P. A., & Peters, L. J. (2003). Telehealth: voice therapy using telecommunications technology. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *12*(4), 432–439. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2003\)089](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2003)089)
- Mehta, D. D., Zañartu, M., Feng, S. W., Cheyne, H. A. I., & Hillman, R. E. (2012). Mobile voice health monitoring using a wearable accelerometer sensor and a smartphone platform. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, *59*(12 PART2), 3090–3096. <https://doi.org/10.1109/TBME.2012.2207896>
- Mesa, N. F. (2013). Revisión sistemática o revisión narrativa? *Ciencia y Salud Virtual*, *5*(1), 1–4.
- Munnings, A. J. (2020). The current state and future possibilities of mobile phone “Voice Analyser” applications, in relation to otorhinolaryngology. *Journal of Voice*, *34*(4), 527–532. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.12.018>
- Oliveira, G., Fava, G., Baglione, M., & Pimpinella, M. (2017). Mobile digital recording: adequacy of the iRig and iOS device for acoustic and perceptual analysis of normal voice. *Journal of Voice*, *31*(2), 236–242. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.05.023>
- Remacle, A., Bouchard, S., Etienne, A. M., Rivard, M. C., & Morsomme, D. (2021). A virtual classroom can elicit teachers' speech characteristics: evidence from acoustic measurements during in vivo and in virtuo lessons, compared to a free speech control situation. *Virtual Reality*, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00491-1>
- Schuldt, T., Kramp, B., Ovari, A., Timmermann, D., Dommerich, S., Mlynski, R., & Ottl, P. (2018). Intraoral voice recording—towards a new smartphone-based method for vocal rehabilitation. German version. *Hno*, *66*(10), 760–768. <https://doi.org/10.1007/s00106-018-0548-8>
- Serpanos, Y. C., Renne, B., Schoepflin, J. R., & Davis, D. (2018). The accuracy of smartphone sound level meter applications with and without calibration. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *27*(4), 1319–1328.

- Syed, S. A., Rashid, M., & Hussain, S. (2020). Meta-analysis of voice disorders databases and applied machine learning techniques. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 17(6), 7958–7979. <https://doi.org/10.3934/MBE.2020404>
- van Leer, E., & Porcaro, N. (2019). Feasibility of the fake phone call: An iOS app for covert, public practice of voice technique for generalization training. *Journal of Voice*, 33(5), 659–668. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.02.014>
- Vogel, A. P., Rosen, K. M., Morgan, A. T., & Reilly, S. (2014). Comparability of modern recording devices for speech analysis: smartphone, landline, laptop, and hard disc recorder. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 66(6), 244–250. <https://doi.org/10.1159/000368227>
- Xue, S. A., & Lower, A. (2010). Acoustic fidelity of internet bandwidths for measures used in speech and voice disorders. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 128(3), 1366. <https://doi.org/10.1121/1.3467764>

Anexo

Tabla I. Resumen de los estudios analizados

Autor	Año	Diseño de estudio	Ámbito	Participantes y muestra	Objetivo	Resultados Principales	Tecnología utilizada
Lebacq et al.	2017	Estudio experimental	Evaluación.	Voz sintetizada por computadora .	Evaluar la distorsión de voces sintetizadas y voces naturales grabadas a través de smartphone.	El procesamiento de la señal grabada con smartphone es confiable bajo 50dB de ruido ambiental para Frecuencia fundamental y Relación señal ruido.	Smartphone HTC One y WIKO Cink Slim2 (En contexto de laboratorio).
Grillo.	2017	Estudio experimental	Evaluación.	21 participantes; 8 recibieron terapia tradicional presencial, 7 recibieron educación por teleterapia asincrónica por medio de videos y 6 por medio de teleterapia sincrónica.	Probar un modelo de telepráctica a través de smartphone para el registro acústico y perceptual de la voz, en conjunto a un modelo de telepráctica.	Los resultados preliminares mostraron cambios positivos usando telepráctica en medidas de F0 y Jitter%.	Aplicación (VoiceEvalU8), teleterapia asincrónica y sincrónica, videos.
Cesari et al.	2018	Estudio clínico.	Evaluación.	208 individuos con edades entre los 18 y 70 años, de los cuales 58 tienen voces sanas y 150 voces patológicas.	Realizar una evaluación acústica de la voz con la aplicación móvil "Vox4Health".	Se demostró que "Vox4Health" (aplicación que sirve como herramienta de screening para los trastornos vocales de los individuos) tiene una alta precisión y sensibilidad en el análisis de los parámetros acústicos como Jitter y Shimmer.	Aplicación exclusiva para dispositivos Android, llamada "Vox4Health".
Kojima et al.	2019	Estudio transversal.	Evaluación.	80 individuos, 40 con voz normal y 40 con disfonía leve	Proponer una nueva herramienta de análisis acústico de la voz, el software Voice Analyzer	Se demostró una alta correlación entre los resultados entregados por PRAAT y Voice Analyzer, tanto en su versión para Windows como para smartphone.	Computador con sistema operativo Windows, interfaz de audio y micrófono de condensador. Para grabaciones de versión móvil se utilizó un smartphone con sistema operativo Android.
Fujimura et al.	2019	Estudio comparativo.	Evaluación.	32 individuos. 10 con voces sanas (5 hombres y 5 mujeres) y 22 con trastornos de voz (11 hombres y 11 mujeres).	Desarrollar un sistema de análisis acústico de la voz (VArt) en tiempo real utilizando smartphone en una sala con y sin reducción de ruido.	Los resultados mostraron que todas las comparaciones de las muestras vocales, estuvieron correlacionadas con el software Voice Analyzer (VArt), permitiendo realizar análisis de voz en diversos entornos.	Aplicación (VArt) de análisis acústico, para Android.
Manfredi et al.	2017	Estudio comparativo.	Evaluación	Se utilizaron voces sintéticas con F0 120 Hz y 200 Hz.	Comparar rendimiento de grabación de smartphone a bajo y alto costo versus un micrófono de condensador.	Los resultados demostraron una alta correlación entre los datos obtenidos a través de ambos smartphone, considerando parámetros como Jitter, Shimmer, NHR.	Dos smartphone, uno de alto costo (HTC One) y uno de bajo costo (Wiko CINK SLIM2). Micrófono Sennheiser model MD421U.

Autor	Año	Diseño de estudio	Ámbito	Participantes y muestra	Objetivo	Resultados Principales	Tecnología utilizada
Maryn et al.	2017	Estudio experimental.	Evaluación	50 individuos; 12 con pliegues vocales normales, 13 con nodulos, 9 con parálisis unilateral de las pliegues vocales, 5 participantes post tratamiento de cáncer de cabeza y cuello, 4 con disfonías por tensión muscular, 3 con laringitis, 2 con mucosa polipoide, 1 con presbilaringe y 1 con leucoplasia.	Investigar las diferencias de medidas acústicas de la voz con cinco smartphone para grabación en fondos con niveles de ruido bajos y crecientes.	Se demostró que todas las medidas se vieron alteradas con la exposición a los distintos niveles de ruido, excepto la frecuencia fundamental.	Tres smartphone: 1) iPhone 5S; 2) Samsung Galaxy S5; 3) Nokia Lumia 520 y dos tablets: 1) iPad 2; 2) Google Nexus 9.
Oliveira et al.	2017	Estudio comparativo.	Intervención	37 individuos vocalmente sanos, 13 hombres y 24 mujeres, con edades entre 20 y 62 años.	Comparar el sistema de grabación de dispositivos iRig e iOS con un sistema de grabación de computadora estándar para grabación de voz digital.	Se observó que los dispositivos iOS en comparación con el sistema de computadoras estándar/ preamplificador, no tuvieron diferencias estadísticamente significativas en ningún parámetro ni tarea de voz analizada; tampoco hubo diferencia en la identificación perceptiva de las grabaciones de los dispositivos.	Se utilizó un iPhone5, iPad (ambos de iOS7), con micrófonos de condensador unidireccional, una computadora portátil con un micrófono de condensador (Samson-CL5) conectado a una interfaz de audio.
Van Leer & Porcaro.	2019	Experimental.	Intervención	11 individuos en total; 9 mujeres de 22 a 56 años y 3 hombres de 24 a 28 años.	Describir la viabilidad de aplicación para dispositivos iOS que permite la generalización del tratamiento vocal a través del uso de llamadas de voz falsas.	Se observó un impacto positivo en la habilidad de autoevaluación vocal, midiendo la adherencia al tratamiento, y la generalización. Se evidenció una buena usabilidad y viabilidad mediante una llamada falsa usando la aplicación.	Aplicación para dispositivos iOS. Fue desarrollada para el experimento, presenta una llamada falsa seguida por una encuesta de salud vocal.
Lavaissière & Melo.	2017	Descriptivo.	Intervención	7 fonoaudiólogas con experiencia en tratamiento de la voz.	Desarrollar un prototipo de aplicación móvil para la terapia de voz.	Se reportó que la aplicación móvil es útil, ya que ofrece autocontrol del uso de la voz de manera interactiva en rutinas diarias a los usuarios.	Aplicación "Q-Voz", para realizar terapia de voz. La aplicación presenta recordatorios y ejercicios, además, de otras aplicaciones de registro y organización para el usuario.

Autor	Año	Diseño de estudio	Ámbito	Participantes y muestra	Objetivo	Resultados Principales	Tecnología utilizada
Chan et al.	2019	Experimental.	Monitoreo.	11 individuos con Enfermedad de Parkinson.	Analizar la viabilidad del uso de smartphone como método para administrar terapia vocal intensiva a través de videoconferencia a usuarios con Parkinson.	Se reportó un incremento en el nivel de presión sonora post tratamiento, así como también un incremento en la inteligibilidad del habla y mejoras en la calidad de vida medidas con la escala de discapacidad vocal abreviada (VHI-10). Los participantes demostraron satisfacción con el método de tratamiento usando videoconferencia.	iPhone 5S por parte del terapeuta, smartphone por parte de los usuarios. Las sesiones intensivas se realizaron vía videoconferencia a través de Whatsapp.
Mehta.	2012	Estudio clínico.	Monitoreo	6 participantes. 3 con voz normal y 3 con disfonía	Describir de herramienta no invasiva para monitorizar hiperfunción vocal, utilizando acelerómetro ubicado en la piel del cuello.	Se observó que el uso de la herramienta desarrollada podría permitir la realización de estudios que permitan distinguir entre voces de comportamiento normal y aquellas con patrones hiperfuncionales.	Sensor acelerómetro conectado a Smartphone (Nexus S de Samsung con sistema Android).
Llico et al.	2015	Estudio de prueba de concepto.	Monitoreo	62 participantes con edades entre 20 y 56 años.	Recopilar datos para comprender mejor los comportamientos vocales relacionados con actividades diarias a través de un sensor acelerómetro ubicado en el cuello, monitoreado a través de un smartphone.	Los resultados iniciales del análisis de diferentes calidades de voz sugieren que las estimaciones basadas en acelerómetros de los parámetros aerodinámicos se pueden utilizar para la bio-retroalimentación ambulatoria en tiempo real.	Plataforma de smartphone para el monitoreo de voz ambulatorio, Voice Health Monitor (VHM). Sensor acelerómetro en el cuello.
Cortés et al.	2018	Estudio Experimental.	Monitoreo	96 participantes. 48 personas con núcleos vocales y 48 personas con voz normal	Investigar sobre diferencias entre la actividad vocal, a través de un sensor acelerómetro portátil para medir hiperfunción vocal en tiempo real.	Se observó que ocho de las medidas de flujo de aire glotal fueron estadísticamente diferentes entre los grupos de pacientes y de control sano. Estos resultados proporcionan una nueva vía para mejorar la evaluación y el tratamiento de los trastornos hiperfuncionales de la voz.	Dispositivo acelerómetro conectado al cuello y Smartphone.
Schuldt et al.	2018	Estudio experimental.	Monitoreo	8 participantes con voz normal	Evaluar un dispositivo intraoral con diferentes posiciones de micrófonos en fémulas oclusales superior e inferior para análisis de voz y habla.	Se observó que, en todas las posiciones, la detección correcta de palabras grabadas en la boca fue del 19,3% frente al 75,2% ($p = 0,01$) fuera de la boca. El registro realizado en el maxilar (22,8%) fue mucho mejor que en la mandíbula (13,5%) ($p = 0,01$). Además, la posición óptima para un micrófono en el maxilar se describe en el punto más alto del paladar con un 31,9% de identificación correcta de palabras ($p = 0,028$).	Dispositivo intraoral con 8 micrófonos conectado a Smartphone. 2 micrófonos extra orales para monitoreo.