

REVISIÓN

Aplicaciones móviles en la enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática



M. Linares-del Rey^a, L. Vela-Desojo^{b,c} y R. Cano-de la Cuerda^{a,*}

^a Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física, Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

^b Unidad de Trastornos del Movimiento, Servicio de Neurología, Hospital Universitario Fundación Alcorcón, Madrid, España

^c CINAC HM Puerta del Sur, Móstoles, Madrid, España

Recibido el 27 de agosto de 2016; aceptado el 2 de marzo de 2017

PALABRAS CLAVE

Apps;
Aplicaciones móviles;
eHealth;
Enfermedad de
Parkinson;
mHealth;
Rehabilitación

Resumen

Introducción: La enfermedad de Parkinson (EP) es la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente, pero su diagnóstico, valoración y tratamiento son complejos y requiere de una atención sanitaria continuada en el tiempo. En este sentido, las características de los teléfonos móviles inteligentes o *smartphones* hacen que se plantee su uso en el ámbito de la asistencia del paciente con EP.

Objetivo: El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión sistemática sobre el uso de aplicaciones móviles (*apps*) en la EP.

Material y métodos: Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica incluyendo artículos publicados en inglés o castellano, del año 2011 hasta el 2016, y que presentasen, analizasen o validasen un sistema basado en una *app* con utilidad o diseño específico para la EP. A su vez, se llevó a cabo una búsqueda de aplicaciones móviles en los principales mercados de aplicaciones móviles.

Conclusiones: Se encontraron mediante ambas búsquedas 125 aplicaciones, de las cuales 56 se clasificaron con potencial utilidad en la EP, y 69 con un diseño específico para la EP, siendo 23 *apps* de información sobre EP, 29 *apps* de valoración, 13 *apps* de tratamiento y 4 *apps* de valoración y tratamiento. Existen un gran número de aplicaciones móviles con potencial utilidad y diseño específico en la EP; sin embargo, la evidencia científica acerca de los mismos es escasa y de baja calidad. Son necesarios estudios posteriores para validar esta tecnología, así como una regulación por parte de organismos acerca de su uso.

© 2017 Sociedad Española de Neurología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: roberto.cano@urjc.es (R. Cano-de la Cuerda).

KEYWORDS

Apps;
 Mobile phone
 applications;
 eHealth;
 Parkinson's disease;
 mHealth;
 Rehabilitation

Mobile phone applications in Parkinson's disease: A systematic review**Abstract**

Introduction: Parkinson's disease (PD) is the second most common neurodegenerative disease. However, diagnosing, assessing, and treating these patients is a complex process requiring continuous monitoring. In this context, smartphones may be useful in the management of patients with PD.

Objective: The purpose of this study is to perform a systematic review of the literature addressing the use of mobile phone applications (apps) in PD.

Materials and methods: We conducted a literature search of articles published in English or Spanish between 2011 and 2016 analysing or validating apps specifically designed for or useful in PD. In addition, we searched for apps potentially useful for PD patients in the leading app stores.

Conclusions: The literature and app searches yielded a total of 125 apps, 56 of which were classified as potentially useful in PD and 69 as specifically designed for PD (23 information apps, 29 assessment apps, 13 treatment apps, and 4 assessment and treatment apps). Numerous mobile apps are potentially useful in or specifically designed for PD management. However, scientific evidence of their usefulness is scarce and of poor quality. Further studies are needed to validate these tools and regulate their use.

© 2017 Sociedad Española de Neurología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo crónico caracterizado por 4 síntomas motores: bradicinesia, temblor de reposo, rigidez musculoesquelética e inestabilidad postural. Sin embargo, en la EP aparecen también síntomas no motores, como pueden ser alteraciones psiquiátricas, disfunciones neurovegetativas y alteraciones cognitivas¹.

En la actualidad, la EP es la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente después de la enfermedad de Alzheimer². La Organización Mundial de la Salud (OMS) estimaba ya en el año 2005 una incidencia mundial de 4,5-19 casos nuevos al año por cada 100.000 habitantes y una prevalencia mundial de 100-200 casos por cada 100.000 habitantes¹, mientras que un informe más reciente publicado por la European Parkinson's Disease Association estima una prevalencia mundial para el año 2030 de entre 8,7 y 9,3 millones de personas³. En España, la EP afecta aproximadamente al 2% de las personas mayores de 65 años⁴, estando diagnosticada en 115.000 personas con discapacidad según el Instituto Nacional de Estadística⁵. Al tratarse de una enfermedad crónica y al ser la esperanza de vida cada vez mayor en los países desarrollados; estos datos tienden inevitablemente a aumentar, aumentando también el coste socio-sanitario asociado. Dicho coste puede variar desde los 7.000 hasta los 17.000 euros por paciente y año, dependiendo de la fuente consultada y los factores tenidos en cuenta^{4,6,7}.

Aunque la etiología de la EP es desconocida, las teorías más recientes la consideran una patología de origen multifactorial, donde la combinación de la predisposición genética con diferentes factores ambientales serían los desencadenantes de la enfermedad⁸.

El diagnóstico de EP se fundamenta, principalmente, en criterios clínicos, ya que no existen marcadores biológicos que confirmen la presencia de la misma. Esto hace que en ocasiones, sea difícil realizar un diagnóstico diferencial de la EP, lo que puede dificultar o retrasar el tratamiento posterior⁹. Dicho tratamiento se basa, en la mayoría de los casos, en el suministro de *levodopa* junto a otros fármacos dopaminérgicos, con el fin de suplir la depleción de dopamina causante de la mayoría de la sintomatología¹⁰. Asimismo, es necesario un tratamiento rehabilitador complementario en el que tienen cabida la fisioterapia, la terapia ocupacional, la logopedia y la psicología. Es de destacar la importancia de un equipo multidisciplinar en el manejo de esta enfermedad¹¹, ya que junto con el tratamiento farmacológico que mejorará los síntomas, los demás enfoques terapéuticos también irán dirigidos a frenar o reducir la discapacidad para conseguir una mayor funcionalidad y la mejor calidad de vida posible¹². La neurorrehabilitación tiene un papel significativo dentro del tratamiento de la EP, habiendo sido demostrada su eficacia¹³. Así pues, para cuantificar su beneficio es necesaria una adecuada evaluación mediante herramientas objetivas y de manera continuada, con el fin de proporcionar la mejor atención sanitaria posible y los procedimientos terapéuticos oportunos en cada momento¹⁴.

En los últimos años el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) está aumentando en el ámbito de la salud. Dentro del ámbito de las enfermedades neurológicas se están investigando nuevas técnicas de valoración y tratamiento, basadas en análisis del movimiento, sistemas robóticos, realidad virtual o telerrehabilitación¹⁴. Sin embargo, estas nuevas tecnologías son en ocasiones demasiado costosas, por lo que su uso en la práctica clínica, aunque fuese eficaz, se vería limitado. La irrupción en la

sociedad de los teléfonos móviles inteligentes o *smartphones* hace pensar en la posibilidad de estudiar su utilidad como una herramienta que pueda servir de ayuda dentro de la práctica clínica. Entre sus posibles usos en el ámbito de la asistencia de los pacientes con EP destacan la posibilidad de incrementar la colaboración entre los miembros del equipo, la posibilidad de disminuir las limitaciones espacio-temporales existentes entre pacientes y personal sanitario, así como la posibilidad de objetivar la evolución de los pacientes⁸.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión sistemática sobre la información publicada acerca de las aplicaciones móviles (*apps*) relacionadas directamente con la EP o con utilidad potencial en la misma; con el fin de describirlas, analizarlas y clasificarlas para su mejor conocimiento.

Material y métodos

En el presente estudio se llevó a cabo una revisión sistemática en bases de datos biomédicas. A su vez, se analizaron otras fuentes de información propias del ámbito de las aplicaciones móviles y de las nuevas tecnologías.

Búsqueda bibliográfica en bases de datos

Esta revisión recoge los artículos científicos publicados centrados en el diseño, desarrollo y evaluación de aplicaciones móviles relacionadas con la EP. Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos: Academic Search Premier, MEDLINE, CINAHL y PubMed; utilizando las siguientes palabras clave: «Parkinson's disease», «Parkinson», «smartphone», «mobile application» y «app».

Únicamente se incluyeron los artículos publicados en inglés o en castellano. Se tuvieron en cuenta los trabajos publicados entre los años 2011 y 2016, siendo 2011 el límite inferior debido a que la primera referencia en relación con el desarrollo de una aplicación móvil en el campo de la EP data de ese año. Se excluyeron aquellos trabajos que no presentaban una relación directa con la EP, así como los anteriores al año 2011 o aquellos redactados en otros idiomas que no fuesen los mencionados anteriormente.

En el caso de los artículos encontrados mediante la búsqueda bibliográfica se administró la escala JADAD, con el fin de evaluar su calidad metodológica. Esta escala, también conocida como sistema de puntuación de calidad de Oxford¹⁵, es un cuestionario validado, sencillo y rápido de aplicar, el cual permite asignar un nivel de calidad metodológica a los diferentes estudios basándose en diversas cuestiones: si existe o no aleatorización de los participantes y si se describe el método de aleatorización; si se trata de un estudio doble ciego y si se describe el método de enmascaramiento y si aparece una adecuada descripción de las pérdidas. Una puntuación igual o mayor a 3 puntos en esta escala indica una calidad metodológica aceptable.

Búsqueda en otras fuentes de información

De forma paralela a la búsqueda bibliográfica, se llevó a cabo una búsqueda de aplicaciones móviles relacionadas con la EP en otras fuentes de información como son los principales mercados de aplicaciones móviles de los sistemas Android (Google Play), iOS (App Store) y Windows Phone (Windows Store).

Debido a que no existe un método concreto de búsqueda y clasificación de las diferentes *apps*, se llevó a cabo el siguiente procedimiento, basado en una revisión previa sobre aplicaciones móviles en neurorrehabilitación¹⁶ y en el «Informe de las mejores 50 *apps* de salud en español»¹⁷.

En una primera fase, se realizó una búsqueda de todas aquellas *apps* relacionadas con la neurorrehabilitación en las fuentes anteriormente citadas, no descartando ninguna por su idioma o país de desarrollo. Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de selección de aquellas *apps* relacionadas directamente con la EP o que presentasen alguna utilidad en la misma, y que estuviesen disponibles en inglés o en castellano. Para ello, se analizaron las *apps* que aparecían en los diferentes mercados como resultado de la búsqueda con las palabras «Parkinson» y «Parkinson's disease». En esta selección se tuvieron en cuenta la utilidad terapéutica, el contenido, la calidad, el diseño y la usabilidad de las aplicaciones. Por último, se propuso una clasificación de las *apps* seleccionadas según su finalidad, diferenciándose las siguientes categorías:

1. *Aplicaciones con utilidad en EP*: en esta categoría se incluyen todas aquellas *apps* que no son específicas para EP, pero que sí presentarían alguna utilidad en el manejo de la enfermedad.
2. *Aplicaciones diseñadas específicamente para EP*: en este grupo se incluyen las aplicaciones creadas específicamente para EP, pudiéndose distinguir 3 subcategorías diferentes:
 - *Aplicaciones de información*: ofrecen información acerca de la EP, tanto a profesionales como a pacientes, familiares y cuidadores.
 - *Aplicaciones de valoración*: permiten evaluar mediante diferentes pruebas o test el estado de los enfermos de EP mediante el análisis de la marcha, el equilibrio, el temblor, el habla o la coordinación de miembros superiores, entre otros.
 - *Aplicaciones de tratamiento*: procuran al profesional y al paciente una serie de pautas sobre el tratamiento farmacológico o desde la perspectiva del tratamiento neurorrehabilitador de la EP, ya sea mediante ejercicios de rehabilitación física, cognitiva o logopédicos, entre otros.

Cabe destacar que las aplicaciones encontradas gracias a la búsqueda bibliográfica fueron clasificadas también siguiendo este mismo esquema. A su vez, se debe tener en cuenta que una misma aplicación puede ser asignada a diferentes categorías, según sus posibilidades de uso. Por otra parte, algunas de estas aplicaciones necesitan de otros dispositivos además del teléfono móvil para su funcionamiento, como sensores adicionales o mecanismos de sujeción, lo que también se tuvo en cuenta a la hora de analizar los resultados.

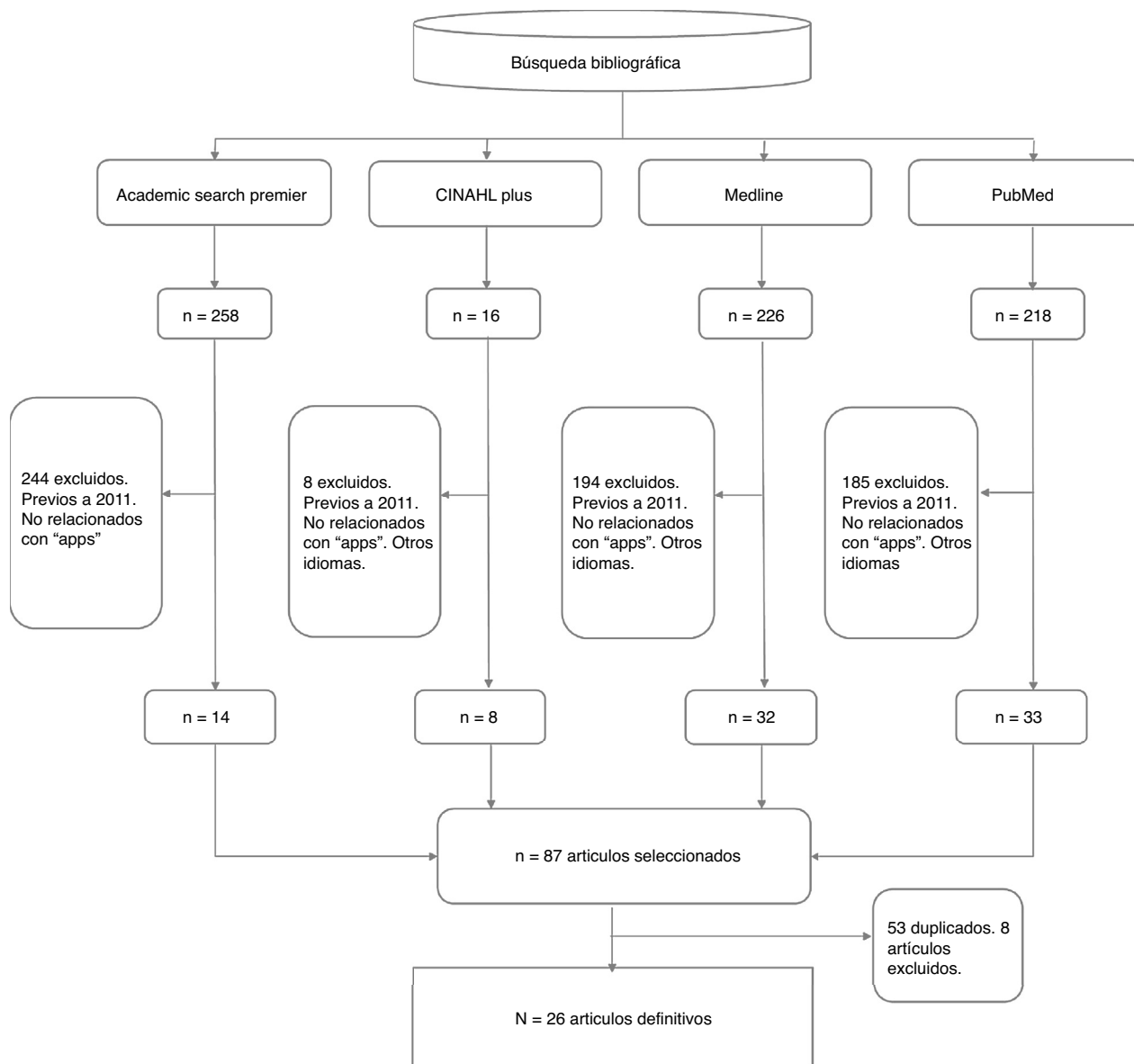


Figura 1 Diagrama de flujo.

Resultados

Búsqueda bibliográfica en bases de datos

En el presente trabajo se revisaron un total de 34 artículos, de los cuales, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, finalmente se seleccionaron 26¹⁸⁻⁴³. Los artículos descartados se excluyeron por las siguientes razones: a) no presentar una aplicación móvil que fuera de utilidad para su uso en EP⁴⁴, y b) no ofrecer suficiente información acerca de la aplicación o del estudio⁴⁵⁻⁵¹. El número de artículos encontrados en cada base de datos, así como el número de artículos excluidos, se presentan en el diagrama de flujo (fig. 1).

De los 26 artículos seleccionados, 23 fueron analizados a texto completo y en 3 de ellos se analizó el resumen disponible^{35,40,43}. En 5 de los artículos finalmente incluidos se

presentaba un sistema o aplicación móvil con potencial utilidad en la EP²⁰ o específicamente diseñada para ella^{25,28,37,38}, de los que todavía no se han publicado resultados acerca de su utilidad en seres humanos. El sistema presentado por Casamassima et al.²³ fue evaluado posteriormente en otros 2 de los estudios analizados^{31,41}.

Por otra parte, la herramienta desarrollada por Palmerini et al.¹⁹ y el sistema presentado por Takac et al.²² únicamente han sido estudiados en personas sanas. El estudio realizado por Butson et al.²¹ estuvo dirigido a personal sanitario. En los trabajos^{24,26,27,32,33,36,39,41,43} únicamente participaban sujetos con EP. En los artículos restantes^{18,29-31,34,35,40,42} participaban tanto sujetos con EP como sujetos sanos, asignados a grupo de casos y grupo control, respectivamente. Teniendo en cuenta el conjunto de las muestras, el número total de personas diagnosticadas de EP fue de 420 y el total de personas sanas fue de 232.

Los artículos incluidos en la presente revisión presentan una gran heterogeneidad. En 2 de ellos se evaluó una aplicación con potencial utilidad en la EP, pero no específicamente diseñada para esta patología. Uno de ellos consistía en una herramienta para realizar el test Timed Up and Go¹⁹ y en otro se presentaba una aplicación para la valoración de la marcha²⁰.

Referente a las aplicaciones específicas para EP, en 21 de los trabajos se evaluó la utilidad de diferentes *apps* en la valoración y el tratamiento de distintos aspectos físicos y cognitivos^{18,23-38,40-43}. Respecto a los otros 3 trabajos, en el artículo de Butson et al.²¹ se analizó la utilidad en el ámbito clínico de una aplicación que permite ajustar los parámetros en casos de tratamiento con estimulación cerebral profunda. En el estudio de Takac et al.²² se valoró la capacidad de un sistema para detectar posibles episodios de congelación de la marcha basándose en un análisis del contexto espacial del paciente. Por otra parte, en el trabajo de Broen et al.³⁹ se llevó a cabo un ensayo para obtener datos en tiempo real acerca de la situación psicológica de los participantes.

Según la categorización presentada anteriormente, las aplicaciones nombradas en estos trabajos se podrían clasificar de la siguiente manera:

- Aplicaciones de valoración: de temblor de la mano en reposo^{18,24,34,40}, de bradicinesia²⁷, de destreza de miembro superior⁴³, de diferentes parámetros de la marcha^{23,31,33,41,42}, de la agudeza visual³⁵, de varios aspectos de la EP combinando la valoración del aspecto físico, cognitivo y de la voz^{28,29,32,36,38}, del contexto espacial del paciente²² y del estado psicológico del paciente³⁹.
- Aplicaciones de tratamiento: dentro de las cuales se puede distinguir entre las relacionadas con el tratamiento médico y farmacológico y las centradas en el tratamiento rehabilitador de la marcha. En cuanto al tratamiento médico y farmacológico, la aplicación diseñada por Lakshminarayana et al.²⁵ estaba dirigida a mejorar el automanejo de la enfermedad y aumentar la adherencia al tratamiento médico, mientras que la aplicación propuesta por Butson et al.²¹ pretendía disminuir el tiempo de decisión de los parámetros del tratamiento con estimulación cerebral profunda. Respecto a la marcha, destacan aquellas que utilizaban estímulos auditivos rítmicos para el entrenamiento de la misma, así como para tratar los fenómenos de congelación de la marcha^{23,26,28,41} o estímulos vibrotáctiles con el mismo fin⁴². Dentro del tratamiento rehabilitador también se encontraría la aplicación utilizada por van der Kolk et al.³⁷, mediante la cual se intentaba mejorar la motivación dentro de un programa de tratamiento basado en el ejercicio físico. El sistema CuPid presentado en los trabajos de Casamassima et al.²³, Ferrari et al.³¹ y Ginis et al.⁴¹ se podría clasificar tanto dentro de la categoría de tratamiento como de valoración, así como el sistema REMPARK propuesto por Sama et al.²⁸.

No se encontraron publicaciones acerca de aplicaciones de carácter informativo sobre la EP. En los estudios seleccionados no se analizaba el posible precio en el mercado de

la aplicación, ni si su uso estaría restringido para profesionales o pacientes. Además, es importante destacar que 4 de los sistemas presentados en los trabajos necesitaban de sensores de detección de movimiento adicionales^{20,23,26,31,32,41}, mientras que en otros trabajos se utilizaban sistemas de sujeción para el teléfono.

La calidad metodológica de los estudios fue baja, obteniendo únicamente el estudio de Ginis et al.⁴¹ una puntuación de 3, lo que indica una calidad aceptable. La escala Jadad no fue aplicable en aquellos estudios que únicamente presentaban un protocolo de actuación para líneas posteriores de investigación, ni en aquellos estudios que no se encontraban disponibles a texto completo.

Las características principales de los artículos incluidos en la revisión bibliográfica quedan representadas en la [tabla 1](#). En resumen, se analizaron 26 artículos en los cuales se presentaban 24 sistemas diferentes basados en aplicaciones móviles: 2 de ellos con utilidad en la EP y 22 específicamente diseñados para la misma, de los cuales 15 se podrían clasificar como sistemas de valoración, 5 de tratamiento y 2 de valoración y tratamiento.

Búsqueda en otras fuentes de información

En la búsqueda realizada en los principales mercados de aplicaciones móviles, se seleccionaron 103 aplicaciones disponibles en relación con la EP. De ellas, 49 únicamente se encontraron disponibles para dispositivos Apple, 39 para dispositivos Android y 6 para dispositivos Windows Phone; 11 aplicaciones se encontraban disponibles tanto en dispositivos Android como Apple y una estaba disponible en los 3 mercados. En la [figura 2](#) se describe el proceso de búsqueda.

Respecto al precio de las mismas, 74 *apps* eran gratuitas y 29 de pago. Teniendo en cuenta el tipo de usuario al que estaban dirigidas, 45 de ellas estaban pensadas para su uso por pacientes de EP, 34 para el uso por profesionales (sin presentar algún tipo de filtro o identificación que así lo constatará, a modo de limitación para los no profesionales) y 24 para su uso tanto por profesionales como por pacientes.

En cuanto a su clasificación, se dividieron en las siguientes categorías: un total de 54 aplicaciones se considerarían con utilidad en la EP aunque no estén específicamente diseñadas para esta enfermedad y 49 serían específicas para la EP. Se puede encontrar un resumen de las características principales de estas aplicaciones móviles en la [tabla 2](#).

En el primer grupo encontramos 23 *apps* que ofrecen información sobre diferentes enfermedades neurológicas, 15 aplicaciones diseñadas para la mejora del habla, 7 centradas en pruebas para analizar la función de miembro superior, 2 basadas en el automanejo de la medicación y monitorización de los síntomas y 2 que permitían utilizar el teléfono para administrar diferentes escalas utilizadas en neurología. Las restantes se basaban en mejorar la facilidad de uso del teléfono, mejorar el manejo de la salivación, realizar ejercicios cognitivos, llevar a cabo un seguimiento de pacientes y servir como herramienta en el diseño mediante impresión en 3 dimensiones de objetos útiles para personas con enfermedades neurológicas.

Tabla 1 Principales características de los artículos incluidos en la revisión

Artículo	Participantes	Intervención	Resultados	Puntuación JADAD
Arora et al. ²⁹	N = 20 (10 sujetos sanos, 10 EP)	Se evaluó una <i>app</i> compuesta por diferentes test (voz, postura, marcha, <i>tapping</i> , test de reacción) en un grupo de personas con EP y un grupo control	El sistema mostró una sensibilidad del 96,2% y una especificidad del 96,9% para distinguir entre los sujetos sanos y los sujetos con EP	0
Bot et al. ³⁸	N = 0	Se presentó un protocolo para validar mPower, una aplicación diseñada para la valoración de la memoria, <i>tapping</i> , voz y marcha en sujetos con EP	No disponible	No aplicable
Broen et al. ³⁹	N = 5 (EP)	Se evaluó la capacidad de un Smartphone para llevar a cabo un método de recogida de datos	El método de recogida de datos mostró capacidad para detectar fluctuaciones motoras durante el día mediante los datos obtenidos de las preguntas	0
Butson et al. ²¹	N = 5 (personal sanitario)	Se estudió un sistema basado en una <i>app</i> para la elección de los parámetros más adecuados en el caso de 4 pacientes con estimulación cerebral profunda	Se observó una reducción significativa del tiempo de decisión de los parámetros adecuados para cada paciente	0
Casamassima et al. ²³	N = 0	Se presentó un sistema para la valorar y tratar mediante <i>biofeedback</i> las alteraciones de la marcha. Necesidad de sensores adicionales	No disponible	No aplicable
Ellis et al. ³⁰	N = 24 (12 sujetos sanos 12 EP)	Se evaluó un sistema de valoración y tratamiento de la marcha mediante una aplicación, en comparación con las mediciones obtenidas mediante sensores y mediante un tapiz, en diferentes situaciones	Se apreciaron diferencias significativas entre grupos de personas con EP y grupo de personas sanas en los parámetros de la marcha en todas las herramientas de medición	1
Ferrari et al. ³¹	N = 28 (12 sujetos sanos y 16 EP)	Se evaluó un sistema de valoración de la marcha, comparando las mediciones obtenidas mediante los sensores con las de un tapiz y una cámara, tanto en sujetos sanos como en sujetos con EP. Necesidad de sensores adicionales	Las mediciones obtenidas mediante los diferentes sistemas fueron similares. La fiabilidad test-retest del sistema fue alta	1
Ferreira et al. ³²	N = 22 (EP)	Se valoró la viabilidad y la usabilidad del sistema SENSE-Park en sujetos con EP. Necesidad de sensores adicionales	El sistema de valoración mediante la aplicación fue bien valorado por los pacientes	0
Fraiwan et al. ⁴⁰	N = 42 (21 sujetos sanos 21 EP)	Se evaluó la utilidad de una aplicación para objetivar el temblor en reposo	La aplicación permitió obtener resultados precisos al 95%	No aplicable

Tabla 1 (continuación)

Artículo	Participantes	Intervención	Resultados	Puntuación JADAD
Ginis et al. ⁴¹	N = 40 (EP)	Se valoró la utilidad del sistema CuPid para la rehabilitación de la marcha en diferentes condiciones, con y sin la aplicación. Se evaluaron el equilibrio, la marcha, la resistencia y la calidad de vida. Necesidad de sensores adicionales	Ambos grupos mejoraron los parámetros en los resultados primarios. El grupo que uso la aplicación obtuvo mejoras significativas en equilibrio y mantuvo la calidad de vida a largo plazo	3
Ivkovic et al. ⁴²	N = 20 (10 sujetos sanos y 10 EP).	Se evaluó la utilidad de una <i>app</i> en la rehabilitación de la marcha mediante estímulos táctiles	El sistema fue efectivo para regular el contacto del talón con el suelo	1
Kim et al. ³³	N = 15 (EP)	Se valoró la sensibilidad de una aplicación para detectar fenómenos de congelación de la marcha	Se obtuvo una alta sensibilidad y especificidad para detectar congelación de la marcha en diferentes localizaciones del teléfono	0
Kostikis et al. ¹⁸	N = 20 (10 sujetos sanos y 10 EP)	Se presentó un sistema (aplicación web) para detectar el temblor de reposo en la mano en sujetos con diferentes enfermedades	Se observaron diferencias significativas en la medición con la aplicación en el parámetro de aceleración entre grupo sano y grupo con EP. La aplicación permitía detectar el temblor mediante el acelerómetro	0
Kostikis et al. ²⁴	N = 23 (EP)	Se presentó un sistema (aplicación web) para detectar el temblor de reposo en la mano en sujetos con EP en comparación con la escala UPDRS	Se observó una correlación entre los parámetros obtenidos mediante la <i>app</i> y las puntuaciones de la UPDRS	0
Kostikis et al. ³⁴	N = 45 (20 sujetos sanos y 25 EP)	Se evaluó un sistema para detectar temblor de reposo en sujetos con EP y sujetos sanos	La aplicación fue capaz de discriminar entre sujetos sanos y sujetos con EP con una alta precisión	1
Lakshminarayana et al. ²⁵	N = 0	Se presentó una aplicación centrada en el automanejo de la enfermedad	No disponible	No aplicable
Lee et al. ⁴³	N = 103 (EP)	Se intentó validar una aplicación de <i>tapping</i> en comparación con la escala MDS-UPDRS	Se observó una alta correlación entre los resultados obtenidos con la aplicación y los resultados de la escala	No aplicable
Lin et al. ³⁵	N = 103 (71 sujetos sanos y 32 EP)	Se valoró la utilidad de una <i>app</i> para medir la agudeza visual en personas con EP	La aplicación puede ser útil en la valoración de la agudeza visual	No aplicable.
Lopez et al. ²⁶	N = 10 (EP)	Se evaluó la utilidad del sistema ListenMee para la rehabilitación de la marcha en personas con EP. Necesidad de sensores adicionales	Los participantes mostraron una mejora en la velocidad de la marcha, la cadencia y la longitud de zancada	0

Tabla 1 (continuación)

Artículo	Participantes	Intervención	Resultados	Puntuación JADAD
Palmerini et al. ¹⁹	N = 49 (sanos)	Se realiza el test Timed up and Go portando el teléfono	La prueba mostro una alta correlación con los datos obtenidos mediante el teléfono, principalmente en la duración del paso (R=0,93)	0
Pan et al. ³⁶	N = 40 (EP)	Se diseñó una aplicación para valorar la severidad de la enfermedad basándose en el temblor y la dificultad de la marcha	La aplicación mostró una alta sensibilidad y especificidad	1
Printy et al. ²⁷	N = 26 (EP)	Se presentó una aplicación para la valoración de la bradicinesia en sujetos con EP en comparación con la puntuación del aspecto motor de la UPDRS	La aplicación fue capaz de clasificar los sujetos con EP según la afectación en leve o severa con una precisión del 94,5%	1
Sama et al. ²⁸	N = 0	Se presenta el sistema REMPARK para valoración y tratamiento de la marcha	No disponible	No aplicable
Takac et al. ²²	N = 12 (sanos)	Se evaluó un sistema de valoración del entorno, posicionamiento y ubicación como detección de fenómenos de congelación de la marcha	La aplicación fue capaz de detectar ubicación y posicionamiento de los sujetos con alta precisión	0
Van der Kolk et al. ³⁷	N = 0	Se presentó una aplicación como complemento motivacional en un programa de ejercicios para personas con EP	No disponible	No aplicable
Wagner y Ganz ²⁰	N = 0	Plantean un sistema basado en plantillas con sensores para evaluar marcha	No disponible	No aplicable

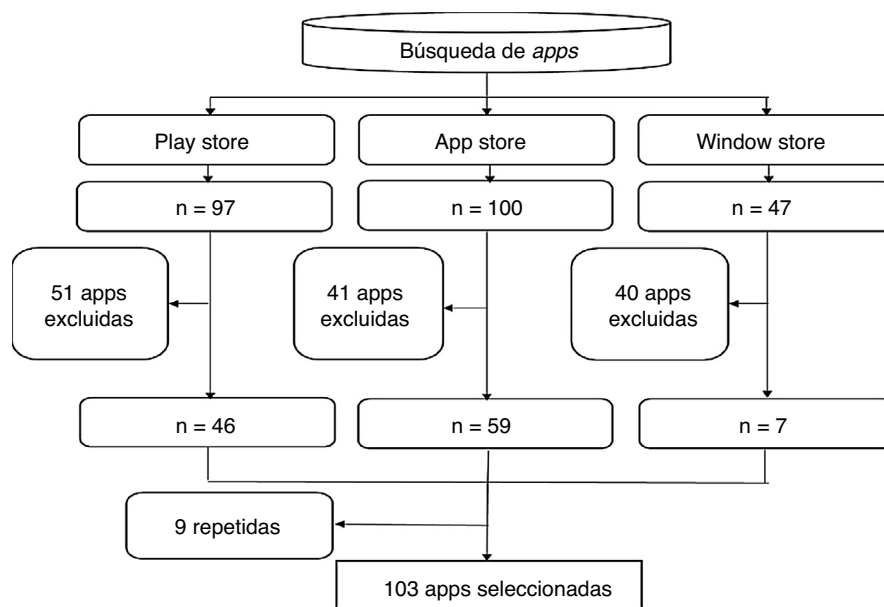


Figura 2 Resultados de la búsqueda en mercados de apps.

Tabla 2 Características principales de las aplicaciones móviles en la EP

Nombre	Plataforma	Precio ^a	Descripción	Usuarios	Clasificación
AAC Text to Speech	iOS	Gratuita	Grabación de la voz para aumentar volumen o velocidad	Pacientes	App con utilidad en EP
ARAT Action Research Arm Test	Android	Gratuita	Valoración miembro superior	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
DAF Assistant	iOS	9,99	Retroalimentación para mejoría del habla	Pacientes	App con utilidad en EP
DAF Assistant Legacy	iOS	9,99	Estímulos para mejorar claridad y fluidez del habla	Pacientes	App con utilidad en EP
DAF Professional	iOS/ Android	4,99	Mejoría del habla y la expresión oral	Pacientes	App con utilidad en EP
DAF Professional Lite	Android	Gratuita	Habla más clara y reducción de la tartamudez	Pacientes	App con utilidad en EP
Daily Rx	Android	Gratuita	Información sobre diversas enfermedades	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
Daño cerebral	Android	Gratuita	Consejos y pautas para personas con enfermedades neurológicas	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
Easy Speak AAC	iOS	39,99	Apoyo a la comunicación oral mediante el teléfono	Pacientes	App con utilidad en EP
Tremor	Android	Gratuita	Información sobre el temblor	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
Genomapp	Android	Gratuita	Información sobre enfermedades genéticas	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
Guideline Central	Android	Gratuita	Compendio de guías de práctica clínica	Profesionales	App con utilidad en EP
Handbook of Natural Medicine	Android	Gratuita	Información sobre medicina alternativa	profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
Help Talk	Android	Gratuita	Ayuda para la comunicación oral.	Pacientes	App con utilidad en EP
Homeopathic Guide	Android	Gratuita	Información sobre medicina homeopática	Pacientes	App con utilidad en EP
iReflex	iOS	0,99	Valoración de reflejos	Pacientes	App con utilidad en EP
MedOclock Pill Reminder	Android	Gratuita	Automanejo de la medicación	Pacientes	App con utilidad en EP
Mega Icon Launcher	Android	Gratuita	Aumento de usabilidad del teléfono	pacientes	App con utilidad en EP
Miniatlas Sistema Nervioso Central	iOS	9,99	Atlas del sistema nervioso e información de patologías del mismo	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
Montfort iTUG clinic	iOS	Gratuita	Test instrumentalizado Timed Up and Go	Profesionales	App con utilidad en EP
Movement Disorders	iOS	Gratuita	Publicación científica sobre trastornos del movimiento	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
MyTherapy Pastillero	Android	Gratuita	Automanejo de la medicación	Pacientes	App con utilidad en EP
NeuroLinks	iOS	Gratuita	Facilita diagnóstico y tratamiento de EP	Profesionales	App con utilidad en EP
Neurología en preguntas cortas	iOS	0,99	Información sobre enfermedades neurológicas	Profesionales	App con utilidad en EP

Tabla 2 (continuación)

Nombre	Plataforma	Precio ^a	Descripción	Usuarios	Clasificación
Neurology Now	Android	Gratuita	Publicación oficial de la American Academy of Neurology	Profesionales	App con utilidad en EP
Neurology Pocket	iOS	9,99	Información sobre diferentes patologías neurológicas	Profesionales	App con utilidad en EP
Neurology Today	Android	Gratuita	Publicación oficial de la American Academy of Neurology	Profesionales	App con utilidad en EP
NeuroScores	iOS/ Android	Gratuita	Escalas utilizadas en evaluación neurológica	Profesionales	App con utilidad en EP
One Ring	iOS	Gratuita	Diseño de un dispositivo para medir el temblor de reposo	Profesionales	App con utilidad en EP
Pacing Board Pocket	iOS	1,99	Estímulos para mejora del habla	Pacientes	App con utilidad en EP
ParkPen	Android	Gratuita	Diseño de un bolígrafo para personas con EP	Pacientes	App con utilidad en EP
Prognosis: Neurology	Android	Gratuita	Información sobre enfermedades neurológicas	Profesionales	App con utilidad en EP
Prortafolio Médico	Android	Gratuita	Información sobre diversas enfermedades	Profesionales	App con utilidad en EP
Response Measurement	Android	Gratuita	Medición del tiempo de respuesta ante un estímulo	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
Rx Wiki	Android	Gratuita	Información sobre diversas enfermedades y fármacos	Pacientes	App con utilidad en EP
Senior Care Manager	iOS	Gratuita	Sistema de seguimiento de pacientes	Pacientes	App con utilidad en EP
Sinaptica TEVA	iOS/Android	Gratuita	Aplicación del congreso Sináptica	Profesionales	App con utilidad en EP
Speak Better	iOS	24,99	Estímulos táctiles para mejorar claridad y fluidez del habla	Pacientes	App con utilidad en EP
Speech Pacesetter	iOS	9,99	Estímulos táctiles para mejorar claridad y fluidez del habla	Pacientes	App con utilidad en EP
Speech Pacesetter Lite	iOS	Gratuita	Estímulos táctiles para mejorar claridad y fluidez del habla	Pacientes	App con utilidad en EP
Speech Tool	iOS	Gratuita	Entrenamiento del volumen de la voz	Pacientes	App con utilidad en EP
SpeechCompanion	Android	1,49	Ejercicios de logopedia	Pacientes	App con utilidad en EP
StudyMyTremor	iOS	3,99	Monitorización del temblor de reposo	Pacientes	App con utilidad en EP
Swallow Prompt	iOS/Android	1,99	Ayuda en el manejo de la salivación	Pacientes	App con utilidad en EP
Taptimal	iOS	Gratuita	Test de <i>tapping</i>	Pacientes	App con utilidad en EP
Tippy Tap-Alfabeto	iOS	Gratuita	Juego de <i>tapping</i>	Pacientes	App con utilidad en EP
Tremor Test	iOS	9,99	Medición del temblor en reposo	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
Voice Analyst	iOS	12,99	Análisis del tono y volumen de la voz	Profesionales	App con utilidad en EP

Tabla 2 (continuación)

Nombre	Plataforma	Precio ^a	Descripción	Usuarios	Clasificación
Voice Analyst Lyte	Android	Gratuita	Grabación y análisis de tono y volumen de la voz	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
Word or Color Dot	Android	0,99	Ejercicios cognitivos	Pacientes	App con utilidad en EP
Workstation en trastornos del movimiento	iOS/ Android	Gratuita	Base de datos con información sobre trastornos del movimiento	Profesionales	App con utilidad en EP
World Neurology	iOS	Gratuita	Publicación oficial de la Federación Mundial de Neurología	Profesionales y pacientes	App con utilidad en EP
MiniAtlas Psiquiatría	Windows Phone	2,99	Atlas del sistema nervioso central	Profesionales	App con utilidad en EP
Neurología	Windows Phone	Gratuito	Información sobre enfermedades neurológicas	Profesionales	App con utilidad en EP
AD/PD 2015	iOS/ Android	Gratuita	Aplicación oficial del 12th International Conference on Alzheimer's & Parkinson's Diseases and Related Neurological Disorders	Profesionales	Información
Alzheimer's and Parkinson's Disease	iOS	Gratuita	Información sobre EP y Alzheimer	Profesionales y pacientes	Información
Azilect Realidad Aumentada	Android	Gratuita	Muestra cómo actúa la rasagilina	Profesionales y pacientes	Información
Learning Neurology Quiz	iOS	1,99	Información sobre enfermedades neurológicas	Profesionales	Información
MDS Congress	Android	Gratuita	Aplicación oficial del congreso del año 2014 de Movement Disorder Society	Profesionales	Información
Parkinson	Windows Phone	0,99	Información sobre EP	Pacientes	Información
Parkinson Enfermedad	Android	Gratuita	Información de investigación	Profesionales y pacientes	Información
Parkinson Info App	iOS	Gratuita	Base de datos con información sobre EP	Profesionales y pacientes	Información
Parkinson's Central	iOS/ Android	Gratuita	Información acerca de la EP	Pacientes	Información
Parkinson's Disease	iOS/ Android	1,99	Información sobre EP	Profesionales	Información
Parkinson's Disease	Android	Gratuita	Información sobre EP	Profesionales	Información
Parkinson's Disease	Windows Phone	2,99	Información sobre EP	Pacientes	Información
Parkinson's Disease an Overview	Windows Phone	Gratuita	Información sobre EP	Profesionales y pacientes	Información
Parkinson's Disease Monitor	iOS	Gratuita	Publicación científica sobre EP	Profesionales	Información
Parkinson's Disease Point of Care	iOS	Gratuita	Información diagnóstico, tratamiento y manejo de la EP	Profesionales	Información
Parkinson's Easy Call	Android	Gratuita	Facilita la marcación telefónica	Pacientes	Información

Tabla 2 (continuación)

Nombre	Plataforma	Precio ^a	Descripción	Usuarios	Clasificación
Parkinson's Toolkit	iOS/ Android	Gratuita	Guía de práctica clínica en el tratamiento de la EP	Profesionales	Información
Parkinson's Disease Facts	Android	Gratuita	Compendio de estadísticas, datos de interés y tratamientos sobre la EP	Profesionales y pacientes	Información
PD Headline News	iOS	Gratuita	Publicaciones sobre EP	Profesionales y pacientes	Información
Rides for Parkinson's	iOS	Gratuita	Transporte para personas con EP	Pacientes	Información
TEVA Parkinson	Android	Gratuita	Organización de historias clínicas	Profesionales	Información
World Parkinson Congress	iOS	Gratuita	Programa del Congreso Mundial de Parkinson de 2010	Profesionales	Información
Earlystimulus	Android	Gratuita	Criterios para estimulación cerebral profunda	Profesionales	Información
DopaFit	Android	Gratuita	Ejercicios para personas con EP	Pacientes	Tratamiento
iParkinsons	iOS	99,99	Tratamiento de disfunciones del habla en EP	Pacientes	Tratamiento
ListenMee App	Android	121	Mejora de la marcha mediante estímulos	Pacientes	Tratamiento
Music Therapy	Android	Gratuita	Mejora de la marcha mediante estímulos	Pacientes	Tratamiento
Parkinson Exercises	iOS/ Android/ Windows Phone	4,22	Ejercicios en vídeo para personas con EP	Pacientes	Tratamiento
Parkinson's Speech Aid	iOS	Gratuita	Repetición de la voz a mayor volumen o velocidad	Pacientes	Tratamiento
uMotif	iOS/ Android	Gratuita	Seguimiento de los síntomas, medicación y actividad	Profesionales y pacientes	Tratamiento
PD Warrior	Android	Gratuita	Ejercicios para personas con EP	Pacientes	Tratamiento
DigiTap	iOS	2,99	Test de <i>tapping</i>	Profesionales	Valoración
Lift Pulse	iOS	Gratuita	Registro del temblor en reposo	Profesionales	Valoración
MDS UPDRS	iOS	5,99	Escala MSD-UPDRS	Profesionales	Valoración
My Parkinson's Disease Manager	iOS	Gratuita	Monitorización y almacenamiento de datos de EP	Pacientes	Valoración
myHealthPal	iOS	Gratuita	Monitorización y automanejo de la enfermedad de EP	Pacientes	Valoración
myParkinson's	Android	Gratuita	Medición del temblor en reposo de miembro superior	Profesionales y pacientes	Valoración
Parkinson: Symptom Graph Create	Android	Gratuita	Creación de gráficas para monitorización de la enfermedad	Profesionales y pacientes	Valoración
Parkinsons	iOS	5,99	Escalas utilizadas en evaluación de EP	Profesionales	Valoración

Tabla 2 (continuación)

Nombre	Plataforma	Precio ^a	Descripción	Usuarios	Clasificación
Parkinson's Diary	iOS	Gratuita	Monitorización AVD, ánimo y forma física	Pacientes	Valoración
Parkinson's Test	Android	Gratuita	Test para diagnóstico y evaluación EP	Profesionales y pacientes	Valoración
PD Me	iOS	Gratuita	Monitorización de la EP	Pacientes	Valoración
Prognosis	Windows Phone	Gratuita	Pruebas de valoración de marcha, sueño, voz y miembros superiores	Profesionales	Valoración
TR.Meter	iOS	Gratuita	Medición del temblor en reposo	Profesionales	Valoración
Tremor Tracer	iOS	3,99	Evaluación del temblor	Profesionales y pacientes	Valoración
Tremor12	iOS	Gratuita	Monitorización del temblor de reposo	Pacientes	Valoración
UPDRS	iOS	Gratuita	Cuestionario UPDRS	Profesionales	Valoración
Beats Medical Parkinsons Treatment	iOS/ Android	Gratuita	Monitorización y tratamiento de movilidad, habla y destreza	Pacientes	Valoración + tratamiento
Fox Insight App	Android	Gratuita	Monitorización actividad, temblor y sueño	Pacientes	Valoración + tratamiento

^a Precio en euros.

Dentro del segundo grupo, encontraríamos 23 aplicaciones que aportarían información sobre la enfermedad, 16 aplicaciones diseñadas para la valoración de diferentes síntomas y signos, y 8 aplicaciones dentro de la categoría de tratamiento. Además, 2 aplicaciones fueron asignadas tanto a la categoría de valoración como a la de tratamiento.

Referente a las aplicaciones centradas en la valoración, 8 valoraban diferentes aspectos con distintas pruebas dentro de la misma *app* (sueño, marcha, voz, actividades básicas de la vida diaria y estado anímico), 5 estaban diseñadas para valorar el temblor en reposo, 2 se correspondían con la escala UPDRS y una con una prueba de *tapping*. En cuanto a las aplicaciones de tratamiento, 3 se basaban en ejercicio físico, 2 se centraban en el tratamiento logopédico, 2 en la mejoría de la marcha mediante estímulos auditivos y una en el automanejo y control del tratamiento farmacológico. Una de las aplicaciones incluidas en el grupo de valoración y tratamiento monitorizaba el movimiento, el temblor y el sueño a la vez que ofrecía un metrónomo para la rehabilitación de la marcha, mientras que la otra brindaba un análisis de la marcha y un metrónomo para mejorar la misma. En la *figura 3* se ofrece una representación gráfica de las aplicaciones móviles en el contexto de la EP encontradas en los principales mercados de *apps*.

Dos de las aplicaciones encontradas en los mercados habían sido analizadas previamente en los estudios de Lakshminarayana et al.²⁵ y Lopez et al.²⁶, por lo que, en total, se encontraron mediante ambas búsquedas 125 aplicaciones, de las cuales 56 aplicaciones se clasificaron con uso potencial utilidad en la EP, y 69 con un diseño específico para la EP, siendo 23 *apps* de información sobre EP, 29 *apps* de valoración de distintos aspectos, 13 *apps* de tratamiento y 4 *apps* de valoración y tratamiento.

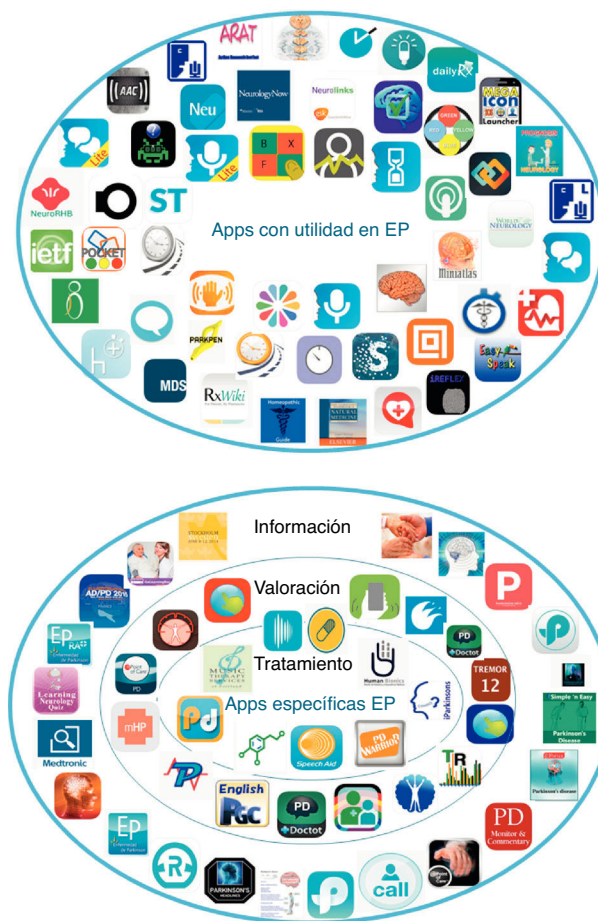


Figura 3 Representación gráfica de las *apps* en el contexto de la EP.

Discusión

La eHealth se define como el uso de las TIC dentro del ámbito de la salud, tanto en el seguimiento y el tratamiento de diversas patologías, como para la monitorización de la salud pública y para la motivación de nuevas investigaciones⁵². Las nuevas tecnologías podrían aportar una respuesta a uno de los mayores retos de las enfermedades neurodegenerativas, la viabilidad de un tratamiento y la evaluación continuadas en el tiempo. Además, pretenden ser herramientas accesibles para todas las personas, incluidas aquellas que posean discapacidad. La mejora de la comunicación entre profesionales y pacientes, o entre los propios profesionales o pacientes, es otra de las ventajas que presentarían estos dispositivos. Por todo ello, la EP es una buena candidata a beneficiarse del uso de las nuevas tecnologías, ya que al ser una afectación principalmente motora, las personas afectadas presentan en su mayoría dificultades funcionales que suponen una barrera para acudir a la consulta clínica y recibir un seguimiento continuado, por lo que dichos avances pueden suponer una ventaja en el seguimiento de los pacientes, como por ejemplo en el análisis del temblor, de las fluctuaciones motoras o del *freezing*⁵³.

La mHealth, uno de los componentes de la eHealth, fue definida por la OMS en el año 2011 como la práctica médica o de salud pública apoyada en dispositivos móviles, ayudándose de los diferentes sistemas incorporados en los mismos⁵⁴. En los últimos años, la venta de teléfonos móviles ha experimentado un rápido crecimiento, existiendo en el año 2015 más de 7.300 millones de dispositivos, lo que hizo que por primera vez el número de teléfonos móviles superase al número de personas en el mundo⁵⁵. Consecuentemente, ha aumentado el número de aplicaciones disponibles en los principales mercados, habiendo más de 2 millones de *apps* entre las que aparecen en Google Play Store y Apple Store⁵⁵. De estas *apps*, unas 97.000 estarían dedicadas a la salud y la medicina¹⁷. En el presente trabajo se han seleccionado aquellas aplicaciones que estaban referenciadas en bases de datos biomédicas, así como aquellas catalogadas dentro de los mercados como relacionadas con EP; sin embargo, teniendo en cuenta el gran número de *apps* y la gran variedad existente, es probable que existan otras *apps* útiles en este ámbito como aquellas dedicadas al ejercicio físico, a tareas cognitivas o al control de la medicación o la alimentación que no hayan sido analizadas debido a la difícil categorización de las mismas y a la actualización constante del mercado. Según el último informe Doctoralia⁵⁶, dentro de la mHealth, las aplicaciones más utilizadas son las que aportan información sobre la salud (86% de los encuestados), seguidas de las de ejercicio físico (77%), dietas (66%) y gestión de la medicación (66%). Estos datos se corresponden con los datos obtenidos mediante la búsqueda en los principales mercados, ya que tanto en el grupo de las *apps* específicas para EP, como en el grupo de *apps* con utilidad en la misma, las *apps* informativas superaban en número al resto de aplicaciones. No obstante, la búsqueda bibliográfica no reportó resultados referentes a estudios basados en aplicaciones cuyo objetivo principal fuese la información, por lo que otro de los problemas a tener en cuenta respecto a la información dentro mHealth es la veracidad de la misma.

En este aspecto, aunque algunas de las aplicaciones analizadas han sido desarrolladas por Fundaciones o Aso-

ciaciones especializadas en EP como la National Parkinson Foundation (Parkinson's Toolkit y Parkinson's Central), y la Fox Foundation (Fox Insight App), muchas de ellas carecen de la opinión o aprobación de organismos que respalden su uso. La Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) publicó en el año 2013 y actualizó en el año 2015 una guía para desarrolladores y usuarios acerca de las futuras normas de regularización del sector⁵⁷, ya que las aplicaciones móviles tienen el potencial de transformar el cuidado de la salud y, por lo tanto, su seguridad debe ser revisada. También la Comisión Europea considera que la categorización y la información contrastada acerca de las diferentes aplicaciones son elementos básicos para la posterior recomendación de las mismas, por lo que ponen a disposición del consumidor un directorio con información sobre distintas *apps* de salud⁵⁸.

En referencia a la búsqueda bibliográfica, los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que los dispositivos móviles serían precisos para detectar el posicionamiento y ubicación de sujetos sanos²², así como la posibilidad de realizar ciertas pruebas con ayuda de los smartphones como el test Timed up and Go¹⁹ o pruebas similares a las practicadas en la escala UPDRS⁴³. También se podría llevar a cabo una distinción o discriminación entre sujetos sanos y enfermos con cierta precisión^{18,29-31,34}, así como discriminar entre diferentes estadios de la enfermedad^{27,36}. En cuanto a la valoración del temblor de reposo, algunas *apps* han resultado eficaces para objetivarlo con precisión^{24,40}. La valoración de la marcha también se ha estudiado demostrando efectividad para detectar el contacto del talón con el suelo⁴² y para detectar fenómenos de congelación³³. En cuanto al tratamiento de la marcha, algunos trabajos han demostrado mejoras significativas en varios aspectos de la misma^{26,41}. Sin embargo, todos estos datos deben ser tomados con cautela, ya que la calidad metodológica de los estudios fue baja y el número de participantes fue escaso.

Otras revisiones bibliográficas han estudiado el uso y la utilidad de las aplicaciones móviles en otras patologías. En el año 2012 la organización Cochrane publicó una revisión acerca del impacto de intervenciones de autocuidado llevadas a cabo mediante mensajes de telefonía móvil en las enfermedades crónicas⁵⁹, concluyendo que existen evidencias muy limitadas de que las intervenciones basadas en mensajería móvil pueden proporcionar beneficios en el autocuidado de enfermedades crónicas. Esta misma organización publicó en 2013 otra revisión sobre de la efectividad y la factibilidad del uso de *apps* para facilitar el autocuidado de personas con asma⁶⁰, cuyos resultados reflejaban que la base de pruebas actuales no es suficiente para asesorar a profesionales sanitarios sobre ellas ni administrarlas a los pacientes. También referente al automanejo de enfermedades crónicas con aplicaciones, Whitehead y Seaton⁶¹ publicaron una revisión sistemática cuyos resultados mostraron el potencial de las *apps* para mejorar el manejo de los síntomas en patologías cardiovascular, patología crónica de pulmón y diabetes mellitus.

En el campo del análisis del movimiento en rehabilitación neurológica, existen 2 revisiones que sustentan el uso de sensores y dispositivos móviles en patologías neurológicas. Bloc et al.⁶² afirman que la monitorización de la actividad física mediante sensores es posible en personas con patología neurológica, incluso en aquellas personas con afectación

severa. Respecto a la EP, la revisión de Hubble et al.⁶³ apoya la utilidad de los sensores para detectar diferencias en el equilibrio entre personas sanas y personas con EP, lo que podría ser útil en la detección precoz de la enfermedad y en la valoración del riesgo de caídas. Estos resultados podrían explicar el uso de sensores adicionales en 4 de los sistemas estudiados en la presente revisión.

Dentro del ámbito de la mHealth, Zaki y Drazin⁶⁴ realizaron una búsqueda en los diferentes mercados de aplicaciones con el fin de encontrar las mejores *apps* para estudiantes y personal implicado en neurocirugía, obteniendo como resultado 111 aplicaciones con uso potencial. Sin embargo, los autores recalcaron que la mayoría de estas aplicaciones no tenían opiniones fiables en el mercado y que el uso de este tipo de sistemas puede conllevar cierto riesgo ético y legal en cuanto a la protección de datos de los pacientes. El trabajo de Sánchez-Rodríguez et al.¹⁶ es la única revisión sistemática hasta la fecha sobre aplicaciones móviles disponibles en neurorrehabilitación. En ella se realizó una clasificación de las mismas en 5 categorías, concluyendo que, aunque existe cierta evidencia que sostiene su uso como tratamiento coadyuvante en ciertas patologías neurológicas, esta es de baja calidad.

Otro de los aspectos a tener en cuenta es la facilidad de uso real de estas aplicaciones. Únicamente uno de los estudios incluidos en la presente revisión se basaba en analizar la viabilidad de implantación y la usabilidad de una aplicación en personas con EP³². En este aspecto, la revisión previa de Zapata et al.⁶⁵ revela la importancia de adaptar las aplicaciones a las necesidades reales del usuario al que estén dirigidas, para incrementar su posterior implantación y utilidad.

Todas las revisiones anteriormente citadas indican la necesidad de una mayor investigación en este ámbito y la realización de trabajos con una mayor calidad metodológica que los existentes, con el fin de proporcionar tanto a profesionales como a pacientes herramientas útiles y fiables. Los resultados del presente trabajo incluyen también protocolos presentados para llevar a cabo proyectos de validación de distintas aplicaciones^{25,37,38}. Además, en los últimos años la Comisión Europea ha lanzado iniciativas para incentivar la investigación en la EP, dentro de las cuales se encontrarían los sistemas analizados CuPid^{23,31,41} y REMPARK²⁸. Actualmente, se están llevando a cabo investigaciones en esta línea con el desarrollo la plataforma PD_manager y la aplicación mPark⁶⁶, ambas por parte del grupo de investigación Life Supporting Technologies de la Universidad Politécnica de Madrid; además de otros proyectos llevados a cabo por entidades privadas, como la aplicación Mememtum⁶⁷. Por último, se debe destacar que grandes empresas como la compañía Apple, con la aplicación mPower previamente mencionada, y la farmacéutica Roche también están llevando cabo proyectos que incluyen *apps* para la valoración de la EP⁶⁸. Todo ello apunta a que en los próximos años la evidencia acerca de este tipo de herramientas será mucho mayor y, por lo tanto, será necesario un análisis de la misma para confirmar la utilidad de las *apps*.

Los resultados encontrados mediante la búsqueda en los principales mercados de aplicaciones móviles arrojaron 103 aplicaciones con un potencial uso en el campo de la EP; 49 de ellas únicamente se encontraron disponibles para dispositivos Apple, 39 para dispositivos Android y 6 para dispositivos

Windows Phone; 8 aplicaciones se encontraban disponibles tanto en dispositivos Android como Apple y una estaba disponible en los 3 mercados. Del total, 74 *apps* fueron gratuitas y 29 de pago, estando 45 de ellas dirigidas a pacientes con EP, 34 a profesionales y 24 a profesionales y pacientes. Sin embargo, aquellas aplicaciones destinadas al uso exclusivo por parte de profesionales de la salud no presentan limitación de acceso para otros usuarios, por lo que podría ser interesante dicho control, como el acceso a través del número de colegiado, claves u otros mecanismos que podrían ser explorados en aras de un mejor aprovechamiento de la información contenida. Por último, como ha sido mencionado anteriormente, diversos autores, así como organismos de regulación como la FDA, describen la necesidad de revisar dichas aplicaciones móviles al objeto de mantener la seguridad de los pacientes. En esta línea, Meulendijk et al.⁶⁹ describen 9 requisitos esenciales para una aplicación móvil médica, desde el punto de vista de los pacientes: accesibilidad, certificabilidad, portabilidad, privacidad, seguridad de la aplicación, seguridad del usuario, estabilidad, confiabilidad y facilidad de uso. La mayoría de las *apps* encontradas en mercados de aplicaciones móviles no han sido validadas en su contexto, ni han sido supervisadas y/o aprobadas por organismos sanitarios, como ha sido propuesto por Meulendijk et al.⁶⁹.

La presente revisión adolece de una serie de limitaciones. En primer lugar, la baja calidad de los estudios analizados y el número escaso de participantes de los mismos. Además, la selección de las *apps* se realizó sobre la base de la descripción realizada por los desarrolladores de las mismas, por lo que podría no contarse con una información completa. Asimismo, el constante cambio y evolución de los mercados de aplicaciones supone que las aplicaciones aquí presentadas puedan no estar disponibles en el futuro, o que aplicaciones previas no se hayan incluido por no registrarse en el momento de la búsqueda.

Conclusiones

Existe un gran número de aplicaciones móviles con potencial utilidad, así como con diseño específico en el campo de la EP. Sin embargo, pese a cierta evidencia existente, la baja calidad metodológica de los artículos científicos hace que no se pueda generalizar su uso. La presente revisión sistemática encontró 125 aplicaciones en bases de datos biomédicas y en mercados específicos de *apps*, de las cuales 56 presentaban potencial utilidad en la EP y 69 estaban diseñadas específicamente para la EP, siendo 23 de estas de carácter informativo, 29 de valoración, 13 de tratamiento y 4 de valoración y tratamiento.

Los potenciales beneficios y riesgos asociados a la mHealth hacen que sean necesarias investigaciones futuras en este campo, así como la existencia de regulación por parte de organismos, con el fin de aportar tanto a profesionales sanitarios, como a pacientes con EP, herramientas fiables y seguras para el manejo y cuidado de la salud.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Bibliografía

- World Health Organization. Neurological disorders: Public health challenges; 2006.
- Wirdefeldt K, Adami H, Cole P, Trichopoulos D, Mandel J. Epidemiology and etiology of Parkinson's disease: A review of the evidence. *Eur J Epidemiol*. 2011;26(S1):S1–58.
- European Parkinson's Disease Association (EPDA). Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations. *Neurology*. 2007;69:223–4.
- Fundación Española de Enfermedades Neurológicas. Informe de la fundación del cerebro sobre el impacto social de la enfermedad de Parkinson en España; 2013.
- Instituto Nacional de Estadística. Encuesta de discapacidad, autonomía personal y situaciones de dependencia; 2008 [consultado 10 Dic 2015]. Disponible en: www.ine.es
- Cubo E, Martín PM, González M, Frades B. Impacto de los síntomas motores y no motores en los costes directos de la enfermedad de Parkinson. *Neurología*. 2009;24:15–23.
- Fundación Española de Enfermedades Neurológicas. Impacto sociosanitario de las enfermedades neurológicas en España; 2006.
- Real Patronato sobre Discapacidad (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad). El libro blanco del párkinson en España. Aproximación, análisis y propuesta de futuro. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2015.
- National Institute for Health and Care Excellence. Parkinson's disease diagnosis and management in primary and secondary care; London: Royal College of Physicians; 2006.
- Micheli F, Fernández-Pardal M. *Neurología*. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2010.
- Morris M. Movement disorders in people with Parkinson Disease: A model for physical therapy. *Phys Ther*. 2000;80:578–97.
- Cano-de la Cuerda R, Macías Jiménez AI, Crespo Sánchez V, Morales Cabezas M. Escalas de valoración y tratamiento fisioterápico en la enfermedad de Parkinson. *Fisioterapia*. 2004;26:201–10.
- Gage H, Storey L. Rehabilitation for Parkinson's disease: A systematic review of available evidence. *Clin Rehabil*. 2004;18:463–82.
- Cano-de la Cuerda R, Collado-Vázquez S. *Neurorrehabilitación: Métodos específicos de valoración y tratamiento*. Madrid: Médica Panamericana; 2012.
- Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJM, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: Is blinding necessary? *Control Clin Trials*. 1996;17:1–12.
- Sánchez Rodríguez MT, Collado-Vázquez S, Martín Casas P, Cano-de la Cuerda R. Apps en neurorrehabilitación. Una revisión sistemática de aplicaciones móviles. *Neurología*. 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nrl.10.005> [Epub ahead of print]
- The App Intelligence. Informe apps salud en español. En: Mugarza F. Informe de las mejores 50 apps de salud en español. Madrid: Zeltia; 2014.
- Kostikis N, Hristu-Varsakelis D, Arnaoutoglou M, Kotsavasiloglou C, Baloyiannis S. Towards remote evaluation of movement disorders via smartphones. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2011. 2011;2011:5240–3.
- Palmerini L, Mellone S, Rocchi L, Chiari L. Dimensionality reduction for the quantitative evaluation of a smartphone-based Timed Up and Go test. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2011. 2011;2011:7179–82.
- Wagner R, Ganz A. PAGAS: Portable and Accurate Gait Analysis System. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2012. 2012;2012:280–3.
- Butson CR, Tamm G, Jain S, Fogal T, Kruger J. Evaluation of interactive visualization on mobile computing platforms for selection of deep brain stimulation parameters. *IEEE Trans Vis Comput Graph*. 2013;19:108–17.
- Takac B, Catala A, Rodriguez Martin D, van der Aa N, Chen W, Rauterberg M. Position and orientation tracking in a ubiquitous monitoring system for Parkinson disease patients with freezing of gait symptom. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2013;1:e14.
- Casamassima F, Ferrari A, Milosevic B, Ginis P, Farella E, Rocchi L. A wearable system for gait training in subjects with Parkinson's disease. *Sensors (Basel)*. 2014;14:6229–46.
- Kostikis N, Hristu-Varsakelis D, Arnaoutoglou M, Kotsavasiloglou C. Smartphone-based evaluation of parkinsonian hand tremor: Quantitative measurements vs clinical assessment scores. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2014. 2014;2014:906–9.
- Lakshminarayana R, Wang D, Burn D, Chaudhuri KR, Cummins G, Galtrey C, et al. Smartphone- and internet-assisted self-management and adherence tools to manage Parkinson's disease (SMART-PD): Study protocol for a randomised controlled trial (v7; 15 August 2014). *Trials*. 2014;15:374.
- Lopez WOC, Higuera CAE, Fonoff ET, de OS, Albicker U, Martinez JAE. Listenmee® and Listenmee® smartphone application: Synchronizing walking to rhythmic auditory cues to improve gait in Parkinson's disease. *Hum Mov Sci*. 2014;37:147–56.
- Printy BP, Renken LM, Herrmann JP, Lee I, Johnson B, Knight E, et al. Smartphone application for classification of motor impairment severity in Parkinson's disease. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2014. 2014;2014:2686–9.
- Sama A, Perez-Lopez C, Rodriguez-Martin D, Moreno-Arostegui JM, Rovira J, Ahlrichs C, et al. A double closed loop to enhance the quality of life of Parkinson's Disease patients: REMPARK system. *Stud Health Technol Inform*. 2014;207:115–24.
- Arora S, Venkataraman V, Zhan A, Donohue S, Biglan KM, Dorsey ER, et al. Detecting and monitoring the symptoms of Parkinson's disease using smartphones: A pilot study. *Parkinsonism Relat Disord*. 2015;21:650.
- Ellis RJ, Ng YS, Zhu S, Tan DM, Anderson B, Schlaug G, et al. A validated smartphone-based assessment of gait and gait variability in Parkinson's disease. *PLoS One*. 2015;10:e0141694.
- Ferrari A, Ginis P, Hardegger M, Casamassima F, Rocchi L, Chiari L. A mobile kalman-filter based solution for the real-time estimation of spatio-temporal gait parameters. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2016;24:764–73.
- Ferreira JJ, Godinho C, Santos AT, Domingos J, Abreu D, Lobo R, et al. Quantitative home-based assessment of Parkinson's symptoms: The SENSE-PARK feasibility and usability study. *BMC Neurol*. 2015;15, 89.
- Kim H, Lee HJ, Lee W, Kwon S, Kim SK, Jeon HS, et al. Unconscious detection of freezing of Gait in Parkinson's disease patients using smartphone. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2015. 2015;2015:3751–4.
- Kostikis N, Hristu-Varsakelis D, Arnaoutoglou M, Kotsavasiloglou C. A smartphone-based tool for assessing parkinsonian hand tremor. *IEEE J Biomed Health Inform*. 2015;19:1835–42.
- Lin TP, Rigby H, Adler JS, Hentz JG, Balcer LJ, Galetta SL, et al. Abnormal visual contrast acuity in Parkinson's disease. *J Parkinsons Dis*. 2015;5:125–30.
- Pan D, Dhall R, Lieberman A, Petitti DB. A mobile cloud-based Parkinson's disease assessment system for home-based monitoring. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2015;3:e29.
- Van der Kolk NM, Overeem S, de Vries NM, Kessels RP, Donders R, Brouwer M, et al. Design of the Park-in-Shape study: A phase II double blind randomized controlled trial evaluating the effects of exercise on motor and non-motor symptoms in Parkinson's disease. *BMC Neurol*. 2015;15, 56.
- Bot BM, Suver C, Neto EC, Kellen M, Klein A, Bare C, et al. The mPower study Parkinson disease mobile data collected using ResearchKit. *Sci Data*. 2016;3:160011.
- Broen MP, Marsman VA, Kuijff ML, van Oostenbrugge RJ, van Os J, Leentjens AF. Unraveling the relationship between motor

- symptoms affective states and contextual factors in Parkinson's disease: A feasibility study of the experience sampling method. *PLoS One*. 2016;11:e0151195.
40. Fraiwan L, Khnouf R, Mashagbeh AR. Parkinson's disease hand tremor detection system for mobile application. *J Med Eng Technol*. 2016;40:127–34.
 41. Ginis P, Nieuwboer A, Dorfman M, Ferrari A, Gazit E, Canning CG, et al. Feasibility and effects of home-based smartphone-delivered automated feedback training for gait in people with Parkinson's disease: A pilot randomized controlled trial. *Parkinsonism Relat Disord*. 2016;22:28–34.
 42. Ivkovic V, Fisher S, Paloski WH. Smartphone-based tactile cueing improves motor performance in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*. 2016;22:42–7.
 43. Lee W, Evans A, Williams DR. Validation of a smartphone application measuring motor function in Parkinson's disease. *J Parkinsons Dis*. 2016;6:371–82.
 44. Pierleoni P, Pernini L, Belli A, Palma L. An android-based heart monitoring system for the elderly and for patients with heart disease. *Int J Telemed Appl*. 2014;2014:625156.
 45. Nolan P, Hoskins S, Johnson J, Powell V, Chaudhuri KR, Eglin R. Implicit theory manipulations affecting efficacy of a smartphone application aiding speech therapy for Parkinson's patients. *Stud Health Technol Inform*. 2012;181:138–42.
 46. Antos SA, Albert MV, Kording KP. Hand, belt, pocket or bag: Practical activity tracking with mobile phones. *J Neurosci Methods*. 2014;231:22–30.
 47. Carignan B, Daneault JF, Duval C. Measuring tremor with a smartphone. *Methods Mol Biol*. 2015;1256:359–74.
 48. LeMoyné R, Mastroianni T. Use of smartphones and portable media devices for quantifying human movement characteristics of gait, tendon reflex response, and Parkinson's disease hand tremor. *Methods Mol Biol*. 2015;1256:335–58.
 49. Dorsey ER, Yvonne Chan YF, McConnell MV, Shaw SY, Trister AD, Friend SH. The use of smartphones for health research. *Acad Med*. 2017;92:157–60.
 50. Medrano C, Plaza I, Igual R, Sanchez A, Castro M. The effect of personalization on smartphone-based fall detectors. *Sensors (Basel)*. 2016;16:e117.
 51. Raknim P, Lan KC. Gait monitoring for early neurological disorder detection using sensors in a smartphone: Validation and a case study of parkinsonism. *Telemed J E Health*. 2016;22:75–81.
 52. World Health Organization. eHealth [consultado 15 Jun 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/topics/ehealth/en/>
 53. Achey M, Guttman M, Hassan A, Khandhar SM, Mari Z, Spindler M, et al. The past, present, and future of telemedicine for Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2014;29:871–83.
 54. World Health Organization. mHealth New horizons for health through mobile technologies, 2011.
 55. Ditrendia. Informe Mobile en España y en el Mundo 2015, 2015 [consultado 1 Ago 2016]. Disponible en: <http://www.ditrendia.es/wp-content/uploads/2015/07/Ditrendia-Informe-Mobile-en-Espa%C3%B1a-y-en-el-Mundo-2015.pdf>
 56. Doctoralia. Primer informe Doctoralia: salud e Internet 2015, 2015 [consultado 1 Ago 2016]. Disponible en: <http://insights.doctoralia.es/informe-doctoralia-sobre-salud-e-internet-2015/>
 57. Food and Drug Administration's. The mobile medical applications. Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff, 2015 [consultado 1 Ago 2016]. Disponible en: <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM263366.pdf>
 58. PatientView. The myhealthapps directory 2015-2016, 2015 [consultado 1 Ago 2016]. Disponible en: <http://www.patient-view.com/-bull-directories.html>
 59. Jongh T, Gurol-Urganci I, Vodopivec-Jamsek V, Car J, Atun R. Mobile phone messaging for facilitating selfmanagement of long-term illnesses. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2012;12: CD007459.
 60. Marcano Belisario JS, Huckvale K, Greenfield G, Car J, Gunn LH. Smartphone and tablet self management apps for asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013;11: CD010013.
 61. Whitehead L, Seaton P. The effectiveness of self-management mobile phone and tablet apps in long-term condition management: A Systematic review. *J Med Internet Res*. 2016;18:e97.
 62. Block VAJ, Pitsch E, Tahir P, Cree BAC, Allen DD, Gelfand JM. Remote physical activity monitoring in neurological disease: A systematic review. *PLoS ONE*. 2016;11:e0154335.
 63. Hubble RP, Naughton GA, Silburn PA, Cole MH. Wearable sensor use for assessing standing balance and walking stability in people with parkinson's disease: A systematic review. *PLoS ONE*. 2016;10:e0123705.
 64. Zaki M, Drazin D. Smartphone use in neurosurgery? *APP-solutely. Surg Neurol Int*. 2014;5:113.
 65. Zapata B, Fernandez-Aleman J, Idri A, Toval A. Empirical studies on usability of mHealth apps: A systematic literature review. *J Med Syst*. 2015;39:1–19.
 66. Proyecto PD.manager [sede web] [consultado 15 Jun 2016]. Disponible en: <http://www.parkinson-manager.eu/>
 67. Mememtum [sede web] [consultado 15 Jun 2016]. Disponible en: <http://mememtum.com/>
 68. pRed [sede web] [consultado 15 Jun 2016]. Disponible en: http://www.roche.com/research_and_development/who_we_are_how_we_work/our_structure/pred.htm
 69. Meulendijk M, Meulendijks J, Paul A, Edwin N, Mattijs E, Marco R. What concerns users of medical apps? Exploring non-functional requirements of medical mobile applications [consultado 15 Jun 2016]. Disponible en: <http://ecis2014.eu/E-poster/files/0263-file1.pdf>