



REVISIÓN

Aplicaciones móviles en la parálisis cerebral infantil

M. Rodríguez Mariblanca y R. Cano de la Cuerda*



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

Recibido el 8 de junio de 2017; aceptado el 22 de septiembre de 2017

PALABRAS CLAVE

App;
Apps;
Aplicaciones móviles;
eHealth;
Parálisis cerebral infantil;
mHealth

Resumen

Introducción: La parálisis cerebral infantil (PCI) es una de las discapacidades más comunes del desarrollo. Gracias a la tecnología, el sector sanitario tiene la posibilidad de transformarse para ofrecer servicios más individualizados, participativos y preventivos. Dentro de este contexto de nuevas tecnologías aplicadas al sector sanitario, el fenómeno de las aplicaciones móviles o *app* resulta muy prometedor en la PCI.

Objetivo: El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión sistemática acerca de la información publicada sobre las diferentes aplicaciones móviles creadas, relacionadas directamente con la PCI o con utilidad potencial en ella, con el fin de describirlas, analizarlas y clasificarlas para su mejor conocimiento.

Material y métodos: Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica que incluyó artículos publicados en inglés o castellano, del año 2011 al 2017, y que presentasen, analizaran o validasen un sistema basado en una *app* con utilidad o diseño específico para la PCI. A su vez, se llevó a cabo una búsqueda de aplicaciones móviles en los principales mercados de aplicaciones móviles.

Conclusiones: Se encontraron 63 aplicaciones en bases de datos biomédicas y en mercados específicos de *app*, de las cuales 40 presentaban potencial utilidad en la PCI y 23 estaban diseñadas específicamente para la PCI: 11 de estas eran de carácter informativo, 3 de valoración y 9 de tratamiento. Existe un gran número de aplicaciones móviles con potencial utilidad, así como con diseño específico en el campo de la PCI. Sin embargo, pese a la cierta evidencia científica existente, la baja calidad metodológica de los artículos científicos hace que no se pueda generalizar 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

App;
Apps;
Mobile applications;
eHealth;
Cerebral palsy;
mHealth

Mobile applications in children with cerebral palsy**Abstract**

Introduction: Cerebral palsy (CP) is one of the most common developmental disorders. Technological development has enabled a transformation of the healthcare sector, which can offer more individualised, participatory, and preventive services. Within this context of new technology applied to the healthcare sector, mobile applications, or apps, constitute a very promising tool for the management of children with CP.

Objective: The purpose of this article is to perform a systematic review of the information published about various mobile applications either directly related to CP or with potential to be useful in the context of the disease, and to describe, analyse, and classify these applications.

Material and methods: A literature search was carried out to gather articles published in English or Spanish between 2011 and 2017 which presented, analysed, or validated applications either specifically designed or potentially useful for CP. Furthermore, a search for mobile applications was conducted in the main mobile application markets.

Conclusions: A total of 63 applications were found in biomedical databases and mobile application markets, of which 40 were potentially useful for CP and 23 were specifically designed for the condition (11 for information, 3 for evaluation, and 9 for treatment). There are numerous mobile applications either specifically designed for or with potential to be useful in the field of CP. However, despite the existing scientific evidence, the low methodological quality of scientific articles makes it impossible to generalise the use of these tools.

© 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 parálisis cerebral infantil (PCI) es una de las 3 discapacidades más comunes del desarrollo que prevalecen durante toda la vida¹. No puede definirse como una única enfermedad, sino que es un síndrome que engloba un grupo de trastornos heterogéneos del desarrollo del movimiento y de la postura persistentes que causan limitación en la actividad y son atribuidos a lesiones no progresivas, no inmutables, que ocurren en el cerebro inmaduro a causa de una lesión pre-, peri- o posnatal¹⁻⁴. El límite de edad después del parto es debatida, pero se acepta hasta los 2 años de vida⁵. Estos trastornos motores suelen ir acompañados por comorbilidades como la epilepsia, alteraciones de la sensibilidad, la percepción, la cognición, deterioro de la comunicación y la conducta, y por problemas musculoesqueléticos secundarios que aportan en gran medida una mayor carga en la salud de los niños y familiares^{6,7}. Por ello, se considera como la causa más frecuente de discapacidad motriz en la edad pediátrica⁸ y la segunda causa de retraso mental grave¹. La prevalencia global de parálisis cerebral (PC) se sitúa alrededor de un 1,5-3/1.000 recién nacidos vivos². Un estudio realizado en 2007 estimaba una prevalencia global de 2,4/1.000 recién nacidos vivos⁸. Gracias a estudios actuales podemos afirmar que esta prevalencia, estimada en la actualidad sobre 2,1/1.000 recién nacidos vivos⁷, se ha mantenido estable durante los últimos 10 años⁸.

Múltiples factores de riesgo y sucesos externos interactúan en una cascada que produce efectos en el feto o en el recién nacido y dan lugar a la aparición de PCI. Podemos clasificar estos factores de riesgo en prenatales, perinatales y posnatales². Los factores perinatales se sitúan como el grupo

con mayor influencia: el principal es el parto prematuro, junto con la edad de gestación y el bajo peso al nacer^{2,9,10}. Múltiples estudios realizados consideran el sexo masculino como un factor de riesgo para la PCI, ya que estiman una relación entre las tasas de prevalencia masculino-femenino alrededor del 1,4:1⁹.

Podemos clasificar la PCI según el subtipo neurológico y según varias clasificaciones funcionales. Para determinar el subtipo neurológico tendremos en cuenta la distribución topográfica de las extremidades afectadas (monoparesia, hemiparesia, tetraparesia, diparesia, tri-paresia y doble hemiparesia), síntomas y signos clínicos (espasticidad, discinesia-distonía o ataxia) y la clasificación sobre los tipos de tono muscular (normotónica, hipotónica o hipertónica)^{6,7}. La clasificación funcional *Gross Motor Function Classification System* de la PCI es la recomendada por el registro europeo de PC, *Surveillance of cerebral palsy in Europe*. Es una clasificación fiable y con significación pronóstica, que se centra más en las capacidades funcionales de los niños que en sus limitaciones².

Es importante un diagnóstico precoz, determinar las estrategias de tratamiento adecuadas y comenzar su puesta en práctica cuanto antes, ya que se ha propuesto que, en la práctica, una intervención temprana podría mejorar la eficacia del tratamiento¹¹. Entre otras, algunas señales clínicas de alerta temprana incluyen retardo en el cumplimiento de los hitos motores, convulsiones, problemas en la capacidad de succión, persistencia del puño cerrado y disminución de la tasa de crecimiento de la cabeza. No obstante, la mayoría de los casos no presentan síntomas indiscutibles desde el principio y, en la práctica actual, la mayoría de los niños con PC son diagnosticados sobre la edad de 1 o 2 años¹⁰. La

predicción mejora cuando se emplean técnicas de neuroimagen, examen neurológico y las evaluaciones neurofisiológicas. Del 70 al 90% de los niños con PC presentan anomalías en la resonancia magnética¹². Los objetivos del tratamiento deben ser precedidos por una evaluación y ser acordados entre la familia y los profesionales de la salud involucrados en su cuidado; es preciso incluir al niño cuando sea posible^{13,14}.

Durante los últimos años, con la democratización de la información, los avances en las tecnologías de la información y de la comunicación aplicadas a la salud están comenzando a modificar las metodologías tradicionales de actuación en la enfermedad neurológica¹⁵. Gracias al desarrollo de la tecnología, el sector sanitario tiene la posibilidad de transformarse para ofrecer servicios más individualizados, participativos y preventivos. Dentro de este contexto de nuevas tecnologías aplicadas al sector sanitario, el fenómeno de las aplicaciones móviles o *app* resulta muy prometedor en la PCI. A modo de ejemplo, la aplicación móvil *Saliva Tracker*, desarrollada por el Instituto de Investigación Infantil de Murdoch, ayuda a padres y cuidadores de niños con PC en el control del babeo. En esta línea, diversas entidades científicas están desarrollando herramientas de evaluación y tratamiento validadas clínicamente para educadores y profesionales de la salud en el contexto de la PCI¹⁶: son necesarios estudios que clasifiquen y analicen la evidencia científica de las aplicaciones móviles disponibles, así como las posibilidades de recomendación para familiares, profesionales y pacientes en el contexto de la PCI.

Objetivo

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

Material y métodos

Se llevó a cabo una revisión sistemática sobre aplicaciones móviles con diseño específico o utilidad en la PCI publicadas en la literatura científica. A su vez, se analizaron otras fuentes de información propias del ámbito de las aplicaciones móviles (*app markets*).

Búsqueda bibliográfica en bases de datos

Esta revisión recoge todos aquellos artículos científicos centrados en el diseño, desarrollo y evaluación de aplicaciones móviles relacionadas con la PCI. La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en 5 bases de datos: Academic Search Premier, CINAHL, Medline, Scopus y PubMed, utilizando como palabras clave: *cerebral palsy*, *app*, *mobile applications*, *tablet*, *iPad*, *eHealth* y *smartphone*.

Selección de los resultados

En cuanto a la búsqueda bibliográfica, se incluyeron aquellos artículos escritos en inglés y español de las bases de datos citadas anteriormente, publicados entre 2011 y febrero de 2017. Se excluyeron todos aquellos artículos que no presentaran una relación directa con la PCI, los que se relacionaran con aplicaciones móviles dirigidas principalmente a las dificultades del lenguaje y técnicas de comunicación aumentativa y alternativa, así como los publicados en años anteriores a 2011 o aquellos redactados en otros idiomas que no fuesen los mencionados.

Para evaluar la calidad metodológica de dichos artículos, se utilizó la escala Jadad, también conocida como sistema de puntuación de calidad de Oxford¹⁷. Es la evaluación más ampliamente utilizada en el mundo. Consiste en asignar un nivel de calidad metodológica a los diferentes estudios, mediante la obtención de una puntuación comprendida entre 0 y 5, en la que una puntuación igual o mayor a 3 puntos significa una calidad metodológica aceptable. Para obtener dicha puntuación debemos someter el artículo a 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.

Búsqueda en otras fuentes de información

De manera paralela a la búsqueda bibliográfica en la literatura científica, se llevó a cabo una búsqueda de aplicaciones móviles relacionadas con la PCI en los principales sistemas operativos de aplicaciones móviles que encontramos en el mercado: Android (Google Play), iOS (Apple Store) y Windows Phone (Windows Store). En principio, no se descartó ninguna aplicación, con independencia de su idioma o país de desarrollo. Posteriormente, se procedió a excluir aquellas que no estuvieran disponibles en inglés o en castellano. De estas, se tuvo en cuenta la utilidad terapéutica, el contenido, la calidad, el diseño y la usabilidad. Además de la búsqueda en los principales sistemas operativos, se llevó a cabo una revisión de informes técnicos ya publicados sobre *apps*^{15,18} para poder seleccionar otras *apps* con utilidad en PCI que no hubieran sido encontradas en los sistemas operativos. Por último, y como no existía una clasificación oficial para las *app* según su finalidad, se procedió a diferenciar las siguientes categorías para las aplicaciones encontradas en estos sistemas y en la búsqueda bibliográfica:

Aplicaciones con utilidad en PCI: se incluyen todas aquellas *apps* que no fueron diseñadas específicamente para PCI, pero que con su función y diseño podrían presentar alguna utilidad en el control de la enfermedad.

Aplicaciones diseñadas específicamente para PCI: se incluyen las aplicaciones diseñadas específicamente para PCI, las cuales se clasificaron en alguna de las siguientes subcategorías: a) Aplicaciones de información: ofrecen información acerca de la PCI y son de utilidad tanto para pacientes, como para familiares y cuidadores. b) Aplicaciones de valoración: permiten evaluar mediante diferentes métodos el estado de los pacientes de PCI (estado físico, funcional, rango de movimiento, el análisis de la marcha, percepción visual, motricidad fina, entre otros).

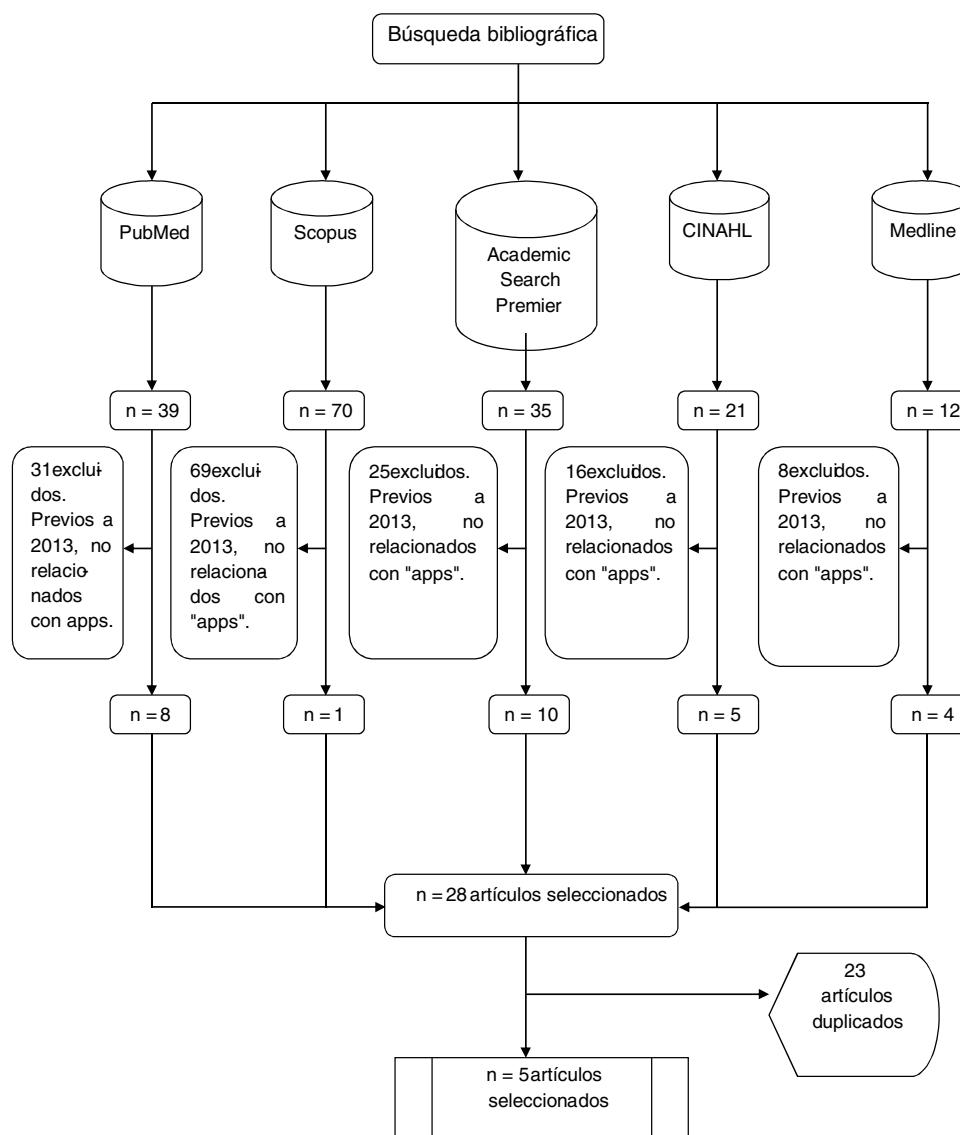


Figura 1 Diagrama de flujo.

c) Aplicaciones de tratamiento: enfocadas al abordaje de pacientes con PCI.

Debe tenerse en cuenta que una misma aplicación puede ser asignada a diferentes categorías, según sus posibilidades de uso. A su vez, las *apps* se clasificaron según el grupo al que podían estar dirigidas: profesionales, familiares o cuidadores y pacientes. Pueden estar dirigidas a más de un grupo a la vez.

Resultados

Búsqueda bibliográfica en bases de datos

En relación con los trabajos hallados en las bases de datos, se identificaron inicialmente 177 artículos, de los que 149 fueron excluidos. De los 28 artículos, tras un análisis más exhaustivo, se incluyeron definitivamente 5¹⁹⁻²³. El número de artículos encontrados en cada base de datos,

así como aquellos que fueron excluidos, se presentan en el diagrama de flujo (fig. 1). Las razones por las que se excluyeron fueron las siguientes: a) no presentar una aplicación móvil que fuera de utilidad para su uso en PCI en el ámbito sanitario²⁴⁻²⁸; b) que fueran aplicaciones de utilidad para su uso en PCI diseñadas para ordenadores y no para *smartphones* o tablets²⁹⁻³¹; c) presentar una aplicación de utilidad en PC en adulto³²; d) aplicaciones relacionadas con la comunicación aumentativa/alternativa³³; e) no ofrecer suficiente información acerca de la aplicación o del estudio³⁴.

Se evaluó la calidad metodológica de los estudios utilizando la escala Jadad y se obtuvo una calidad metodológica baja. La escala Jadad no pudo aplicarse en aquellos estudios que solo presentaban un protocolo de actuación para líneas posteriores de investigación. De los 5 artículos seleccionados, 3 se centraban en aplicaciones específicas para PCI y los 2 restantes en aplicaciones con potencial utilidad en PCI. Las características principales de los artículos incluidos en la revisión quedan reflejadas en la tabla 1.

Tabla 1 Principales características de los artículos incluidos

Artículo	Participantes	Intervención	Resultados	Puntuación Jada
Kulkarni et al. ¹⁹	N = 42 (sujetos con PCI)	Se analizó la aplicación «HipScreen», como herramienta de valoración del porcentaje de migración de la cadera en pacientes con PCI con riesgo de desarrollar displasia de cadera	Mostró una alta fiabilidad interobservador. La app tuvo una sensibilidad del 98%, valor predictivo positivo del 93% y valor predictivo negativo del 93%	1
Spittle et al. ²¹	N = 0	Se presentó un protocolo para validar «Baby Moves», una aplicación diseñada para la evaluación del movimiento general como componente adicional para identificar a los lactantes con alto riesgo de PCI u otra enfermedad del neurodesarrollo	No disponible	No aplicable
Berrezueta-Guzmán et al. ²²	N = 47 (sujetos con PCI entre 7 y 12 años)	Se evaluó una aplicación diseñada para Android con 2 módulos principales: un dispositivo electrónico que detectaba y registraba los movimientos de cabeza/mano realizados por el paciente, y una aplicación móvil para realizar los procesos de comunicación y aprendizaje	Como apoyo de la comunicación, se objetivó una reducción del tiempo requerido en las terapias, y proporcionó apoyo para estimular las habilidades motoras. El 89% de los pacientes se sintió cómodo y alcanzó los objetivos terapéuticos	0
Bertucco et al. ²³	N = 44 (16 niños con distonía, 15 niños sanos y 13 adultos sanos)	Evaluación de una herramienta para evaluar las habilidades motoras al objeto de identificar pacientes con distonía. Necesidad de sensores adicionales	Se apreció una disminución del índice de desempeño en los niños con distonía	2
Fang et al. ²⁰	N = 16 (4 con diparesia espástica y 4 con hemiparesia congénita, 8 sujetos sanos)	Evaluación de un sistema con emisión de una señal auditiva para corregir la marcha en equino. Necesidad de un sensor adicional	Utilidad en la rehabilitación de la marcha, con una tasa de falsos positivos de 1,60% y una tasa de falsos negativos 3%	1

Respecto a las aplicaciones con potencial utilidad en PCI, se incluyeron 2 artículos^{21,23}. El trabajo de Spittle et al.²¹ consistió en el diseño de un protocolo para realizar un estudio prospectivo cuya finalidad se centrará en desarrollar una herramienta llamada *Baby moves app*, aplicación diseñada para la evaluación del movimiento general para identificar a los lactantes con alto riesgo de PCI u otra enfermedad del neurodesarrollo. Actualmente no existe un estudio de validación que pueda recomendar su uso.

En el estudio de Bertucco et al.²³, se utilizó un *software* especial desarrollado para iPad, *Fitts index of performance*, para demostrar si la ley de Fitts era aplicable a una tablet con pantalla táctil tanto para niños sanos como para niños con distonía, en aras de utilizarla como herramienta diagnóstica. Los resultados proporcionaron pruebas de la

usabilidad y validez del uso de la ley de Fitts como una herramienta de diagnóstico cuantitativo en niños con distonía, y mostraron que el tiempo de movimiento y la información transmitida en relación con la precisión de la tarea se relacionaban con la edad y la gravedad de la enfermedad.

En cuanto a aquellos artículos con estudios que se centraban en aplicaciones específicas para PCI, en 2 de ellos solo participaban sujetos con PCI^{19,22}, mientras que en el trabajo de Fang et al.²⁰ participaban sujetos con PCI y sujetos con desarrollo normal. En este último, el objetivo era desarrollar una aplicación que fuera efectiva en la corrección del pie equino en niños con PCI en la rehabilitación de la marcha, que emitía una señal auditiva cuando la zancada se produce de manera incorrecta. Además, esta aplicación tenía la capacidad de mandar datos a los profesionales, a

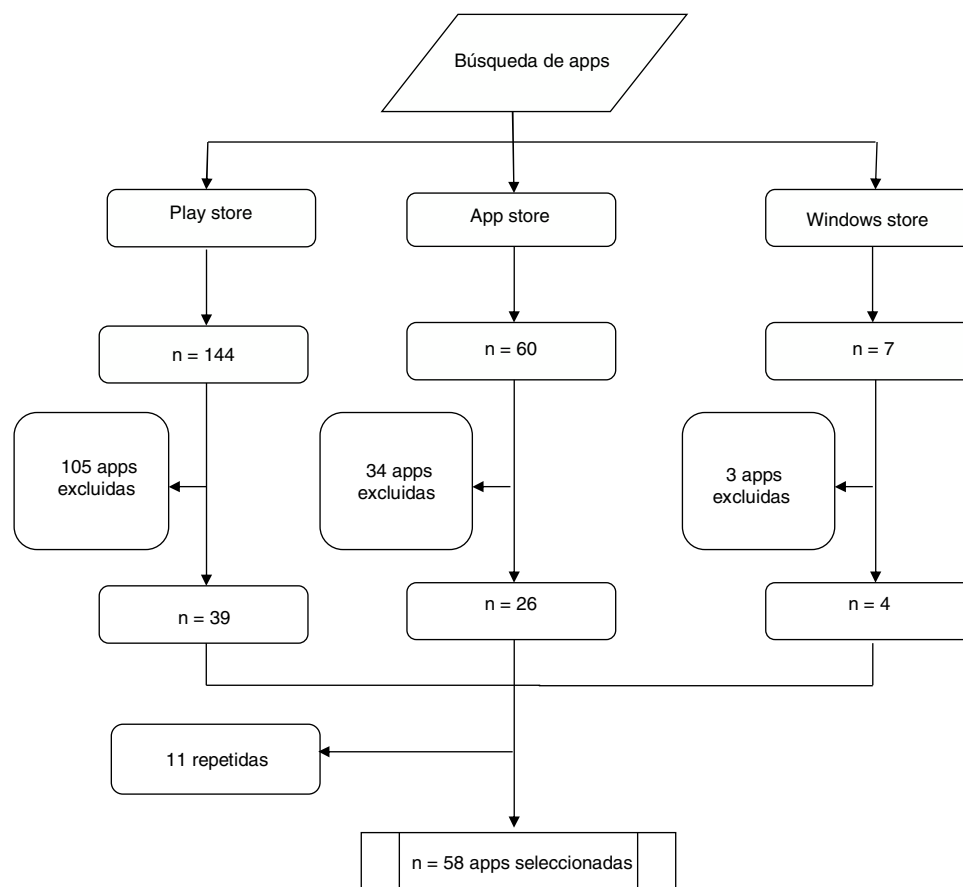


Figura 2 Resultados de la búsqueda en mercados de *app*.

padres y cuidadores. La aplicación mostró cierta utilidad en la rehabilitación de la marcha, con una tasa de falsos positivos del 1,60% y una tasa de falsos negativos del 3%. Sin embargo, la calidad metodológica del estudio fue pobre, lo cual limita recomendar su uso.

En el trabajo de Kulkarni et al.¹⁹, se analizó la utilidad en el ámbito clínico de una aplicación como herramienta para valorar el riesgo de displasia de cadera en niños con PCI. La aplicación mostró una alta efectividad para identificar el riesgo de displasia de cadera en niños con PCI, pero únicamente cuando es usada por profesionales sanitarios, con una alta fiabilidad interobservador. La *app* tuvo una sensibilidad del 98%, un valor predictivo positivo del 93% y un valor predictivo negativo del 93%. En la última de las aplicaciones específicas para PCI, en el artículo de Berrezueta-Guzmán et al.²², se analizó la utilidad de una aplicación como herramienta de comunicación y estimulación de habilidades motoras con contenido multimedia para utilizar durante las sesiones de tratamiento mediante pictogramas, como complemento de aprendizaje. Se demostró que la aplicación era efectiva para reducir el tiempo en la comunicación, en pacientes que solo tenían funcionalidad con la cabeza, durante las sesiones de tratamiento, así como para estimular las habilidades motoras. Sin embargo, la pobre calidad metodológica del estudio limitan su recomendación. Como líneas futuras de investigación, se propone desarrollar un módulo de notificación mediante vía SMS para comunicarse con los familiares y un módulo inteligente que permita

seleccionar los ejercicios y las actividades de manera automática a partir del perfil del paciente.

Según la sección anterior, podríamos clasificar las aplicaciones móviles de la siguiente manera: *Aplicaciones con potencial utilidad en PCI*: valoración de distonía²³ y evaluación electromiográfica (EMG)²¹. *Aplicaciones de valoración*: del riesgo de sufrir displasia de cadera¹⁹. *Aplicaciones de tratamiento*: entrenamiento de la marcha²⁰ y desarrollo de habilidades motoras²².

Búsqueda en otras fuentes de información

En la búsqueda realizada en los principales mercados de aplicaciones móviles se seleccionaron 58 aplicaciones disponibles con relación a la PCI. De ellas, se encontraron 15 disponibles para dispositivos Apple, 31 para dispositivos Android y solo una aplicación estaba disponible para dispositivos Windows Phone. Otras 8 aplicaciones se encontraban disponibles tanto para dispositivos Android como Apple, 2 se encontraban disponibles en Apple y Windows Phone y una estaba disponible en los 3 mercados. En la [figura 2](#) se describe el proceso de búsqueda.

Respecto al precio, 36 son gratuitas y 16 de pago; 6 constan de una versión gratuita con ciertos contenidos de pago, o una versión beta gratuita y una premium de pago. Respecto al idioma en el que estaban disponibles, 32 están únicamente en inglés, 18 en castellano y 8 están

disponibles en ambos idiomas. Teniendo en cuenta el tipo de usuario al que se dirigen, 25 de ellas están pensadas para pacientes de PCI, 12 para profesionales y 5 únicamente para familiares y cuidadores; 8 están pensadas para ser usadas tanto por familiares como pacientes, 3 para pacientes y profesionales y 5 para ser usadas por familiares y profesionales.

Respecto a la clasificación anteriormente descrita, se dividieron en las siguientes categorías: 38 tenían una potencial utilidad en PCI, aunque no estaban específicamente diseñadas para esta enfermedad y 20 habrían sido diseñadas específicamente para la PCI (fig. 3). El resumen con las características principales de estas aplicaciones móviles (nombre, plataforma, precio, breve descripción, destinatarios, clasificación e idioma) se muestra en la tabla 2.

Dentro de las aplicaciones con potencial utilidad en PCI, encontramos 7 aplicaciones dirigidas a informar a los profesionales sobre diversas enfermedades neurológicas; dentro de estas cabe destacar *Baby's Motor Milestones*, por su especial relevancia, ya que aporta información sobre los hitos del desarrollo motor del bebé. Hay 5 apps centradas en el desarrollo de las habilidades motoras, 2 centradas en el desarrollo de la coordinación, 2 centradas en aportar ejercicios dirigidos al fortalecimiento y solo una dirigida a aportar información sobre escalas de valoración. Entre las restantes, encontramos las destinadas a proporcionar información sobre educación especial, sobre los estilos de vida, otra app dirigida a la epilepsia, a mejorar la concentración, la coordinación óculo-manual y la motricidad fina, la percepción visual y auditiva, y *Swallow Prompt* como herramienta para controlar el babeo.

En el grupo de aplicaciones específicas para la PCI, se encontraron 11 especialmente dirigidas a aportar información sobre la enfermedad o sobre aspectos relacionados con esta; 2 enfocadas a la valoración: una para valorar el riesgo de luxación de cadera y otra para aportar datos a un estudio para valorar información sobre PCI. Las 7 restantes se corresponden a aplicaciones enfocadas al tratamiento de la PCI, principalmente mediante juegos dirigidos a mejorar diferentes habilidades de forma global, como son las motoras, la atención, la percepción visual y auditiva, entre otras, y a facilitar el aprendizaje de forma complementaria a las sesiones de rehabilitación o durante ellas. Otras 2 apps están dirigidas al fortalecimiento de los músculos: *Ped PT Strengthening Ex-Abs* y *Ped PT Strengthening Ex-Back*. Y por último, *CPTOys app*, la cual está dirigida al tratamiento específico de la extremidad superior: en ella se pueden individualizar los programas de tratamiento según las características de cada niño.

Ninguna de las aplicaciones encontradas en la búsqueda en otras fuentes de información se correspondió con las encontradas en la búsqueda bibliográfica, hecho que debería ser determinante para la recomendación de una app sanitaria. Sin embargo, encontramos la aplicación llamada *CPUP Hip Score*, dirigida a la valoración del riesgo de luxación de la cadera, que se asemeja a la desarrollada por Kulkarni et al.¹⁹.

En total, entre ambas búsquedas, se encontraron 63 aplicaciones, de las cuales 40 se clasificaron con potencial utilidad en PCI y 23 especialmente diseñadas para la PCI:

11 apps eran de información sobre PCI, 3 de valoración y 9 de tratamiento.

Discusión

La presente revisión sistemática encontró 63 aplicaciones móviles, de las cuales 40 se clasificaron con potencial utilidad y 23 estaban especialmente diseñadas para la PCI: 11 eran de información sobre PCI, 3 de valoración y 9 de tratamiento.

Durante la última década, una parte emergente en el cuidado de los problemas de salud han sido las tecnologías de la información y la comunicación³⁵. La Organización Mundial de la Salud definió el uso de estas tecnologías para la salud como *eHealth*³⁶. La *mHealth* o salud móvil es la interpretación más avanzada de la *eHealth*³⁷, ya que ha existido una rápida expansión del uso del móvil en el ámbito de la salud, o aplicaciones de asistencia sanitaria en dispositivos móviles³⁸ y continúa experimentando un crecimiento exponencial³⁹. Esta *mHealth* se define como el uso de tecnologías inalámbricas móviles para la salud pública, lo que refleja la creciente importancia de este recurso para la prestación de servicios de salud y salud pública debido a su facilidad de uso, amplio alcance y amplia aceptación³⁶. El éxito de las aplicaciones en salud podría residir en que aumentan el acceso a la información sobre los comportamientos de salud, servicios, habilidades y manejo de la enfermedad. Además, facilitan la recopilación de la información sobre los pacientes a los profesionales, lo que ayuda en la detección temprana de enfermedades^{36,40}. También facilitan la comunicación con los profesionales sanitarios, dando lugar a un nuevo tipo de relación sanitario-paciente o familia-paciente, lo que supondría numerosos beneficios para ambos, desde optimizar los tiempos de consulta hasta mejorar la adherencia terapéutica y la monitorización crónica del paciente⁴⁰.

Entre 2015 y principios de 2016, se calcularon unas ventas totales de unos 1.600 millones entre las numerosas empresas de *smartphones*, con Google Android y Apple iOS a la cabeza, que controlaron el 97,8% del mercado. Como se observa, el alcance del móvil es mayor que nunca y las conclusiones del informe Cisco VNI Mobile lo demuestran: en él se afirma que en 2020 habrá 11.600 millones de dispositivos conectados (*smartphones*, tablets y portátiles), de los cuales el 72% serán inteligentes⁴⁰. Consecuentemente, ha aumentado el número de aplicaciones disponibles en los principales mercados, con más de 2 millones de apps entre las que aparecen en Google Play Store y Apple Store⁴¹. De estas apps, unas 97.000 estarían dedicadas a la salud y la medicina¹⁸.

Según el estudio de Broekman et al.⁴², las tasas de crecimiento de las aplicaciones móviles dirigidas a la infancia han experimentado un crecimiento exponencial durante los últimos años; de hecho, entre 2009 y 2011 se registró la mayor tasa de crecimiento, ya que el 58% de las aplicaciones (*top 100-selling*) estaban dirigidas a niños. En esta etapa, los padres juegan un papel clave en la selección y uso de aplicaciones para sus hijos; sin embargo, hasta la fecha, sabemos muy poco sobre la priorización de las necesidades de los padres en las apps. El Instituto de Investigación Infantil de

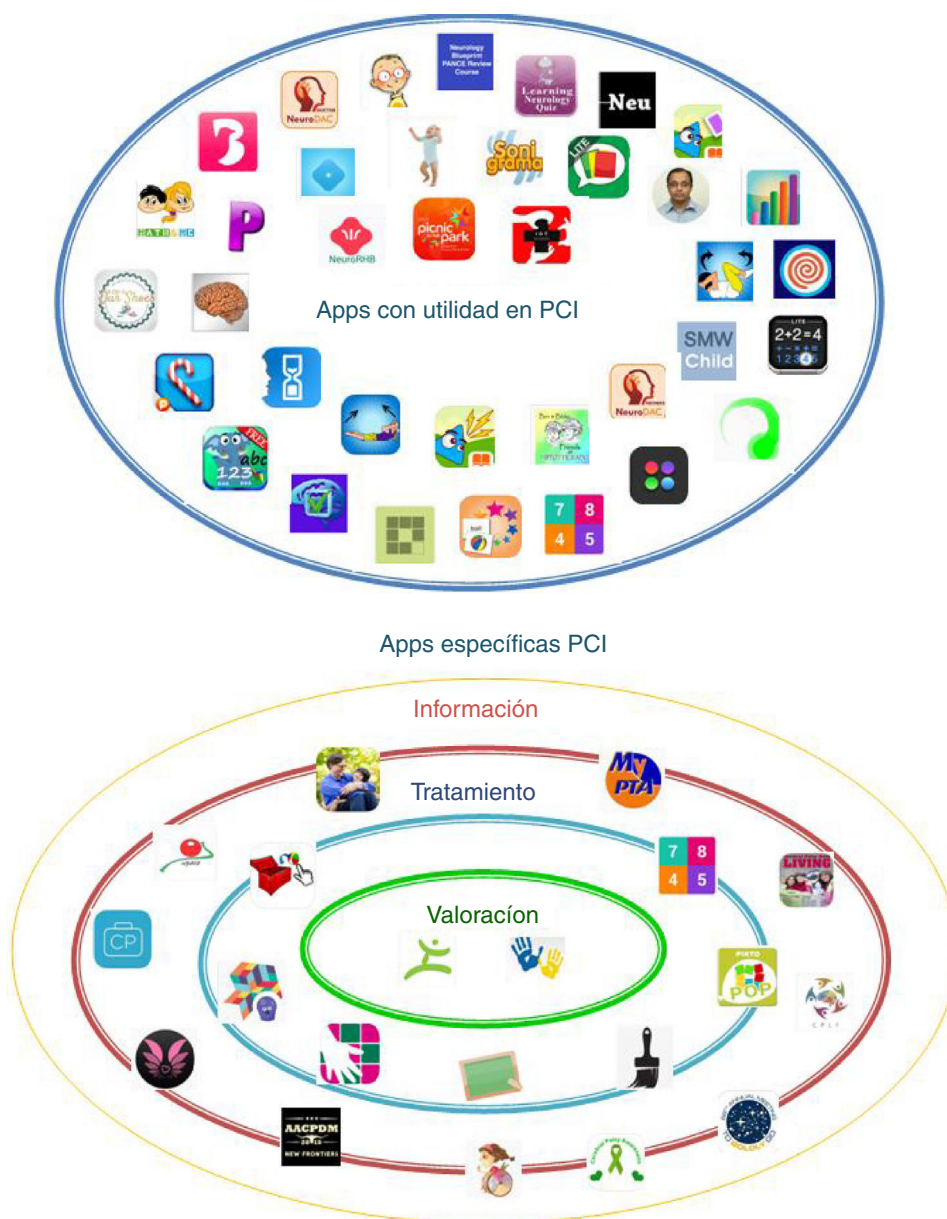


Figura 3 Representación gráfica de las *app* en el contexto de la PCI.

Murdoch ha desarrollado un proyecto de salud en hospitales pediátricos con el objetivo de incluir herramientas de *mHealth* que ayuden a diagnosticar, monitorizar la enfermedad, aumentar la participación del paciente y mejorar la adherencia al tratamiento farmacológico/rehabilitación en algunas enfermedades, como las del espectro autista y la PCI⁴³.

En el presente trabajo se han incluido aquellas aplicaciones publicadas en bases de datos biomédicas, así como aquellas clasificadas dentro de los mercados de *apps* en el contexto de la PCI. 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 a ejercitar la motricidad fina, la coordinación óculo-manual o que aporten información a padres o cuidadores— que no hayan sido analizadas debido a su difícil

categorización y a la actualización constante del mercado. En este mismo aspecto, debido a la heterogeneidad de los trastornos que recoge el término PCI y a las comorbilidades asociadas, es probable que existan otras *apps* útiles en este ámbito —como aquellas dedicadas al control de la epilepsia, alteraciones de la comunicación y de la conducta— que no hayan sido analizadas. Según el informe Doctoralia⁴⁴ sobre salud e Internet publicado en 2015, las aplicaciones más utilizadas por la población son las dedicadas a aportar 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 parecen corresponder con los obtenidos mediante la búsqueda en los principales mercados de *apps*, ya que el número de *apps* informativas superaba al resto de aplicaciones, tanto en el grupo de *apps* específicas para PCI como en el grupo de *apps* con potencial utilidad. No

Tabla 2 Principales características de las aplicaciones móviles en la PCI

Nombre	Plataforma	Precio	Breve descripción	Usuarios	Clasificación	Idioma
AACPDM 2015 (American Academy for Cerebral Palsy and Developmental Medicine)	Android	Gratuita	Información sobre el congreso, temas de discusión e interacción en tiempo real	Profesionales	Información	EN
AACPDM 68th Annual Meeting	iOS	Gratuita	Reunión anual de la Academia Americana de Parálisis Cerebral y Medicina del Desarrollo (AACPDM)	Profesionales	Información	ES/EN
A day in our shoes	Android	Gratuita	Información sobre educación especial, temas legislativos y ayudas. Comunicación entre padres	Familiares	Apps con utilidad en PCI	EN
Baby's motor milestones	Android	Gratuita	Hitos del desarrollo motor del bebé	Pacientes y profesionales	Apps con utilidad en PCI	EN
Ben & Blake at hippotherapy!	Android	1,56 €	Información sobre hipoterapia	Familiares y pacientes	Apps con utilidad en PCI	EN
Birdhouse-for special needs	Android	Gratuita con contenidos de pago	Organizar información médica, terapias e intervenciones	Familiares	Apps con utilidad en PCI	EN
Candy cards	iOS	0,99 €	Desarrollo de la capacidad motora mediante el juego	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	EN
Cerebral palsy	iOS, Android y Windows Phone	Gratuita	Información sobre PCI. Aplicación oficial de la fundación Parálisis Cerebral Lanka (CPLF). Conecta con otras organizaciones del mundo	Familiares y profesionales	Información	EN
Cerebral palsy daily living	iOS	Gratuita con contenidos de pago	Guía sobre PCI con imágenes y vídeos	Pacientes, familiares y cuidadores	Información	EN
CPL picnic in the park	iOS	Gratuita	Dibujos animados con fines educativos en hábitos saludables	Pacientes y familiares	Apps con utilidad en PCI	EN
CP passport	iOS y Android	Gratuita	Permite guardar información sobre medicamentos, dosis, sesiones de fisioterapia, entre otros	Pacientes	Información	EN
CPTOYS app	iOS	2,99 €	Tratamiento del miembro superior específico e individualizado	Profesionales y familiares	Tratamiento	ES/EN
CPUP Hip Score	Android	Gratuita	Valora el riesgo de luxación de cadera	Profesionales	Valoración	EN
Daño cerebral	Android	Gratuita	Tratamiento y entendimiento de una enfermedad	Pacientes y profesionales	Apps con utilidad en PCI	ES
DigiColor Calculator	Android	Gratuita. Algunos extras son de pago	Mejora el reconocimiento visual de números	Pacientes	Tratamiento	ES
Dr Vivek Dutt Paeds Ortho Doc	Android	Gratuita	Consulta en tiempo real de información	Familiares	Apps con utilidad en PCI	EN

Tabla 2 (continuación)

Nombre	Plataforma	Precio	Breve descripción	Usuarios	Clasificación	Idioma
Dromnibus	Android	Gratuita	Pautas para el desarrollo de habilidades básicas	Profesionales y familiares	Apps con utilidad en PCI	EN
Guía de parálisis cerebral para niños	IOS	2,99 €	Información de manera sencilla con consejos diarios para obtener estímulo	Pacientes	Información	EN ES
iOT Session	Android	Gratuita	Tratamiento de diversas áreas: coordinación bilateral, motricidad fina, entre otros. Permite a los familiares registrar la evolución	Pacientes y familiares	Apps con utilidad en PCI	EN
iSecuencias	iOS y Android	2,69 €	Aprendizaje en hábitos saludables de autonomía personal	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	ES
Just say hi	iOS y Windows Phone	Gratuita	Información. Vídeos sobre discapacidad	Pacientes y familiares	Apps con utilidad en PCI	EN
La calle de Renata	Android	Gratuita	Ayuda a entender la discapacidad y, en concreto, la parálisis cerebral	Pacientes	Información	ES
Learning Neurology Quiz	Android	1,45 €	Aprender o revisar cuestiones sobre neurología	Profesionales	Apps con utilidad en PCI	EN
Learny PCI o plataforma PCI	iOS y Android	Gratuita	Plataforma educativa enfocada al aprendizaje y rehabilitación	Pacientes	Tratamiento	ES
Match it fun	IOS	0,99 €	Mejorar habilidades básicas	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	EN
Math&Me	Android	Gratuita	Juego matemático específico para niños con discapacidad intelectual y física	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	EN
Myepilepsydiary	iOS y Android	Gratuita	Diario sobre epilepsia	Familiares y pacientes	Apps con utilidad en PCI	ES
My PTA	Android	Gratuita	Información sobre tratamiento de fisioterapia	Familiares y cuidadores	Información	EN
Neon Dodge	Android	Gratuita	Juegos para desarrollar aspectos motores	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	ES
NeuroDAC members	Android	Gratuita	Consejos sobre diagnóstico y tratamiento	Profesionales	Apps con utilidad en PCI	EN
NeuroDAC Doctor	Android	Gratuita	Proporciona a los médicos acceso a datos clínicos de sus pacientes	Profesionales	Apps con utilidad en PCI	EN
NeuroAttention	Android	Gratuita	Mejora la concentración	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	EN
Neurología	Windows Phone	Gratuita	Información sobre enfermedades neurológicas	Profesionales	Apps con utilidad en PCI	ES
Neurología en preguntas cortas	Android	Gratuita	Información sobre enfermedades neurológicas	Profesionales	Apps con utilidad en PCI	ES
Neurology PANCE review course	Android	18,99 €	Información sobre enfermedades neurológicas	Profesionales	Apps con utilidad en PCI	EN

Tabla 2 (continuación)

Nombre	Plataforma	Precio	Breve descripción	Usuarios	Clasificación	Idioma
NeuroScores app	iOS y Android	Gratuita	Escalas utilizadas en evaluación neurológica	Profesionales	Apps con utilidad en PCI	ES
Palabras especiales	iOS	12,99 €	Amplía el vocabulario, desarrolla la coordinación ojo-mano y motricidad fina	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	EN/ES
Panther Math Paper Lite	iOS	9,99 €	Entrenamiento en cálculo matemático	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	EN
Parálisis cerebral: Burns, atención primaria y pediatría	iOS	2,99 €	Autoaprendizaje y compresión de la PCI	Profesionales y familiares	Información	EN/ES
Pediatric Physical Therapy exercises-abdominals	IOS y Android	Gratuita con contenidos de pago	Ejercicios de fortalecimiento de zona abdominal con imágenes: 10 gratuitos y 52 de pago	Profesionales	Apps con utilidad en PCI	EN/ES
Pediatric physical therapy strengthening-exercises-back	IOS	Gratuita con contenidos de pago	Ejercicios de fortalecimiento de los músculos de la espalda: 10 gratuitos y el resto de pago	Pacientes y profesionales	Apps con utilidad en PCI	EN
Picto cuento	Android	Gratuita	Pictogramas para mejorar la atención y motivación	Pacientes y familiares	Apps con utilidad en PCI	ES
Picture Pusher	iOS	0,99 €	Mejorar motricidad fina	Pacientes	Tratamiento	EN
PiktoPop: explotar globos	Android	Gratuita	Entrenamiento de habilidades cognitivas y del neurodesarrollo	Pacientes	Tratamiento	ES
Piktosaac Pictogramas Autismo	Android	Gratuita	Pictogramas para facilitar la educación y estimulación lingüística	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	ES
Pinf Hry Launcher	IOS y Windows Phone	Gratuita	Juegos para mejorar la memorización, reconocimiento de colores, la escritura, entre otros	Pacientes	Tratamiento	EN/ES
Preescolar juegos en español	Android	Gratuita	Aprender abecedario, ortografía, vocabulario y matemáticas básicas	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	ES
Series 1	Android	Gratuita	Desarrollo de habilidades: motricidad fina, percepción visual, entre otros	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	ES
Show me where: Child-paid	Android	8,99 €	Imágenes pictóricas para indicar dónde y cómo es el dolor	Familiares y profesionales	Apps con utilidad en PCI	EN
Sonigrama	Android	Gratuita	Juego para estimular la atención visual y auditiva	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	ES
Speech cards lite	IOS	Gratuita con contenido de pago	Flashcards para aumentar la comunicación, el vocabulario y la compresión	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	EN
Swallow prompt	IOS	0,99 €	Ayuda a controlar el babeo	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	ES/EN
Swith access trainer	iOS	Gratuita	Entrenamiento de las habilidades motoras	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	EN

Tabla 2 (continuación)

Nombre	Plataforma	Precio	Breve descripción	Usuarios	Clasificación	Idioma
TherApp	Android	Gratuita	Estudio de niños con PCI	Profesionales	Valoración	ES
The Paige Project	IOS y Android	Gratuita	Guía para cuidadores y acceso a página para colaborar con la asociación	Familiares, cuidadores y población general	Información	EN
TiltPaint	Android	Gratuita	Desarrollo motor de las manos mediante la realización de dibujos	Pacientes	Tratamiento	EN
UPACE San Fernando	Android	Gratuita	Asociación de pacientes con PCI	Pacientes y familiares	Información	ES
Zap it fun	iOS	0,99 €	Entrenamiento de la atención y la coordinación ojo-mano	Pacientes	Apps con utilidad en PCI	EN

EN: inglés; ES: español.

obstante, estos datos no se corresponden con la búsqueda bibliográfica realizada, ya que los resultados reportados no mostraron ninguna aplicación cuyo objetivo principal fuese la información, por lo que otro de los problemas respecto a la información sobre *mHealth* es su veracidad.

En referencia a la búsqueda bibliográfica realizada, los resultados obtenidos indican que los dispositivos móviles son útiles para realizar ciertas pruebas de valoración, como medir el riesgo de displasia de cadera en niños con PCI¹⁹ o llevar a cabo una distinción entre niños sanos y niños con distonía, gracias a la precisión de las pantallas táctiles²³, aunque la baja calidad metodológica de los estudios limita su recomendación rutinaria. También se pretenden desarrollar aplicaciones cuya finalidad principal sea proporcionar un apoyo en el diagnóstico, tanto de PCI como en otras enfermedades del neurodesarrollo²¹. Sin embargo, todos estos datos deben ser tomados con cautela, pues el diseño metodológico y la calidad de los estudios en la mayoría de las ocasiones es muy pobre.

La *Food and Drug Administration's* (FDA) reconoce que la progresión hacia la salud digital ofrece el potencial para una mejor y más eficiente atención al paciente y mejores resultados de salud. Para lograr este objetivo se requiere que muchos dispositivos médicos sean interoperables con otros tipos de dispositivos y con diversos tipos de tecnología de información de salud⁴⁵, lo que podría explicar el uso de sensores adicionales, como en 2 de las *apps* estudiadas en la presente revisión^{20,23}. A pesar de que uno de los grandes problemas de las *apps* es la falta de una legislación efectiva de seguridad, los pacientes parecen sentirse seguros y cómodos aportando información sobre su salud a través de una aplicación o herramienta web^{16,45}.

Por otra parte, aunque algunas de las aplicaciones han sido desarrolladas por fundaciones o asociaciones especializadas en PCI como UPACE San Fernando y la aplicación oficial de la Fundación Parálisis Cerebral Lanka (*app cerebral palsy*), muchas de ellas carecen de la aprobación de organismos que respalden su uso. En este sentido, existen guías para desarrolladores y usuarios acerca de las normas de regularización del sector realizadas por la FDA⁴⁶ de los Estados Unidos. El principal problema

con esta propuesta es que la constante innovación de las aplicaciones *mHealth* dificulta una aprobación lo suficientemente rápida de la FDA para que se mantenga actualizada⁴⁶.

En relación con los resultados obtenidos, el presente estudio muestra que existen diferentes aplicaciones para PCI, pero muy pocas han sido validadas científicamente, por lo que existe un interesante campo de investigación. Existen otras revisiones bibliográficas enfocadas a describir las aplicaciones móviles en otras enfermedades o áreas, así como su eficacia. El trabajo de Juárez-Giménez³⁹ en 2014 consistía en una revisión sobre la posible eficacia de las *apps* como herramientas de consulta farmacoterapéutica y la mejora en la adherencia al tratamiento farmacológico prescrito; se concluyó que podría mejorar principalmente la adherencia al tratamiento farmacológico, debido a la fácil accesibilidad y el bajo coste, pero su escasa evidencia limita su uso: hasta la fecha se considera como una posible estrategia de recomendación. En el año 2017, la revisión de Linares-del Rey et al.⁴⁷ recogió las *apps* diseñadas para pacientes con enfermedad de Parkinson. El número de *apps* registrado fue realmente amplio, con un gran número de ellas de organizaciones y fundaciones. Sin embargo, la escasa evidencia y la ausencia de un método adecuado de evaluación hacen que no se pueda generalizar su uso. El reciente informe de Leijdekkers⁴⁶ afirmaba que la *mHealth* formaría parte de una posible solución para abordar cambios en la prestación de la atención sanitaria y, particularmente adecuados, para la prevención y el tratamiento de enfermedades crónicas, por lo que los resultados de esta revisión podrían estar en la misma línea.

El presente estudio presenta una serie de limitaciones. En primer lugar, el número de bases de datos consultadas podría no haber sido el suficiente. En cuanto a los criterios de búsqueda seleccionados, solo se seleccionaron como idiomas el inglés y el español. Asimismo, el mercado de las *apps* está en constante cambio y evolución, por lo que puede que no hayan sido registradas todas las aplicaciones o que existan nuevas *apps* aparecidas desde el momento de la publicación del presente trabajo en el contexto de la PCI.

Conclusiones

La presente revisión sistemática encontró 63 aplicaciones en bases de datos biomédicas y en mercados específicos de *apps*, de las cuales 40 presentaban potencial utilidad en la PCI y 23 estaban diseñadas específicamente para la PCI; 11 de estas eran de carácter informativo, 3 de valoración y 9 de tratamiento.

Existe un gran número de aplicaciones móviles con potencial utilidad, así como con diseño específico en el campo de la PCI. Sin embargo, pese a la cierta evidencia científica existente, la baja calidad metodológica de los artículos científicos hace que no se pueda generalizar su uso.

Los potenciales beneficios y riesgos asociados a la *mHealth* hacen que sean necesarias investigaciones futuras en este campo, así como la existencia de una regulación de los organismos pertinentes que garantice su fiabilidad y la seguridad en la implantación y utilización, tanto por profesionales sanitarios, como por padres, cuidadores y pacientes con PCI, en aras de garantizar su eficacia como herramienta coadyuvante en el diagnóstico o tratamiento.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Bibliografía

- Sulaiman NH, Ghazali M. Learning through playing for children with cerebral palsy. *J Teknologi*. 2016;78(2–2):63–72.
- Campistol-Plana J, Arroyo HA, Póo Argüelles P, Ruggieri V. *Neurología para pediatras: enfoque y manejo práctico*. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2011.
- Blair E. Epidemiology of the cerebral palsies. *Orthop Clin North Am*. 2010;41:441–55.
- Bosanquet M, Copeland L, Ware R, Boyd R. A systematic review of tests to predict cerebral palsy in young children. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55:418–26.
- Koman LA, Smith BP, Shilt JS. Cerebral palsy. *Lancet*. 2004;363:1619–31.
- Colver A, Fairhurst C, Pharoah P. Cerebral palsy. *Lancet*. 2014;383:1240–9.
- Oskoui M, Gazzellone M, Thiruvahindrapuram B, Zarrei M, Andersen J, Wei J, et al. Clinically relevant copy number variations detected in cerebral palsy. *Nat Commun*. 2015;6:7949.
- Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jette N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2016;55:509–19.
- Mcintyre S, Taitz D, Keogh J, Goldsmith S, Badawi N, Blair E. A systematic review of risk factors for cerebral palsy in children born at term in developed countries. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55:499–508.
- Herskind A, Greisen G, Nielsen JB. Early identification and intervention in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2015;57:29–36.
- Granild JB, Rackauskaite G, Flachs EM, Uldall P. Predictors for early diagnosis of cerebral palsy from national registry data. *Dev Med Child Neurol*. 2015;57:931–5.
- Lee RW, Poretti A, Cohen JS, Levey E, Gwynn H, Johnston MV, et al. A diagnostic approach for cerebral palsy in the genomic era. *Neuromolecular Med*. 2014;16:821–44.
- Strobl W, Theologis T, Brunner R, Kocer S, Viehweger E, Pascual-Pascual I, et al. Best clinical practice in botulinum toxin treatment for children with cerebral palsy. *Toxins*. 2015;7:1629–48.
- Shamsoddini A, Amirsalari S, Hollisaz M, Rahimnia A, Khatibi-Agha A. Management of spasticity in children with cerebral palsy. *Iran J Pediatr*. 2014;24:345–51.
- Sánchez-Rodríguez MT, Collado-Vázquez S, Martín-Casas P, Cano-de la Cuerda R. *Neurorehabilitation and app: A systematic review of mobile applications*. Neurologia. 2017 (En prensa).
- Petris A, Macleod P, Dromey J. Technology convergence. *Australas Biotechnol*. 2016;26:26.
- Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJ, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: Is blinding necessary? *Control Clin Trials*. 1996;17:1–12.
- Mugarza, F., Informe *app* salud en español. En: Informe de las mejores 50 *app* de salud en español. The App Intelligence. Madrid: Zeltia; 2011.
- Kulkarni V, Davids J, Bagley A. Smartphone app for community-based hip surveillance program for children with cerebral palsy: A preliminary study. *Dev Med Child Neurol*. 2016; 58:64.
- Pu F, Fan X, Yang Y, Chen W, Li S, Li D, et al. Feedback system based on plantar pressure for monitoring toe-walking strides in children with cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehab*. 2014;93:122–9.
- Spittle A, Olsen J, Kwong A, Doyle L, Marschik P, Einspieler C, et al. The Baby Moves prospective cohort study protocol: Using a smartphone application with the General Movements Assessment to predict neurodevelopmental outcomes at age 2 years for extremely preterm or extremely low birthweight infants. *BMJ Open*. 2016;6:e013446.
- Berrezueta-Guzmán J, Coronel-Maldonado F, Serpa-Andrade L, Robles-Bykbaev V. A didactic transmitter to support the communication and learning process of children with cerebral palsy. *MATEC Web of Conferences*. 2016;42:5004.
- Bertuccio M, Sanger T. Speed-accuracy testing on the Apple iPad (R) provides a quantitative test of upper extremity motor performance in children with dystonia. *J Child Neurol*. 2014;29:1460–6.
- Lin C, Lin M, Chen S. Motion sensing technology on rehabilitation for children with physical disabilities. *Lect Notes Comput Sci*. 2013;8011:500–7.
- Condado PA, Lobo FG. A System for Controlling Assisted Living Environments Using Mobile Devices. *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*. Lisbon, Portugal; 2015. p. 33–38.
- Gulmans J, Vollenbroek-Hutten M, van Gemert-Pijnen L, van Harten W. A web-based communication system for integrated care in cerebral palsy: Experienced contribution to parent-professional communication. *Int J Integ Care*. 2012;12:e9.
- Imms C, Wallen M, Elliott C, Hoare B, Randall M, Greaves S, et al. Minimising impairment: Protocol for a multicentre randomised controlled trial of upper limb orthoses for children with cerebral palsy. *BMC Pediatr*. 2016;16:70.
- Godinho R, Condado PA, Zacarias M, Lobo FG. Improving accessibility of mobile devices with EasyWrite. *Behav Inf Technol*. 2015;34:135–50.
- Kurschl W, Augstein M, Stitz H. A user modelling wizard for people with motor impairments. *ACM*. 2013:541–50.
- Martín-Ruiz M, Maximo-Bocanegra N, Luna-Oliva L. A virtual environment to improve the detection of oral-facial malfunction in children with cerebral palsy. *Sensors*. 2016;16:444.
- Ramón JM, Perales FC, Amengual E. Integration of EEG-based brain computer interfaces in serious games. *ITA*. 2013:367–70.
- Borges L, Filgueiras L, Maciel C. A customized mobile application for a cerebral palsy user. *ACM*. 2013:6–7.
- Tong J, Zhang P, Xiao R, Ding L. The portable P300 dialing system based on tablet and Emotiv Epoc headset. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2015;2015:566–9.

34. Galarraga O, Vigneron V, Dorizzi B, Khouri N, Desailly E. Predicting postoperative knee flexion during gait of cerebral palsy children. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2015;18:1940–1.
35. Davis T, DiClemente R, Prietula M. Taking mHealth Fforward: Examining the core characteristics. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2016;4:e97.
36. World Health Organization. eHealth [consultado 15 jun 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/topics/ehealth/en/>.
37. Abrahamyan S, Balyan S, Muradov A. Development of m-health software for people with disabilities. 2016;9790: 468–79.
38. Yang CC. *Intelligent systems for security informatics*. 1.^a ed. Amsterdam: Elsevier/Academic Press; 2013.
39. Juárez-Giménez JC. Apps farmacológicas para el paciente. *Farm Hosp.* 2014;204:33.
40. Morera EP, de la Torre-Díez I, García-Zapirain B, López-Coronado M, Arambarri J. Security recommendations for mHealth app: Elaboration of a developer's guide. *J Med Syst.* 2016;40: 152.
41. Ditrendia, Informe Mobile en España y en el mundo 2015, 2015 [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.ditrendia.es/wp-content/uploads/2015/07/Ditrendia-Informe-Mobile-enEspa%C3%B1a-y-en-el-Mundo-2015.pdf>.
42. Broekman FL, Piotrowski JT, Beentjes HW, Valkenburg PM. A parental perspective on *app* for young children. *Comput Hum Behav.* 2016;63:142–51.
43. Macleod P, Dromey J. Digital health at the Murdoch children's research institute. A new model for the convergence of health and technology. *Australas Biotechnol.* 2015;25: 14–5.
44. Doctoralia. Primer informe Doctoralia: salud e Internet 2015. 2015 [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://insights.doctoralia.es/informe-doctoralia-sobresalud-e-Internet-2015/>.
45. Food and Drug Administration's. The mobile medical applications. Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff, 2015 [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM263366.pdf>.
46. Leijdekkers P, Gay V. Mobile *app* for chronic disease management: Lessons learned from myFitnessCompanion. *Health Technol.* 2013;3:111–8.
47. Linares-del Rey M, Vela-Desojo L, Cano-de la Cuerda R. Aplicaciones móviles en la enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática. *Neurología.* 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nrl.2017.03.006> (En prensa) [Epub ahead of print].