



## Original

# Implementación de una app de cuidados perioperatorios en cirugía torácica electiva



Carlos A Fraile Olivero<sup>a,\*</sup>, José R Jarabo Sarceda<sup>a</sup>, Elena Fernández Martín<sup>a</sup>, Passio Santos Capa<sup>b</sup>, Pedro D Arribas Manzanal<sup>b</sup>, Ana M Gómez Martínez<sup>a</sup>, Joaquín Calatayud Gastardi<sup>a</sup> y Florentino Hernando Trancho<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Cirugía Torácica, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

<sup>b</sup> Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 6 de octubre de 2021

Aceptado el 26 de enero de 2022

On-line el 9 de marzo de 2022

## Palabras clave:

Complicaciones postoperatorias

Ejercicio preoperatorio

Ejercicios respiratorios

Aplicación móvil

Encuestas y cuestionarios

Cuidados perioperatorios

## RESUMEN

**Introducción:** La inconsistencia en el diseño e implementación de los programas de cuidados perioperatorios limita su universalización, y es aquí donde las tecnologías en salud pueden estandarizar estos procesos. El objetivo del estudio es crear una app para smartphone con un programa de cuidados perioperatorios, implementarla en un grupo de pacientes programados para un procedimiento quirúrgico torácico y evaluar su utilización.

**Métodos:** Estudio prospectivo y descriptivo. Se creó una app (Fissios App) que contiene 40 recomendaciones perioperatorias y un programa de 10 ejercicios de fisioterapia respiratoria. A los pacientes se les recomendó utilizarla antes y después de la cirugía; para medir su utilización se creó y se aplicó un cuestionario. Se realizó un análisis descriptivo de las variables de los pacientes, las respuestas del cuestionario y se evaluó su asociación.

**Resultados:** Se incluyeron 131 pacientes, el 60,3% eran varones con una mediana de edad de 62 años (51-71), y el 26,72% habían completado estudios secundarios. El 89,3% resaltaron la facilidad para descargar y configurar la app. Más del 90% de los pacientes valoraron positivamente la claridad para explicar los ejercicios respiratorios y las recomendaciones perioperatorias. Ciento cuatro (79,4%) pacientes destacaron la contribución del uso de la app para afrontar el postoperatorio.

**Conclusiones:** Se creó una app (Fissios App) con un programa de cuidados perioperatorios y se implementó satisfactoriamente sin importar la edad ni el nivel educativo de los pacientes. La herramienta explica claramente la información contenida, y su uso antes de la cirugía les ayudó a afrontar el postoperatorio, con un nivel adecuado de exigencia física y de tiempo de uso.

© 2022 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [carlosalfredo.fraile@salud.madrid.org](mailto:carlosalfredo.fraile@salud.madrid.org) (C.A. Fraile Olivero).

<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2022.01.023>

0009-739X/© 2022 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Implementation of a perioperative care App in elective thoracic surgery

### ABSTRACT

#### Keywords:

Postoperative complications  
Preoperative exercise  
Breathing exercises  
Mobile applications  
Surveys and questionnaires  
Perioperative care

**Introduction:** The design and implementation inconsistency of perioperative care programs limits their universalization, and it is where e-Health can standardize these processes. The objective of the study is to create a Smartphone app with a perioperative care program, implement it in a group of patients scheduled for a thoracic surgical procedure, and evaluate its use.

**Methods:** A prospective and descriptive study. We created a Smartphone app (Fissios App) which contains 40 perioperative recommendations and 10 chest physical exercises. Patients were recommended to use it before and after surgery; to measure its use, we created and applied a questionnaire. A descriptive analysis of patient variables and questionnaire responses was performed and their association evaluated.

**Results:** One hundred four patients were included, the 60.3% were men with a median age of 62 years (51-71), and 26.72% had completed high school. The 89.3% of patients highlighted the ease of downloading and setting up the app. More than 90% of patients positively assessed clarity in explaining chest physical exercises and perioperative recommendations. One hundred four (79.4%) patients highlighted the contribution of the use of the app during the preoperative period to face the postoperative period.

**Conclusions:** We created a Smartphone app (Fissios App) with a perioperative care program and it was successfully implemented regardless of the age or educational level of patients. The tool clearly explains the information contained and the patients reported that its use before surgery helped them to face the postoperative period, with an appropriate level of physical demand and time of use.

© 2022 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

Las complicaciones respiratorias son frecuentes y constituyen una causa de morbilidad durante el postoperatorio<sup>1</sup>, aumentan la estancia hospitalaria<sup>2</sup> y encarecen el coste sanitario asociado a los procedimientos quirúrgicos torácicos<sup>3</sup>. La fisioterapia respiratoria como parte del entrenamiento preoperatorio puede reducir el riesgo de desarrollar complicaciones postoperatorias y optimizar las condiciones físicas del paciente<sup>4</sup>. Estos ejercicios, junto con otras estrategias como la deshabitación tabáquica, la higiene bucal, el control del dolor o la deambulación precoz han demostrado tener un efecto sinérgico mejorando los resultados postoperatorios<sup>5</sup>.

La heterogeneidad en el diseño e implementación de los programas de fisioterapia dificulta demostrar su efectividad y generalizar sus beneficios reales<sup>6</sup>. Es aquí donde las nuevas tecnologías pueden estandarizar y homogeneizar estos programas para alcanzar los objetivos planteados; los avances en las tecnologías móviles y las *app* han hecho posible que se pueda monitorizar el cumplimiento de un programa de ejercicios, inducir cambios en el comportamiento de los pacientes, mejorar los hábitos de vida e incluso ayudarles a cumplir sus metas<sup>7,8</sup>. Aunque en cirugía torácica se han publicado varias *app*, ninguna está dirigida al desarrollo de un programa de cuidados perioperatorios o la prevención de complicaciones postoperatorias<sup>9</sup>.

Considerando la importancia de la fisioterapia respiratoria como una estrategia para disminuir el riesgo de complicacio-

nes postoperatorias y que muchas de las limitaciones para su correcta ejecución se pueden superar con una herramienta de cuidados sanitarios apoyada en las tecnologías de la información (e-Health), nos propusimos crear una *app* para *smartphone*, implementarla en un grupo de pacientes intervenidos en el servicio de cirugía torácica de un hospital de tercer nivel en España y evaluar su uso.

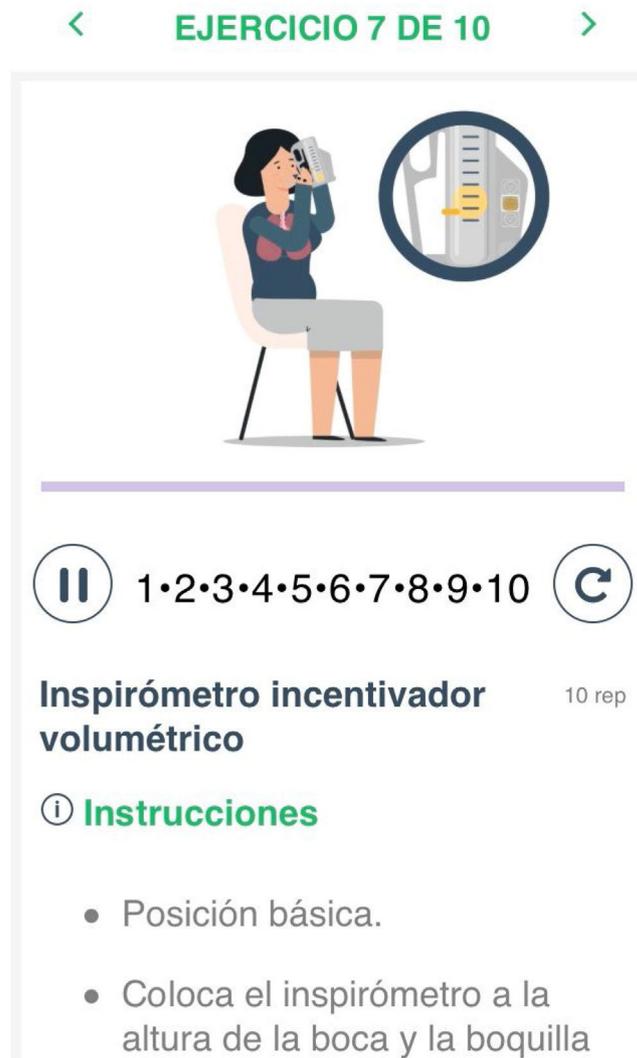
## Materiales y método

### Desarrollo de la idea

Se creó un grupo de trabajo multidisciplinar formado por 7 cirujanos torácicos, 2 fisioterapeutas y un médico especialista en medicina física y rehabilitación. Se realizó una revisión bibliográfica de la fisioterapia respiratoria durante el perioperatorio para diseñar un programa de ejercicios homogéneos en cuanto a tipos de ejercicios, repeticiones y duración. Se incluyó también una revisión de las estrategias empleadas para disminuir el riesgo de desarrollar complicaciones postoperatorias y se creó un documento de consenso con 10 ejercicios y 40 recomendaciones pre y postoperatorias que fue aprobado por unanimidad ([material suplementario 1](#)).

### Creación de la *app*

Una vez definido el contenido, se contrataron los servicios de una empresa especializada en ingeniería de *software* para



**Figura 1 – Captura de pantalla de la aplicación. Sección de ejercicios de fisioterapia respiratoria. El panel superior permite cambiar los ejercicios. La animación enseña los rangos de movimiento del ejercicio. El reloj muestra el número de repeticiones o tiempo que debe completar el paciente; hay iconos para iniciar, pausar o reiniciar el reloj. En la parte inferior el panel de texto explica las instrucciones de los ejercicios.**

programar una *app* multiplataforma, intuitiva, fácil de usar y atractiva visualmente para los pacientes. Los ejercicios de fisioterapia respiratoria se explican con ilustraciones animadas y un panel de texto. Cada ejercicio tiene una duración y un número de repeticiones establecidos orientados por un reloj (fig. 1). Las secciones de recomendaciones pre y postoperatorias están diseñadas a modo de ventanas desplegadas y ordenadas en 10 secciones (fig. 2). Se creó una *app* (Fissios App) de 22 megabytes disponible para dispositivos iOS® y Android®.

#### Metodología

Estudio descriptivo y prospectivo, realizado en el servicio de cirugía torácica de un hospital de tercer nivel en España entre junio de 2017 y diciembre de 2018. Los pacientes objeto del estudio fueron todos aquellos mayores de 18 años, con indicación de un procedimiento quirúrgico torácico electivo

con fines diagnósticos o terapéuticos, que poseyeran un dispositivo móvil inteligente, y que tuvieran la voluntad de usar la herramienta para participar en el estudio. Como criterios de exclusión se definieron: 1) No poseer un *smartphone* compatible; 2) Contraindicación para realizar ejercicios de fisioterapia respiratoria; 3) Impedimento físico o psíquico del paciente para realizar los ejercicios y 4) Negativa a participar en el estudio. Se realizó un muestreo no probabilístico consecutivo. Se siguieron las directrices para la comunicación de estudios observacionales STROBE<sup>10</sup>.

#### Tamaño muestral

En base al número de cirugías electivas realizadas durante el año 2017 (265 pacientes), la participación esperada en el uso de la herramienta (80%), una precisión del 5% y un nivel de confianza del 95%, sería necesario incluir al menos 128 pacientes.



**Figura 2 – Captura de pantalla de la aplicación. Sección de recomendaciones preoperatorias. En el panel superior se encuentra el icono desplegable del menú y otro icono para retroceder a la pantalla previa. La información está escrita a modo de consejos en una ventana que permite desplazarse arriba y abajo para leer todo el contenido.**

### Consideraciones éticas

Todos los pacientes incluidos firmaron un consentimiento informado. La realización del presente estudio cuenta con la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica CP-CI 16/117-E, y cumple con los principios éticos para la investigación médica en seres humanos estipulados en la Declaración de Helsinki de la AMM.

### Procedimiento

A los pacientes se les ofreció la posibilidad de participar en el estudio y utilizar la *app* como un complemento añadido a la preparación para la cirugía. Una vez aceptada su participación se procedió a dar las instrucciones para descargarla y configurarla, de forma verbal y escrita. Todos los pacientes fueron valorados por el servicio de medicina física y rehabilitación, siguiendo el protocolo habitual; acudieron

a clases presenciales donde se tutorizaba la realización de los ejercicios de fisioterapia respiratoria. La intervención consistió en recomendar al paciente el uso de la *app*, e instarle a cumplir con las recomendaciones médicas y con el programa de ejercicios de fisioterapia respiratoria, sin restricciones en cuanto al tiempo del uso, durante todo el periodo preoperatorio y postoperatorio. Al momento del alta hospitalaria se solicitó al paciente que cumplimentara el cuestionario.

### Elaboración del instrumento de recogida de información

Se creó un cuestionario de 5 preguntas con 5 opciones de respuesta categorizadas por la escala Likert y ordenadas jerárquicamente (nada, algo, moderadamente, muy y extremadamente) (tabla 1). Se interpretaron valoraciones positivas, neutras o negativas de acuerdo al contenido de la pregunta y las opciones de respuesta planteadas.

**Tabla 1 – Cuestionario definitivo aplicado a los pacientes que participaron**

Cuestionario para valorar el uso de la aplicación	
Pregunta	Respuesta
¿Cuán fácil resultó para usted obtener la aplicación y ponerla en marcha? Instalarla, personalizarla y usarla	Nada fácil
	Algo fácil
	Moderadamente fácil
	Bastante fácil
	Extremadamente fácil
¿Cómo calificaría usted la claridad con la que la app le explica los ejercicios respiratorios?	Nada claros
	Algo claros
	Moderadamente claros
	Muy claros
	Extremadamente claros
¿Cómo calificaría usted la claridad con la que la app le formula las recomendaciones generales?	Nada claros
	Algo claros
	Moderadamente claros
	Muy claros
	Extremadamente claros
En general, ¿En qué medida contribuyó el uso de la app durante el preoperatorio para afrontar su recuperación postoperatoria?	Nada
	Poco
	Adecuado
	Mucho
	Demasiado
En general, ¿Cuál fue el nivel de exigencia física y de tiempo de uso de la app?	Nada
	Poco
	Adecuado
	Mucho
	Demasiado

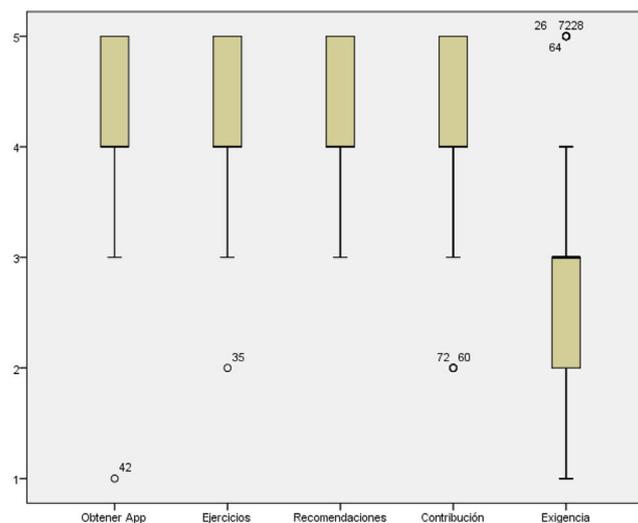
**Tabla 2 – Variables demográficas y procedimientos quirúrgicos realizados**

Variables	n = 131
<b>Género</b>	
Varones	79 (60,3%)
Mujeres	52 (39,7%)
<b>Rango de edad</b>	
18-45 años	24 (18,3%)
46-60 años	34 (26%)
≥ 61 años	73 (55,7%)
<b>Nivel educativo</b>	
Sin estudios	10 (7,6%)
Estudios primarios	28 (21,4%)
Estudios secundarios	35 (26,7%)
Formación profesional	27 (20,6%)
Estudios universitarios	31 (23,7%)
<b>Procedimiento quirúrgico</b>	
Cirugía de resección pulmonar	115 (87,8%)
Resección tumor mediastino	8 (6,1%)
Biopsia pleural	4 (3,1%)
Drenaje cavidad pleural	2 (1,5%)
Resección costal	2 (1,5%)
<b>Abordaje quirúrgico</b>	
VATS	68 (51,9%)
Convencional	63 (48,1%)

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de las variables categóricas y cuantitativas asociadas a las características demográficas de los pacientes y a las respuestas del cuestionario. Se categorizó la variable «Edad» en 3 grupos (18-45 años; 46-60 años y ≥ 61 años) en función a los rangos de edad establecidos en otras áreas que estudian el uso de herramientas informáticas<sup>11,12</sup>. En la pregunta 1, se modificó la categorización de las 5 opciones

de respuesta planteadas en 3 categorías (nada fácil o algo fácil en «difícil»; moderadamente fácil en «fácil» y bastante fácil o extremadamente fácil en «muy fácil») para cuando fuera necesario asociarla con otras variables. Las variables cualitativas se presentaron con su distribución de frecuencias e intervalo de confianza al 95% (IC 95%). Las variables cuantitativas se resumieron en su media y su desviación estándar (DE) en caso de presentar una distribución normal, y las que presentaron una distribución no normal fueron representadas con mediana y rango intercuartílico (RIC). Se evaluó la asociación entre variables cualitativas con el test de  $\chi^2$ . En todos los contrastes de hipótesis se rechazó la hipótesis nula con un error de tipo I o error  $\alpha$  menor a 0,05.



**Figura 3 – Diagrama de caja con las respuestas de los pacientes a las preguntas formuladas en el cuestionario para valorar el uso de la aplicación.**

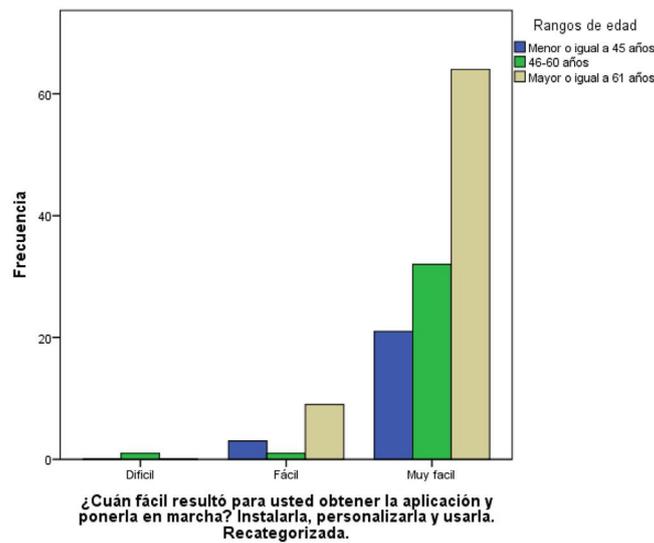


Figura 4 – Gráfico de barras con la distribución de las respuestas en función de la edad, a la pregunta que valora la facilidad para obtener y poner en marcha la aplicación.

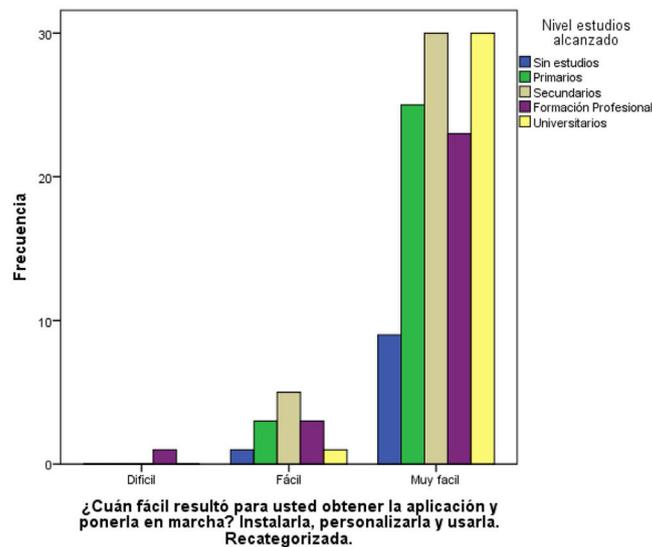


Figura 5 – Gráfico de barras con la distribución de las respuestas en función del nivel educativo, a la pregunta que valora la facilidad para obtener y poner en marcha la aplicación.

## Resultados

Se incluyeron 131 pacientes, la mayoría varones (60,3%) con una mediana de edad de 62 años (51-71). En cuanto al nivel educativo alcanzado, 35 pacientes (26,7%) habían finalizado los estudios secundarios. De las 131 intervenciones quirúrgicas, 115 fueron resecciones pulmonares y el 50,4% de los procedimientos se realizaron mediante un abordaje mínimamente invasivo VATS (tabla 2).

El 100% de los pacientes incluidos descargaron y utilizaron la app; 77 (58,8%) la usaron más de 4 semanas antes de la

cirugía, siendo la mediana de 31 días (21-40). Durante el periodo de estudio no se comunicaron incidencias ni en la descarga de la herramienta ni en su configuración o su uso.

Todos los pacientes contestaron el cuestionario. La distribución de las respuestas obtenidas a las preguntas formuladas en el cuestionario se muestra en la figura 3. Un total de 117 (89,3%) pacientes valoraron positivamente la facilidad para descargar la app y ponerla en marcha; 123 (93,9%) dieron una valoración positiva a la claridad para explicar los ejercicios fisioterapia respiratoria, y de estos, 37 (28,2%) dieron la máxima calificación «extremadamente clara». Respecto a la pregunta de la claridad con la que se

formulan las recomendaciones generales, 125 (95,4%) dieron una valoración positiva. En cuanto a la percepción subjetiva de la contribución de la herramienta para prepararse para la cirugía y afrontar el postoperatorio, 104 (79,4%) pacientes lo valoraron positivamente. Finalmente, 73 (48,1%) pacientes calificaron como «adecuado» el nivel de exigencia física y el tiempo de uso necesario para cumplir los objetivos marcados por la *app*.

Ciento diecisiete de los pacientes respondieron «muy fácil» el obtener y configurar la *app*. En este grupo, la mayoría (54,7%) tenía más de 61 años, seguido del 27,4% de los pacientes dentro del rango de los 46-60 años. Estas relaciones no fueron estadísticamente significativas  $\chi^2$  (4, N = 131) = 5,23,  $p = 0,23$  (fig. 4). En cuanto al nivel educativo alcanzado, 25,6% de los pacientes que respondieron «muy fácil» tenían estudios universitarios o secundarios, seguidos de aquellos que habían alcanzado estudios primarios (21,4%). Estas relaciones tampoco fueron estadísticamente significativas  $\chi^2$  (8, N = 131) = 6,28,  $p = 0,65$  (fig. 5).

## Discusión

Se creó una *app* para *smartphone* con un programa de cuidados perioperatorios y se implementó satisfactoriamente en un grupo de pacientes sin que influyeran ni su edad ni su nivel educativo. La herramienta explica claramente la información contenida y su uso antes de la cirugía ayuda al paciente a afrontar el postoperatorio, con un adecuado nivel de exigencia física y de tiempo de uso para cumplir los objetivos marcados.

Los protocolos de cuidados perioperatorios se basan en la aplicación de una serie de estrategias que han demostrado ser efectivas para disminuir el riesgo de desarrollar complicaciones postoperatorias<sup>1</sup>, acortar la estancia hospitalaria<sup>4</sup>, reducir el coste sanitario<sup>3</sup> y mejorar la percepción del paciente acerca del proceso quirúrgico<sup>13</sup>. El objetivo es implementarlas en conjunto para conseguir un efecto sinérgico y que tenga una repercusión positiva tanto en la recuperación acelerada del paciente como en el restablecimiento de su estado basal<sup>15,14</sup>. La dificultad está en reunir todas estas estrategias, de distintas especialidades y que se deben aplicar en diferentes momentos del perioperatorio en un solo programa que sea fácil de usar, comprensible y que estimule al paciente a completarlo de forma ambulatoria, incluso. La creación de una aplicación para *smartphone* resultó una opción válida para superar ese reto, permitió juntar varias estrategias integrando un programa de cuidados perioperatorios multidisciplinar en una única herramienta interactiva que educa al paciente a prepararse para afrontar un procedimiento quirúrgico electivo.

Los ejercicios de fisioterapia respiratoria dentro de los programas de ejercicio físico perioperatorio han demostrado reducir las complicaciones respiratorias postoperatorias<sup>15-17</sup>. Algunos estudios han reportado una disminución de atelectasias postoperatorias, neumonías, y duración de la estancia hospitalaria<sup>18,19</sup>. Otros, solamente mejoría de la capacidad aeróbica, la condición física y la calidad de vida<sup>20-22</sup>. Estas diferencias se deben a que la mayoría de estudios tiene un número limitado de pacientes y a que existe una falta de homogeneidad en los programas de fisioterapia respiratoria o en los resultados medidos<sup>6,23</sup>. Con la *app* se implantó un

programa de ejercicios de fisioterapia respiratoria estructurado que incluye: la postura correcta para realizar los ejercicios, maniobras de reexpansión pulmonar, técnicas de movilización de secreciones, técnicas de expectoración y ejercicio aeróbico, con una duración y el número de repeticiones establecidos. Aportando así una herramienta que puede servir como ejemplo para desarrollar nuevos estudios de investigación con un programa estructurado de ejercicios.

La *app* fue creada por un equipo de profesionales sanitarios, toda la información contenida está basada en publicaciones científica, incluye recomendaciones para cambiar el comportamiento de los pacientes y al ser un software fuera de línea (*offline*) no transmite datos privados de salud. Todas estas características solventan las limitaciones que son descritas en otras *app* de salud<sup>7</sup>, porque aunque existe un auge en la creación de este tipo de proyectos, su regulación y control no están completamente implementadas<sup>24,25</sup>. La necesidad de asistir a clases presenciales o trasladarse a un hospital hacen que el cumplimiento de los programas de rehabilitación respiratoria no sea el esperado<sup>26,27</sup>. Con la *app* tratamos de mitigar este problema, mediante notificaciones personalizadas que aparecerán 15 días antes y después de la fecha configurada en el dispositivo del paciente, con consejos o mensajes de refuerzo positivo que estimulen al paciente a cumplir con el programa al mismo tiempo que aumenta la posibilidad de interactuar con la herramienta. Existen otras iniciativas similares, pero estas solo contienen ejercicios de fisioterapia, no están comercializadas<sup>28</sup>, no están enfocadas en el paciente quirúrgico<sup>29</sup> o solo se enfocan en la fase preoperatoria<sup>30</sup>.

Evaluar el uso de una *app* es fundamental para su correcta implementación, y aunque existen instrumentos validados<sup>31</sup>, la mayoría de estudios no publican estos datos<sup>32</sup> o no valoran otros aspectos como la comunicación médico-paciente, la comprensibilidad de la información transmitida o la opinión del paciente en cuanto al beneficio que realmente puedan brindarle. Nuestro instrumento de recogida de datos valora esa información, además logramos demostrar que la edad y el nivel educativo no limitan la implementación de las nuevas tecnologías en medicina; al contrario de publicado anteriormente, donde tener menos de 45 años o tener un nivel educativo alto se asocia a una mejor aceptación de una *app* sanitaria<sup>12</sup>.

La principal limitación fue la necesidad poseer un dispositivo móvil compatible con la aplicación para poder participar; para vencer esta limitación creamos una versión web de la *app* con las mismas prestaciones y características pero consultándola a través de un ordenador con acceso a Internet. En cuanto al diseño, aunque es un estudio descriptivo, lo desarrollamos de manera prospectiva, incluyendo solo a pacientes de cirugía torácica, con homogeneidad en cuanto a la preparación y manejo postoperatorio de los pacientes. Además, se cumplió con el tamaño muestral calculado y los 131 pacientes incluidos son un número significativamente mayor si se compara con otras publicaciones<sup>33</sup> o a la proporción que aporta cada unidad en un estudio multicéntrico<sup>34</sup>.

Este trabajo representa el primer paso para estudiar el valor real de aplicar la *app* en el ámbito sanitario. Se le ofrece al paciente una herramienta que puede usar sin supervisión, en cualquier momento, sin necesidad de acudir al hospital,

gratuita y que le ayude a prepararse para afrontar cirugía electiva. Para los profesionales sanitarios representa un complemento dirigido a la educación de los pacientes antes de la cirugía y una continuación de los cuidados postoperatorios iniciados en el hospital. Por último, para el sistema sanitario no representa ningún gasto porque es una herramienta que ya está publicada. Nuestro planteamiento es mejorar las prestaciones de la herramienta y publicar nuevos trabajos de investigación donde la utilización de la *app* logre establecer relaciones causales de su uso con la mejora de los resultados postoperatorios.

## Conclusión

Se creó una aplicación para *smartphone* con un programa de cuidados perioperatorios y se implementó satisfactoriamente en un grupo de pacientes sometidos a una intervención quirúrgica programada sin importar su edad ni su nivel educativo. La herramienta explica claramente la información contenida y el paciente refiere que su uso antes de la cirugía le ayuda a afrontar el postoperatorio, con un adecuado nivel de exigencia física y de tiempo de uso.

## Financiación

Este proyecto ha sido financiado parcialmente por la Fundación Sociedad Española de Cirugía Torácica (SECT). Premio de las becas de proyecto de investigación en la categoría de grupos y/o investigadores emergentes 2016.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Al Dr. Carlos Cerdán Santacruz por su colaboración en la revisión de este artículo, a Anna Strobl Bardo y Danny Mendonça Neto por el diseño de los recursos gráficos utilizados, a Leticia Fuentes Garrido por el diseño de las animaciones utilizadas, y a Rafael Barriuso y Tribalyte Technologies por la programación de la aplicación.

## Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.ciresp.2022.01.023](https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2022.01.023).

## BIBLIOGRAFÍA

- Lawrence VA, Cornell JE, Smetana GW, American College of Physicians. Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery: Systematic review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 2006;144:596-608.
- Fernandez-Bustamante A, Frenzl G, Sprung J, Kor DJ, Subramaniam B, Martinez Ruiz R, et al. Postoperative Pulmonary Complications Early Mortality, and Hospital Stay Following Noncardiothoracic Surgery: A Multicenter Study by the Perioperative Research Network Investigators. *JAMA Surg.* 2017;152:157. <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2016.4065>.
- Varela G, Ballesteros E, Jiménez MF, Novoa N, Aranda JL. Cost-effectiveness analysis of prophylactic respiratory physiotherapy in pulmonary lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;29:216-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.11.002>.
- Cavalheri V, Granger C. Preoperative exercise training for patients with non-small cell lung cancer. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;6:CD012020. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD012020.pub2>.
- Cassidy MR, Rosenkranz P, McCabe K, Rosen JE, David McAneny D. I COUGH: Reducing postoperative pulmonary complications with a multidisciplinary patient care program. *JAMA Surg.* 2013;148:740-5. <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2013.358>.
- Mainini C, Rebelo PF, Bardelli R, Kopliku B, Tenconi S, Costi S, et al. Perioperative physical exercise interventions for patients undergoing lung cancer surgery: What is the evidence. *SAGE Open Med.* 2016;4. <http://dx.doi.org/10.1177/2050312116673855>. 2050312116673855.
- Higgins JP. Smartphone Applications for Patients' Health and Fitness. *Am J Med.* 2016;129:11-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2015.05.038>.
- Bort-Roig J, Gilson ND, Puig-Ribera A, Contreras RS, Trost SG. Measuring and influencing physical activity with smartphone technology: A systematic review. *Sports Med.* 2014;44:671-86. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-014-0142-5>.
- Cassanelli N, Magnanelli G, Benato C, Canneto B, Falezza G, Lonardoni A, et al. Smartphone applications for thoracic surgeons. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;8 Suppl 1:O323. <http://dx.doi.org/10.1186/1749-8090-8-S1-O323>.
- Vandenbroucke JP, von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration [Article in Spanish]. *Gac Sanit.* 2009;23:158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaceta.2008.12.001>.
- Comscore para Statista.com. Informe: Number of mobile app hours per smartphone and tablet app user in the United States in June 2016, by age group. [consultado 4 Ago 2021] Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/323522/us-user-mobile-app-engagement-age/>
- Carroll JK, Moorhead A, Bond R, LeBlanc WG, Petrella RJ, Fiscella K. Who Uses Mobile Phone Health Apps and Does Use Matter? A Secondary Data Analytics Approach. *J Med Internet Res.* 2017;19:e125. <http://dx.doi.org/10.2196/jmir.5604>.
- Powell R, Scott NW, Manyande A, Bruce J, Vögele C, Byrne-Davis LM, et al. Psychological preparation and postoperative outcomes for adults undergoing surgery under general anaesthesia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;5:CD008646. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD008646.pub2>.
- Rogers LJ, Bleetman D, Messenger DE, Joshi NA, Wood L, Rasburn NJ, et al. The impact of enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol compliance on morbidity from resection for primary lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;155:1843-52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.10.151>.
- Valkeniet K, van de Port IG, Dronkers JJ, de Vries WR, Lindeman E, Backx FJ. The effects of preoperative exercise therapy on postoperative outcome: A systematic review.

- Clin Rehabil. 2011;25:99-111. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215510380830>.
16. Katsura M, Kuriyama A, Takeshima T, Fukuhara S, Furukawa TA. Preoperative inspiratory muscle training for postoperative pulmonary complications in adults undergoing cardiac and major abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;CD010356. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD010356.pub2>.
  17. Gomes Neto M, Martinez BP, Reis HF, Carvalho VO. Pre- and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: Systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2017;31:454-64. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215516648754>.
  18. Sebio Garcia R, Yáñez Brage MI, Giménez Moolhuyzen E, Granger CL, Denehy L. Functional and postoperative outcomes after preoperative exercise training in patients with lung cancer: A systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2016;23:486-97. <http://dx.doi.org/10.1093/icvts/ivw152>.
  19. Kendall F, Oliveira J, Peleteiro B, Pinho P, Bastos PT. Inspiratory muscle training is effective to reduce postoperative pulmonary complications and length of hospital stay: A systematic review and meta-analysis. *Disabil Rehabil.* 2018;40:864-82. <http://dx.doi.org/10.1080/09638288.2016.1277396>.
  20. Pouwels S, Willigendael EM, van Sambeek MR, Nienhuijs SW, Cuypers PW, Teijink JA. Beneficial Effects of Pre-operative Exercise Therapy in Patients with an Abdominal Aortic Aneurysm: A Systematic Review. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015;49:66-76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2014.10.008>.
  21. Snowdon D, Haines TP, Skinner EH. Preoperative intervention reduces postoperative pulmonary complications but not length of stay in cardiac surgical patients: A systematic review. *J Physiother.* 2014;60:66-77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphys.2014.04.002>.
  22. Mans CM, Reeve JC, Elkins MR. Postoperative outcomes following preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiothoracic or upper abdominal surgery: a systematic review and meta analysis. *Clin Rehabil.* 2015;29:426-38. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215514545350>.
  23. Rosero ID, Ramírez-Vélez R, Lucia A, Martínez-Velilla N, Santos-Lozano A, Valenzuela PL, et al. Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials on Preoperative Physical Exercise Interventions in Patients with Non-Small-Cell Lung Cancer. *Cancers (Basel).* 2019;11:944. 103390/cancers11070944.
  24. Edlin JC, Deshpande RP. Caveats of smartphone applications for the cardiothoracic trainee. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;146:1321-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.08.033>.
  25. Cook VE, Ellis AK, Hildebrandt KJ. Mobile health applications in clinical practice: Pearls, pitfalls, and key considerations. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2016;117:143-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anai.2016.01.012>.
  26. Myers LB, Horn SA. Adherence to chest physiotherapy in adults with cystic fibrosis. *J Health Psychol.* 2006;11:915-26. <http://dx.doi.org/10.1177/1359105306069093>.
  27. Sahin H. Long-Term Adherence and Maintenance of Benefits in Pulmonary Rehabilitation. *Intechopen Book Series.* 2020. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.90565>. Chapter 71803, [consultado 1 Sep 2021] Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/71803>.
  28. Kadiri SB, Kerr AP, Oswald NK, Budacan AM, Flanagan S, Golby C, et al. Fit 4 surgery, a bespoke app with biofeedback delivers rehabilitation at home before and after elective lung resection. *J Cardiothorac Surg.* 2019;14:132. <http://dx.doi.org/10.1186/s13019-019-0951-6>.
  29. Prehab App. The Prehab Guys. [consultado 15 Sep 2021]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.theprehabguys.programs.store.own&hl=en&gl=US>.
  30. Waterland JL, Chahal R, Ismail H, Sinton C, Riedel B, Francis JJ, et al. Implementing a telehealth prehabilitation education session for patients preparing for major cancer surgery. *BMC Health Serv Res.* 2021;21:443. <http://dx.doi.org/10.1186/s12913-021-06437-w>.
  31. Kortum P, Sorber M. Measuring the Usability of Mobile Applications for Phones and Tablets. *Int J Hum Comput Stud.* 2015;31:518-29. <http://dx.doi.org/10.1080/10447318.2015.1064658>.
  32. Maramba I, Chatterjee A, Newman C. Methods of usability testing in the development of eHealth applications: A scoping review. *Int J Med Inform.* 2019;126:95-104. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.03.018>.
  33. Gosselink R, Schrever K, Cops P, Witvrouwen H, de Leyn P, Troosters T, et al. Incentive spirometry does not enhance recovery after thoracic surgery. *Crit Care Med.* 2000;28:679-83. <http://dx.doi.org/10.1097/00003246-200003000-00013>.
  34. Thomas PA, Berbis J, Falcoz PE, Le Pimpec-Barthes F, Bernard A, Jougon J, et al. National perioperative outcomes of pulmonary lobectomy for cancer: The influence of nutritional status. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2014;45:652-9. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezt452>. discussion 659.