



**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

## **TESIS DOCTORAL**

### **ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO**

*Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud*

---

**Tecnologías Emergentes e Innovación Educativa para la  
Formación en Reanimación Cardiopulmonar de Primeros  
Intervinientes**

*Autor/a:*

Petronila Mireia Alcázar Artero

*Directores/as:*

Dr. D. Manuel Pardo Ríos

*Murcia, mayo de 2024*





**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

## **TESIS DOCTORAL**

### **ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO**

*Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud*

---

**Tecnologías Emergentes e Innovación Educativa para la  
Formación en Reanimación Cardiopulmonar de Primeros  
Intervinientes**

*Autor/a:*

Petronila Mireia Alcázar Artero

*Directores/as:*

Dr. D. Manuel Pardo Ríos

*Murcia, mayo de 2024*





## AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Manuel Pardo Ríos como director de la Tesis Doctoral titulada “Tecnologías Emergentes e Innovación Educativa para la Formación en Reanimación Cardiopulmonar de Primeros Intervinientes” realizada por Dña. Petronila Mireia Alcázar Artero en el Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011 de 28 de enero, en Murcia a 18 de mayo de 2024.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized letter 'P' followed by a smaller 'm' and a vertical line extending downwards.





## RESUMEN

**Introducción.** La parada cardíaca extrahospitalaria es una emergencia vital que precisa intervención inmediata. Capacitar a la población general en cómo responder eficazmente durante los primeros minutos críticos es esencial para aumentar las tasas de supervivencia. Sin embargo, lograr una formación amplia en reanimación cardiopulmonar entre la población aún es un desafío pendiente.

**Objetivo.** Evaluar nuevas estrategias docentes basadas en la última tecnología digital como métodos de formación en reanimación cardiopulmonar para población general y su impacto en la supervivencia

**Metodología.** La presente tesis es un compendio de publicaciones indexadas en el Journal Citation Report (JCR). Se compone de 1 artículo científico indexado en JCR en el cuartil Q1, 2 artículos en Q3 y 1 artículo en Q4.

**Resultados.** La realidad virtual (RV) incrementa la precisión en las compresiones torácicas y la autoeficacia en adultos, aunque puede elevar el estrés psicológico. Esta técnica podría también mejorar la supervivencia al alta hospitalaria y los resultados neurológicos. En niños, la formación profesional demuestra ser más efectiva que la instrucción familiar, especialmente cuando se combinan métodos de cuentos y videos, superando a los que utilizan solo cuentos.

**Conclusiones.** La integración de realidad virtual y recursos visuales en la enseñanza de la RCP mejora la ejecución de habilidades durante la RCP y el compromiso de los aprendices. No obstante, es necesario investigar más sobre la optimización de estos métodos y su impacto en los resultados de supervivencia y neurológicos.

## ABSTRACT

**Background.** Out-of-hospital cardiac arrest is a critical emergency that requires immediate intervention. General population training on how to respond effectively during the first critical minutes is essential to increase survival rates. However, achieving widespread cardiopulmonary resuscitation training among the population remains an outstanding challenge.

**Objective.** To evaluate new teaching strategies based on the latest digital technology as training methods in cardiopulmonary resuscitation for the general population and their impact on survival.

**Methodology.** This thesis is a compendium of publications index at Journal Citation Report (JCR). It consists of 1 scientific article indexed in JCR in the first quartile (Q1), 2 articles in Q3, and 1 article in Q4.

**Results.** Virtual reality (VR) increases the precision of chest compressions and self-efficacy in adults, although it may raise psychological stress. This technique could also improve survival rates at hospital discharge and neurological outcomes. In children, professional training proves to be more effective than family instruction, especially when combining methods based on the use of storytelling and videos, outperforming those that use only stories.

**Conclusion.** The integration of virtual reality and visual resources in teaching CPR improves the execution of skills during CPR and the engagement of learners. Nevertheless, further research is needed on optimizing these methods and their impact on survival and neurological outcomes.

## KEYWORDS

Parada Cardíaca Extrahospitalaria, Educación, Realidad Virtual, Supervivencia. Out-of-Hospital Cardiac Arrest, Education, Virtual Reality, Survival.

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero reconocimiento y gratitud a mi director de tesis, Manuel Pardo Ríos, quien desde el primer momento apostó por mí y por este proyecto. Tu apoyo ha sido un regalo invaluable, y tu guía, un faro constante en mi travesía académica. Gracias por estar ahí, por escuchar, y por empujarme siempre hacia adelante con tanto entusiasmo y comprensión. Ha sido un privilegio y un placer tener alguien como tú a mi lado en este increíble viaje.

A mi familia por estar siempre ahí, en cada paso de este camino. Gracias por recogerme en esos momentos en que mis fuerzas flaqueaban y por creer incansablemente en mi capacidad de superar cualquier obstáculo. Vuestro apoyo y aliento han sido el impulso que he necesitado para seguir adelante y completar esta etapa. No hay palabras suficientes para expresar mi gratitud por todo el amor y la fortaleza que me habéis brindado.

A mis grandes amigos, aquellos que siempre han estado a mi lado. Gracias por vuestro apoyo, ya sea desde la distancia con un preocupado "¿Cómo estás?", "¿Cómo lo llevas?", o a mi lado en una silla de biblioteca. Vuestro optimismo ante cualquier situación y vuestras palabras de aliento me han impulsado a avanzar sin mirar atrás. Sois verdaderamente un regalo. Gracias.

A todos los compañeros de trabajo que han compartido conmigo estos años. Vuestra alegría incansable y vuestra capacidad para hacer amenas tantas horas de guardia han sido esenciales para mantener el ánimo alto incluso en los momentos más intensos.

A mí. Por muy largo que sea el camino, mi espíritu siempre será imperecedero.



*“El destino de los heridos descansa en las manos de quien aplica el primer vendaje”*

MD. Nicolas Senn (1844-1908)



## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
AGRADECIMIENTOS .....	9
SIGLAS Y ABREVIATURAS .....	17
COMPENDIO DE PUBLICACIONES .....	23
<b>I - INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>1.1. La enfermedad cardiovascular.....</b>	<b>27</b>
<b>1.2. La parada cardiaca extrahospitalaria .....</b>	<b>28</b>
1.2.1. Epidemiología e incidencia de la PCEH.....	29
1.2.2. Factores que determinan la supervivencia en la PCEH .....	29
1.2.2.1. Presencia de Testigos.....	29
1.2.2.2. Tiempo de Respuesta del Servicio de Emergencias Médicas .....	30
1.2.2.3. Ritmo Cardíaco Desfibrilable .....	30
1.2.3. Cadena de Supervivencia .....	30
1.2.4. First Responder o Primer Interviniente .....	32
1.2.5. RCP por Testigos.....	34
1.2.5.1. Barreras para no realizar RCP.....	35
1.2.6. Desfibrilador Externo Automático (DEA).....	36
<b>1.3. Formación en RCP como primer eslabón de la cadena de supervivencia .....</b>	<b>37</b>
1.3.1. Nuevas tecnologías para la enseñanza en RCP .....	39
<b>II - OBJETIVOS .....</b>	<b>43</b>
<b>2.1. Objetivo general.....</b>	<b>43</b>

---

2.2.	Objetivo Estudio I.....	43
2.3.	Objetivo Estudio II.....	43
2.4.	Objetivo Estudio III.....	44
2.5.	Objetivo Estudio IV.....	44
III -	VISIÓN GENERAL DE LOS ARTÍCULOS.....	47
3.1.	Estudio I.....	47
3.2.	Estudio II.....	49
3.3.	Estudio III.....	51
3.4.	Estudio IV.....	53
IV -	ESTUDIO I.....	57
V -	ESTUDIO II.....	69
VI -	ESTUDIO III.....	77
VII -	ESTUDIO IV.....	85
VIII -	RESULTADOS GENERALES.....	91
8.1.	Mejora de Habilidades Prácticas.....	91
8.2.	Impacto en la Confianza y la Autoeficacia.....	91
8.3.	Efectos sobre el Estrés.....	92
8.4.	Comparación de Métodos de Enseñanza en Niños.....	92
IX -	DISCUSIÓN.....	95
X -	LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	101
XI -	CONCLUSIONES.....	105
11.1.	CONCLUSIONES GENERALES.....	105
11.2.	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS DE CADA ARTÍCULO.....	105
11.2.1.	Conclusiones Artículo I.....	105
11.2.2.	Conclusiones Artículo II.....	106
11.2.3.	Conclusiones Artículo III.....	106
11.2.4.	Conclusiones Artículo IV.....	107

ÍNDICE GENERAL	15
<b>XII - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>111</b>
<b>XIII - ANEXOS.....</b>	<b>121</b>



---

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

**ECV**, Enfermedad Cardiovascular

**OMS**, Organización Mundial de la Salud

**ENRICA**, Estudio de Nutrición y Riesgo Cardiovascular en España

**PCEH**, Parada Cardíaca Extrahospitalaria

**MSC**, Muerte Súbita Cardíaca

**OHSCAR**, Out-Of-Hospital Spanish Cardiac Arrest Registry

**SEM**, Servicio de Emergencias Médico

**RCP**, Resucitación Cardiopulmonar

**AHA**, American Heart Association

**ERC**, European Resuscitation Council

**FR**, First Responder

**DEA**, Desfibrilador Externo Automático

**SVB**, Soporte Vital Básico

**ILCOR**, International Liaison Committee on Resuscitation

**RV**, Realidad Virtual

**AAS**, Alfa Amilasa Salivar



**ÍNDICE DE FIGURAS**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... 19

*Figura 1 Cadena de supervivencia* ..... 32

*Figura 2. Fórmula Ustein de la supervivencia*..... 38

*Figura3. Evolución de la tecnología, los videojuegos y los serius games* ..... 39



**ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1. DOCUMENTO DE APROBACIÓN DE LOS ESTUDIOS POR EL  
COMITÉ DE ÉTICA DE LA UNIVERSIDAD SAN ANTONIO DE MURCIA..... 121

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN  
VOLUNTARIA EN LOS ESTUDIOS..... 122

ANEXO 3. CALIDAD METADOLÓGICA DE LOS ESTUDIOS ..... 125

UNIVERSIDAD SAN ANTONIO DE MURCIA..... 121



## COMPENDIO DE PUBLICACIONES

A continuación, se presentan las citas completas de las cuatro publicaciones que constituyen esta tesis doctoral por compendio de artículos.

### ARTÍCULO I

Petronila Mireia Alcázar Artero, Manuel Pardo Ríos, Robert Greif, Ana Belén Ocampo Cervantes, Gabriel Gijón-Noguerón, Roberto Barcala-Furelos, Silvia Aranda-García, Laura Ramos Petersen.

*“Efficiency of virtual reality for cardiopulmonary resuscitation training of adult laypersons. A systematic review”*

**Fecha de Publicación:** Enero 2023

**Revista:** Medicine

**ISSN:** 1536-5964

**Ranking:** Q3

**Journal Impact Factor:** 1,6

### ARTÍCULO II

Petronila Mireia Alcázar Artero, Robert Greif, J.J. Cerón Madrigal, Damián Escribano, María Trinidad Pérez Rubio, María Esther Alcázar Artero, Pau López Guardiola, Miriam Mendoza López, Rafael Melendreras Ruiz, Manuel Pardo Ríos.

*“Teaching cardiopulmonary resuscitation using virtual reality: A randomized study”.*

**Fecha de Publicación:** Marzo 2024

**Revista:** Australasian Emergency Care

**ISSN:** 2588-994X

**Ranking:** Q3

**Journal Impact Factor:** 1,8

**ARTÍCULO III**

Manuel Pardo Ríos, Petronila Mireia Alcázar Artero, Carolina Cánovas Martínez, José Manuel Salas Rodríguez, Mercedes Cánovas Martínez, María Isabel Rodríguez Entrena, Ana Belén Ocampo Cervantes, Esther Chicharro Luna, Laura Juguera Rodríguez.

*“Valoración de la formación de niños en reanimación cardiopulmonar mediante cuentos y dibujos animados”*

**Fecha de Publicación:** Diciembre 2023

**Revista:** Anales del sistema sanitario de Navarra

**ISSN:**2340-3527

**Ranking:** Q4

**Journal Impact Factor:** 1

**ARTÍCULO IV**

Petronila Mireia Alcázar Artero, Thais Teixeira dos Santos, Daniel Guillen Martínez, Mariana Ferrandini Price, Manuel Pardo Ríos, Grasiela Piuvezam.

*“Effects of cardiopulmonary resuscitation training on mortality rates after out-of-hospital cardiac arrest: protocol for a systematic review and meta-analysis”*

**Fecha de Publicación:** Febrero 2024

**Revista:** British Medical of Journal Open

**ISSN:** 2044-6055

**Ranking:** Q1

**Journal Impact Factor:** 2,9

# I – INTRODUCCIÓN

---



## I- INTRODUCCIÓN

### 1.1. LA ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR

La Enfermedad Cardiovascular (ECV) se mantiene como la principal causa de morbilidad y mortalidad a nivel global, representando un desafío sin precedentes para los sistemas de salud de todo el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su último informe de 2021, las ECV son responsables de aproximadamente 17.9 millones de muertes anuales, lo que constituye el 31% del total de fallecimientos a nivel mundial. (1)

A nivel global, las ECV representan una epidemia que afecta tanto a países de ingresos altos como bajos, con una distribución que evidencia desigualdades significativas relacionadas con factores socioeconómicos y de salud (2). Estas enfermedades engloban un conjunto de trastornos del corazón y los vasos sanguíneos, incluyendo la enfermedad coronaria, enfermedades cerebrovasculares, hipertensión, enfermedad arterial periférica, entre otras, cada una contribuyendo de manera diferente a la carga global de morbilidad y mortalidad.

En España, la situación epidemiológica de las ECV sigue patrones similares a los observados en otros países europeos, siendo también una de las principales causas de muerte. El estudio ENRICA (Estudio de Nutrición y Riesgo Cardiovascular en España) proporciona una visión detallada sobre la prevalencia de los principales factores de riesgo cardiovascular en la población adulta española, destacando la hipertensión arterial, el colesterol alto y el tabaquismo como los más prevalentes (3).

En el epicentro de la mortalidad asociada a las ECV se encuentra la parada cardíaca, un evento agudo y potencialmente reversible con una intervención temprana adecuada. La Parada Cardíaca Extrahospitalaria (PCEH) representa una de las manifestaciones más extremas de la enfermedad cardiovascular, donde la muerte súbita cardíaca (MSC) ocurre inesperadamente fuera del entorno hospitalario.

La etiología de la muerte súbita extrahospitalaria es multifactorial siendo, la cardiopatía isquémica, en sus diferentes formas de presentación, la causante del 71,1% de todas las MSC en España (1).

La relación entre las ECV y la parada cardíaca es directa y compleja, siendo esta última a menudo el desenlace fatal de una enfermedad cardiovascular subyacente no controlada.

Roth et al. en su análisis del Estudio Global de la Carga de Enfermedad, identificaron que la incidencia de PCEH ha ido en aumento, reflejando la prevalencia creciente de factores de riesgo cardiovascular a nivel mundial (2).

## 1.2. LA PARADA CARDIACA EXTRAHOSPITALARIA

La parada cardíaca extrahospitalaria, entendida como el cese brusco e inesperado de la circulación espontánea que ocurre fuera del entorno hospitalario, es una emergencia médica que requiere de intervención inmediata para garantizar la supervivencia y la calidad de vida del individuo.

Este evento puede ser provocado por múltiples patologías, incluyendo fallos respiratorios, una variedad de condiciones cardíacas como el síndrome coronario agudo, arritmias derivadas de cardiomiopatías y anomalías estructurales cardíacas. Además, se incluyen el colapso ventricular, la obstrucción de las vías respiratorias superiores, problemas neurológicos, lesiones traumáticas, sangrados no causados por trauma, shock distributivo y alteraciones en el equilibrio metabólico, entre otras (2).

Un estudio reveló que el 80% de estos eventos cardíacos ocurrieron en el hogar y el 20% en lugares públicos (3). Los incidentes en lugares públicos tenían una mayor probabilidad de ser presenciados, casi el 90%, comparado con menos del 50% para aquellos que sucedieron en el hogar. Además, se observó una mayor probabilidad de intentos de reanimación en públicos (41%) en comparación con los hogares (22%), con una tasa de supervivencia superior en los primeros (8% frente al 2%).

Respecto a los síntomas premonitorios, aproximadamente el 70% de los afectados reportó haber experimentado síntomas como dolor de pecho y dificultad para respirar que persistieron por más de 15 minutos antes del evento (3).

### 1.2.1. Epidemiología e incidencia de la PCEH

La PCEH constituye un desafío crítico de salud pública a nivel mundial por su elevada incidencia. La PCEH supone una incidencia global promedio de 55 casos por cada 100,000 personas al año(4) en todo el mundo.

Estados Unidos reporta más de 347,000 casos de PCEH en adultos y más de 7000 casos de niños menores de 18 años(5). En Europa, la incidencia de PCEH varía de 67 a 170 por 100,000 habitantes/año en función de la región estudiada(6).

Los datos reportados del área asiático-pacífica indican una incidencia de PCEH que varía de 40 a 95 por 100,000 habitantes en Japón y de 20 a 59 por 100,000 habitantes en Corea del Sur. Australia y Nueva Zelanda muestran tasas de incidencia de aproximadamente 47 y 56 por 100,000 habitantes, respectivamente (4).

En España, según el último informe del Out-Of-Hospital Spanish Cardiac Arrest Registry (OHSCAR), la incidencia de PCEH atendida por los Servicios de Emergencias Médicas (SEM) es de 18.6 por 100,000 habitantes/año (7).

### 1.2.2. Factores que determinan la supervivencia en la PCEH

La supervivencia de pacientes que sufren paros cardíacos fuera del hospital está influenciada significativamente por varios factores clave.

#### 1.2.2.1. *Presencia de Testigos*

Dado que hasta el 70% de los paros cardíacos fuera del hospital son presenciados por personas cercanas, el método más eficaz para aumentar realmente las tasas de supervivencia globales en estos casos es mejorar la frecuencia con la que los transeúntes realizan RCP (8–10)

La intervención inmediata en un evento de PCEH es crucial. Los casos presenciados por testigos tienen mayores probabilidades de éxito en la resucitación así como, mayores tasas de retorno de la circulación espontánea y, consecuentemente, mejores tasas de supervivencia hasta el ingreso hospitalario y el alta(6).

#### 1.2.2.2. *Tiempo de Respuesta del Servicio de Emergencias Médicas*

El tiempo es un factor crítico en el tratamiento de la PCEH. Un menor tiempo de respuesta de los servicios de emergencia se correlaciona directamente con mejores resultados de supervivencia debido a que mejora la eficacia de las intervenciones críticas como la desfibrilación y la administración de soporte vital avanzado, esenciales para restablecer la circulación espontánea (11).

#### 1.2.2.3. *Ritmo Cardíaco Desfibrilable*

La naturaleza del ritmo cardíaco al momento de la llegada de los servicios de emergencia también determina las posibilidades de supervivencia. Los pacientes con un ritmo desfibrilable, como la fibrilación ventricular o la taquicardia ventricular sin pulso, tienen significativamente más posibilidades de recuperarse si se les proporciona desfibrilación temprana. Este hallazgo resalta la importancia de la identificación rápida y la intervención adecuada en pacientes con ritmos cardíacos que pueden ser corregidos eléctricamente (11).

### 1.2.3. Cadena de Supervivencia

Las posibilidades de supervivencia tras una PCEH van a depender del concepto de "cadena de supervivencia"(5,6) siendo el tiempo hasta la atención de la parada cardíaca, el factor más crítico que afecta a la tasa de supervivencia.

La Asociación Americana del Corazón (AHA) y el Consejo Europeo de Resucitación (ERC) han establecido este modelo para resaltar la importancia de cada paso, desde el reconocimiento inmediato y la llamada a los servicios de emergencia hasta la atención post-reanimación (6,12).

La cadena de supervivencia son un conjunto de acciones esenciales y coordinadas para tratar con éxito una PCEH. Esta cadena se conceptualiza como eslabones que, cuando se conectan y ejecutan rápidamente, aumentan significativamente las probabilidades de supervivencia y recuperación de la víctima (13).

La cadena de supervivencia está compuesta por cuatro eslabones (Figura 1):

- **Reconocimiento inmediato del paro cardíaco y activación del sistema de respuesta a emergencias:** Esto implica identificar los

signos de un paro cardíaco, como la ausencia de respiración o una respiración anormal y la pérdida de conciencia, y llamar inmediatamente a los servicios de emergencia.

- **RCP precoz con énfasis en las compresiones torácicas:** La reanimación cardiopulmonar (RCP) debe iniciarse lo más pronto posible. La RCP de alta calidad, entendida como compresiones torácicas profundas (5-6cm) y rápidas (100-120/minuto) mantiene el flujo de sangre a los órganos vitales hasta que se restablezca el ritmo cardíaco normal.
- **Desfibrilación rápida:** El uso de un desfibrilador externo automático (DEA) tan pronto como esté disponible es crucial. La desfibrilación puede restablecer un ritmo cardíaco efectivo si la causa del paro cardíaco es una arritmia ventricular.
- **Soporte vital avanzado efectivo y cuidado post-reanimación:** Una vez que los servicios de emergencia llegan, es vital proporcionar un soporte vital avanzado, incluyendo la administración de medicamentos, y cuidados posteriores a la reanimación para mejorar la calidad de la supervivencia.



***Figura 1. Cadena de supervivencia.***

*Fuente: Nolan J, Soar J, Eikeland H. The chain of survival. Resuscitation. 2006 Dec;71(3):270–1.*

La implementación efectiva de la cadena de supervivencia puede significativamente incrementar las posibilidades de sobrevivir a una parada cardíaca. Las investigaciones demuestran que la aplicación temprana de RCP y la desfibrilación dentro de los primeros minutos críticos pueden duplicar o incluso triplicar las tasas de supervivencia (6). Así, la cadena de supervivencia no solo sirve como una guía para la acción inmediata en situaciones de emergencia, sino también como un marco para la capacitación pública y profesional en técnicas de reanimación.

**1.2.4. First Responder o Primer Interviniente**

Se entiende como “First Responder” (FR) o primer interviniente en una PCEH a cualquier persona, ya sea un transeúnte casual, un socorrista capacitado, pero no profesional, o un profesional de los servicios de emergencia (como policías, bomberos, o personal médico), que es la primera en prestar ayuda en el sitio de un incidente de parada cardíaca antes de la llegada de los servicios médicos de emergencia.

Sabemos que los primeros minutos son cruciales en una situación de PCEH. A pesar de que la iniciación temprana de RCP y la desfibrilación pueden mejorar significativamente las probabilidades de supervivencia, especialmente en aquellos pacientes que presentan un ritmo inicialmente desfibrilable (14), la efectividad de estas intervenciones se ve comprometida por los tiempos de respuesta extendidos de los servicios médicos de emergencia, especialmente en zonas residenciales donde ocurren la mayoría de estos eventos. Este retraso a menudo resulta en que los pacientes no estén en un ritmo desfibrilable cuando finalmente se inicia la RCP (15–17).

Por ello, la figura del FR está tomando cada vez más peso dentro de las directrices internacionales como método eficaz para acortar el tiempo de respuesta a una situación de PCEH.

En Europa, la implementación de sistemas FR ha variado, con algunos países integrando a bomberos entrenados en RCP y a policías equipados con Desfibriladores Externos Automáticos (DEA) para complementar la respuesta de los EMS. Estudios han demostrado que esta integración ha logrado tiempos de respuesta más breves y ha incrementado la supervivencia a 30 días (18,19). La movilización de ciudadanos capacitados como FR también ha probado ser efectiva en reducir el tiempo hasta el inicio de la RCP (20,21) y la desfibrilación (22) mejorando la supervivencia global (23).

Sin embargo, la variabilidad en las tasas de supervivencia de PCEH entre las regiones de Europa sugiere que la presencia y la implementación de sistemas FR pueden influir en estas diferencias.

Un estudio publicado en 2019 que forma parte del proyecto ESCAPE-NET, enfocado en analizar las causas y mejores tratamientos para el paro cardíaco extrahospitalario indica que existe una amplia diversidad en la implementación y características de los sistemas de primeros respondedores en Europa (24).

El estudio utilizó una encuesta de métodos mixtos, recabando información de consejos nacionales de reanimación y SEM de 29 países europeos, entre ellos Francia, Italia, España, y Grecia. Los FR se clasificaron en bomberos, policías, personal de emergencias médicas fuera de servicio y socorristas ciudadanos, enfocándose en su capacitación, equipo, y funciones. Más de la mitad de los países contaban con sistemas FR implementados a nivel nacional o regional, destacando la variabilidad en el tipo de FR desplegados y sus funciones específicas.

El estudio resalta la importancia de una capacitación adecuada en RCP para los FR y sugiere que una política general europea podría beneficiar la coordinación de requisitos esenciales para una respuesta efectiva ante la PCEH (24).

En este sentido, la ERC recomienda, en su última actualización de 2021, que los primeros respondientes, ya sean reanimadores capacitados o no, bomberos, policías y profesionales de salud fuera de su jornada laboral que estén en las

proximidades de una PCEH, sean alertados por el centro coordinador de emergencias mediante una aplicación de smartphone o mensajes de texto (6).

### 1.2.5. RCP por Testigos

El conocimiento público sobre cómo actuar frente a una parada cardíaca fuera del hospital es crucial y varía entre diferentes áreas geográficas. A menudo, las personas carecen de la capacidad para identificar los signos de un paro cardíaco y no están seguras de cómo proporcionar asistencia inmediata (25,26).

En Europa, la realización de la RCP por parte de testigos varía considerablemente tanto dentro de los países como entre ellos, con una media del 58% y un rango que va desde el 13% hasta el 83% (6). El empleo de DEA aún es bajo, con un promedio de utilización del 28% y una variación entre el 3.8% y el 59%. En cuanto a la asistencia telefónica para la RCP, el 80% de los países europeos la ofrecen, y el 75% cuenta con un registro de DEA (6).

Las recomendaciones de las guías AHA 2020 y ERC 2021 sugieren que la RCP por testigos debe iniciarse en todos los casos cuando sea posible, y el teleoperador del centro coordinador de urgencias juega un papel crucial en ayudar a los transeúntes no capacitados a reconocer la PCR y proporcionar RCP (27–29). Además, el uso de tecnología como los teléfonos inteligentes, comunicación por video, inteligencia artificial, y drones puede ayudar a reconocer la parada cardíaca, reclutar y enviar a los primeros intervinientes, y entregar los DEA en el lugar de la parada cardíaca (22,30–33)

En algunos países europeos como Holanda ya se están implementando las primas Apps para reclutar testigos que se encuentren cerca del evento y acudan con un DEA mejorando significativamente los tiempos de respuesta y la desfibrilación temprana (22). Así como el uso de drones para aproximar los DEA al lugar de la PCEH (31).

A pesar de todos los esfuerzos para mejorar la asistencia inicial a la PCEH, las tasas de supervivencia, a nivel europeo, siguen siendo bajas con un promedio del 8% al alta hospitalaria y una variación que oscila entre el 0% y el 18% (6).

### 1.2.5.1. *Barreras para no realizar RCP*

Los factores que influyen en que los transeúntes se abstengan de practicar la reanimación cardiopulmonar (RCP) incluyen varios elementos claves (25):

- **Falta de reconocimiento de la emergencia:** Muchos transeúntes no reconocen los signos de un paro cardíaco, lo cual retrasa o impide la iniciación de la RCP.
- **Miedo a hacer daño:** Existe un temor significativo entre las personas entrenadas en RCP a causar más daño, como por ejemplo fracturar costillas, lo cual puede inhibir su voluntad de realizar compresiones torácicas.
- **Temor a infecciones:** La preocupación por contraer enfermedades transmisibles puede disuadir a los transeúntes de realizar respiración boca a boca.
- **Inseguridad sobre la habilidad para realizar RCP correctamente:** Incluso aquellos que han sido entrenados pueden sentirse inseguros sobre su capacidad para llevar a cabo la RCP correctamente en una situación real.
- **Pánico y estrés emocional:** El pánico o el shock al enfrentarse a una situación de emergencia pueden paralizar o confundir a los transeúntes, impidiéndoles actuar eficazmente.
- **Falta de liderazgo o dirección:** La ausencia de una figura de autoridad o liderazgo que dirija los esfuerzos de resucitación puede llevar a la inacción o a esfuerzos descoordinados.
- **Desconocimiento del uso del DEA:** La falta de familiaridad con el desfibrilador puede hacer que los transeúntes duden en usar el dispositivo, aunque estos están diseñados para ser utilizados por personas sin entrenamiento médico. El éxito en el uso del DEA se ve favorecido por varios factores clave. Entre ellos, destacan la sencillez del diseño del dispositivo, la claridad de las instrucciones tanto visuales como auditivas, la formación inicial de los usuarios y la importancia de mantener actualizadas estas habilidades a lo largo del tiempo (34).

- **Aspecto del paciente:** La apariencia física de un paciente en paro cardíaco, que puede incluir síntomas como cianosis o espuma en la boca, puede disuadir a los transeúntes de realizar la RCP.
- **Preocupación por aspectos legales:** El miedo a posibles repercusiones legales por realizar incorrectamente la RCP puede ser también un factor inhibitorio.

Estos factores destacan la necesidad de una formación más profunda y regular en RCP, que no solo enseñe las habilidades técnicas, sino que también aborde los aspectos emocionales y psicológicos de realizar la RCP en situaciones reales de vida o muerte. Un estudio demostró que, un programa educativo breve, de solo dos horas, incrementa notablemente la confianza de los jóvenes para realizar Soporte Vital Básico, incluyendo tareas críticas como la identificación de un paro cardíaco y el uso de desfibriladores (35).

#### 1.2.6. Desfibrilador Externo Automático (DEA).

La efectividad de la desfibrilación en los casos de PCEH con ritmo desfibrilable supera el 90% cuando se administra en el primer minuto tras un paro cardíaco, pero su eficacia disminuye dramáticamente a menos del 10% si se realiza después de diez minutos, incluso cuando se acompaña de RCP (3,5).

Múltiples estudios han investigado la eficacia de la intervención temprana en casos de PCEH incluyendo el impacto que tiene el uso del DEA en la supervivencia y en los resultados neurológicos.

El uso del DEA por parte de transeúntes en el ambiente extrahospitalario mejora significativamente los desenlaces neurológicos y la supervivencia a 30 días en comparación con aquellos que no reciben desfibrilación pública (36–38).

Esta supervivencia aumenta hasta un 40% si se combina con programas de educación pública y aumento del número de desfibriladores en lugares públicos (37).

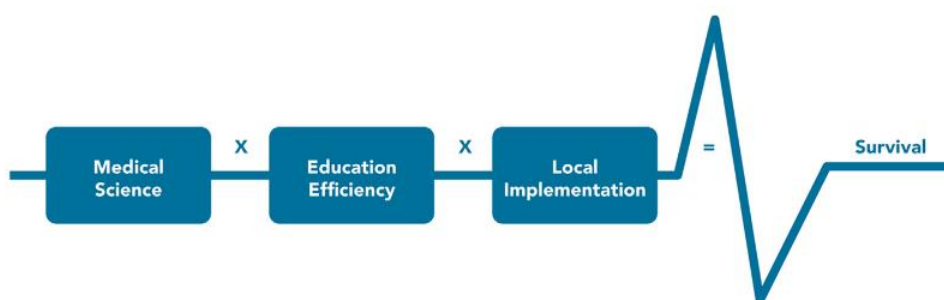
Por lo tanto, la combinación de educación pública, intervención temprana, acceso a tecnología como los DEA y un sistema de respuesta rápida de emergencia son clave para mejorar los desenlaces en casos de paro cardíaco fuera del hospital.

### 1.3. FORMACIÓN EN RCP COMO PRIMER ESLABÓN DE LA CADENA DE SUPERVIVENCIA

La formación en técnicas de reanimación cardiopulmonar (RCP) y el uso adecuado de desfibriladores automáticos externos (DEA) es esencial para la población general dado que los primeros intervinientes suelen ser familiares o individuos que carecen de formación en Soporte Vital Básico (SVB).

La capacitación en RCP en la comunidad está relacionada con una mayor tasa de supervivencia post-RCP, incluyendo mejoras en los resultados neurológicos (39–42), por ello las Directrices del 2021 del Consejo Europeo de Resucitación, integran la educación como pilar básico para mejorar la supervivencia de los pacientes que sufren una PCEH (figura 2)(43). Subrayan que los métodos de enseñanza actúan como un puente crucial entre descubrimientos científicos y su implementación efectiva siendo necesario que todos los ciudadanos aprendan las competencias esenciales de SVB para salvar vidas (6).

## EDUCATION



**Figura 2. Fórmula Ustein de la supervivencia.**

*Fuente: Greif R, Lockey A, Breckwoldt J, Carmona F, Conaghan P, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Education for resuscitation. Resuscitation. 2021 Apr;161:388–407.*

Además, insisten en que la capacitación en RCP debería iniciarse desde la escuela, según recomienda el programa “KIDS SAVE LIVES” del Consejo Europeo de Resucitación (44). Este programa está orientado a impartir educación en RCP a la mayor cantidad de niños posible a nivel global, integrándola en los sistemas educativos escolares. Recomiendan personalizar las instrucciones de RCP para que sean apropiadas a la edad de los alumnos, desde primaria hasta la universidad, teniendo en cuenta sus habilidades diferenciadas para realizar prácticas y entender conceptos teóricos (43). Los profesores, que generalmente están a favor de la enseñanza del SVB, muchas veces no cuentan con un conocimiento sobre el tema por lo que se recomienda encarecidamente la incorporación de esta capacitación en RCP en los currículos de formación docente (44).

Se ha visto que en los países donde la formación en RCP es obligatoria en las escuelas desde hace décadas, las tasas de realización de RCP por parte de transeúntes son significativamente más altas. (10,45–47). Este entrenamiento tiene el potencial de preparar a generaciones completas para actuar ante paros cardíacos y mejorar las tasas de supervivencia (48).

La formación ideal combina elementos teóricos y prácticos, y se sugiere incorporar entornos virtuales de aprendizaje que permiten un enfoque autónomo y flexible, adecuado para todos los niveles de cursos de RCP (43).

ILCOR (“International Liason Committe on Resuscitation”) en sus últimas recomendaciones de 2024 incide en la importancia vital de entrenar a más individuos de la comunidad en técnicas de RCP para mejorar las posibilidades de supervivencia durante paros cardíacos súbitos fuera de hospitales (49). Además, vuelven a destacar el uso de tecnología inmersiva y métodos de aprendizaje basados en juegos, que ayudan a aumentar la participación y retención de lo aprendido. Esta formación, debe ser adaptada para diversas edades y capacidades físicas, con el fin de asegurar que una gama más amplia de personas pueda

realizar RCP correctamente. Se subraya también la necesidad de práctica continua y refuerzo del aprendizaje para mantener las habilidades de RCP frescas (49).

### 1.3.1. Nuevas tecnologías para la enseñanza en RCP

La adopción de técnicas de gamificación en diversos sectores de la sociedad actual, con objetivos que van más allá del simple entretenimiento, se ha establecido firmemente y ha experimentado un rápido desarrollo en los últimos años (Figura 3)(50).

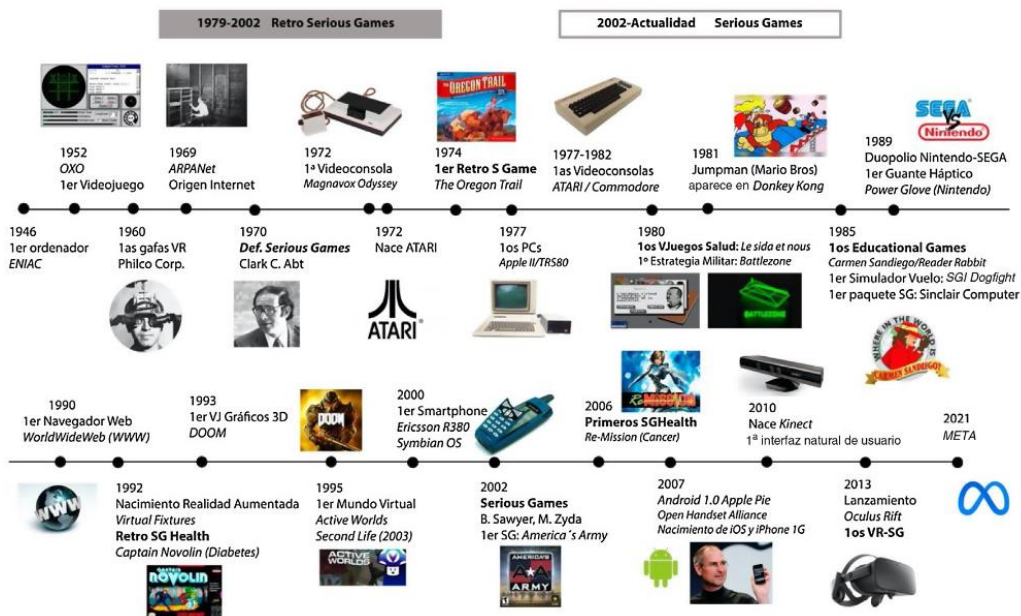


Figura 3. Evolución de la tecnología, los videojuegos y los serious games.

Fuente: Mendoza López M, Albaladejo Ortega S, Pardo Ríos M, Melendreras Ruiz R.

Serious Games for Health, una herramienta efectiva para el entrenamiento de los profesionales sanitarios. *Aten Primaria*. 2022 Jul;54(7):102376.

La enseñanza tradicional en SVB se ha centrado en clases teóricas dirigidas por un instructor. Las tecnologías emergentes, como los juegos serios y la Realidad Virtual (RV), generan un mayor interés y motivación entre los estudiantes (51). Estas herramientas no solo facilitan la enseñanza a un mayor número de personas y mejoran las habilidades adquiridas, sino que también ofrecen experiencias de aprendizaje más frecuentes y cómodas (52,53).

En particular, la RV consiste en simulaciones computarizadas que recrean ambientes tanto reales como ficticios, proporcionando interacciones en tiempo real (54). Utilizando dispositivos como gafas de realidad virtual y controladores hápticos, los usuarios pueden sumergirse completamente en esta experiencia inmersiva que mejora la memoria procedimental(55), la velocidad, la precisión y la aplicación práctica de los conocimientos en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales (56).

Integrar elementos de realidad aumentada y extendida podría solucionar las limitaciones restantes de la RV, como realizar compresiones torácicas o ventilaciones, utilizando maniqués realistas y otros objetos simulados (57). Estos avances no solo enseñan técnicas específicas y fomentan el trabajo en equipo en escenarios simulados, sino que también capacitan a los usuarios para reconocer y responder efectivamente a emergencias cardíacas reales hasta que llegue la asistencia médica profesional.

La aplicación de juegos serios y tecnologías de RV está transformando la formación en soporte vital básico siendo reconocidas por entidades de prestigio como la Asociación Americana del Corazón y el Consejo Europeo de Resucitación, las cuales valoran su contribución a las estrategias de educación en RCP (43,58).

Estas innovaciones tecnológicas están abriendo puertas a entrenamientos extensivos. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, las tecnologías modernas presentan limitaciones en la enseñanza del SVB, como la pérdida de habilidades adquiridas dentro de los primeros meses tras la formación inicial (59).

Dado que las habilidades pueden deteriorarse si no se ejercitan con frecuencia, ILCOR recomienda un entrenamiento periódico en técnicas de RCP sin especificar una frecuencia exacta (49). Esto indica la importancia de incluir evaluaciones y entrenamientos recurrentes en los programas de RCP para mantenerse al día con los avances y protocolos más recientes.

## **II – OBJETIVOS**



## II - OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar diversos métodos de capacitación en reanimación cardiopulmonar (RCP), enfocándose en la efectividad del uso de realidad virtual (VR) y otros medios educativos como cuentos y vídeos animados en primeros intervinientes con el objetivo de evaluar la calidad de las compresiones torácicas, el uso de desfibriladores automáticos externos (DEA), y el impacto en la supervivencia y resultados neurológicos tras un paro cardíaco. Además, se investiga la influencia de estos métodos en la tasa de mortalidad y de iniciación de RCP, así como el nivel de estrés generado por cada tipo de formación.

### 2.2. OBJETIVO ESTUDIO I

Esta revisión sistemática tiene la finalidad de determinar si la formación en reanimación cardiopulmonar (RCP) mediante realidad virtual contribuye a mejorar aspectos clave de la RCP como la profundidad y frecuencia de las compresiones torácicas, así como el manejo del desfibrilador externo automático (DEA). También se evalúa el impacto de esta formación en los resultados inmediatos y prolongados de pacientes que sufren paros cardíacos, incluyendo la recuperación de la circulación espontánea, la supervivencia hasta el alta hospitalaria y los resultados neurológicos positivos.

### 2.3. OBJETIVO ESTUDIO II

El objetivo de este estudio consiste en explorar el impacto de un juego serio sobre la calidad de las compresiones torácicas, utilizando gafas de Realidad Virtual (VR) para enseñar reanimación cardiopulmonar (RCP), y compararlo con un grupo que recibió entrenamiento convencional. El objetivo secundario es investigar las posibles diferencias en el nivel de estrés provocado por cada método de enseñanza.

#### 2.4. OBJETIVO ESTUDIO III

El objetivo principal es evaluar los resultados de la capacitación en reanimación cardiopulmonar (RCP), comparando niños instruidos por sus padres en el hogar frente a aquellos educados por maestros en entornos escolares. Adicionalmente, como objetivo secundario, la efectividad de emplear un cuento y un video animado para facilitar la enseñanza de la RCP. P

#### 2.5. OBJETIVO ESTUDIO IV

El objetivo de esta revisión es determinar el impacto del entrenamiento en reanimación cardiopulmonar (RCP) impartido a estudiantes y ciudadanos comunes en aspectos como la tasa de mortalidad, la frecuencia con la que se inicia la RCP y la utilización de desfibriladores externos automáticos (DEA).

# **III – VISIÓN GENERAL DE LOS ARTÍCULOS**

---



### III - VISIÓN GENERAL DE LOS ARTÍCULOS

#### 3.1. ESTUDIO I

*Efficiency of virtual reality for cardiopulmonar resuscitation training of adult layperson. A systematic review*

#### RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar los estudios actuales sobre el entrenamiento en soporte vital básico usando realidad virtual y su impacto potencial en los indicadores de calidad de la reanimación cardiopulmonar, la confianza en uno mismo, la percepción del aprendizaje, la satisfacción de los participantes y los resultados para los pacientes a corto y largo plazo.

**Método.** Revisión sistemática de la literatura seleccionando únicamente ensayos clínicos y estudios cuasiexperimentales realizados desde sus comienzos hasta el 1 de octubre de 2021, que investigaron la capacitación en soporte vital básico de adultos laicos utilizando realidad virtual.

**Resultado.** se seleccionaron 6 estudios para la revisión sistemática. El entrenamiento mediante RV logró mejoras significativas en la frecuencia y profundidad de las compresiones torácicas en cuatro de los seis estudios analizados y fue catalogada como un método de enseñanza efectivo, influyendo positivamente en la autoeficacia, la confianza y la competencia según se reportó en dos de los artículos.

**Conclusiones.** El uso de la RV en el entrenamiento de SVB potencia las capacidades manuales y la confianza en sí mismos de los adultos no especializados, ofreciendo un método eficaz para su incorporación en programas de aprendizaje mixto de RCP.

**Palabras clave.** Resucitación cardiopulmonar, realidad virtual, realidad extendida, revisión sistemática.



## 3.2. ESTUDIO II

*Teaching cardiopulmonary resuscitation using virtual reality: A  
randomized study*

## RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar el impacto de un juego serio en la efectividad de las compresiones torácicas, utilizando gafas de realidad virtual para el entrenamiento en RCP, frente a un grupo entrenado mediante técnicas tradicionales y determinar si hay diferencias en el nivel de estrés provocado por cada tipo de actividad educativa.

**Método.** Investigación multicéntrica, comparativa y transversal que compara la formación con juegos serios en realidad virtual frente a un grupo de control que recibe formación convencional en el aula.

**Resultado.** El promedio de eficacia en las compresiones torácicas alcanzado por el grupo que utilizó realidad virtual fue mayor comparado con el grupo de control, de forma significativa. En cuanto al nivel de estrés, el grupo de realidad virtual registró mayores niveles de alfa amilasa salivar que el grupo control.

**Conclusiones.** La aplicación de realidad virtual y juegos serios puede potenciar la calidad de las compresiones torácicas en comparación con métodos de enseñanza tradicionales.

**Palabras clave.** Enfermería, Innovación, Reanimación Cardiopulmonar, Realidad Virtual, Juegos Serios, Alfa Amilasa Salivar, Simulación.



## 3.3. ESTUDIO III

*Valoración de la formación de niños en reanimación cardiopulmonar  
mediante cuentos y dibujos animados*

## RESUMEN

**Objetivo.** Comparar los resultados de la formación en RCP por parte de sus padres en casa y por docentes en contextos escolares.

**Método.** Estudio aleatorizado controlado sobre la formación en RCP en estudiantes de primer y segundo año de primaria en la Región de Murcia. Los progenitores y los docentes intervinieron como formadores, empleando materiales educativos especialmente adaptados para niños. Se midieron ocho áreas de conocimiento teórico y cinco habilidades prácticas.

**Resultado.** De un grupo inicial de 160 escolares, 116 completaron el estudio. Hubo una alta tasa de abandono en el grupo entrenado por familiares. Los estudiantes que fueron instruidos por profesores demostraron un mejor desempeño en los conocimientos teóricos y en la mayoría de las habilidades prácticas, excepto en la capacidad para reconocer situaciones de emergencia. Por otro lado, los escolares que recibieron enseñanza de RCP a través de un cuento y un video animado en el grupo familiar obtuvieron mejores resultados en varios conocimientos y habilidades prácticas comparados con aquellos que solo utilizaron el cuento.

**Conclusiones.** El empleo de materiales educativos tradicionales, como cuentos y videos animados, incrementa de manera considerable las capacidades y el conocimiento en RCP de los estudiantes de primaria. Los estudiantes que fueron formados por docentes en ambientes escolares mostraron un aprendizaje superior al de aquellos educados por sus familiares.

**Palabras clave.** Reanimación Cardiopulmonar, Formación, Niños Salvan Vidas, Maestros, Familia.



## 3.4. ESTUDIO IV

*Effects of cardiopulmonary resuscitation training on mortality rates after out-of-hospital cardiac arrest: protocol for a systematic review and meta-analysis*

## RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar el impacto de la formación en RCP para individuos no profesionales en las tasas de mortalidad tras PCEH, la supervivencia, la utilización del DEA y la tasa de inicio de RCP.

**Método.** Protocolo de revisión sistemática. Búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos incluyéndose estudios de intervención y cuasiexperimentales que aborden la formación en RCP. Se aplicarán criterios de exclusión para asegurar la calidad de los estudios seleccionados. El riesgo de sesgo será evaluado utilizando herramientas específicas para diferentes tipos de estudios.

**Resultado.** Se espera encontrar mejoras en la tasa de inicio de RCP por parte de los participantes formados, así como mejores tasas de supervivencia con resultado neurológico favorable y mayor utilización del DEA.

**Palabras clave.** Reanimación Cardiopulmonar, Formación, Supervivencia, Mortalidad, DEA.



## **IV – ESTUDIO I**

*Efficiency of virtual reality for cardiopulmonar resuscitation training of adult layperson. A systematic review*



## IV -ESTUDIO I

**EFFICIENCY OF VIRTUAL REALITY FOR CARDIOPULMONAR RESUSCITATION TRAINING  
OF ADULT LAYPERSON. A SYSTEMATIC REVIEW**

Eficiencia de la realidad virtual para la formación en reanimación cardiopulmonar de personas no especializadas adultas. Una revisión sistemática.

Systematic Review and Meta-Analysis

Medicine

OPEN

**Efficiency of virtual reality for cardiopulmonary resuscitation training of adult laypersons**

**A systematic review**

Petronila Mireia Alcázar Artero, MD<sup>a,b</sup>, Manuel Pardo Rios, PhD<sup>a,b,\*</sup>, Robert Greif, MD<sup>c,d</sup>, Ana Belén Ocampo Cervantes, PhD<sup>e</sup>, Gabriel Gijón-Nogueron, PhD<sup>f</sup>, Roberto Barcala-Furelos, PhD<sup>g</sup>, Sílvia Aranda-García, PhD<sup>h</sup>, Laura Ramos Petersen, PhD<sup>i</sup>

**Abstract**

**Background:** Virtual reality (VR) is an interesting and promising way to teach cardiopulmonary resuscitation (CPR) to adult laypersons as its high immersive characteristics could improve the level of skills and acquired knowledge in learning basic life support (BLS).

**Methods:** This systematic review assesses current literature about BLS training with VR and its possible effect on CPR-quality parameters, self-efficacy, perceived learning, and learners' satisfaction and short and long-term patients' outcome. We screened the Cochrane Library, PubMed, CINAHL, MEDLINE Ovid, Web of Science, and Scopus databases and included only clinical trials and quasi-experimental studies published from inception to October 1, 2021, which analyzed adult laypersons' BLS training with the use of VR. Primary outcomes were CPR parameters (chest compression rate and depth, Automated External Defibrillator use). Secondary outcomes were self-efficacy, perceived learning and learners satisfaction, and patients' outcomes (survival and good neurologic status). The risk of bias of included study was assessed using the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions tool to evaluate randomized control trials and the transparent reporting of evaluations with nonrandomized designs checklist for nonrandomized studies.

**Results:** After full article screening, 6 studies were included in the systematic review (731 participants) published between 2017 and 2021. Because of the heterogeneity of the studies, we focused on describing the studies rather than meta-analysis. The assessment of the quality of evidence revealed overall a very low quality. Training with VR significantly improved the rate and depth of chest compressions in 4 out of 6 articles. VR was described as an efficient teaching method, exerting a positive effect on self-efficacy, perception of confidence, and competence in 2 articles.

**Conclusion:** VR in BLS training improves manual skills and self-efficacy of adult laypersons and may be a good teaching method in a blended learning CPR training strategy. VR may add another way to divide complex parts of resuscitation training into easier individual skills. However, the conclusion of this review suggests that VR may improve the quality of the chest compressions as compared to instructor-led face-to-face BLS training.

**Abbreviations:** BLS = basic life support, CPR = cardiopulmonary resuscitation, OHCA = out-of-hospital cardiac arrest, RCT = randomized control trials, ROB = risk of bias, ROSC = return of spontaneous circulation, TREND = transparent reporting of evaluations with nonrandomized designs, VR = virtual reality.

**Keywords:** cardiopulmonary resuscitation, extended reality, systematic review, virtual reality

The systematic review protocol was registered at the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO: CRD42021249502). This work has been financed with research funds (PMAFI-2021) granted by the UCAM to the project entitled "Teaching innovation and inclusive teaching resources for learning Cardiopulmonary Resuscitation and First Aid in school-age children" awarded to Prof. Manuel Pardo Rios. This work has been financed with research funds (PMAFI-2021) granted by the UCAM to the project entitled "Teaching innovation and inclusive teaching resources for learning Cardiopulmonary Resuscitation and First Aid in school-age children" awarded to Prof. Manuel Pardo Rios.

The authors have no conflicts of interest to disclose.

The datasets generated during and/or analyzed during the current study are publicly available.

Supplemental Digital Content is available for this article.

<sup>a</sup> UCAM Universidad Católica de Murcia, Murcia, España <sup>b</sup> Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia, Murcia, España, <sup>c</sup> Department of Anaesthesiology and Pain Medicine, Bern University Hospital, Inselspital, Bern, Switzerland, <sup>d</sup> School of Medicine, Sigmund Freud Private University Vienna, Vienna, Austria, <sup>e</sup> Department of Nursing and Podiatry, Faculty of Health Sciences, University of Malaga, Spain, <sup>f</sup> Faculty of Education and Sports Sciences,

University of Vigo, Pontevedra, Spain, <sup>g</sup> GRAFAIS Research Group, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain.

\* Correspondence: Manuel Pardo Rios, UCAM Universidad Católica de Murcia, Campus de los Jerónimos, No 135 Guadalupe 30107, Murcia, España (e-mail: mpardo@ucam.edu).

Copyright © 2023 the Author(s). Published by Wolters Kluwer Health, Inc. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBY-NC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and build upon the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal.

How to cite this article: Alcázar Artero PM, Pardo Rios M, Greif R, Ocampo Cervantes AB, Gijón-Nogueron G, Barcala-Furelos R, Aranda-García S, Ramos Petersen L. Efficiency of virtual reality for cardiopulmonary resuscitation training of adult laypersons: A systematic review. *Medicine* 2023;102:4(632736).

Received: 1 November 2022 / Received in final form: 29 December 2022 /

Accepted: 4 January 2023

<http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000032736>

## 1. Introduction

Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) is a major global health problem, with more than 3,000,000 cases occurring annually in Europe and the United States.<sup>[1,2]</sup> The early recognition of the problem and early initiation of cardiopulmonary resuscitation (CPR) is one of the most important steps to improve outcomes for patients with OHCA.

Cardiac arrest is often witnessed by family members or people without basic life support (BLS) training, which delays the initiation of care until the arrival of emergency medical services. Less than 50% of OHCA patients receive bystander CPR,<sup>[3,4]</sup> although increased CPR training in the population is associated with increased survival after CPR, including improved neurological outcomes.<sup>[5–8]</sup> It is therefore important to provide PCR training to the general population. According to the European Resuscitation Council Guidelines 2021, every citizen should learn to provide life-saving BLS skills.<sup>[9]</sup>

BLS training has become more important in recent decades, creating opportunities for mass training that has the potential to significantly reduce sudden cardiac arrest deaths.<sup>[10,11]</sup> Classical BLS training has typically consisted of instructor-led theoretical training. A recent systematic review reported that instructor-led CPR training with real-time or delayed feedback improved psychomotor CPR skills in lay adults, but these skills are lost over time, at approximately 3 to 6 months.<sup>[12]</sup> The need for retraining, as well as the need for specific spaces and schedules, together with the lack of realism and immersion of traditional feedback devices, are some of the limitations found in traditional CPR training system.

However, many new technologies for teaching CPR have become available in recent years and have been shown to overcome these limitations.<sup>[13]</sup> But their actual impact on teaching and learning is not very clear.<sup>[14]</sup> An ILCOR CoSTR evidence update supports the idea that simulation-based education of resuscitation in situ (directly at the workplace of individuals), or in a dedicated simulation center, may be included within the continuous education programs of life support courses.<sup>[14]</sup>

In this sense, virtual reality (VR) implementation in cardiopulmonary resuscitation (CPR) training might be a tool that could be used to teach an ever-increasing number of persons, to improve the level of skills and acquired knowledge, and to provide more convenient and more frequent learning opportunities for the learners who seek to be competent in BLS.<sup>[15]</sup> VR may be a good education method and resource that could be used to achieve these objectives, and was supported in 2018 by the American heart association, which highlighted the role of immersive technologies and gamified learning in the advancement of CPR education strategies to improve the learning experience of users.<sup>[16]</sup> Recently, the 2021 European Resuscitation Council Guidelines recommended the use of virtual learning environments for all levels of CPR training as part of a blended learning, as well as a self-learning approach.<sup>[9]</sup>

VR is a simulation created by a computer, and it includes scenarios of the real or imaginary world, which offer opportunities for interaction in real-time.<sup>[17]</sup> Through the use of hardware, such as VR-goggles and haptic controllers, an immersive experience is provided to the users, which result in improvements in procedural memory,<sup>[18]</sup> speed, precision, and the transfer of knowledge to real-world scenarios, as compared with instructor directed training.<sup>[19]</sup> As it provides a strong feeling of immersion, VR is a new, interesting and promising way of teaching health care, and its use is rapidly spreading.<sup>[20]</sup> VR has been used to simulate clinical settings that allow both individuals and groups to learn specific techniques and to improve teamwork.<sup>[20,21]</sup> VR was described successful to teach echocardiography,<sup>[22]</sup> or the placement of a central venous catheter.<sup>[23]</sup>

Despite its advantages, virtual reality has serious limitations for teaching BLS. In a virtual reality environment, procedures such as chest compressions, ventilation and defibrillation cannot

be performed with the same characteristics as they would be in a real environment, as VR uses haptic controls to perform the actions. These limitations can be eliminated by incorporating extended reality and/or augmented reality, with the use of full-scale mannequins and other simulation objects (e.g., simulation AEDs).<sup>[24]</sup> In the case of BLS, VR would simulate a real cardiac arrest scenario so that the user learns to identify it and perform the steps in the chain of survival until the arrival of emergency medical services.

Several studies on VR for CPR training have been published in the past few years<sup>[25–28]</sup> and analysis of simulators based on VR, XR and AR<sup>[29]</sup> but no systematic review has systematically analyzed and summarized this training strategy for the general population. The objective of the present study is to systematically review current publications on VR in BLS training of adult non-healthcare professional laypersons. The aim is to assess if CPR training with VR improves CPR-quality markers (depth and frequency of chest compression, use of AED), and the short and long-term outcome of patients after cardiac arrest (return of spontaneous circulation [ROSC], survival at discharge, favorable neurological outcome).

## 2. Methods

The review was conducted according to the Cochrane Handbook for Systematic Reviews<sup>[29]</sup> and the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses statement.<sup>[30]</sup> The systematic review protocol was registered at the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO: CRD42021249502). Ethical approval was not necessary for the review.

### 2.1. Data sources and search strategy

A sensitive search strategy using relevant search terms that were developed from MeSH and keywords were used. See Appendix 1, Supplemental Digital Content, <http://links.lww.com/MD/I353>, to find search strategies. Three researchers (PMAA, MPR and LRP) independently searched the databases: PROSPERO, Cochrane Library, PubMed, CINAHL, MEDLINE Ovid, Web of Science and Scopus from the inception of the investigation to October 2021. Manual searches within the references of the included studies were carried out to identify other studies that could potentially be included. That search was cross-checked, and it was helpful to identify studies that were missed during the electronic search. The references were exported, and duplicates were removed manually.

### 2.2. Eligibility criteria and study selection

We planned to include experimental studies that assessed educational innovations strategies with VR in BLS to improve CPR quality parameters, in comparison to instructor-led face-to-face education, of adult laypersons.

The population, intervention, comparator, and outcome (PICO) structure was<sup>[17]</sup>:

- Population: laypersons, aged > 18 years in any education setting of BLS training.
- Intervention: VR in BLS teaching or training.
- Comparator: instructor-led face-to-face BLS teaching or training.
- Outcome: Improve CPR quality parameters (compression and depth rate, use of AED) after the training, and self-efficacy, perceived learning, learners' satisfaction, as well as short and long-term patient outcomes (ROSC, survival to discharge, and survival with favorable neurological outcome).

We included randomized controlled trials or quasi-experimental studies published in any language, providing full text availability. We excluded abstracts, systematic reviews, observational studies, letters to the editor, studies assessing training in pediatric or neonatal CPR or healthcare personnel. During the full-text assessment, we became aware that studies found before the year 2017 include virtual learning environments based on serious gaming, manikin simulation, or video games, but these studies did not include VR as a technique to teach CPR. As VR is an innovative technology that has expanded in recent years and continues to evolve, the included studies are very recent.

All the studies identified with the search strategy underwent titles and abstracts screening against the inclusion and exclusion criteria by 2 reviewers (PMAA and MPR) followed by a second screening based on the full text of all the studies whose titles and abstracts fully met the inclusion criteria. In cases of disagreement, a decision was made by consensus or, when necessary, a third reviewer (LRP) was consulted. Figure 1 displays the study selection process.

### 2.3. Data analysis

From the full texts of possibly eligible studies, a narrative synthesis of the characteristics and results of the included studies was summarized in Table 1. We defined that the heterogeneity of the studies, and the variable results were needed to synthesize a meta-analysis. If that was not possible, we summarized the results regarding the relationship between innovative CPR educational strategies and outcome variables as mentioned above. Data extraction was performed by 2 authors independently. Disagreements were resolved by discussion between the 2 evaluators, or if consensus was not possible, further opinions were sought.

The primary outcome variables analyzed were: compression rate (minute) and depth (mm), as well as AED use. Secondary variables were self-efficacy, perceived learning and learners' satisfaction using Likert scales. We assessed whether the included studies had performed analyses of short- and long-term patient outcomes (ROSC, survival to discharge, survival with favorable neurological outcome). The outcomes included where: chest compression depth and rate, CPR performance score, median flow chest compression fraction, proportion of compressions with full release, post-survey with questions relating to VR and CPR or 7-value Likert scale. The other variables for which data were sought were: author, country, year of publication, sample size, sex, age, number of participants, follow-up, intervention, measurement instrument used, and results (Table 1).

### 2.4. Risk of bias assessment

Two reviewers (PMAA and LRP) evaluated the risk of bias (ROB) for each included study, using the Cochrane ROB tool for randomized trials (see Table 2)<sup>[31]</sup> to evaluate randomized control trials (RCT) and the transparent reporting of evaluations with nonrandomized designs checklist for nonrandomized studies. Allocation, blinding, incomplete outcome data, selective reporting, and other potential sources of bias are shown in Figures 2 and 3.

See Appendix 3, Supplemental Digital Content, <http://links.lww.com/MD/I355>, to find the quality of evidence was assessed according to the grading of recommendations assessment, development, and evaluation.

## 3. Results

We found a total of 241 articles in the databases, and 1 additional study at Google Scholar. Of these 242 articles, 181 were excluded due to methodological reasons, duplicate records, and after reading the titles and abstracts (Fig. 1). In the end, 6 articles

met the inclusion criteria: 4 RCT<sup>[20-23]</sup> and 2 quasi-experimental studies<sup>[24,25]</sup> including a total of 731 participants, aged between 19 and 57 years, 389 (53.2%) were men. Two studies reported the level of higher education (university): 45%<sup>[20]</sup> and 19%<sup>[21]</sup>. The percentage of participants who had received BLS training in the last 2 years in the studies was 16%<sup>[20]</sup>, 17%<sup>[21]</sup>, 26% in the intervention group versus, 29% in the control group,<sup>[22]</sup> 20% in the intervention group versus 16% control group,<sup>[23]</sup> 43%<sup>[25]</sup> and 0%<sup>[24]</sup>.

General characteristics of the studies are described in Table 1. The studies were conducted in the Netherlands,<sup>[20]</sup> China,<sup>[24]</sup> the USA,<sup>[21]</sup> Spain,<sup>[22]</sup> Italy,<sup>[23]</sup> and the UK.<sup>[25]</sup>

### 3.1. Evaluation of ROB

The risks of bias (ROB) of the RCT are shown in Figures 2 and 3 and Table 2. Due to the type of study, blinding of the participants was not possible, but it did not have an influence on the subsequent evaluation and was therefore deemed as low ROB. In the case of the quasi-experimental studies, the quality of the studies was more difficult to determine, as the scores obtained with the TREND checklist varied widely. In this sense, some weak aspects were common to both articles, especially in the methodology (participant eligibility criteria, method of recruitment, determination of the sample size, where and who performed the intervention), as well as the time utilized and the measures adopted to optimize the compliance or the adherence. In general, the best areas were: Title, abstract, and results (that is, specific objectives and hypotheses, method of data collection, and information on validated instruments, as well as their psychometric and biometric properties). See Appendix 2, Supplemental Digital Content, <http://links.lww.com/MD/I354>, it's shown the verification list of ROB in quasi-experimental studies. See Appendix 1, Supplemental Digital Content, <http://links.lww.com/MD/I355>, it's shown the grading of recommendations assessment, development, and evaluation evidence profile table displaying the quality of evidence assessment shows very low quality for all randomized controlled trials and quasi-experimental studies.

### 3.2. Results by outcome measures

**3.2.1. Quality of the CPR.** For the important outcome of chest compression rate we found reports in the 6 studies.<sup>[20-25]</sup> Cerezo-Espinosa et al.<sup>[22]</sup> showed in their RCT improved compressions of  $97.5 \pm 9.7 \text{ min}^{-1}$  in the VR group but  $80.9 \pm 7.7 \text{ min}^{-1}$  in the control group ( $P = .003$ ).

Nas et al.<sup>[20]</sup> showed non-inferiority of VR for compression rate compared to face-to-face instructor training. The 2 quasi-experimental articles reported improvements.<sup>[24,25]</sup> Bench et al.<sup>[25]</sup> reported that 65% of participants scored in the 90% of the chest compression performance scale.

Yang et al.<sup>[24]</sup> reported with VR significantly higher chest compression scores and a shift of 90% of failures to 16% ( $P < .001$ ).

Buttussi et al.<sup>[23]</sup> reported improved chest compression after repetition with VR, although the differences were not significant compared to face-to-face training. Leary et al.<sup>[21]</sup> did not find a significant difference for chest compression rate.

For the important outcome of depth of chest compressions we found results in the 6 studies.<sup>[20-25]</sup> In the 2 RCT of Nas et al.<sup>[20]</sup> and Leary et al.<sup>[21]</sup> VR was reported as inferior compared to face-to-face training.

In contrast, the RCTs by Cerezo Espinosa et al.<sup>[22]</sup> and Yang et al.<sup>[24]</sup> reported improvements in chest compression depth for the use of VR.

For the CPR-outcome of compressions with full release Nas et al.<sup>[20]</sup> reported improvements after training with VR ( $P = .002$ ) as well as Buttussi et al.<sup>[23]</sup> at the second repetition ( $P < .005$ ).

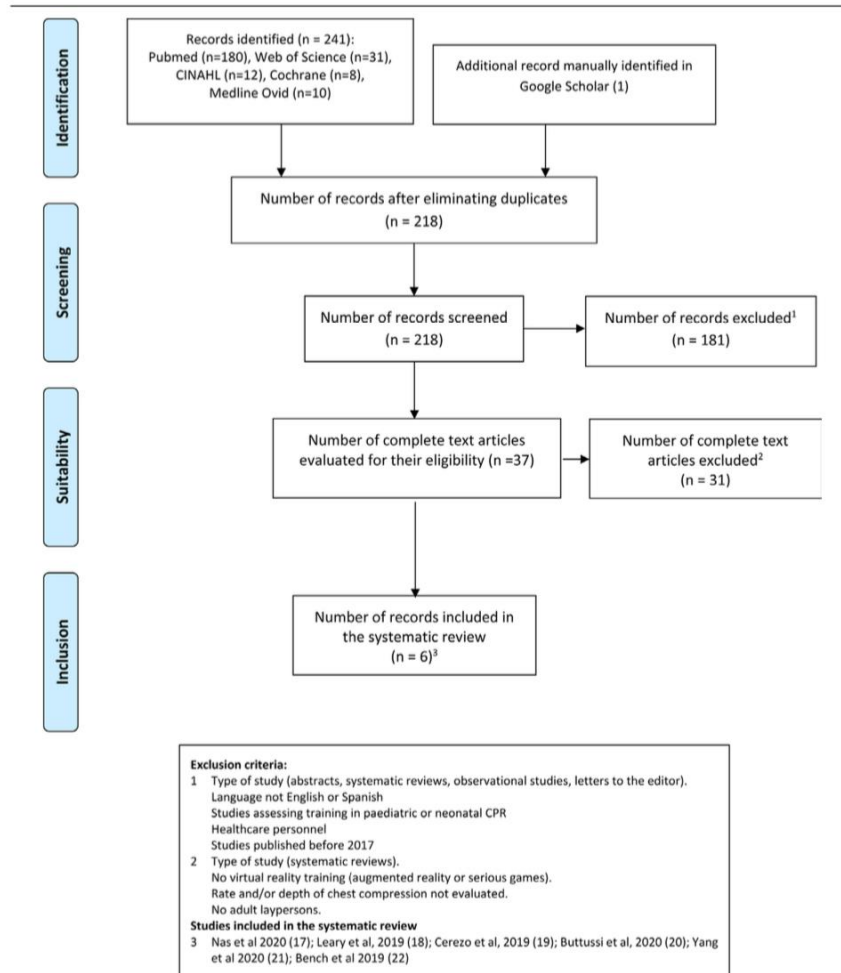


Figure 1. PRISMA flow diagram. PRISMA = preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses.

**3.2.2. Self-efficacy, perceived learning, and learners' satisfaction.** Cerezo Espinosa et al.<sup>[22]</sup> reported from a questionnaire higher ratings for the VR experience ( $P < .001$ ).

Buttussi et al.<sup>[21]</sup> reports in a before-and-after questionnaire improved self-efficacy after the VR CPR training ( $P > .001$ ). The pairwise comparisons showed that self-efficacy before training ( $M = 3.24 \pm 1.47$ ) was lower than after training ( $M = 4.88 \pm 1.15$ )  $P < .001$ .

Bench et al.<sup>[22]</sup> report a positive effect on self-efficacy, the perception of confidence, and competence (especially for chest compressions).

Leary et al.<sup>[21]</sup> assessed in a before-and-after questionnaire knowledge about CPR, AED, and the chain of survival. Participants trained with VR knew significantly more about the use of an AED ( $P = .05$ ), however, no difference was found for other knowledge questions.

**Table 1**  
Main characteristics of included studies.

Study	Country	Design	Follow-up period (mo)	Sample size (n) Sex n (%) Age (yr), mean ± SD or (range)	Subject characteristics	Intervention and control group	Risk of bias (ROB)	Outcomes evaluated	Measurement instruments	Results
Nas et al. 2020 [17]	Netherlands	RCT	6	n = 381 intervention group; 190 control group; 191 women = 50% (57%) Age: 26 (22–31)	Exclusion: participants who were deemed not capable of performing either the training or the post-training CPR test. Participants with elevated alcohol levels (>0.5%) who failed a tandem gait test (a walk test).	Intervention group: VR training with VR goggles and headphones. Control group: standardized CPR training with certified instructor.	Low risk: completed with all the items of the checklist that evaluated ROB.	1. chest compression depth (mm) 2. chest compression rate (min <sup>-1</sup> ) 3. CPR performance score 4. median low chest compression fraction. 5. proportion of compressions with full release. 6. average chest compression depth and rate within the guideline endorsed range.	1. certified CPR manikins (Resusc Anne, O CPR, Laerdal Medical) with operating device (SimPad, Laerdal Medical). 2. European resuscitation council endorsed CPR checklist.	1. VR training is non-inferior to compressions rate vs face-to-face (mean ± SD: VR: 114 ± 12 min <sup>-1</sup> vs face to face: 100 ± 12 min <sup>-1</sup> ; mean difference [95% CI] 6 [3 to 8] min <sup>-1</sup> (P < .01). 2. VR was inferior to face-to-face training; mean depth of compressions in VR training was 49.1 ± 10mm and 56.8 ± 5.4mm in the control, a difference of -7.7mm [95% CI: -9.4 to -6.0mm (P = .99)] 3. Proportion of compressions with complete release improved after VR training (98% [QR: 55%–99%] (P = .002).
Leary et al. 2019 [18]	USA	RCT	–	n = 105 intervention group; 52 control group; 53 men = 68 (66%) Age: 46 ± 16 (19–23)	Exclusion: unable to use VR device, unable to complete skills checks, subjects recruited from public locations.	Intervention group: digital CPR training with VR CPR training mApp (smartphone with a VR cardboard viewer). Control group: had established CPR training mApp (video-only training methods).	Intermediate risk on three items: creation of randomized sequences, blinding of allocation and blinding of the evaluation of the results.	1. pre-survey. 2. interventional bystander response data (call 911, perform CPR, ask for an AED). 3. CPR quality data (chest compression rate and depth compressions). 3. Survey post-intervention.	1. CPR recording manikin (ResuscAnne, Laerdal Medical). 2. post-survey with questions relating to VR, the sequence of bystander response actions, and CPR.	1. CPR recording manikin (ResuscAnne, Laerdal Medical). Mean ± SD depth of compressions in VR training was 38 ± 15mm and in face-to-face training 44 ± 13mm (P = .05) 2. Mean ± SD chest compression rate was 104 ± 42 min <sup>-1</sup> in VR vs 112 ± 30 min <sup>-1</sup> in face to face training (P = NS). 3. In the VR group, 64% knew how to use an AED as compared to 60% in the control group (P = .05).
Corzo Espinosa et al. 2019 [19]	Spain	RCT	–	n = 92 intervention group; 50 control group; 46 men = 55 (57%) Age: mean ± SD = 28 ± 11	Exclusion: wearing corrective goggles, dropping out of the study.	Intervention group: had CPR training via VR viewing device (360° video of a CPR simulation scenario). Control group: had no prior training.	Low risk: completed with all the items of the checklist that evaluated ROB.	1. multiple-choice questionnaire. 2. rate and depth compressions. 3. CPR quality.	1. theoretical questionnaire used in the Kids Save Lives Study (the maximum score was 10 and the minimum 0). 2. CPR manikin (Resusc Anne Simulation) with SIMPAD. 3. SEVCA-CPR 2.0d	1. Compressive manikin: VR: 97.5 ± 9.7; Control: 80.9 ± 7.7; P = .003 2. Depth of compressions: 34.0 ± 6.5mm VR, 27.3 ± 4.9 control (P < .001) 3. Theoretical questionnaire mean for VR: 9.3 ± 0.9; Control: 7.78 ± 1.63 (mean difference 1.5 [95%CI 1.0–2.0], P < .001).

(Continued)

**Table 1**  
(Continued)

Study	Country	Design	Follow-up period (mo)	Sample size (n)	Sex n (%)	Age (yr), mean ± SD or (range)	Subject characteristics	Intervention and control group	Risk of bias (ROB)	Outcomes evaluated	Measurement instruments	Results
Battisti et al., 2020 (20)	Italy	RCT	—	n = 30	—	—	undergraduate computer science students	intervention group had training using VR with the manikin (HTC Vive Pro headset and two HTC wrist trackers) control group had training using VR only (6-DOF trackers on the wrists).	high risk in two items: Creation of random sequences and blinding of the assignment were not conducted	1. self-efficacy questionnaire with 5 items. i) I feel sure about my ability to perform CPR. ii) I would be able to verify if a person can breathe autonomously. iii) I can perform cardiac massage correctly. iv) I would be able to understand when a person has regained normal vital functions, and v) I can perform cardiac massage without wasting time. 2. training trials. <input type="checkbox"/> compression depth. <input type="checkbox"/> Crp <input type="checkbox"/> error in Crm <input type="checkbox"/> correct compressions <input type="checkbox"/> compressions too deep <input type="checkbox"/> compressions too shallow <input type="checkbox"/> compressors with incomplete release 3. final assessment. <input type="checkbox"/> transfer of procedural knowledge <input type="checkbox"/> learner's compression force. 4. learner's compression frequency. 5. Level of satisfaction of the VR-CPRs learning system.	1. 7-value Likert scale. 2. CPR manikin (Resuscit Arne) with two sensors on the internal Arduino board. 3. Videotaping and assignment of the codes by the experimenter.	1. Main effect of repetition on compressors min: $F(1,8, 51.7) = 25.5, P < .001, \eta^2 = 0.48$ . 2. No significant differences when comparing the VR group with the face-b-face training group ( $P > .05$ ) 3. Main group effect on compression depth $F(1,3) = 10.6, P < .005, \eta^2 = 0.27$ and compressions too deep $F(1,3) = 15.6, P < .001, \eta^2 = 0.38$ being higher in the VR group 4. The proportion of compressions with complete release improved with repetition of training $F(1,3) = 5.6, P < .005, \eta^2 = 0.17$ 5. Self-efficacy before training ( $M = 3.3 \pm 1.5$ ) was lower than after training ( $M = 4.9 \pm 1.2$ ) $P < .001$ . Decrease in failures from 90% to 15% ( $T = -16.4, P < .001$ ). 2. reduction in insufficient depth of compressors after VR training (reduction from 23% to 10% in women and from 25% to 0% in men). 3. 87% of participants were satisfied or very satisfied with VR CPR learning 4. Errors in chest compressions rate: percentage of insufficient rate of compressions reduced from 38% to 5% for women, and from 30% to 2% in men.
Yang et al., 2020 (21)	China	Quasi-experimental	—	n = 100	men = 60 (60%) age range 19–50	—	undergraduate students majoring in information-related fields without any previous CPR training	1. pre-intervention learning: questionnaire and CPR chest compression simulation. 2. intervention: chest compression with VR-CPRs device. 3. post-intervention: post-test and satisfaction questionnaire	Items weak on TRENDY checklist: participant eligibility criteria, method of recruitment, determination of the sample size, clearly defined primary and secondary outcome measures, time utilized and the measures adapted to optimize the compliance or adherence and where and who performed the intervention.	1. Force-sensitive model (HeartForce AAD 1). 4. Satisfaction questionnaire (five-point scale).	1. Better overall scores after VR. 15% ( $T = -16.4, P < .001$ ). 2. reduction in insufficient depth of compressors after VR training (reduction from 23% to 10% in women and from 25% to 0% in men). 3. 87% of participants were satisfied or very satisfied with VR CPR learning 4. Errors in chest compressions rate: percentage of insufficient rate of compressions reduced from 38% to 5% for women, and from 30% to 2% in men.	

(Continued)

**Table 1**  
(Continued)

Study	Country	Design	Follow-up period (yr), mean ± SD (no)	Sample size (n)	Sex n (%)	Age (yr), mean ± SD (range)	Subject characteristics	Intervention and control group	Risk of bias (ROB)	Outcomes evaluated	Measurement instruments	Results
Borch et al. <sup>181</sup>	UK	Quasi-experimental	2019	n = 23	• men = 14 (61%) • age 41 (26–57)	adult staff members from a range of departments, ten declared previous resuscitation training.	intervention: standardized 5-minute VR experience called Code Blue (HC corporation) with live headset, wrist trackers and a low-end physical manikin. control: standard 5-minute manual resuscitation training.	items weak on ROB: checklist method of recruitment, delineation of the sample size, time utilized and the measures adopted to optimize the compliance and adherence and who performed the intervention.	1. Anonymized paper-based questionnaires pre- and post-intervention. 2. audio-recorded focus group discussions the day after VR experience □ experience and expectations □ performance and feedback □ interaction and immersion or adherence and where □ potential and who performed the intervention.	1. 7-point Likert scale: (1) completely disagree, and 7 completely agree). 2. inductive thematic analysis.	1. 65% of participants scored over 90% on the chest compression performance scale. 2. positive effect on self-efficacy as well as on the perception of confidence and competence (mean rating of participants before intervention = 2, after intervention = 6).	

CPR = cardiopulmonary resuscitation, RCT = randomized controlled trials, VR = virtual reality.

<sup>181</sup> Performance clinical trial.

<sup>182</sup> Virtual reality resuscitation.

<sup>183</sup> Virtual reality.

<sup>184</sup> SEVCA-CPR 2.0, tool for the evaluation of the quality of Cardiopulmonary Resuscitation.

<sup>185</sup> Number of compressions performed divided by the time.

<sup>186</sup> Checklist specifically developed to guide standardized reporting of non-randomized controlled trials.

Yang et al.<sup>121</sup> was the only study that reported higher satisfaction for VR teaching from a questionnaire.

None of the included studies reported results on the following predefined outcomes: short and long-term patient outcomes (ROSC, survival to discharge, survival with favorable neurological outcome). No side effect of VR, like vertigo or nausea was described in the studies.

The follow-up intervals of the studies were 6 months in the Leary et al.<sup>121</sup> and Nas et al.<sup>20</sup> study. No outcomes were reported after follow-up. The rest of the studies did not report follow-up intervals.

Although the objective of this study was to perform a meta-analysis, the heterogeneity of the studies and the variable results made this impossible.

The assessment of the quality of evidence shows very low quality for all outcomes assessed, so the recommendation for these outcomes is weak.

#### 4. Discussion

Out-of-hospital cardiac arrest remains a global health problem. Despite the fact that an increasing number of countries offer assisted CPR (80% in Europe),<sup>181</sup> and have AED registration and policies focused on CPR training,<sup>182</sup> survival to discharge remains very low, between 6% and 8%.<sup>11,38</sup> As we know, increased CPR training of the population also increases survival after CPR<sup>15–41</sup> but we do not know how new VR technologies systematically influence CPR training.

After screening the current literature, this systematic review included 4 RCT and 2 quasi-experimental studies that assessed how adult laypersons (none-health care providers) who learned through BLS-VR training, improved CPR-quality parameters and the cardiac arrest patients' outcome. Overall moderate improvements in CPR-quality parameters, such as compression rate and depth, were found. None of the studies reported results about the short and long-term patient outcomes. VR CPR training was associated with positive effects on self-efficacy, perception of confidence, higher learners' competence (especially for chest compressions), and satisfaction. Due to the heterogeneity of the studies and the ROB of the variable results, a formal meta-analysis was impossible to be conducted.

##### 4.1. Quality of the CPR

The present systematic review confirms that VR training improved the rate and depth of compressions in 4,<sup>134–36,37</sup> of the 6 articles analyzed as compared to instructor-led face-to-face BLS training. Previously-published studies in school children found that the application of virtual and augmented reality during CPR training increased CPR-skills<sup>139,40</sup>. In contrast to reports about a greater improvement in skills due to the use of virtual and augmented reality in CPR training in the classroom (41), Nas et al.<sup>32</sup> described an inferior performance as compared to face-to-face training for depth of chest compressions in laypersons after VR CPR training. On the other hand, about 50% of the study participants who trained on CPR with VR, met current guidelines on depth and frequency of chest compression.<sup>19,42</sup> This indicates that VR CPR training as an initial teaching approach for adult laypersons in any educational setting is a valid option, as suggested by Wong et al.<sup>143</sup>. CPR-instructors expressed their opinions about VR CPR training and considered this educational strategy as a potential combined learning tool, for both novice health professionals and experienced ones.

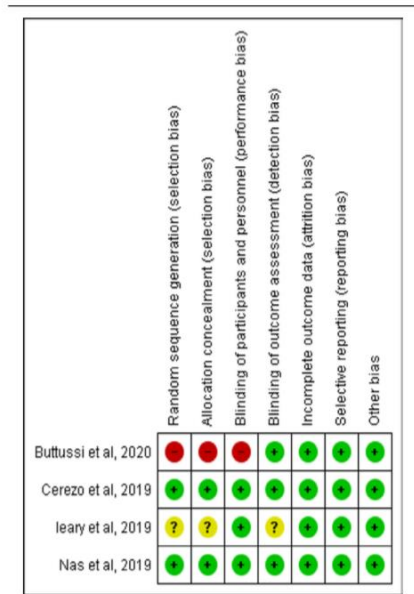
Interestingly, the review confirms that VR reduces errors in the rate and depth of chest compressions after a brief learning exercise,<sup>136</sup> which were even more pronounced with repetitions of such VR training sessions.<sup>135</sup> As a rapid cycle deliberate training<sup>144–46</sup> has been shown to be a very efficient educational strategy to improve team performance when learning with simulated

**Table 2**  
Risk of bias of randomized clinical trials included and evaluated through RoB 2.0.

Author	Randomization process	Deviations from intended intervention	Missing outcome data	Measurement of the outcome	Selection of the reported result	Overall bias
Cerezo et al	Low	Some concerns <sup>b</sup>	Low	Low	Low	Low
Nas et al	Low	Some concerns <sup>b</sup>	Low	Low	Low	Low
Leary et al	Some concerns <sup>a</sup>	Some concerns <sup>b</sup>	Low	Low	Low	Low
Buttussi et al	High	Some concerns <sup>b</sup>	Low	Low	Low	Low

<sup>a</sup> Method of sequence generation not specified.

<sup>b</sup> Low risk of bias in Part 1 but some concerns in Part 2. Appropriate analysis to estimate the effect of assignment to intervention not used.



**Figure 2.** Risk of bias summary: review of authors' judgements about each risk of bias (ROB) item for each included study. ROB = risk of bias. Buttussi et al, 2020<sup>(9)</sup>; Cerezo et al, 2019<sup>(16)</sup>; Leary et al, 2019<sup>(18)</sup>; Nas et al 2020.<sup>(17)</sup>

resuscitation, VR may add another way to divide complex parts of resuscitation training into easier individual skills.

**4.2. Learning of resuscitation and self-efficacy.**

This systematic review revealed that VR used to support the learning of CPR was efficient, exerted a positive effect on self-efficacy, the perception of confidence, and competence.<sup>(34,35)</sup> This is in agreement with reports on better knowledge retention with the reproduction of virtual scenarios as compared to face-to-face training<sup>(47)</sup>, the learning of non-technical skills in new situations<sup>(48)</sup>, and with the reported increase in the participants' skill performance confidence when utilizing VR for CPR training<sup>(49)</sup>. Buttussi et al<sup>(33)</sup> described this improvement in confidence independently of the presence of the manikin. This finding may be

explained by the fact that VR seems to be less threatening as a training method, which may improve the acquisition of skills, as suggested by Plessas in 2017.<sup>(33)</sup>

During the review process, one of the limitations found was the lack of homogeneity of the studies in the design of the VR simulators used for BLS training, which may be the cause of the heterogeneity of the results. A recent systematic review that analyzed new technologies for BLS training, reported that it is necessary to define which type of tools are used for training and which are used for evaluation, to better design specific simulators for VR training.<sup>(24)</sup> The ROB (blinding, information) was another limitation found.

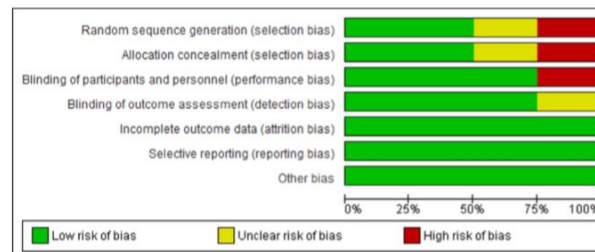
One of the most important limitations of this review was the scarcity of studies that assessed CPR training with VR in adult laypersons, as most studies excluded focused on CPR-skills of health care professionals. Therefore, some important planned questions on medium and long-term follow-up of learning outcomes could not be answered, such as the retention of knowledge and skills, and overall on short and long-term patient outcomes, such as the ROSC, survival after discharge, or outcome with favorable neurological outcome. That is in line with a recent review that evaluated VR to improve CPR training, which concluded that this field was both diverse and immature.<sup>(33)</sup>

The 2021 European Resuscitation Guidelines, in their chapter on education for resuscitation, point out the lack of high-quality research on resuscitation education to demonstrate if CRP training improves the quality of the process and overall patients' outcome.<sup>(9)</sup> This systematic review answers some educational questions, but many are still not answered: Questions clarifying the optimum manner of teaching with the help of VR, and which role VR may play in the frequency of re-training to maintain competencies and knowledge, and lastly, how this educational strategy might prevent deterioration of CPR-skills and knowledge.<sup>(14)</sup> A new field to study is the evaluation of CPR education in laypersons, as limited high-quality data from very heterogeneous designed studies prone to biases exist.<sup>(13)</sup> Therefore, CPR education research shall not only limit their focus on educational outcomes and results, but equal efforts need to be made to investigate education strategies that lead to improved patient outcomes after a cardiac arrest, which is still the highest priority.

The general population needs more and better training to be able to deal with emergency medical situations such as cardiac arrest without the immediate help of a professional. New technologies make it easier for this training to reach more people, but they are not conclusive when it comes to reporting improvements as compared to face-to-face BLS training. To this end, new lines of future research are needed to address the study of specific VR systems and extended reality in BLS training to eliminate heterogeneity in the studies and to be able to obtain long-term outcomes and to overcome other research gaps such as the return to spontaneous circulation, survival or neurological outcome at discharge.

**5. Conclusions**

This systematic review of current literature provides very low certainty scientific evidence suggesting that VR benefits the learning of CPR knowledge, and the training of CPR manual



**Figure 3.** Risk of bias graph: review of authors' judgements about each risk of bias (ROB) item presented as percentages across all included studies. ROB = risk of bias. Buttussi et al, 2020<sup>[2]</sup>; Cerezo et al, 2019<sup>[16]</sup>; Leary et al, 2019<sup>[16]</sup>; Nas et al 2020.<sup>[17]</sup>

skills to non-health care laypersons. This may be due to the paucity of existing studies and their heterogeneity. New studies are needed to define which tools are used for training and which are used for evaluation of BLS training. In spite of this, the very weak evidence suggests that VR may improve the quality of the chest compressions' frequency and depth as compared to instructor-led face-to-face BLS training. No data on real patients' outcomes or side effects of VR were reported. However, the conclusions from this review should be considered with caution, due to the low quality of many of the included studies.

#### Included studies

**Conceptualization:** Petronila Mireia Alcázar Artero, Manuel Pardo Rios, Robert Greif, Gabriel Gijón-Nogueron, Roberto Barcala-Furelos, Silvia Aranda-García, Laura Ramos Petersen.  
**Data curation:** Petronila Mireia Alcázar Artero, Ana Belén Ocampo Cervantes, Silvia Aranda-García.

**Formal analysis:** Manuel Pardo Rios, Ana Belén Ocampo Cervantes, Roberto Barcala-Furelos, Silvia Aranda-García, Laura Ramos Petersen.

**Funding acquisition:** Manuel Pardo Rios, Roberto Barcala-Furelos.

**Investigation:** Petronila Mireia Alcázar Artero, Gabriel Gijón-Nogueron, Roberto Barcala-Furelos.

**Methodology:** Gabriel Gijón-Nogueron, Roberto Barcala-Furelos, Laura Ramos Petersen.

**Supervision:** Petronila Mireia Alcázar Artero, Robert Greif, Silvia Aranda-García.

**Validation:** Silvia Aranda-García.

**Visualization:** Ana Belén Ocampo Cervantes, Laura Ramos Petersen.

**Writing – original draft:** Petronila Mireia Alcázar Artero, Manuel Pardo Rios, Robert Greif, Gabriel Gijón-Nogueron, Roberto Barcala-Furelos, Silvia Aranda-García, Laura Ramos Petersen.

**Writing – review & editing:** Petronila Mireia Alcázar Artero, Manuel Pardo Rios, Robert Greif, Gabriel Gijón-Nogueron.

#### References

- [1] Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, et al. European resuscitation council guidelines 2021 resumen ejecutivo. *Resuscitation*. 2021;80:60.
- [2] Merchant RM, Topjian AA, Panchal AR, et al. Part 1: Executive summary: 2020 American heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2020;142(16\_suppl\_2):S337–57.
- [3] Brady WJ, Mattu A, Slovis CM. Lay responder care for an adult with out-of-hospital cardiac Arrest. *N Engl J Med*. 2019;381:2242–51.

- [4] Deakin CD. The chain of survival: not all links are equal. *Resuscitation*. 2018;126:80–2.
- [5] Sayre MR, Berg RA, Cave DM, et al. Hands-only (compression-only) cardiopulmonary resuscitation: a call to action for bystander response to adults who experience out-of-hospital sudden cardiac arrest: a science advisory for the public from the American heart association emergency cardiovascular care committee. *Circulation*. 2008;117:2162–7.
- [6] Kragholm K, Wissenberg M, Mortensen RN, et al. Bystander efforts and 1-year outcomes in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2017;376:1737–47.
- [7] Malta Hansen C, Kragholm K, Pearson DA, et al. Association of bystander and first-responder intervention with survival after out-of-hospital cardiac arrest in North Carolina, 2010–2013. *JAMA*. 2015;314:255–64.
- [8] Nakahara S, Tomio J, Ichikawa M, et al. Association of bystander interventions with neurologically intact survival among patients with bystander-witnessed out-of-hospital cardiac arrest in Japan. *JAMA*. 2015;314:247–54.
- [9] Greif R, Lockey A, Breckwoldt J, et al. European resuscitation council guidelines 2021: education for resuscitation. *Resuscitation*. 2021;161:388–407.
- [10] Rea TD, Helbock M, Perry S, et al. Increasing use of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital ventricular fibrillation arrest. *Circulation*. 2006;114:2760–5.
- [11] Bagai A, McNally BF, Al-Khatib SM, et al. Temporal differences in out-of-hospital cardiac arrest incidence and survival. *Circulation*. 2013;128:2595–602.
- [12] Riggs M, Franklin R, Saylany L. Associations between cardiopulmonary resuscitation (CPR) knowledge, self-efficacy, training history and willingness to perform CPR and CPR psychomotor skills: a systematic review. *Resuscitation*. 2019;138:259–72.
- [13] Kuyt K, Park SH, Chang TP, et al. The use of virtual reality and augmented reality to enhance cardio-pulmonary resuscitation: a scoping review. *Advances in Simulation*. 2021;6:11.
- [14] Greif R, Bhanji F, Bigham BL, et al. Education, implementation, and teams: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation*. 2020;156:A188–239.
- [15] Taplin J, McConigley R. Advanced life support (ALS) instructors experience of ALS education in Western Australia: a qualitative exploratory research study. *Nurse Education Today*. 2015;35:556–61.
- [16] Cheng A, Nadkarni VM, Mancini MB, et al. Resuscitation education science: educational strategies to improve outcomes from cardiac arrest: a scientific statement from the American heart association. *Circulation*. 2018;138:e82–122.
- [17] Gaddis T. Using virtual reality to bring your instruction to life. *League Innovat Conf Inform Technol*. 1997;1:27.
- [18] Kim BR, Chun MH, Kim LS, et al. Effect of virtual reality on cognition in stroke patients. *Ann Rehabil Med*. 2011;35:450–9.
- [19] Gurusamy KS, Aggarwal R, Palanivelu L, et al. Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database Sys Rev*. 2009;1:63.
- [20] Semeraro F, Ristagno G, Giuliani G, et al. Virtual reality cardiopulmonary resuscitation (CPR): comparison with a standard CPR training mannequin. *Resuscitation*. 2019;135:234–5.

- [21] McGrath JL, Taekman JM, Dev P, et al. Using virtual reality simulation environments to assess competence for emergency medicine learners. *Acad Emerg Med*. 2018;25:186–95.
- [22] Mahmood F, Mahmood E, Dorfman RG, et al. Augmented reality and ultrasound education: initial experience. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;32:1363–7.
- [23] Huang CY, Thomas JB, Alismail A, et al. The use of augmented reality glasses in central line simulation: 'see one, simulate many, do one competently, and teach everyone'. *Adv Med Educ Pract*. 2018;9:357–63.
- [24] Ricci S, Calandrino A, Borgonovo G, et al. Viewpoint: virtual and augmented reality in basic and advanced life support training. *JMIR Serious Games*. 2022;10:e28595.
- [25] Balian S, McGovern SK, Abella BS, et al. Feasibility of an augmented reality cardiopulmonary resuscitation training system for health care providers. *Heliyon*. 2019;5:e02205.
- [26] Jaskiewicz F, Kowalewski D, Starosta K, et al. Chest compressions quality during sudden cardiac arrest scenario performed in virtual reality: a crossover study in a training environment. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99:e23374.
- [27] Mather C, McCarthy R. Exploring the effects of a high-fidelity environment on nursing students' confidence and performance of CPR. *Nurs Stand*. 2021;36:76–82.
- [28] Iskleth M, Kromer A, Pinn Schmidt HO, et al. Virtual reality as a teaching method for resuscitation training in undergraduate first year medical students: a randomized controlled trial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2021;29:27.
- [29] Higgins JP, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*: Cochrane Book Series. :674.
- [30] Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009;6:e1000100.
- [31] Sterne JAC, Savović J, Page MJ, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 2019; 366:4898.
- [32] Nas J, Thannhauser J, Vart P, et al. Effect of face-to-face vs virtual reality training on cardiopulmonary resuscitation quality: a randomized clinical trial. *JAMA Cardiol*. 2020;5:328–35.
- [33] Leary M, McGovern SK, Chaudhary Z, et al. Comparing bystander response to a sudden cardiac arrest using a virtual reality CPR training mobile app versus a standard CPR training mobile app. *Resuscitation*. 2019;139:167–73.
- [34] Cerezo Espinosa C, Segura Melgarejo F, Melendreras Ruiz R, et al. Virtual reality in cardiopulmonary resuscitation training: a randomized trial. *Emergencias*. 2019;31:43–6.
- [35] Butrussi F, Chittaro L, Valent F. A virtual reality methodology for cardiopulmonary resuscitation training with and without a physical mannequin. *J Biomed Inform*. 2020;111:103590.
- [36] Yang CH, Liu SF, Lin CY, et al. Immersive virtual reality-based cardiopulmonary resuscitation interactive learning support system. *IEEE Access*. 2020;8:120870–80.
- [37] Bench S, Winter C, Francis G. Use of a virtual reality device for basic life support training: prototype testing and an exploration of users' views and experience. *Simulation in Healthcare*. 2019;14:287–92.
- [38] Craig-Brangan KJ, Day MP. Update: AHA guidelines for CPR and emergency cardiovascular care. *Nursing*. 2020;50:58–61.
- [39] López-Belmonte J, Sánchez S, Belmonte G. La eficacia de la realidad aumentada en las aulas de Infantil: un estudio del aprendizaje de SVB y RCP en discentes de 5 años. *Pixel-Bit, revista de medios y educación*. 2019;157–78.
- [40] Gent L, Sarno D, Coppock K, et al. Abstract 396: successful virtual reality cardiopulmonary resuscitation training in schools: digitally linking a physical manikin to a virtual lifesaving scenario. *Circulation*. 2019;140(Suppl\_2):A396.
- [41] Khanal P, Vankipuram A, Ashby A, et al. Collaborative virtual reality based advanced cardiac life support training simulator using virtual reality principles. *J Biomed Inform*. 2014;51:49–59.
- [42] Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, et al. Part 5: adult basic life support and cardiopulmonary resuscitation quality: 2015 American heart association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2015;132(18 suppl 2):S414–35.
- [43] Wong MAME, Chue S, Jong M, et al. Clinical instructors' perceptions of virtual reality in health professionals' cardiopulmonary resuscitation education. *SAGE Open Med*. 2018;6:2050312118799602.
- [44] Hunt EA, Duval-Arnould JM, Chime NO, et al. Integration of in-hospital cardiac arrest contextual curriculum into a basic life support course: a randomized, controlled simulation study. *Resuscitation*. 2017;114:127–32.
- [45] Hunt EA, Duval-Arnould JM, Nelson-McMillan KL, et al. Pediatric resident resuscitation skills improve after "rapid cycle deliberate practice" training. *Resuscitation*. 2014;85:945–51.
- [46] Lemke DS, Fielder EK, Hsu DC, et al. Improved team performance during pediatric resuscitations after rapid cycle deliberate practice compared with traditional debriefing: a pilot study. *Pediatric Emergency Care*. 2019;35:480–6.
- [47] Tekedere H, Göke H. Examining the effectiveness of augmented reality applications in education: a meta-analysis. *Int J Environ Sci Educ*. 2016;11:9469–81.
- [48] Kleinert R, Wahba R, Chang DH, et al. 3D immersive patient simulators and their impact on learning success: a thematic review. *J Med Internet Res*. 2015;17:e3492.

# **V – ESTUDIO II**

*Teaching cardiopulmonary resuscitation using virtual reality:  
A randomized study*



## V - ESTUDIO II

TEACHING CARDIOPULMONARY RESUSCITATION USING VIRTUAL REALITY:  
A RANDOMIZED STUDY

Enseñanza de la reanimación cardiopulmonar utilizando realidad virtual: Un estudio  
aleatorizado

ARTICLE IN PRESS

Australasian Emergency Care xxx (xxxx) xxx-xxxx



Contents lists available at ScienceDirect

Australasian Emergency Care

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/aeuc](http://www.elsevier.com/locate/aeuc)

Research paper

Teaching cardiopulmonary resuscitation using virtual reality: A  
randomized study

P.M. Alcázar Artero <sup>a,b</sup>, R. Greif <sup>c,d</sup>, J.J. Cerón Madrigal <sup>e</sup>, D. Escribano <sup>e</sup>, M.T. Pérez Rubio <sup>a</sup>,  
M.E. Alcázar Artero <sup>a</sup>, P. López Guardiola <sup>a</sup>, M. Mendoza López <sup>a</sup>, R. Melendreras Ruiz <sup>a</sup>,  
M. Pardo Ríos <sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup>UCAM Universidad Católica de Murcia, New Technologies in Health Research Group (NT4H), Spain

<sup>b</sup>Health Emergencies Service 061 from the Region de Murcia, Spain

<sup>c</sup>Department of Anaesthesiology and Pain Medicine, Inselspital, Bern University Hospital, University of Bern, Bern, Switzerland

<sup>d</sup>School of Medicine, Sigmund Freud Private University Vienna, Vienna, Austria

<sup>e</sup>Interdisciplinary Laboratory of Clinical Analysis, Interlab-UMU, University of Murcia, Spain

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 17 April 2023

Received in revised form 17 July 2023

Accepted 14 August 2023

## Keywords:

Nurse

Innovation

Cardiopulmonary resuscitation

Virtual reality

Serious gaming

Salivary alpha-amylase

Clinical simulation

## ABSTRACT

**Background:** The main functions of healthcare professionals include training and health education. In this sense, we must be able to incorporate new technologies and serious game to the teaching cardiopulmonary resuscitation.

**Methods:** a multicenter, comparative and cross-sectional study was carried out to assess the learning of resuscitation of a group that was trained with the use of serious gaming with virtual reality, as compared to a control group trained with conventional classroom teaching.

**Results:** the mean quality obtained in chest compressions for the virtual reality group was 86.1 % (SD 9.3), and 74.8 % (SD 9.5) for the control group [mean difference 11.3 % (95 % CI 6.6–16.0),  $p < 0.001$ ]. Salivary Alpha-Amylase was 218.882 (SD 177.621) IU/L for the virtual reality group and 155.190 (SD 116.746) IU/L for the control group [mean difference 63.691 (95 % CI 122.998–4.385),  $p = 0.037$ ].

**Conclusion:** using virtual reality and serious games can improve the quality parameters of chest compressions as compared to traditional training.

© 2023 College of Emergency Nursing Australasia. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

## 1. Introduction

The European Resuscitation Council (ERC) recommends training the general population on basic life support (BLS) skills [12]. The annual incidence of Out-of-Hospital Cardiac Arrest (OHCA) in Europe is between 67 and 170/100,000 inhabitants [24]. Early cardiopulmonary resuscitation doubles the rate of survival, but on some occasions, those who could provide help when needed do not act for various reasons, mainly the lack of training and the stress created. A recent systematic review evaluating psychological and behavioral factors inhibiting laypersons' willingness to perform CPR identified the strong emotion of the situation as a factor that prevented initiation of CPR. Elements of emotional distress, such as panic, discomfort, and stress were identified in up to 42% of calls in which

callers expressed reluctance. Other limitations for not initiating CPR were beliefs of physical incapacity of the rescuer, lack of confidence, feeling unprepared, fear of harming the person or legal consequences, as well as unfavorable environmental context or fear of infection among others [10].

Therefore, one of the main questions in health is: how can we improve training in cardiopulmonary resuscitation (CPR)? Perhaps the use of technology, using serious games, will help us answer this question, especially with children and adolescents. Serious games have been shown to help health students develop and apply their learning in situations that they may encounter in the future, as that the risks to the students and the users of the service are reduced [21]. VR was described successful to teach echocardiography or the placement of a central venous catheter [27,14]. In addition, high-fidelity simulation systems aimed at CPR training significantly improve both the acquisition and retention of knowledge and skills over time in nursing students [1].

\* Correspondence to: Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Murcia. Los Jerónimos Campus, N° 135 Guadalupe 30107, Murcia, Spain.  
E-mail address: [mpardo@ucam.edu](mailto:mpardo@ucam.edu) (M. Pardo Ríos).

<https://doi.org/10.1016/j.auec.2023.08.002>

2588-994X/© 2023 College of Emergency Nursing Australasia. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

Please cite this article as: P.M. Alcázar Artero, R. Greif, J.J. Cerón Madrigal et al., Teaching cardiopulmonary resuscitation using virtual reality: A randomized study, *Australasian Emergency Care*, <https://doi.org/10.1016/j.auec.2023.08.002>

## ARTICLE IN PRESS

P.M. Alcázar Artero, R. Greif, J.J. Cerón Madrigal et al.

Australasian Emergency Care xxx (xxxx) xxx-xxx



Fig. 1. Image of the experimental phase. On top, a participant from the virtual reality group, and on the right, screenshots of the CPR scenario the participant is watching. On the bottom, one of the control group participants performing CPR maneuvers. ERC: European Resuscitation Council.

## 2. Theoretical framework

The main objective of the present study was to analyze the effect of a serious game on quality of chest compressions, through the use of Virtual Reality (VR) goggles to provide CPR training, as compared to a group who was trained with a traditional training. The second objective was to analyze if there were differences in the level of stress generated by each education activity.

CPR training should start in schools as recommended by the ERC in its KIDS SAVE LIVES program where it concludes that basic life support training for school children has the potential to educate entire generations to respond to cardiac arrest and increase survival [28].

This training should be a combination of theoretical and practical training where the use of virtual learning environments as part of a time and place independent, self-directed learning approach is a recommended option for all levels of CPR courses [12].

These new technologies arouse more interest and increase learner motivation (Bransford et al.). In this sense, the use of new technologies such as serious games or virtual reality could be used as a tool to teach an increasing number of people, improve the level of acquired skills and knowledge, and provide more comfortable and frequent learning opportunities for learners. VR provides an immersive experience for users, resulting in improvements in procedural memory [16], speed, accuracy and transfer to real-life situations, compared to instructor-led training [13].

Serious games are educational games developed to stimulate learning in an interactive and intuitive way, accelerating critical thinking skills needed to address clinical complications and care planning [19]. These are one of the most prominent technological strategies for teaching CPR [29,23].

Despite their advantages, new technologies have serious limitations for BLS teaching. Different studies have evaluated the learning of CPR, and the long-term continuity of knowledge. Some indicate that this skill is forgotten in the first 3–6 months after initial training [6].

Therefore, developing techniques to update and maintain CPR knowledge is just as important as teaching it. In this context, serious games can be adequate tools, as they are not only utilized to

complement learning, but also to expose students to new situations, transmitting to them the feeling that they are in a specific place, and allowing them to interact and learn from their mistakes, thus updating and improving their knowledge [34,8]. Clinical simulation induces stress, both psychological and physical, and this stress seems to be even more pronounced than that associated with traditional learning, and even with daily clinical work [25,4]. Within the methods utilized to evaluate stress, we find the measurement of different biochemical stress markers, such as salivary alpha-amylase, whose activity increases under psychological stress factors [31].

The main functions of healthcare professionals include training and health education, and in this sense, we must be able to incorporate new technologies to be at the forefront of teaching innovation.

## 3. Methods

A randomized study was carried out by a team of healthcare professionals who were also certified as advanced life support instructors with experience in virtual clinical simulation. This team trained coaches from 15 football (soccer) teams, and analyzed their improvement in CPR quality after training with a serious game using VR goggles. The protocol was approved by the Ethics Committee from (blinded for review), with registration number CE022212, dated 02–25–2022.

The participants were randomly assigned to the Control Group (CG), who received training lasting 15 min, directed by a CPR instructor, or to the Virtual Reality Group (VRG), in which a serious game was used through VR goggles, with the game lasting a maximum of 15 min as well.

### 3.1. Study population

A sample was obtained from a total of 75 coaches, belonging to 15 different football clubs from the Region of Murcia (Spain). The participants signed an informed consent form, and in the case of minors, the parent or tutors provided a signature. The following pathologies were defined as exclusion criteria: eye pathologies (i.e. correction glasses), neurological pathologies (i.e. epilepsy), age

## ARTICLE IN PRESS

P.M. Alcázar Artero, R. Greff, J.J. Cerón Madrigal et al.

Australasian Emergency Care xxx (xxxx) xxx–xxx

younger than 13 years old (as recommended by the VR goggle maker), or abandoning the study.

### 3.2. CPR training

The training of the members of the VRG was conducted with CPR simulator, a software program classified as a serious game and developed by the AAT VR\* in collaboration with First-8 company (Fig. 1). In this game, the user wear VR glasses and picks up some haptic controls. The software allows several scenes (e.g. a room) but in our case the simulation starts in a park, with an unconscious person, with whom a chain of survival must be used: recognition of the lack of consciousness, calling 112, chest compressions, ventilation, and defibrillation with an automated external defibrillator (AED). The participant had to answer the questions asked by the system, at the same time that he or she moved the haptic controls to position the hands in the correct place manner to perform the techniques required (i.e., chest compressions). If a specific action needs to be executed, the software presents a shadow of hands to indicate what the action would be like. This action is activated when the user places his hands in the same position and place where the shadow is. The game can be programmed with different resources and CPR options. In our case, the student must first perform a complete cycle of 2 min of CPR before using the AED. The game ends if the student has correctly performed the steps, at which time the patient recovers consciousness and starts to talk. The following link shows the serious game: <https://youtu.be/Hkg9NdFIG7A>. At the end of the simulation, the software offers a table with the results and time obtained during the simulation.

The training of the members of the CG was conducted in a classroom through a presentation projected onto a screen. The contents shown were the same as for the VRG, including the chain of survival: recognition of unconsciousness, calling 112, chest compressions, ventilation, and use of the AED. The training lasted 15 min and was divided into the following parts: (1) BLS theoretical presentation (2 min); (2) training conducted by a BLS instructor during the (8 min); (3) Clinical case and resolution of doubts (5 min).

### 3.3. Evaluation of the CPR quality

In this section, it was decided to only evaluate the percentage of correct compressions, eliminating the ventilations. The reason for this was to comply with the guideline of mandatory use of face masks that was in place when the study took place, due to the COVID-19 pandemic and the ERC [24], ILCOR and AHA ("Hands Only") recommendations in the case of out-of-hospital CPR, avoiding airway maneuvers.

All the participants had to complete the chain of survival in its entirety and provide 2 min of CPR to a Resusci Anne Q CPR\* manikin (Laerdal Medical, Stavanger, Norway).

Assessment of compressions was performed by connecting a SimPad PLUS\* (a wireless device that provides real-time feedback, recording data and performing a comprehensive analysis of CPR performance) to the manikin with Skill Reporter\* software (Laerdal Medical, Stavanger, Norway). The software SimPad PLUS with SkillReporter\* calculates an overall performance score (compression rate and depth). Compression quality score (%), which is the composite score of the above parameters, was calculated and provided by the software. Participants received 100% if the guideline criteria for each variable (compression rate of 100–120 compressions per minute; depth of 5–6 cm; complete chest recoil between each compression; optimal hand position) were executed accurately.

### 3.4. Analysis of salivary alpha-amylase (SAA)

The activity of SAA was measured in all the participants. The test was conducted immediately after the evaluation of the CPR quality was finished. The saliva was obtained through a passive diffusion system into a tube, with an extraction time of 1 min. Saliva was centrifuged immediately after collection at 3000 g for 10 min. Then, samples were placed in Eppendorf tubes and frozen to 80 °C for storage until the time of analysis. Salivary alpha-amylase (sAA) activity was measured using a commercial kit (a-Amylase. Beckman Coulter Inc. Fullerton, CA) in an automated biochemistry analyzer (Olympus UA600 automated biochemical analyzer, Olympus Diagnostica GmbH, Ennis, Ireland).

### 3.5. Statistical analysis

The main variable analyzed was the percentage of correct chest compressions. This value is measured is provided by the software based on the depth of chest compressions, rhythm and chest decompression and hands placement. The secondary variables were: rate (compressions/minute) and depth of chest compressions (mm), and salivary alpha-amylase activity. Also, demographic data were taken from the participants (e.g., gender, average age in years). The data are presented below as frequencies, means, confidence intervals (CI95%), and standard deviations ( $\pm$  SD). The data was checking for normal distribution with the Kolmogorov–Smirnov test ( $p < 0.05$ ). To compare the results between the two study groups, once the normality of the data was determined, Student's *t* test for independent samples was utilized. All the statistical results were obtained using the SPSS statistical package version 21 (IBM Company, New York, USA). The results were considered statistical significant when  $p \leq 0.05$ .

## 4. Results

A total of 63 coaches participated in our study, from 13 football teams, who were randomized by order of registration, into (1:1) the CG ( $n = 32$ ) or the VRG ( $n = 31$ ). The volunteers included in the study were all male with an average age of  $23.6 \pm 6.5$  years. The average age was  $24.1 \pm 8.3$  years for the VRG and  $23.1 \pm 3.8$  years for the CG, with no significant difference observed between groups (mean difference: 1.0, 95%CI: 1.6–4.3,  $p = 0.533$ ).

The VRG obtained better results than the CG in the quality, rhythm, and depth of the chest compressions (Fig. 2). The mean chest compressions quality of the VRG was  $86.1 \% \pm 9.3 \%$  and  $74.8 \% \pm 9.5 \%$  for the CG [mean difference 11.3 (95%CI 6.6–16.0),  $p < 0.001$ ]. The mean rhythm of the chest compressions was  $102.1 \pm 13.3$  compressions/min for the VRG group, and  $89.0 \pm 12.1$  compressions/min for the CG [mean difference 13.1(95%CI 3.3–19.4),  $p < 0.001$ ]. Within the recommended rhythm (100–120 compressions/min) [24], we found 54.5% (18/33) of the VRG, and 25.8% (8/31) of the CG. The mean depth of the chest compressions was  $4.1 \pm 0.9$  cm for the VRG and  $3.3 \pm 0.9$  cm for the CG [mean difference of 0.9 cm (95%CI 0.2–1.2),  $p = 0.001$ ]. Within the range of depth recommended (5–6 cm) [24], we found 18.0% (6/33) of the VRG, and 6.4% (2/31) of the CG.

Lastly, with respect to the stress of the participants (Fig. 3), the mean SAA activity before the study was  $218.882 \pm 177.621$  IU/L for the VRG group, and  $155.190 \pm 116.746$  IU/L for the CG [mean difference of 63.691 (95%CI 122.998–4.385),  $p = 0.037$ ].

## 5. Discussion

The main results of our study show that the coaches who were trained by nurses with a serious game, through VR goggles, obtained better practical results in the chest compressions as compared to

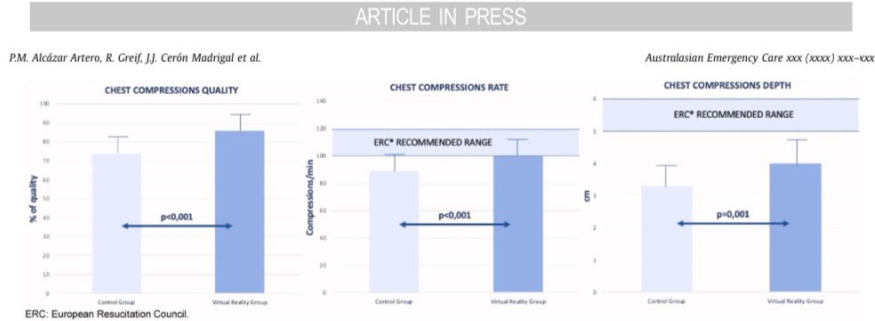


Fig. 2. Results on the quality, rhythm, and depth of cardiopulmonary resuscitation.

those who were taught through a theoretical class. These results are in agreement with other studies, such as that by Creutzfeldt et al. [7], which showed that a virtual reality game improved the learning of laypersons when faced with an emergency.

Better values were obtained by the VRG than the CG in the mean rhythm of compressions, as well as in their depth, although the recommendations from the most current ERC guidelines from 2021 were not achieved [24]. Similarly, in the study by Bohn et al., the participants were not able to obtain the recommended values either [3]. This indicates that improvements are needed in the design of the training or the game to re-enforce this concept; for example, students could receive immediate feedback to indicate possibilities of improvement, so that they can correct their technique immediately. It should be noted that there were low quality results of chest compression for the control group. This would justify the usefulness of CPR training. Specifically, the term cardiac massage (which may sound soft) should be eliminated and only the term chest compressions should be used. Using the term chest compressions helps

the population understands that relatively high force and compression must be used in the technique.

The reproduction of virtual scenarios increases retention ability, with respect to traditional approaches [32]. Robert Kleinert et al. demonstrated this during the practical training of medical students through the use of immersive patient simulators, which included VR [17]. Another study described that the use of a simulated environment was applicable to diverse disciplines and allowed the learning of other skills such as communication, teamwork and decision-making in new situations [22]. Therefore, the present study confirms the results that were previously published in similar studies.

The duration of the sequence in this study was similar to a previous publication, in which the theoretical knowledge of students increased after watching a single 5 min video [9]. Marchiori et al. opted for longer videos (45 min), with similar results [18]. However, in our opinion, apart from an optimal duration, the most important aspect was that the system was able to ensure that students performed a better CPR, while at the same time motivated them in order to capture their attention, and to improve learning. If similar

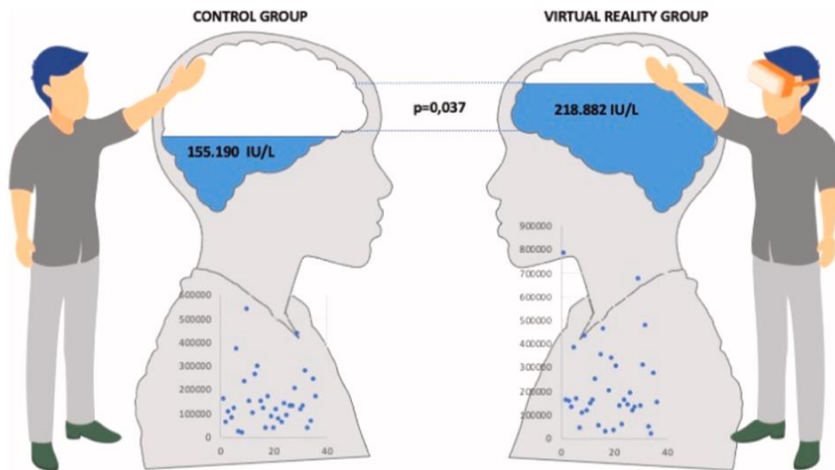


Fig. 3. Comparison of the mean results of the Salivary Alpha-Amylase activity between the Control and Virtual Reality Groups.

## ARTICLE IN PRESS

P.M. Alcázar Artero, R. Greff, J.J. Cerón Madrigal et al.

Australasian Emergency Care xxx (xxxx) xxx-xxx

- Resuscitation 2021;161:388–407. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.016>
- [13] Gurusamy KS, Aggarwal R, Palanivelu L, Davidson BR. Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. In: The Cochrane Collaboration editor. Cochrane Database of Systematic Reviews John Wiley & Sons, Ltd.; 2009. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006575.pub2>
- [14] Huang CY, Thomas JB, Alismail A, Cohen A, Almutairi W, Daher NS, Terry MH, Tan LD. The use of augmented reality glasses in central line simulation: “see one, simulate many, do one competently, and teach everyone. Adv Med Educ Pract. 2018;9:357–63. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S160704>
- [15] Keitel A, Ringleb M, Schwartges I, Weik U, Picker O, Stockhorst U, et al. Endocrine and psychological stress responses in a simulated emergency situation. Psychoneuroendocrinology 2011;36(1):98–108. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2010.06.011>
- [16] Kim BR, Chun MH, Kim LS, Park JY. Effect of virtual reality on cognition in stroke patients. Ann Rehabil Med 2011;35(4):450–9.
- [17] Kleinert R, Wahba R, Chang D-H, Plum P, Holscher AH, Stippel DL. 3D immersive patient simulators and their impact on learning success: a thematic review. J Med Internet Res 2015;17(4):e3492. <https://doi.org/10.2196/jmir.3492>
- [18] Marchioni E, Ferrer G, Manjón BF, Marco JP, González JFS, Valverde AG. Instrucción en maniobras de soporte vital básico mediante videojuegos a escolares: comparación de resultados frente a un grupo control. Emerg: Rev De La Soc Esp De Med De Urgenc Y Emerg 2012;24(6):433–7.
- [19] Mendoza López M, Albaladejo Ortega S, Pardo Ríos M, Melendreras Ruiz R. Serious Games for Health, una herramienta efectiva para el entrenamiento de los profesionales sanitarios [Serious Games for Health, an effective tool for training health professionals]. Aten Primaria 2022;54(7):102376. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2022.102376>. Epub 2022 May 27. PMID: 35636022; PMCID: PMC9156874.
- [20] Müller MP, Hånsel M, Fichtner A, Hardt F, Weber S, Kirschbaum C, et al. Excellence in performance and stress reduction during two different full scale simulator training courses: a pilot study. Resuscitation 2009;80(8):919–24. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.04.027>
- [21] Peddle M. Simulation gaming in nurse education; entertainment or learning. Nurse Educ Today 2011;31(7):647–9. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2010.12.009>
- [22] Peddle M, Bearman M, Nestel D. 2016. Virtual patients and nontechnical skills in undergraduate health professional education: an integrative review. <https://doi.org/10.1016/j.jecns.2016.04.004>.
- [23] Pérez Rubio, González Ortiz, López Guardiola P, Alcázar Artero. Realidad virtual para enseñar reanimación cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria. Estudio comparativo. RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia 2023;26(2). <https://doi.org/10.5944/ried.26.2.36232>
- [24] Perkins, G.D., Graesner, J.-T., Semeraro, F., Olavsveengen, T., Soar, J., Lott, C., Van de Voorde, P., Madar, J., Zideman, D., Mertzlopoulos, S., Bossaert, L., Greff, R., Monsieurs, K., Svavarsdóttir, H., Nolan, J.P., 2021. European resuscitation council guidelines. Resumen ejecutivo. 80.
- [25] Price JW, Price JR, Pratt DD, Collins JB, McDonald J. High-fidelity simulation in anesthesiology training: a survey of Canadian anesthesiology residents’ simulator experience. Can J Anaesth = J Can D anesthésie 2010;57(2):134–42. <https://doi.org/10.1007/s12630-009-9224-5>
- [26] Quilici AP, Poggetti RS, Fontes B, Zanuti LFC, Chaves ET, Birolini D. Is the advanced trauma life support simulation exam more stressful for the surgeon than emergency department trauma care. Clinics 2005;60(4):287–92. <https://doi.org/10.1590/s1807-59322005000400005>
- [27] Rambarat CA, Merritt JM, Norton HF, Black E, Winchester DE. Using Simulation to Teach Echocardiography: A Systematic Review. Simulation in Healthcare. Simul Healthc 2018;13(6):413–9. <https://doi.org/10.1097/S1H.0000000000000351>
- [28] Schroeder DC, Semeraro F, Greff R, Bray J, Morley P, Parr M, Kondo Nakagawa N, Iwami T, Finke SR, Malta Hansen C, Lockey A, Del Rios M, Bhanji F, Sasson C, Schexnayder SM, Scquizzato T, Wetsch WA, Böttiger BW. International Liaison Committee on Resuscitation. KIDS SAVE LIVES: Basic Life Support Education for Schoolchildren: A Narrative Review and Scientific Statement From the International Liaison Committee on Resuscitation. Resuscitation 2023;188:109772. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109772>. Epub 2023 May 17. PMID: 37190748.
- [29] Siqueira TV, Nascimento JDSG, Oliveira JLG, Regino DDSG, Dalri MCB. The use of serious games as an innovative educational strategy for learning cardiopulmonary resuscitation: an integrative review. Rev Gaúcha Enferm 2020;26(41):e20190293. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2020.20190293>. PMID: 3311759.
- [30] Skosnik PD, Chatterton RT, Swisher T, Park S. Modulation of attentional inhibition by norepinephrine and cortisol after psychological stress. Int J Psychophysiol 2000;36(1):59–68. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(99\)00190-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(99)00190-5)
- [31] Takai N, Yamaguchi M, Aragaki T, Eto K, Uchihashi K, Nishikawa Y. Effect of psychological stress on the salivary cortisol and amylase levels in healthy young adults. Arch Oral Biol 2004;49(12):963–8. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2004.06.007>
- [32] Tekedere, H., Goker, H., 2016. Examining the effectiveness of augmented reality applications in education: A meta-analysis. 11, 9469–9481.
- [33] Valentin B, Grottko O, Skorning M, Bergrath S, Fischermann H, Rörtgen D, et al. Cortisol and alpha-amylase as stress response indicators during pre-hospital emergency medicine training with repetitive high-fidelity simulation and scenarios with standardized patients. Scand J Trauma, Resusc Emerg Med 2015;23:31. <https://doi.org/10.1186/s13049-015-0110-6>
- [34] Yeung J, Kovic I, Vidacic M, Skilton E, Higgins D, Melody T, et al. The school lifesavers study – a randomised controlled trial comparing the impact of Lifesaver only, face-to-face training only, and Lifesaver with face-to-face training on CPR knowledge, skills and attitudes in UK school children. Resuscitation 2017;120:138–45. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.08.010>
- [35] Yeung J, Djarv T, Hsieh MJ, Sawyer T, Lockey A, Finn J, et al. Spaced learning versus massed learning in resuscitation – a systematic review. Resuscitation 2020;156:61–71. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.08.132>



## **VI – ESTUDIO III**

*Valoración de la formación de niños en reanimación cardiopulmonar mediante  
cuentos y dibujos animados*



## VI - ESTUDIO III

## VALORACIÓN DE LA FORMACIÓN EN REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR MEDIANTE CUENTOS Y DIBUJOS ANIMADOS

Impact of training schoolchildren how to perform cardiopulmonary resuscitation using stories and animated cartoons



An Sist Sanit Navar 2023; 46(3): e1061  
<https://doi.org/10.23938/ASSN.1061>  
 eISSN: 2340-3527 • ISSN: 1137-6627  
<https://recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/>

## ARTÍCULOS ORIGINALES

## Valoración de la formación de niños en reanimación cardiopulmonar mediante cuentos y dibujos animados

*Impact of training schoolchildren how to perform cardiopulmonary resuscitation using stories and animated cartoons*

Manuel Pardo Ríos<sup>1,2</sup>, Petronila Mireia Alcázar Artero<sup>1,2</sup>, Carolina Cánovas Martínez<sup>2</sup>, José Manuel Salas Rodríguez<sup>2</sup>, Mercedes Cánovas Martínez<sup>1</sup>, María Isabel Rodríguez Entrena<sup>4</sup>, Ana Belén Ocampo Cervantes<sup>5</sup>, Esther Chicharro Luna<sup>6</sup>, Laura Juguera Rodríguez<sup>3</sup>

## RESUMEN

**Fundamento.** El objetivo de este estudio es comparar los resultados obtenidos en escolares formados en RCP por progenitores en el ambiente familiar y por profesores en el ambiente educativo.

**Método.** Estudio aleatorizado del aprendizaje de RCP en escolares de Educación Primaria (1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> curso) de la Región de Murcia. Los progenitores (grupo familia, GF) y profesores (grupo maestros, GM) han participado como formadores a través de un material didáctico adaptado para escolares (un cuento y un vídeo de dibujos animados) de la serie educativa *Jacinto y sus Amigos*<sup>®</sup>. Se evaluaron ocho conocimientos y cinco habilidades prácticas.

**Resultados.** Se seleccionaron 160 escolares y terminaron el estudio 116; el GF presentó 51,3% de pérdidas. Los escolares formados por el GM obtuvieron puntuaciones medianas significativamente mayores tanto en conocimiento teórico (6,7; RIC=1,8 vs 4,7; RIC=3,1; p<0,001) como en todas las habilidades prácticas a excepción de *reconocer una situación de emergencia*. En el GF, la enseñanza sobre RCP con un cuento y un vídeo de dibujos animados logró puntuaciones significativamente mejores en cinco conocimientos y en cuatro habilidades que con solo un cuento.

**Conclusiones.** La implementación de recursos educativos no tecnológicos, como cuentos y dibujos animados, en la enseñanza de la RCP en escolares de primaria aumenta los conocimientos y habilidades. Los escolares formados por los maestros en el ámbito educativo han aprendido significativamente más que los formados por la familia y, dentro del ámbito familiar, la enseñanza sobre RCP fue más eficaz mediante un cuento y un vídeo de dibujos animados que cuando simplemente disponen del cuento.

**Palabras clave.** Formación. Reanimación Cardiopulmonar. Maestros. Familia. Niños salvan vidas.

## ABSTRACT

**Background.** We compared the outcome of training schoolchildren how to perform CPR by parents/legal guardians in the family environment versus by teachers at school.

**Methods.** Randomized study of CPR learning in primary school children (1st and 2nd grades) in the Region of Murcia. Parents/legal guardians (family group) and teachers (teacher group) trained the children using didactic material adapted for that age population (one story and one cartoon video) from the educational series *Jacinto y sus Amigos*<sup>®</sup>. We evaluated eight theoretical knowledge questions and five practical skills.

**Results.** One hundred and sixty schoolchildren were selected and 116 completed the study; in the family group, 51.3% did not finish the study. Children trained by teachers obtained significantly higher median scores in comparison with the family group both in theoretical knowledge (6.7; IQR=1.8 vs 4.7; IQR=3.1, respectively; p < 0.001) and in all practical skills except for "recognizing an emergency situation". Children in the family group, learning CPR with one story and one cartoon video achieved significantly better scores in five theoretical knowledge questions and four skills than with only the story.

**Conclusions.** Using non-technological educational resources, e.g., stories and animated cartoons for teaching CPR to primary school students, increases their knowledge and skills. Schoolchildren trained in the educational environment acquired more knowledge and skills than those trained by parents. Within the family environment, CPR teaching was more effective through one story and one cartoon video than when only the story was used.

**Keywords.** Cardiopulmonary Resuscitation. Education. School Teachers. Family. Kids Save Lives.

1. UCAM Universidad Católica de Murcia. Grupo de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Salud. Guadalupe (Murcia). España.
2. Gerencia de Urgencias y Emergencias Sanitarias 061. Región de Murcia
3. Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca. El Palmar (Murcia). España.
4. Consejería de Educación y Universidades de la Región de Murcia.
5. UCAM Universidad Católica de Murcia. Facultad de Ciencias de la Salud. Murcia. España.
6. Universidad Miguel Hernández. Departamento de Ciencias de Comportamiento y Salud. Sant Joan (Alicante). España.

Recibido: 08/08/2023 • Revisado: 19/09/2023 • Aceptado: 21/11/2023

## Correspondencia:

Manuel Pardo Ríos [mpardo@ucam.edu]

## Citación:

Pardo Ríos M, Alcázar Artero PM, Cánovas Martínez C, Salas Rodríguez JM, Cánovas Martínez M, Rodríguez Entrena MI et al. Valoración de la formación de niños en reanimación cardiopulmonar mediante cuentos y dibujos animados. An Sist Sanit Navar 2023; 46(3): e1061. <https://doi.org/10.23938/ASSN.1061>



© 2023 Gobierno de Navarra. Artículo Open Access distribuido bajo Licencia Creative Commons Atribución-Compartir Igual 4.0 Internacional. Publicado por el Departamento de Salud del Gobierno de Navarra.

M. Pardo Ríos y col.

VALORACIÓN DE LA FORMACIÓN DE NIÑOS EN REANIMACIÓN  
CARDIOPULMONAR MEDIANTE CUENTOS Y DIBUJOS ANIMADOS

durante una semana (lunes, miércoles y viernes), y en la visualización de un vídeo de dibujos animados ([https://youtu.be/sya\\_zuYfqOY](https://youtu.be/sya_zuYfqOY)), dos días en la misma semana (martes y jueves).

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Católica de Murcia (UCAM). Se obtuvo el consentimiento por parte de la dirección del centro escolar, y el consentimiento personal firmado por parte de los progenitores y/o tutores legales de cada escolar participante.

#### Selección de la muestra

La población de estudio es el alumnado de 1º y 2º de Educación Primaria. La muestra de este estudio se obtuvo mediante convocatoria abierta a través del registro de la Conserjería de Educación (Región de Murcia) hasta alcanzar la población de estudio deseada. Los centros seleccionados fueron aleatorizados (muestreo aleatorio simple) en Grupo Familia (GF) y Grupo Maestros (GM), según si el alumnado iba a ser formado por padres o por maestros. Independientemente del grupo, a cada escolar participante se le entregó un cuento y el enlace a un vídeo de animación.

El cálculo del tamaño muestral se realizó según un incremento medio esperado 2,5 puntos en la nota teórica tras la intervención, con desviación típica 1 punto, un 90% de potencia para detectar el incremento medio esperado y un error de tipo I del 5%. Los incrementos esperados los hemos obtenido de un estudio similar<sup>12</sup>. Se estimó necesario contar con 65 escolares en cada uno de los dos grupos de este estudio. Contando con una tasa de abandono del 20% (13 escolares/grupo), se determinó la necesidad de 156 participantes; finalmente se optó por incluir una muestra de estudio de 160 escolares en total.

#### Evaluación de conocimientos de RCP

Puesto que no existen cuestionarios teóricos validados para estas edades, se creó un cuestionario *ad hoc* (Anexo I) consistente en la realización de ocho actividades con una puntuación total de 10 puntos. El conocimiento teórico (CT) se valoró otorgando un punto a cada actividad (1- llamada al 112, 2- reconocer el desfibrilador externo automático (DEA), 3- relación compresiones / ventila-

ciones, 4- lugar de compresión, 6- posición lateral de seguridad, 8- conducta PAS (proteger, avisar y socorrer), excepto a las actividades número 5 (uso del DEA) y 7 (actuación PCR), a las que se otorgaron 2 puntos por ser más complejas. A mayor puntuación, mayor CT.

Las habilidades prácticas (HP) se evaluaron mediante cinco actividades: 1) reconocer una situación de emergencia, 2) llamar al 112, 3) localizar el punto de las compresiones torácicas, 4) colocación de los brazos para hacer las compresiones, y 5) reconocer un DEA y sus partes básicas (parches, botón de encendido, etc.) (Anexo II). En la evaluación de las cinco habilidades prácticas se puntuó con 1 punto si no se realizaba la actividad, con 2 puntos si se realizaba parcialmente y con 3 puntos si se realizaba correctamente. A mayor puntuación, mayores HP. Todas las valoraciones fueron consensuadas por dos instructoras en Soporte Vital Básico (SVB) y DEA (las autoras CCM y LJR).

#### Análisis estadístico

La variable principal del estudio fue la mediana de CT y la variable secundaria la mediana de HP. Una vez recogidos todos los datos mediante el programa Microsoft Excel®, estos se analizaron mediante el programa SPSS v.21®. El análisis se realizó mediante comprobación de la distribución normal (test Kolmogorov Smirnov) y cálculo de mediana y rango intercuartílico (RIC) si no seguían normalidad. La comparación de resultados se realizó por medio de la prueba U de Mann-Withney. Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas si  $p < 0,05$ .

#### RESULTADOS

De los 160 escolares aleatorizados en dos grupos, 116 compusieron la muestra final del estudio (Fig. 1). En el GF se dio pérdida de muestra por no acudir a la entrega del material ( $n=19$ ; 23,8%) y, ya durante el seguimiento, por no cumplir con la visualización de los vídeos ( $n=20$ ; 25%), tarea que era responsabilidad de los progenitores. Debido a esta incidencia, se decidió crear dos subgrupos a *posteriori* en el GF, a fin de comparar el aprendizaje con vídeo y un cuento (GF-VC,  $n=41$ ) y el aprendizaje solo con un cuento (GF-C,  $n=20$ ).

M. Pardo Ríos y col.

VALORACIÓN DE LA FORMACIÓN DE NIÑOS EN REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR MEDIANTE CUENTOS Y DIBUJOS ANIMADOS

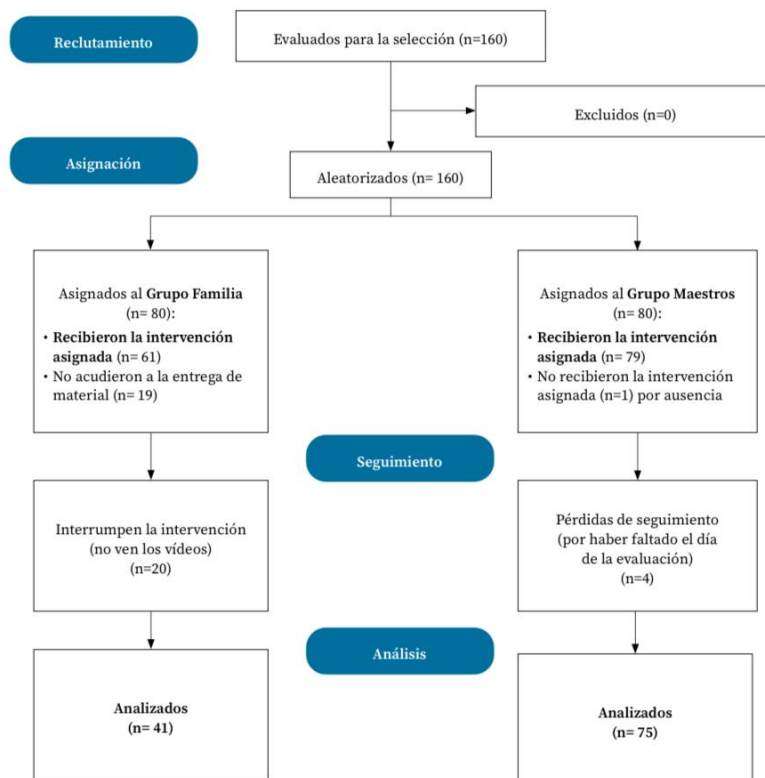


Figura 1. Diagrama de flujo de los participantes (basado en el esquema Consort).

**Conocimientos teóricos adquiridos**

Los escolares formados por los maestros obtuvieron mayor mediana de CT que los formados por los familiares (6,7; RIC=1,8 vs 4,7; RIC=3,1; p<0,001) (Tabla 1). Las medianas de puntuación de CT obtenidas por los dos subgrupos del GF indican que

los escolares que visualizaron el cuento y el vídeo mostraron más CT que los que solamente vieron el cuento (5,9; RIC=2,8 vs 3,3; RIC=1,5; p<0,001). Estos resultados ponen de manifiesto que los niños obtuvieron más conocimientos cuando ven los vídeos y un cuento que simplemente con el cuento.

M. Pardo Ríos y col.

VALORACIÓN DE LA FORMACIÓN DE NIÑOS EN REANIMACIÓN  
CARDIOPULMONAR MEDIANTE CUENTOS Y DIBUJOS ANIMADOS

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que los escolares formados mediante un cuento y un video de dibujos animados logran mejorar sus conocimientos

niños aprendan el trinomio *comprueba, llama y comprime*, aunque estudios más recientes han demostrado que con un peso medio de 40 kilos, ya tienen las condiciones físicas para llevar a cabo correctamente las técnicas de RCP<sup>9,14,22</sup>. La muestra incluida

M. Pardo Ríos y col.

VALORACIÓN DE LA FORMACIÓN DE NIÑOS EN REANIMACIÓN  
CARDIOPULMONAR MEDIANTE CUENTOS Y DIBUJOS ANIMADOS

M. Pardo Ríos y col.

VALORACIÓN DE LA FORMACIÓN DE NIÑOS EN REANIMACIÓN  
CARDIOPULMONAR MEDIANTE CUENTOS Y DIBUJOS ANIMADOS

9. MIRÓ O, DÍAZ N, SÁNCHEZ M. Aprender reanimación cardiopulmonar desde la escuela. *Emergencias* 2017; 24(6): 423-425.
10. FRADEJAS SASTRE V, PÉREZ VELASCO P. Importancia de una comunidad educativa formada en técnicas de reanimación cardiopulmonar. *Nuberus Científica* 2013; 2(10): 13-17. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7552812&orden=0&info=link>
11. La enfermedad cardiovascular mata en España 65 veces más que los accidentes de tráfico. *Sociedad Española de Cardiología* 2015. <http://secardiologia.es>
12. CEREZO ESPINOSA C, NIETO CABALLERO S, JUGUERA RODRÍGUEZ L, CASTEJÓN-MOCHÓN JF, SEGURA MELGAREJO F, SÁNCHEZ MARTÍNEZ CM et al. Learning cardiopulmonary resuscitation theory with face-to-face versus audiovisual instruction for secondary school students: a randomized controlled trial. *Emergencias* 2018; 30(1): 28-34.
13. The Scottish Government: Out-of-Hospital Cardiac Arrest - A Strategy for Scotland Review 2015-16. This review reports on the activities and achievements of the Out-of-hospital Cardiac Arrest (OHCA) Strategy for Scotland. <https://beta.gov.scot/publications/out-hospital-cardiac-arrest-strategy-scotland-review-2015-16/pages/5/>
14. NAVARRO PATÓN R, GARCÍA MARÍN P, RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ JE. Conocimientos previos y adquiridos tras una jornada de formación sobre primeros auxilios en futuros docentes de Educación Física. *Sportis* 2015; 1(3): 191-206. <https://doi.org/10.17979/sportis.2015.1.3.1413>
15. BÖTTIGER BW, BOSSAERT LL, CASTRÉN M, CIMPOESU D, GEORGIOU M, GREIF R et al; Board of European Resuscitation Council (ERC). Kids Save Lives -ERC position statement on school children education in CPR. "Hands that help - Training children is training for life". *Resuscitation* 2016; 105: A1-A3. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.06.005>
16. BOHN A, LUKAS RP, BRECKWOLDT J, BÖTTIGER BW, VAN AKEN H. (2015). 'Kids save lives': why schoolchildren should train in cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care* 2015; 21(3): 220-225. <http://dx.doi.org/10.1097/MCC.0000000000000204>
17. HORI S, SUZUKI M, YAMAZAKI M, AIKAWA N, YAMAZAKI H. Cardiopulmonary resuscitation training in schools: a comparison of trainee satisfaction among different age groups. *Keio J Med* 2016; 65(3): 49-56. <http://dx.doi.org/10.2302/kjm.2015-0009-OA>
18. NORD A, SVENSSON L, HULT H, KREITZ-SANDBERG S, NILSSON L. Effect of mobile application-based versus DVD-based CPR training on students' practical CPR skills and willingness to act: a cluster randomised

- study. *BMJ Open* 2016; 6(4): e010717. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010717>
19. LUKAS RP, AKENA HV, MÖLHOFFB T, WEBER T, RAMMERT M, WILD E et al. Kids save lives: a six-year longitudinal study of schoolchildren learning cardiopulmonary resuscitation: Who should do the teaching and will the effects last? *Resuscitation* 2016; 101: 35-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.01.028>
20. MPOTOS N, VEKEMAN E, MONSIEURS K, DERESE A, VALCKE M. Knowledge and willingness to teach cardiopulmonary resuscitation: a survey amongst 4273 teachers *Resuscitation* 2014; 84: 496-500. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.01.023>
21. TALAVERA ORTEGA M, GAVIDIA CATALÁN V. Dificultades para el desarrollo de la educación para la Salud en la escuela. *Opiniones del profesorado. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* 2007; 21: 119-128. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2476009.pdf>
22. ZINCKERNAGEL L, MALTA HANSEN C, ROD MH, FOLKE F, TORP-PEDERSEN C, Tjørnhøj-Thomsen T. What are the barriers to implementation of cardiopulmonary resuscitation training in secondary schools? A qualitative study. *BMJ Open* 2016; 6(4): e10481. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010481>
23. CAVE DM, AUFDERHEIDE TP, BEESON J, ELLISON A, GREGORY A, HAZINSKI MF et al. Importance and implementation of training in cardiopulmonary resuscitation and automated external defibrillation in schools: A science advisory from the American Heart Association. *Circulation* 2011; 123(6): 691-706. <http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0b013e31820b5328>
24. GREIF R, LOCKEY A, BRECKWOLDT J, CARMONA F, CO-NAGHAN P, KUZOVLEV A et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Education for resuscitation. *Resuscitation* 2021; 161: 388-407. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.016>
25. LOUIS CJ, BEAUMONT C, VELLILA N, GREIF R, FERNANDEZ J, REYERO D. The "ABC SAVES LIVES": A schoolteacher-led basic life support program in Navarra, Spain. *SAGE Open* 2022; 12(3): . <https://doi.org/10.1177/21582440221124478>
26. LÓPEZ MM, ORTEGA SA, RÍOS MP, RUIZ RM. Serious Games for Health, una herramienta efectiva para el entrenamiento de los profesionales sanitarios. *Aten Primaria* 2022; 54(7): 102376. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2022.102376>
27. ALCÁZAR ARTERO PM, PARDO RÍOS M, GREIF R, OCAMPO CERVANTES AB, GJÓN-NOGUERON G, BARCALA-FURELOS R et al. Efficiency of virtual reality for cardiopulmonary resuscitation training of adult laypersons: A systematic review. *Medicine (Baltimore)* 2023; 102(4): e32736. <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000032736>

M. Pardo Ríos y col.

VALORACIÓN DE LA FORMACIÓN DE NIÑOS EN REANIMACIÓN  
CARDIOPULMONAR MEDIANTE CUENTOS Y DIBUJOS ANIMADOS

**ANEXO II. Imágenes de la evaluación práctica de habilidades**





## **VII – ESTUDIO IV**

*Effects of cardiopulmonary resuscitation training on mortality rates after out-of-hospital cardiac arrest: protocol for a systematic review and meta-analysis*



## VII - ESTUDIO IV

**EFFECTS OF CARDIOPULMONARY RESUSCITATION TRAINING ON MORTALITY RATES AFTER OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST: PROTOCOL FOR A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS**

Efectos de la capacitación en reanimación cardiopulmonar en las tasas de mortalidad después de un paro cardíaco extrahospitalario: protocolo para una revisión sistemática y metaanálisis.

Open access

Protocol

**BMJ Open** Effects of cardiopulmonary resuscitation training on mortality rates after out-of-hospital cardiac arrest: protocol for a systematic review and meta-analysis

Petronila Mireia Alcázar Artero,<sup>1</sup> Thais Teixeira dos Santos ,<sup>2</sup> Daniel Guillen Martinez ,<sup>1</sup> Mariana Ferrandini Price,<sup>1</sup> Manuel Pardo Ríos,<sup>1</sup> Grasiela Piuevezam ,<sup>2,3</sup>

**To cite:** Alcázar Artero PM, Teixeira dos Santos T, Guillen Martinez D, et al. Effects of cardiopulmonary resuscitation training on mortality rates after out-of-hospital cardiac arrest: protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2024;14:e081525. doi:10.1136/bmjopen-2023-081525

► Prepublication history and additional supplemental material for this paper are available online. To view these files, please visit the journal online (<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-081525>).

Received 30 October 2023  
Accepted 16 February 2024



© Author(s) (or their employer(s)) 2024. Re-use permitted under CC BY-NC. No commercial re-use. See rights and permissions. Published by BMJ.

<sup>1</sup>Health Sciences, UCAM Universidad Católica de Murcia, Murcia, Spain

<sup>2</sup>Postgraduate in Public Health, UFRN, Natal, Brazil

<sup>3</sup>Department of Public Health, Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, Brazil

Correspondence to Dr Manuel Pardo Ríos; [mpardo@ucam.edu](mailto:mpardo@ucam.edu)

**ABSTRACT**

**Introduction** An out-of-hospital cardiac arrest occurs at a rate of 67–170 cases per 100 000 inhabitants per year in Europe. The early recognition of the occurrence of a cardiac arrest, placing an emergency call, performing cardiopulmonary resuscitation (CPR) and performing defibrillation are the most important response measures. The objective of this systematic review and meta-analysis is to assess the effects of laypersons' CPR training with respect to CPR initiation rates, cardiovascular mortality rates, survival rate and the use of an automated external defibrillator.

**Methods and analysis** The literature search will be performed in the following databases: MEDLINE, Web of Science, the Cochrane Central Register of Controlled Studies, CINAHL, HBI, TESEO and NTX. Intervention studies and quasi-experimental studies in which CPR training interventions were performed will be included. We will exclude studies in which the participants do not meet the inclusion criteria, without a control group and in which the methodology of the intervention applied is unclear. There will be no restrictions on publication date or language of publication. The risk of bias will be assessed using the Risk of Bias in Non-randomized Studies of Interventions tool for randomised controlled trials (RCT), non-RCT and quasi-experimental trials. Data analysis and synthesis will be performed using RevMan V.5.4.1 software. The findings will be reported in accordance with Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses guidance.

**Ethics and dissemination** Ethical approval is not required, as only secondary data will be used. The findings will be published in a journal and presented at conferences.

**PROSPERO registration number** CRD42022365288.

**INTRODUCTION**

Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) is a major global health problem, with more than 300 000 cases occurring annually in the USA and between 1.5 and 2.8 per 1000 hospital admissions in Europe.<sup>1,2</sup> A high variability exists in the incidence and survival from

**STRENGTHS AND LIMITATIONS OF THIS STUDY**

- ⇒ This work will allow us to understand the influence that cardiopulmonary resuscitation training has on mortality rates after out-of-hospital cardiac arrest and thereby determine which are the most effective measures.
- ⇒ The methodological quality and risk of bias of clinical trials will be evaluated using the Cochrane Risk of Bias 2.0 and Risk of Bias in Non-randomized Studies of Interventions tools for randomised and non-randomised studies, respectively.
- ⇒ A meta-analysis may not be possible for certain outcomes due to a limited number of eligible studies and due to heterogeneity of the studies.

an OHCA across Europe, according to the EuReCa TWO Study.<sup>3</sup> As of 2021, the overall incidence of OHCA where cardiopulmonary resuscitation (CPR) was attempted was 56 per 100 000 individuals per year, with a range of 21–91 per 100 000 individuals per year. In one-third of the cases (33%), return of spontaneous circulation was achieved, and 8% of patients were discharged from the hospital alive.<sup>1</sup>

The survival rate varies depending on the cause of cardiac arrest, the location where the cardiac arrest occurred and how quickly CPR was initiated.<sup>3,4</sup> As stated in the European guidelines by the European Resuscitation Council (ERC), the most important response measures that can currently be taken outside a hospital setting are: early recognition that a cardiac arrest is occurring, placing an emergency call, performing CPR and performing defibrillation.<sup>2</sup>

Decreasing the time to treatment is crucial for improving outcomes in cases of cardiac arrest.<sup>5</sup> The speed with which CPR is initiated is an important factor in the survival rate, and the International Liaison Committee on



Open access

Table 1 Data extraction table

Data to be extracted	Item
Publication ID	Title, first author, publication year, country, study name, population
Study design	Randomised controlled trials (RCTs) Non-RCTs Quasi-experimental studies
Participants' characteristics	Sex Age Sample size Prior CPR training CPR guided assistance
Control group	No intervention Other intervention
Intervention characteristics	Duration of intervention Follow-up period Intervention type CPR training Associated services
Outcome measurements	CPR initiation rate Mortality rate Survival rate Use of automated defibrillator
Analysis methods	Statistical methods Qualitative synthesis
CPR, cardiopulmonary resuscitation; OHCA, out-of-hospital cardiac arrest.	

mortality rate after OHCA? and What CPR training on resuscitation initiation

#### Electronic search

The search will be performed from the following databases: MEDLINE, Web of Science-Clarivate Analytics, the Register of Controlled Studies, CINAHL, SCOPUS.

A free combination of Medical Subject Headings and keywords will be performed, as follows. The search equation will be defined by the following items: participants (undergraduate primary and secondary school students; laypersons, community participants), intervention (CPR training), or outcome (CPR training on CPR initiation rates; mortality rate after OHCA; AEI; survival rate after OHCA; AEI; ability of the trained individuals to transfer skills acquired in the training; studies the interventions) and study design (randomised, observational).

The search terms for creating the search strategy will be combined with specific filters in

Alcázar Artero PM, et al. *BMJ Open* 2024;14:e081525. doi:10.1136/bmjopen-2023-081525

as shown in the draft search strategy in the online supplemental material. There will be no restrictions on publication date or language in the searches. In cases where articles are published in languages other than those the researchers are fluent in, the authors will use translation services.

#### Additional search

To ensure the wide scope of this research, we will complement the electronic searches with a manual search in the reference lists of the retrieved studies or relevant reviews that are related to the topic.

Open access

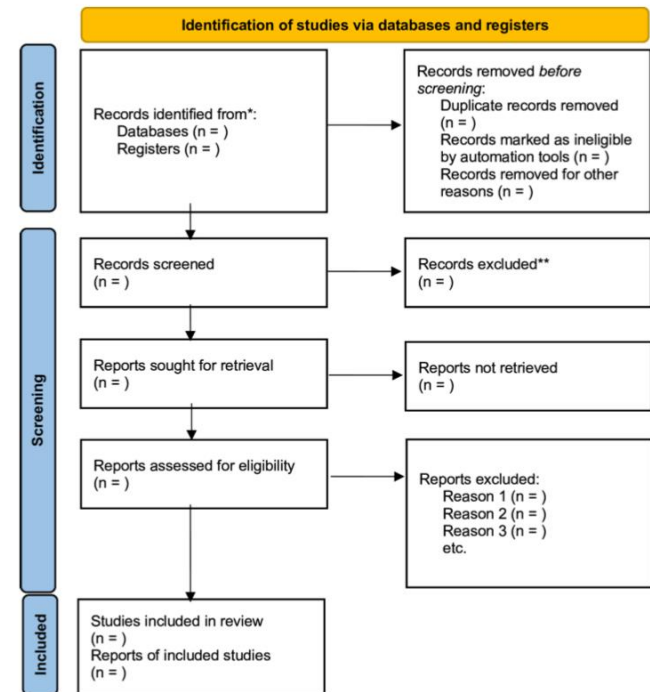


Figure 1 Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses flow chart of study selection.

For qualitative studies, the Critical Appraisal Skills Program will be used to analyse the risk of bias. This instrument corresponds to a checklist of 10 questions, 9 referring to quality and 1 to 'value' (contribution to the existing literature),<sup>12</sup> and its use is recommended by the Cochrane Collaboration for qualitative literature.<sup>13</sup>

The overall strength of evidence for each outcome will be analysed using the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation tool.<sup>14</sup>

#### Data analysis

A narrative approach will be used to summarise the effects of CPR training. If the studies are sufficiently homogeneous, a quantitative synthesis will be performed.

The meta-analysis of the included studies will be performed using statistical software (RevMan V.5.4.1). The heterogeneity between assay results will be evaluated by performing a standard  $X^2$  test with a significance level of 0.05. To assess heterogeneity, the  $I^2$  statistic will be calculated, corresponding to a quantitative measure of inconsistency between studies. A value of 0% indicates

that no heterogeneity was observed,  $I^2$  values of 50% indicate a moderate level, and 75% or higher indicate a substantial level of heterogeneity.

If possible, funnel plots will be used to assess the presence of potential reporting biases. A linear regression will be performed to evaluate the asymmetry of the funnel plot. If the studies are very heterogeneous, a narrative synthesis will be carried out. If studies with a qualitative approach are analysed, a meta-synthesis will be performed to synthesise the data from the included studies.

#### Missing data

In case of missing or unclear data—with an uncertain risk of bias—considered possibly important for this evaluation, an attempt will be made to contact the researchers who authored the article. If it is not possible to resolve doubts regarding the article's data after contacting the authors, an analysis will be carried out with the available data and a discussion will be crafted on the possible impact of missing data.



Open access

#### Subgroup analysis

If sufficient data are available, the following subgroup analyses will be performed: specific details of the interventions (eg, methodological strategy, components and duration) and research setting (family participation, influence of prior CPR training and CPR guided by dispatcher assistance and socioeconomic conditions).

#### Patient and public involvement

None.

#### ETHICS AND DISSEMINATION

Ethical approval and participant consent are not required, as only secondary data will be used. The findings will be published in a peer-reviewed journal and presented at conferences. In case of any changes to this protocol, the PROSPERO registration record will be updated and the modifications will be explained in the final report of this review.

**Twitter** Daniel Guillen Martinez @dannygul and Manuel Pardo Rios @ManuelDreamer

**Acknowledgements** The authors thank the Systematic Review and Meta-Analysis Laboratory (Lab-SYS) at the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN) and the New Technologies for Health Group (NT4H) at the San Antonio Catholic University of Murcia, Murcia, Spain.

**Contributors** PMAA, TTdS, GP, DGM and MP-R conceptualised, designed and supervised the protocol. PMAA, TTdS, GP, DGM, MFP and MP-R will be responsible for methodology, data curation and formal analysis. PMAA, MFP and TTdS will be responsible for investigation. MP-R will be the third party and will host consensus meetings at each stage in case of disagreement. PMAA and TTdS were responsible for writing the original draft. PMAA, TTdS, GP, DGM and MP-R are responsible for project administration and were responsible for reviewing and editing the manuscript. All authors read, reviewed and approved the final protocol.

**Funding** This study has been funded by the project entitled 'Design of a Metaverse for Higher Education in Health Sciences' (reference PID2022-13884NA-I00), funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, EU; and by the Ignacio Larramendi Research Grant awarded by Fundación Mapfre in 2022 to MP-R from the UCAM Catholic University of Murcia.

**Competing interests** None declared.

**Patient and public involvement** Patients and/or the public were not involved in the design, or conduct, or reporting, or dissemination plans of this research.

**Patient consent for publication** Not applicable.

**Provenance and peer review** Not commissioned; externally peer reviewed.

**Supplemental material** This content has been supplied by the author(s). It has not been vetted by BMJ Publishing Group Limited (BMJ) and may not have been peer-reviewed. Any opinions or recommendations discussed are solely those of the author(s) and are not endorsed by BMJ. BMJ disclaims all liability and

responsibility arising from any reliance placed on the content. Where the content includes any translated material, BMJ does not warrant the accuracy and reliability of the translations (including but not limited to local regulations, clinical guidelines, terminology, drug names and drug dosages), and is not responsible for any error and/or omissions arising from translation and adaptation or otherwise.

**Open access** This is an open access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited, appropriate credit is given, any changes made indicated, and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

#### ORCID iDs

Thais Teixeira dos Santos <http://orcid.org/0000-0002-2568-2007>  
Daniel Guillen Martinez <http://orcid.org/0000-0003-4968-1364>  
Grasiela Plivezamaz <http://orcid.org/0000-0002-2343-7251>

#### REFERENCES

- Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, et al. European resuscitation Council guidelines 2021. *Resumen Ejecutivo* 2021;80.
- Merchant RM, Topjian AA, Panchal AR, et al. Part 1: executive summary: 2020 American heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2020;142(16\_suppl\_2):S337–57.
- Gräsner J-T, Wnent J, Herlitz J, et al. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe - results of the Eureka TWO study. *Resuscitation* 2020;148:218–26.
- Odum E, Nakajima Y, Veilano K, et al. Trends in EMS-attended out-of-hospital cardiac arrest survival, United States 2015–2019. *Resuscitation* 2022;179:88–93.
- Berg KM, Bray JE, Ng K-C, et al. International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations: summary from the basic life support; advanced life support; pediatric life support; neonatal life support; education, implementation, and teams; and first aid task forces. *Circulation* 2023;148:e187–290.
- OHSCAR. Informe-PCR-España. 2020. Available: <https://www.cercp.org/wp-content/uploads/2022/03/OHSCAR-2020-Informe-PCR-España-OHSCAR-2.pdf> [Accessed 1 Dec 2023].
- Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2015;372:2307–15.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71.
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, et al. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev* 2016;5:210.
- Higgins J, Savović J, Page M, et al. Revised Cochrane risk of bias tool for randomized trials (rob 2.0). *Version 20*; 2016. 1–7.
- Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ* 2016;355:i4919.
- Noyes J, Booth A, Cargo M, et al. Cochrane qualitative and implementation methods group guidance series-paper 1: introduction. *J Clin Epidemiol* 2018;97:35–8.
- Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ* 2008;336:924–6.
- Andrews JC, Schünemann HJ, Oxman AD, et al. GRADE guidelines: 15. going from evidence to recommendation—determinants of a recommendation's direction and strength. *J Clin Epidemiol* 2013;66:726–35.



# **VIII – RESULTADOS GENERALES**

---



## VIII - RESULTADOS GENERALES

El estudio del impacto de las tecnologías innovadoras en la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar revela avances significativos en la formación tanto en adultos como en niños. La integración de la realidad virtual, así como el uso de cuentos y videos animados para niños, muestra un potencial considerable para mejorar las habilidades prácticas y el conocimiento teórico en diversos entornos educativos.

### 8.1. MEJORA DE HABILIDADES PRÁCTICAS

Los resultados de la revisión sistemática indicaron que el uso de la RV en el entrenamiento de RCP mejora significativamente las habilidades manuales necesarias para realizar compresiones torácicas efectivas. Comparativamente, los participantes que entrenaron con RV en el segundo estudio, alcanzaron un mejor ritmo y profundidad en las compresiones que aquellos que recibieron entrenamiento cara a cara tradicional. Esta mejora en la ejecución física sugiere que la RV puede ser un complemento valioso para los métodos de entrenamiento existentes, especialmente en lo que se refiere a la precisión de las compresiones torácicas.

### 8.2. IMPACTO EN LA CONFIANZA Y LA AUTOEFICACIA

Además de las habilidades prácticas, el primer estudio observó mejoras en la autoeficacia, la percepción de confianza y la competencia general de los participantes. Estos efectos positivos reflejan no solo un aumento en la capacidad técnica, sino también en el empoderamiento personal de los participantes, lo cual es fundamental para la efectividad del rescate en situaciones reales de emergencia. La formación en RV proporcionó un entorno interactivo y envolvente que pudo haber contribuido a un mayor compromiso y confianza durante el aprendizaje.

### 8.3. EFECTOS SOBRE EL ESTRÉS

Un hallazgo intrigante, observado en el segundo estudio, fue el aumento en los niveles de alfa-amilasa salival en el grupo que utilizó RV, indicando un mayor nivel de estrés psicológico durante el entrenamiento. Este aumento podría reflejar la demanda emocional y cognitiva adicional impuesta por un entorno de RV, que, aunque es más inmersivo, también puede ser más intimidante o desafiante para los participantes.

### 8.4. COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE ENSEÑANZA EN NIÑOS

El estudio tres incluyó una comparativa entre diferentes métodos de enseñanza de RCP en niños. Los resultados mostraron que los niños formados por profesionales obtuvieron mejores puntuaciones en conocimientos teóricos y habilidades prácticas en comparación con aquellos entrenados por sus padres. Además, dentro del grupo familiar, los niños que aprendieron mediante una combinación de cuento y video mostraron mejores resultados que los que solo recibieron instrucción a través de cuentos.

Estos hallazgos destacan la importancia de métodos de enseñanza estructurados y profesionalmente dirigidos, incluso en un contexto familiar.

## IX - DISCUSIÓN

---



## IX - DISCUSIÓN

La realidad virtual se destaca como una técnica eficaz para enseñar la reanimación cardiopulmonar (RCP) al incorporarla en métodos de aprendizaje combinado. Esto se debe, entre otras cosas, a que contribuye a optimizar la frecuencia y la profundidad de las compresiones torácicas (57,60–62). Esta tecnología permite simplificar y desglosar los componentes más complejos del entrenamiento en tareas más pequeñas y manejables, potencialmente mejorando la calidad de las compresiones torácicas en comparación con los métodos tradicionales presenciales (63–65).

El entrenamiento de RCP utilizando RV se sugiere como un enfoque efectivo para reforzar tanto las habilidades prácticas como la confianza en las personas sin conocimientos previos de SVB como sugirió Wong et al (66). Además, la inmersión y participación que ofrece la RV pueden ser particularmente valiosas en entornos educativos donde mantener la motivación y el compromiso de los estudiantes son desafíos significativos.

Sin embargo, los estudios también señalan la necesidad de más investigación y validación sobre la efectividad de la RV para enseñar aspectos específicos de la RCP, como el ritmo y la profundidad adecuada de las compresiones dado que no se llegan a alcanzar las recomendaciones establecidas por las guías (43,67).

Existen aspectos significativos que necesitan ser mejorados en el diseño del entrenamiento o en los juegos utilizados para la capacitación (43,56). Se sugiere que estas mejoras podrían incluir retroalimentación inmediata durante el entrenamiento, permitiendo a los estudiantes ajustar y perfeccionar sus técnicas en tiempo real. Esta adaptación podría ayudar a fortalecer los aspectos críticos de las compresiones torácicas, como la profundidad y la frecuencia adecuadas, garantizando que se cumplan los estándares recomendados para una RCP efectiva.

La heterogeneidad en los estudios examinados y la variabilidad en los resultados impidieron realizar un metaanálisis formal en la revisión sistemática, reflejando que mientras algunos participantes experimentaron mejoras

significativas, otros no vieron cambios notorios. Esto puede atribuirse a diferencias en las metodologías de entrenamiento, las poblaciones de estudio o las tecnologías de RV utilizadas.

Además, la calidad de la evidencia, de los artículos seleccionados en la revisión sistemática, fue calificada como baja, lo que subraya la importancia de interpretar los resultados con precaución. Esta limitación enfatiza la necesidad de realizar investigaciones más rigurosas y bien diseñadas para optimizar estos programas educativos y garantizar que los aprendices no solo mejoren sus habilidades técnicas, sino que también retengan estos conocimientos a largo plazo.

Por otro lado, un hallazgo importante en el uso de la RV es el aumento en los niveles de alfa-amilasa salival, indicativo de un mayor estrés psicológico durante el entrenamiento. Este reporte está en línea con investigaciones que muestran que la simulación puede inducir estrés real (68–70). Aunque la RV mejora la eficacia del aprendizaje, también puede ser más exigente emocionalmente para los participantes. Este aspecto subraya la necesidad de equilibrar la inmersión tecnológica con el bienestar psicológico de los aprendices, asegurando que la experiencia de aprendizaje sea no solo educativa sino también cómoda y accesible.

Paralelamente, el uso de recursos educativos como cuentos y dibujos animados para enseñar RCP a escolares en ambientes familiares y educativos ha demostrado ser altamente efectivo (71). Los materiales didácticos visuales y narrativos no solo captan la atención de los niños, sino que también facilitan una mejor comprensión y aplicación de las técnicas de RCP. El ERC sugiere que la formación en RCP involucre tanto a las familias como al entorno del niño (45). Según la literatura científica, tanto las familias como el personal sanitario deberían encargarse de la educación sanitaria (43,72) . Sin embargo, también se contempla la posibilidad de que los profesores asuman esta responsabilidad. Louis et al, destacan que es fundamental capacitar a los maestros primero, para que se sientan confiados en impartir estos conocimientos (73). Los profesionales de la salud pueden ofrecer sesiones formativas ocasionales en las escuelas para fortalecer estos conocimientos.

A pesar de las múltiples investigaciones que nos presentan la RV como método efectivo para mejorar la formación en RCP a la población general,

seguimos teniendo tasas de supervivencia al alta hospitalaria muy bajas y malos resultados neurológicos (6) por lo que es de vital importancia estudiar cómo influye la formación en SVB en estos resultados finales. El protocolo de estudio de revisión sistemática no solo busca entender el impacto del entrenamiento en RCP en la supervivencia después de una PCEH, sino también explorar cómo mejorar los protocolos de entrenamiento para optimizar los resultados de salud a largo plazo, especialmente en términos de función neurológica post-resucitación.



# **X – LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

---



## X - LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Una de las limitaciones comunes en estos estudios es la falta de evaluación de la retención de habilidades y conocimientos a largo plazo. La mayoría de los estudios se centran en los resultados inmediatos de las intervenciones educativas sin abordar si estas habilidades se mantienen con el tiempo, lo cual es crucial para la efectividad de la formación en RCP. Además, los estudios que involucran a familiares como instructores enfrentan desafíos significativos en cuanto a la consistencia y calidad de la formación, evidenciados por altas tasas de abandono y una implementación inconsistente de las intervenciones de formación.

Otra limitación observada es la muestra limitada y la falta de diversidad en algunos estudios, que podrían no ser representativos para generalizar los resultados a una población más amplia. Además, la falta de control sobre la intervención en el entorno familiar podría afectar la uniformidad y calidad de la formación, sugiriendo la necesidad de métodos más estructurados y supervisados para la educación en RCP en el hogar.

Desde el punto de vista metodológico, aunque la realidad virtual mostró mejoras en la calidad de las compresiones torácicas, el estudio no evaluó otros componentes críticos de la RCP, como la ventilación. Además, no se exploraron aspectos psicológicos como la ansiedad o el miedo, que pueden influir significativamente en la capacidad de una persona para realizar RCP en una situación real de emergencia.

En cuanto a futuras líneas de investigación, es esencial abordar la retención a largo plazo de las habilidades de RCP y evaluar cómo diferentes combinaciones de herramientas de enseñanza pueden optimizar la aprendizaje y ejecución de la RCP. Además, sería beneficioso investigar el impacto de las variables psicológicas en el entrenamiento de RCP y cómo afectan el rendimiento en situaciones reales. Por último, ampliar la investigación a muestras más grandes y diversas ayudará a validar los hallazgos y a entender mejor cómo diferentes grupos demográficos responden a varios métodos de entrenamiento en RCP.

La integración de métodos innovadores como la realidad virtual y recursos visuales como cuentos y dibujos animados en la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar (RCP) ha demostrado ser prometedora en mejorar tanto la adquisición como la ejecución de habilidades críticas de RCP. Estas técnicas no solo aumentan la calidad de las compresiones torácicas, sino que también elevan la motivación y el compromiso entre los aprendices, lo que es crucial para la retención a largo plazo de estas habilidades vitales. Además, la implementación de estos métodos educativos en entornos estructurados, como las escuelas, ha probado ser más efectiva que el entrenamiento en entornos domésticos, lo que subraya la importancia de ambientes de aprendizaje formalizados y consistentes.

Sin embargo, los estudios destacan una serie de desafíos, incluida la necesidad de investigación adicional para evaluar la retención de habilidades y conocimientos a largo plazo. Esto es esencial para determinar la frecuencia óptima con la que se debe realizar el entrenamiento de recertificación. También se enfatiza la necesidad de ampliar estos estudios a muestras más grandes y diversas para validar y generalizar los resultados.

## **XI – CONCLUSIONES**



## XI -CONCLUSIONES

### 11.1. CONCLUSIONES GENERALES

La integración de métodos innovadores como la realidad virtual y recursos visuales en la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar (RCP) ha demostrado ser prometedora en mejorar tanto la adquisición como la ejecución de habilidades críticas de RCP. Estas técnicas no solo aumentan la calidad de las compresiones torácicas, sino que también elevan la motivación y el compromiso entre los aprendices, lo que es crucial para la retención a largo plazo de estas habilidades vitales. Además, la implementación de estos métodos educativos en entornos estructurados, como las escuelas, ha probado ser más efectiva que el entrenamiento en entornos domésticos, lo que subraya la importancia de ambientes de aprendizaje formalizados y consistentes.

Sin embargo, los estudios destacan una serie de desafíos, incluida la necesidad de investigación adicional para evaluar la retención de habilidades y conocimientos a largo plazo, optimizar estos métodos de enseñanza, explorando nuevas técnicas y tecnologías que puedan ser implementadas de manera eficaz en diversos contextos educativos y cómo influye la formación en la supervivencia al alta hospitalaria, así como en los resultados neurológicos de los pacientes ya que el objetivo final es mejorar las tasas de intervención y supervivencia en situaciones de PCEH capacitando a más individuos con habilidades de RCP efectivas desde una edad temprana y en una variedad de entornos.

### 11.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS DE CADA ARTÍCULO

#### 11.2.1. Conclusiones Artículo I

*“Esta revisión sistemática de la literatura actual proporciona evidencia científica de muy baja certeza que sugiere que la realidad virtual beneficia el aprendizaje del conocimiento de la RCP y el entrenamiento de habilidades manuales de RCP en personas laicas que no son profesionales de la salud. Esto podría deberse a la escasez de estudios existentes y a su heterogeneidad. Se necesitan nuevos estudios para definir qué*

*herramientas se utilizan para el entrenamiento y cuáles para la evaluación del entrenamiento en soporte vital básico. A pesar de esto, la evidencia muy débil sugiere que la realidad virtual podría mejorar la calidad de la frecuencia y profundidad de las compresiones torácicas en comparación con el entrenamiento en SVB dirigido por un instructor de manera presencial. No se reportaron datos sobre los resultados en pacientes reales ni efectos secundarios de la realidad virtual. Sin embargo, las conclusiones de esta revisión deben considerarse con precaución, debido a la baja calidad de muchos de los estudios incluidos”*

### **11.2.2. Conclusiones Artículo II**

*“Los profesionales de la salud deberían implementar innovaciones educativas, como el uso de la realidad virtual y juegos serios, ya que pueden mejorar los parámetros de calidad de las compresiones torácicas en comparación con el entrenamiento tradicional. Además, la formación con nuevas tecnologías tiene la ventaja de poder llegar a más personas en el mismo espacio de tiempo, siendo así un recurso rentable para la capacitación de la población en RCP en comparación con la formación presencial. El uso de gafas de realidad virtual y el Metaverso tiene un gran potencial para mejorar los resultados de aprendizaje y abordar las limitaciones de los métodos de entrenamiento tradicionales. La experiencia de los estudiantes a través de la realidad virtual también condujo a un aumento de la actividad del AAS en los participantes del estudio, lo que podría indicar un mayor nivel de estrés que podría afectar la adquisición y retención del conocimiento”.*

### **11.2.3. Conclusiones Artículo III**

*“La principal conclusión de este trabajo es que la implementación de recursos educativos no tecnológicos para la enseñanza de la RCP en escolares de educación primaria (hasta 12 años) aumenta los conocimientos y habilidades. Los escolares formados por los maestros en el ámbito educativo han aprendido significativamente más que los formados por la familia y, dentro del ámbito familiar, la enseñanza sobre RCP fue más eficaz mediante un cuento y un vídeo de dibujos animados que cuando simplemente disponen del cuento”.*

## CAPÍTULO XI – CONCLUSIONES

### **11.2.4. Conclusiones Artículo IV**

*“Con esta revisión sistemática esperamos concluir que el entrenamiento en RCP para personas laicas tiene un impacto significativo en la capacidad para iniciar la RCP, el uso de desfibriladores automáticos externos (DEA), y mejorar de forma significativa las tasas de supervivencia tras un paro cardíaco fuera del hospital”.*



## **XII – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---



**XII - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Loma-Osorio P, Aboal J, Sanz M, Caballero Á, Vila M, Lorente V, et al. Características clínicas, pronóstico vital y funcional de los pacientes supervivientes a una muerte súbita extrahospitalaria ingresados en cinco unidades de cuidados intensivos cardiológicos. *Rev Esp Cardiol*. 2013 Aug 1;66(8):623–8.
2. Chen N, Callaway CW, Guyette FX, Rittenberger JC, Doshi AA, Dezfulian C, et al. Arrest etiology among patients resuscitated from cardiac arrest. *Resuscitation*. 2018 Sep;130:33–40.
3. O'Rourke MF. Reality of out of hospital cardiac arrest. *Heart*. 2005 Dec;91(12):1505–6.
4. Kiguchi T, Okubo M, Nishiyama C, Maconochie I, Ong MEH, Kern KB, et al. Out-of-hospital cardiac arrest across the World: First report from the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). *Resuscitation*. 2020 Jul 1;152:39–49.
5. Merchant RM, Topjian AA, Panchal AR, Cheng A, Aziz K, Berg KM, et al. Part 1: Executive Summary: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* [Internet]. 2020 Oct 20 [cited 2024 Feb 16];142(16\_suppl\_2). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000918>
6. Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021 Resumen ejecutivo. 2021;80.
7. OHSCAR-2020-Informe-PCR-Espana-OHSCAR-2.pdf [Internet]. [cited 2023 Dec 1]. Available from: <https://www.cercp.org/wp-content/uploads/2022/03/OHSCAR-2020-Informe-PCR-Espana-OHSCAR-2.pdf>
8. Böttiger BW, Lockett A. World Restart a Heart initiative: all citizens of the world can save a life. *Lancet*. 2018 Oct 13;392(10155):1305.
9. Böttiger BW, Lockett A, Aickin R, Bertaut T, Castren M, de Caen A, et al. Over 675,000 lay people trained in cardiopulmonary resuscitation worldwide - The 'World Restart a Heart (WRAH)' initiative 2018. *Resuscitation*. 2019 May;138:15–7.

10. Riva G, Ringh M, Jonsson M, Svensson L, Herlitz J, Claesson A, et al. Survival in Out-of-Hospital Cardiac Arrest After Standard Cardiopulmonary Resuscitation or Chest Compressions Only Before Arrival of Emergency Medical Services: Nationwide Study During Three Guideline Periods. *Circulation*. 2019 Jun 4;139(23):2600–9.
11. Kuo CW, See LC, Tu HT, Chen JC. Adult Out-of-Hospital Cardiac Arrest Based on Chain of Survival in Taoyuan County, Northern Taiwan. *Journal of Emergency Medicine*. 2014 Jun 1;46(6):782–90.
12. Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, Donnino MW, Drennan IR, Hirsch KG, et al. Part 3: Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* [Internet]. 2020 Oct 20 [cited 2024 Feb 16];142(16\_suppl\_2). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000916>
13. Nolan J, Soar J, Eikeland H. The chain of survival. *Resuscitation*. 2006 Dec;71(3):270–1.
14. Blom MT, Beesems SG, Homma PCM, Zijlstra JA, Hulleman M, van Hoeijen DA, et al. Improved Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest and Use of Automated External Defibrillators. *Circulation*. 2014 Nov 18;130(21):1868–75.
15. Kiyohara K, Nishiyama C, Matsuyama T, Sado J, Kitamura T, Shimamoto T, et al. Out-of-Hospital Cardiac Arrest at Home in Japan. *American Journal of Cardiology*. 2019 Apr 1;123(7):1060–8.
16. Hansen CM, Kragholm K, Granger CB, Pearson DA, Tyson C, Monk L, et al. The role of bystanders, first responders, and emergency medical service providers in timely defibrillation and related outcomes after out-of-hospital cardiac arrest: Results from a statewide registry. *Resuscitation*. 2015 Nov 1;96:303–9.
17. Sondergaard KB, Wissenberg M, Gerds TA, Rajan S, Karlsson L, Kragholm K, et al. Bystander cardiopulmonary resuscitation and long-term outcomes in out-of-hospital cardiac arrest according to location of arrest. *European Heart Journal*. 2019 Jan 14;40(3):309–18.
18. Hasselqvist-Ax I, Nordberg P, Herlitz J, Svensson L, Jonsson M, Lindqvist J, et al. Dispatch of Firefighters and Police Officers in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Nationwide Prospective Cohort Trial Using Propensity Score Analysis. *Journal of the American Heart Association*. 6(10):e005873.
19. Nordberg P, Hollenberg J, Rosenqvist M, Herlitz J, Jonsson M, Järnbert-Petterson H, et al. The implementation of a dual dispatch system in out-of-hospital cardiac arrest is associated with improved short and long term survival. *European Heart Journal Acute Cardiovascular Care*. 2014 Dec 1;3(4):293–303.

20. Caputo ML, Muschietti S, Burkart R, Benvenuti C, Conte G, Regoli F, et al. Lay persons alerted by mobile application system initiate earlier cardiopulmonary resuscitation: A comparison with SMS-based system notification. *Resuscitation*. 2017 May 1;114:73–8.
21. Riggs M, Franklin R, Saylany L. Associations between cardiopulmonary resuscitation (CPR) knowledge, self-efficacy, training history and willingness to perform CPR and CPR psychomotor skills: A systematic review. *Resuscitation*. 2019 May;138:259–72.
22. Zijlstra JA, Stieglis R, Riedijk F, Smeekes M, Worp WE van der, Koster RW. Local lay rescuers with AEDs, alerted by text messages, contribute to early defibrillation in a Dutch out-of-hospital cardiac arrest dispatch system. *Resuscitation*. 2014 Nov 1;85(11):1444–9.
23. Pijls RWM, Nelemans PJ, Rahel BM, Gorgels APM. A text message alert system for trained volunteers improves out-of-hospital cardiac arrest survival. *Resuscitation*. 2016 Aug 1;105:182–7.
24. Oving I, Masterson S, Tjelmeland IBM, Jonsson M, Semeraro F, Ringh M, et al. First-response treatment after out-of-hospital cardiac arrest: a survey of current practices across 29 countries in Europe. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2019 Dec 16;27(1):112.
25. Malta Hansen C, Rosenkranz SM, Folke F, Zinckernagel L, Tjørnhøj-Thomsen T, Torp-Pedersen C, et al. Lay Bystanders' Perspectives on What Facilitates Cardiopulmonary Resuscitation and Use of Automated External Defibrillators in Real Cardiac Arrests. *Journal of the American Heart Association*. 2017 Mar 13;6(3):e004572.
26. SAEM Annual Meeting Abstracts. *Academic Emergency Medicine*. 2019;26(S1):S9–304.
27. Ro YS, Shin SD, Lee YJ, Lee SC, Song KJ, Ryoo HW, et al. Effect of Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation Program and Location of Out-of-Hospital Cardiac Arrest on Survival and Neurologic Outcome. *Annals of Emergency Medicine*. 2017 Jan;69(1):52–61.e1.
28. Inoue T, Kaneda K, Ise N, Koga Y, Yagi T, Todani M, et al. Effects of cardiopulmonary resuscitation instructions on the outcomes of out-of-hospital cardiac arrest: An analysis of the JAAM-OHCA registry. *Acute Med Surg*. 2023 Sep 24;10(1):e892.
29. Yamashita A, Maeda T, Myojo Y, Wato Y, Ohta K, Inaba H. Temporal variations in dispatcher-assisted and bystander-initiated resuscitation efforts. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2018 Dec;36(12):2203–10.

30. Todd V, Dicker B, Okyere D, Smith K, Howie G, Smith T, et al. The First Responder Shock Trial (FIRST): Can We Improve Cardiac Arrest Survival by Providing Community Responders With Ultraportable Automated External Defibrillators? *Heart, Lung and Circulation*. 2023 Jun 1;32:S88.
31. Zègre-Hemsey JK, Grewe ME, Johnson AM, Arnold E, Cunningham CJ, Bogle BM, et al. Delivery of Automated External Defibrillators via Drones in Simulated Cardiac Arrest: Users' Experiences and the Human-Drone Interaction. *Resuscitation*. 2020 Dec;157:83–8.
32. Leary M, McGovern SK, Chaudhary Z, Patel J, Abella BS, Blewer AL. Comparing bystander response to a sudden cardiac arrest using a virtual reality CPR training mobile app versus a standard CPR training mobile app. *Resuscitation*. 2019 Jun;139:167–73.
33. Renshaw J, Eaton G, Gregory P, Kilner T. The BHF PocketCPR smartphone application: 'Staying alive' with bystander CPR. *Resuscitation*. 2017 Sep 1;118:e3–4.
34. Callejas S, Barry A, Demertsidis E, Jorgenson D, Becker LB. Human factors impact successful lay person automated external defibrillator use during simulated cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2004 Sep;32(9 Suppl):S406–413.
35. Abellsson A, Odestrand P, Nygårdh A. To strengthen self-confidence as a step in improving prehospital youth laymen basic life support. *BMC Emergency Medicine*. 2020 Jan 30;20(1):8.
36. Nakashima T, Noguchi T, Tahara Y, Nishimura K, Yasuda S, Onozuka D, et al. Public-access defibrillation and neurological outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest in Japan: a population-based cohort study. *The Lancet*. 2019 Dec;394(10216):2255–62.
37. Mauri R, Burkart R, Benvenuti C, Caputo ML, Moccetti T, Del Bufalo A, et al. Better management of out-of-hospital cardiac arrest increases survival rate and improves neurological outcome in the Swiss Canton Ticino. *Europace*. 2016 Mar;18(3):398–404.
38. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nitta M, Nagao K, Nonogi H, et al. Nationwide Improvements in Survival From Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Japan. *Circulation*. 2012 Dec 11;126(24):2834–43.
39. Sayre MR, Berg RA, Cave DM, Page RL, Potts J, White RD, et al. Hands-only (compression-only) cardiopulmonary resuscitation: a call to action for bystander response to adults who experience out-of-hospital sudden cardiac arrest: a science advisory for the public from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee. *Circulation*. 2008 Apr 22;117(16):2162–7.

40. Kragholm K, Wissenberg M, Mortensen RN, Hansen SM, Malta Hansen C, Thorsteinsson K, et al. Bystander Efforts and 1-Year Outcomes in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med*. 2017 May 4;376(18):1737–47.
41. Malta Hansen C, Kragholm K, Pearson DA, Tyson C, Monk L, Myers B, et al. Association of Bystander and First-Responder Intervention With Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest in North Carolina, 2010-2013. *JAMA*. 2015 Jul 21;314(3):255–64.
42. Nakahara S, Tomio J, Ichikawa M, Nakamura F, Nishida M, Takahashi H, et al. Association of Bystander Interventions With Neurologically Intact Survival Among Patients With Bystander-Witnessed Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Japan. *JAMA*. 2015 Jul 21;314(3):247–54.
43. Greif R, Lockey A, Breckwoldt J, Carmona F, Conaghan P, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Education for resuscitation. *Resuscitation*. 2021 Apr;161:388–407.
44. Böttiger BW, Lockey A, Georgiou M, Greif R, Monsieurs KG, Mpotos N, et al. KIDS SAVE LIVES: ERC Position statement on schoolteachers' education and qualification in resuscitation. *Resuscitation*. 2020 Jun;151:87–90.
45. Böttiger BW, Semeraro F, Altemeyer KH, Breckwoldt J, Kreimeier U, Rücker G, et al. KIDS SAVE LIVES: School children education in resuscitation for Europe and the world. *Eur J Anaesthesiol*. 2017 Dec;34(12):792–6.
46. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, Weeke P, Hansen CM, Christensen EF, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2013 Oct 2;310(13):1377–84.
47. Kragholm K, Wissenberg M, Mortensen RN, Fonager K, Jensen SE, Rajan S, et al. Return to Work in Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survivors: A Nationwide Register-Based Follow-Up Study. *Circulation*. 2015 May 12;131(19):1682–90.
48. Schroeder DC, Ecker H, Wingen S, Semeraro F, Böttiger BW. „Kids Save Lives“ – Wiederbelebungstrainings für Schulkinder. *Anaesthesist*. 2017 Aug 1;66(8):589–97.
49. 2024\_ILCOR-CoSTR\_240314\_Ed-March-20-CLEAN\_AUTHORS-UPDATE.pdf [Internet]. [cited 2024 Apr 29]. Available from: [https://ilcor.org/uploads/2024\\_ILCOR-CoSTR\\_240314\\_Ed-March-20-CLEAN\\_AUTHORS-UPDATE.pdf](https://ilcor.org/uploads/2024_ILCOR-CoSTR_240314_Ed-March-20-CLEAN_AUTHORS-UPDATE.pdf)
50. Mendoza López M, Albaladejo Ortega S, Pardo Ríos M, Melendreras Ruiz R. Serious Games for Health, una herramienta efectiva para el entrenamiento de los profesionales sanitarios. *Aten Primaria*. 2022 Jul;54(7):102376.

51. Marin S, Lee V, Landers RN. Gamified Active Learning and Its Potential for Social Change. In: Spanellis A, Harviainen JT, editors. *Transforming Society and Organizations through Gamification: From the Sustainable Development Goals to Inclusive Workplaces* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2021 [cited 2024 Apr 29]. p. 205–23. Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68207-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68207-1_11)
52. Mather C, McCarthy R. Exploring the effects of a high-fidelity environment on nursing students' confidence and performance of CPR. *Nurs Stand*. 2021 Feb 3;36(2):76–82.
53. Taplin J, McConigley R. Advanced life support (ALS) instructors experience of ALS education in Western Australia: A qualitative exploratory research study. *Nurse Education Today*. 2015 Apr 1;35(4):556–61.
54. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. John Wiley & Sons; 2019. 726 p.
55. Cheng A, Nadkarni VM, Mancini MB, Hunt EA, Sinz EH, Merchant RM, et al. Resuscitation Education Science: Educational Strategies to Improve Outcomes From Cardiac Arrest: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2018 Aug 7;138(6):e82–122.
56. Kuyt K, Park SH, Chang TP, Jung T, MacKinnon R. The use of virtual reality and augmented reality to enhance cardio-pulmonary resuscitation: a scoping review. *Advances in Simulation*. 2021 Apr 12;6(1):11.
57. Yang CH, Liu SF, Lin CY, Liu CF. Immersive Virtual Reality-Based Cardiopulmonary Resuscitation Interactive Learning Support System. *IEEE Access*. 2020;8:120870–80.
58. Cheng A, Magid DJ, Auerbach M, Bhanji F, Bigham BL, Blewer AL, et al. Part 6: Resuscitation Education Science: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* [Internet]. 2020 Oct 20 [cited 2024 Feb 16];142(16\_suppl\_2). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000903>
59. Aksoy E. Comparing the Effects on Learning Outcomes of Tablet-Based and Virtual Reality-Based Serious Gaming Modules for Basic Life Support Training: Randomized Trial. *JMIR Serious Games*. 2019 May 1;7(2):e13442.
60. Bench S, Winter C, Francis G. Use of a Virtual Reality Device for Basic Life Support Training: Prototype Testing and an Exploration of Users' Views and Experience. *Simulation in Healthcare*. 2019 Oct;14(5):287–92.
61. Cerezo Espinosa C, Segura Melgarejo F, Melendreras Ruiz R, García-Collado AJ, Nieto Caballero S, Juguera Rodríguez L, et al. Virtual reality in

- cardiopulmonary resuscitation training: a randomized trial. *Emergencias*. 2019 Feb;31(1):43–6.
62. Buttussi F, Chittaro L, Valent F. A virtual reality methodology for cardiopulmonary resuscitation training with and without a physical mannequin. *J Biomed Inform*. 2020 Nov;111:103590.
  63. Hunt EA, Duval-Arnould JM, Chime NO, Jones K, Rosen M, Hollingsworth M, et al. Integration of in-hospital cardiac arrest contextual curriculum into a basic life support course: a randomized, controlled simulation study. *Resuscitation*. 2017 May 1;114:127–32.
  64. Hunt EA, Duval-Arnould JM, Nelson-McMillan KL, Bradshaw JH, Diener-West M, Perretta JS, et al. Pediatric resident resuscitation skills improve after “Rapid Cycle Deliberate Practice” training. *Resuscitation*. 2014 Jul 1;85(7):945–51.
  65. Lemke DS, Fielder EK, Hsu DC, Doughty CB. Improved Team Performance During Pediatric Resuscitations After Rapid Cycle Deliberate Practice Compared With Traditional Debriefing: A Pilot Study. *Pediatric Emergency Care*. 2019 Jul;35(7):480–6.
  66. Wong MAME, Chue S, Jong M, Benny HWK, Zary N. Clinical instructors’ perceptions of virtual reality in health professionals’ cardiopulmonary resuscitation education. *SAGE Open Med*. 2018 Sep 17;6:2050312118799602.
  67. Bohn A, Van Aken H, Lukas RP, Weber T, Breckwoldt J. Schoolchildren as lifesavers in Europe – Training in cardiopulmonary resuscitation for children. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*. 2013 Sep 1;27(3):387–96.
  68. Keitel A, Ringleb M, Schwartges I, Weik U, Picker O, Stockhorst U, et al. Endocrine and psychological stress responses in a simulated emergency situation. *Psychoneuroendocrinology*. 2011 Jan;36(1):98–108.
  69. Quilici AP, Pogetti RS, Fontes B, Zantut LFC, Chaves ET, Birolini D. Is the Advanced Trauma Life Support simulation exam more stressful for the surgeon than emergency department trauma care? *Clinics (Sao Paulo)*. 2005 Aug;60(4):287–92.
  70. Müller MP, Hänsel M, Fichtner A, Hardt F, Weber S, Kirschbaum C, et al. Excellence in performance and stress reduction during two different full scale simulator training courses: a pilot study. *Resuscitation*. 2009 Aug;80(8):919–24.
  71. Nord A, Svensson L, Hult H, Kreitz-Sandberg S, Nilsson L. Effect of mobile application-based versus DVD-based CPR training on students’ practical CPR skills and willingness to act: a cluster randomised study. *BMJ Open*. 2016 Apr 29;6(4):e010717.

72. Cave DM, Aufderheide TP, Beeson J, Ellison A, Gregory A, Hazinski MF, et al. Importance and implementation of training in cardiopulmonary resuscitation and automated external defibrillation in schools: a science advisory from the American Heart Association. *Circulation*. 2011 Feb 15;123(6):691–706.
73. Louis CJ, Beaumont C, Velilla N, Greif R, Fernandez J, Reyero D. The “ABC SAVES LIVES”: A Schoolteacher-Led Basic Life Support Program in Navarra, Spain. *Sage Open*. 2022 Jul 1;12(3):21582440221124478.

## **XIII – ANEXOS**

---



## XIII - ANEXOS

ANEXO 1. DOCUMENTO DE APROBACIÓN DE LOS ESTUDIOS POR EL  
COMITÉ DE ÉTICA DE LA UNIVERSIDAD SAN ANTONIO DE MURCIA

## COMITÉ DE ÉTICA DE LA UCAM

## DATOS DEL PROYECTO

<b>Título:</b>	"Creación y evaluación de experiencias de gamificación, realidad virtual y realidad aumentada"	
<b>Investigador Principal</b>	<b>Nombre</b>	<b>Correo-e</b>
Dr.	Manuel Pardo Ríos	mpardo@ucam.edu

## INFORME DEL COMITÉ

<b>Fecha</b>	24/11/2023	<b>Código</b>	CE112309
--------------	------------	---------------	----------

## Tipo de Experimentación

Investigación experimental clínica con seres humanos	
Investigación experimental no clínica con seres humanos	X
Utilización de tejidos humanos procedentes de pacientes, personas sanas, tejidos embrionarios o fetales	
Utilización de tejidos humanos, tejidos embrionarios o fetales procedentes de bancos de muestras o tejidos	
Investigación observacional, psicológica o comportamental en humanos	X
Uso de datos personales	X
Experimentación animal	
Utilización de agentes biológicos de riesgo para la salud humana, animal o las plantas	
Uso de organismos modificados genéticamente (OMGs)	

## Comentarios Respecto al Tipo de Experimentación

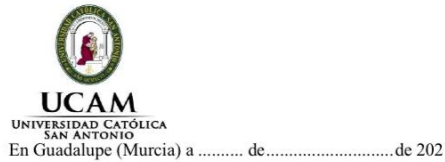
Nada Obsta

## Comentarios Respecto a la Metodología de Experimentación

Nada Obsta



**ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN  
VOLUNTARIA EN LOS ESTUDIOS**



El investigador,

Fdo:..... Fdo:.....

En cumplimiento del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016 y Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales, le comunicamos que la información que ha facilitado y la obtenida como consecuencia de las exploraciones a las que se va a someter pasará a formar parte del fichero automatizado INVESALUD, cuyo titular es la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN ANTONIO, con la finalidad de INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO CIENCIAS EXPERIMENTALES Y CIENCIAS DE LA SALUD. Tiene derecho a acceder a esta información y cancelarla o rectificarla, dirigiéndose al domicilio de la entidad, en Avda. de los Jerónimos de Guadalupe 30107 (Murcia). Esta entidad le garantiza la adopción de las medidas oportunas para asegurar el tratamiento confidencial de dichos datos.



### ANEXO 3. CALIDAD METADOLÓGICA DE LOS ESTUDIOS

**ARTÍCULO I:** “Efficiency of virtual reality for cardiopulmonary resuscitation training of adult laypersons. A systematic review”

**Fecha de Publicación:** ENERO 2023

**Revista:** MEDICINE

**Volumen:** 102

**Página:** e32736

**ISSN:** 1536-5964

**Ranking:** Q3

**Journal Impact Factor:** 1,6

**ARTÍCULO II:** “Teaching cardiopulmonary resuscitation using virtual reality: A randomized study”

**Fecha de Publicación:** MARZO 2024

**Revista:** AUSTRALASIAN EMERGENCY CARE

**Volumen:** 27

**Página:** 57-62

**ISSN:** 2588-994X

**Ranking:** Q3

**Journal Impact Factor:** 1,8

**ARTÍCULO III :** “Valoración de la formación de niños en reanimación cardiopulmonar mediante cuentos y dibujos animados”

**Fecha de Publicación:** Diciembre 2023

**Revista:** ANALES DEL SISTEMA SANITARIO DE NAVARRA

**Volumen:** 46

**Página:** 3

**ISSN:** 2340-3527

**Ranking:** Q4

**Journal Impact Factor:** 1

**ARTÍCULO IV:** “Effects of cardiopulmonary resuscitation training on mortality rates after out-of-hospital cardiac arrest: protocol for a systematic review and meta-analysis”

**Fecha de Publicación:** Febrero 2024

**Revista:** BRITISH MEDICAL OF JOURNAL OPEN

**Volumen:** 14

**Página:** e081525

**ISSN:** 2044-6055

**Ranking:** Q1

**Journal Impact Factor:** 2,9