

Modificación de la profundidad de las compresiones cardíacas durante la reanimación cardiopulmonar en un simulador pediátrico

Changes in the depth of chest compressions during cardiopulmonary resuscitation in a pediatric simulator

Dr. Diego Enriquez^a, Dra. Lorena Firenze^b, Dra. Josefina Fernández Díaz^b,
Dr. Agustín Iglesias^b, Dr. Nicolás Falk^b, Lic. Pablo Pollini^a y Dr. Edgardo Szyl^{c,d}

RESUMEN

Introducción. Las compresiones cardíacas (CC) de alta calidad son el principal componente de la reanimación cardiopulmonar (RCP).

Objetivos: Evaluar la profundidad de las CC durante las maniobras de RCP realizadas sobre un simulador pediátrico. Secundariamente, explorar la asociación entre la profundidad de las CC con respecto al género, nivel de formación, índice de masa corporal y entrenamiento físico periódico.

Material y métodos. Trabajo prospectivo de observación experimental. Se incluyeron médicos residentes de Pediatría, pediatras, enfermeros y otros profesionales capacitados en RCP que asistían a niños. Se registró, mediante un *software*, la profundidad de las CC mientras realizaban maniobras de RCP durante 2 minutos. Se definió como equivalente a cansancio el deterioro en el número de CC adecuadas en profundidad (> 50 mm) mayor de 3 entre el primero y el último ciclo.

Resultados. Participaron 137 sujetos (85,4 % de mujeres). Solamente 48 (35,8 %) presentaron un desempeño adecuado en cuanto a la profundidad. Se observaron diferencias significativas en favor del género masculino ($p < 0,0001$) y de los pediatras formados por sobre el resto ($p 0,038$). El 36,5 % de los participantes empeoraron su desempeño en cuanto a la profundidad a los dos minutos. No se observaron diferencias significativas en cuanto al índice de masa corporal y actividad física.

Conclusiones. Las CC disminuyeron en profundidad al cabo de dos minutos. No hubo asociación con el índice de masa corporal ni la actividad física habitual de los reanimadores, pero sí en cuanto a género y nivel de formación.

Palabras clave: compresión cardíaca, masaje cardíaco, fatiga, reanimación cardiopulmonar, pediatría.

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2018.e730>

Texto completo en inglés:

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2018.eng.e730>

- Simulación Médica Roemmers (SIMMER).
- Hospital de Niños Ricardo Gutiérrez, Comité de Docencia e Investigación.
- Icahn School of Medicine at Mount Sinai, NYC, EE. UU.
- Oklahoma University Health Sciences Center (OUHSC), Oklahoma, EE. UU.

Correspondencia:

Dr. Diego Enriquez:
dsenriquez2000@yahoo.com.ar

Financiamiento:

Ninguno.

Conflicto de intereses:

Ninguno que declarar.

Recibido: 11-12-2017

Aceptado: 16-7-2018

INTRODUCCIÓN

El paro cardiorrespiratorio (PCR) es un evento infrecuente en la edad pediátrica; lo presentan entre 8 y 20 niños de 100 000 por año en los Estados Unidos de América (EE. UU.) y entre un 1,9 % y un 6 % de los pacientes ingresados en terapias intensivas pediátricas.¹⁻⁴

Los resultados de las reanimaciones realizadas en el ámbito hospitalario han mejorado en los últimos años y muestran una supervivencia actual del orden del 36 % al momento del egreso hospitalario.^{2,5-7} Sin embargo, los resultados varían entre los diferentes centros, el horario en que se produce el episodio y el lugar en el que se presenta el paro cardíaco, y llegan, en algunos casos, a tasas de supervivencia del orden del 12 %.^{2,3,8} Esto ilustra la necesidad de obtener un acceso rápido a personal debidamente capacitado, y, dado lo infrecuente de estos eventos, el uso de simuladores cobra trascendencia.

La realización de compresiones cardíacas (CC) de alta calidad sigue siendo el principal componente del soporte circulatorio después de un PCR.^{1,9,10}

El cansancio del operador lleva, frecuentemente, a la disminución de la profundidad de las CC, lo que compromete su eficacia. Además, la percepción subjetiva de cansancio es similar cuando se comparan las reanimaciones de pacientes adultos con las de niños.^{1,11,12} Por dicho motivo, las guías internacionales recomiendan la rotación del operador

Cómo citar: Enriquez D, Firenze L, Fernández Díaz J, Iglesias A, et al. Modificación de la profundidad de las compresiones cardíacas durante la reanimación cardiopulmonar en un simulador pediátrico. *Arch Argent Pediatr* 2018;116(6):e730-e735.

cada dos minutos.¹³

No se encontraron publicados trabajos que evaluaran la profundidad sostenida de las CC en pediatría, en nuestro medio, por lo que se decidió realizar el presente estudio.

OBJETIVOS

Primario: Evaluar la profundidad de las CC sobre un simulador pediátrico durante la realización de maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) por parte de miembros del equipo de salud de un hospital pediátrico.

Secundario: Comparar la profundidad de las CC entre los reanimadores en lo que respecta al género, al nivel de formación, al índice de masa corporal (IMC) y al ejercicio físico habitual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Trabajo prospectivo de observación experimental, aprobado por el Comité de Ética del Hospital de Niños Ricardo Gutiérrez (HNRG), Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Las prácticas sobre el simulador de retroalimentación se llevaron a cabo en las instalaciones del HNRG y en el centro Simulación Médica Roemmers (SIMMER). Se invitó a participar, en el presente estudio, a los asistentes a 11 jornadas de capacitación de RCP y emergencias pediátricas organizadas en forma conjunta entre el HNRG y el centro SIMMER. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado antes de su inclusión. Otro grupo de profesionales participaron del estudio durante las jornadas precongreso de un encuentro académico en el HNRG. Todo el estudio se desarrolló durante el año 2016 y el primer semestre de 2017.

Criterios de inclusión: Para todos los participantes en el trabajo, se requería que hubieran realizado y aprobado algún curso de RCP que incluyera la capacitación en la realización de CC. La forma de pesquisar el cumplimiento de cursos de RCP fue mediante el interrogatorio previo a la toma del consentimiento informado de este trabajo. Independientemente de esto, a todos se los capacitó y/o se los reentrenó previamente con los simuladores básicos. Se dejó pasar más de 2 horas hasta iniciar el trabajo de medición con el simulador de retroalimentación.

Criterios de exclusión: Problemas graves de salud que limitaran la actividad física, frecuencia cardíaca (FC) basal mayor de 110 latidos por minuto, frecuencia respiratoria basal mayor de 20 respiraciones por minuto o saturación de oxígeno $\leq 92\%$ al inicio de la observación.

Se invitó a los participantes a firmar un consentimiento informado para utilizar las imágenes y el contenido de los cursos para la investigación, garantizando la falta de identificación de los datos y, específicamente, para participar en este estudio.

El total de sujetos por incluir se obtuvo por conveniencia (concurriencia a alguna de las jornadas del centro SIMMER o a la del HNRG).

Los observadores del presente estudio fueron individuos diferentes de los que realizaron la instrucción básica en RCP (personal del centro de simulación).

Se les solicitó a los participantes que realizaran, durante 2 minutos seguidos, las CC coordinadas con la ventilación con bolsa y máscara (15:2) y se les dio la opción de suspender las maniobras ante la percepción de cansancio muy importante. Durante ese período, se esperaba un total de 10 ciclos (aproximadamente, 150 CC y 20 ventilaciones). Dichas maniobras se realizaron en el suelo sobre una delgada colchoneta.

A los participantes se les midió, a través del monitoreo no invasivo, la saturación de oxígeno, la FC, la frecuencia respiratoria previas e inmediatamente posteriores a la realización de 2 minutos de CC coordinadas con ventilación.

Equipos utilizados: Se utilizó el simulador Laerdal Resusci Anne®QCPR® (<http://www.laerdal.com/la/ResusciAnne>) y el *software* Informador de habilidades inalámbrico para Resusci Anne (<http://www.laerdal.com/la/doc/2173/Informador-de-habilidades-inalambrico-para-Resusci-Anne>).

Las medidas de rendimiento cuantitativo se obtuvieron mediante el uso del monitor HeartStart MRx, que utilizaba la fuerza del sensor y la tecnología del acelerómetro para cuantificar la tasa, la profundidad, la fuerza de deflexión y la fuerza residual empleada. El dispositivo también proporcionaba en tiempo real imágenes audiovisuales de retroalimentación al reanimador y/o instructor, calibrada a la profundidad apropiada y a la frecuencia adecuada para los pacientes (simulaba a un paciente de 14 años de edad y de 45 kg de peso).

Se registró el tiempo transcurrido hasta la necesidad de interrupción de las maniobras por autopercepción de cansancio y la calidad observada desde el sistema de registro del simulador.

Un observador independiente registró los resultados obtenidos del sistema de cada desempeño.

Se contó el número de CC que no alcanzaron la profundidad adecuada (50 mm) y se comparó las del primer ciclo con las del último ciclo completo. Se definió, para este estudio, como equivalente a cansancio el deterioro observado en el número de CC adecuadas en profundidad mayor de 3 al comparar entre los ciclos mencionados.

VARIABLES REGISTRADAS DE LOS PARTICIPANTES: género (%), edad (media +/- desvío estándar - DE-), profesión y grado de formación, número de horas semanales en promedio de actividad física realizada regularmente (se discriminó ejercicio aeróbico y anaeróbico), presencia de enfermedades de base que comprometieran la capacidad física, tales como asma bronquial, cardiopatías congénitas, hipertensión arterial, arritmias, anemia, etcétera. También se registraron peso, talla e IMC (media +/- DE, rango). Se definió, para este estudio, como entrenamiento físico periódico el recomendado por la Organización Mundial de la Salud.¹⁴

Se volcaron todos los datos obtenidos en una planilla Excel® diseñada para este fin, en la que no se identificaron los participantes más que por un número de orden asignado.

Se describieron las variables obtenidas y se presentaron estadísticas descriptivas y comparativas (test de Student, chi cuadrado, según correspondiera). Se consideró un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

TABLA 1. Características de la población

Profesión/Actividad (n= 137)	N	%
Médico pediatra	14	10,2
Médico residente de Pediatría	93	67,9
Enfermero	24	17,5
Otra*	6	4,4
IMC (n= 137)		
< 18,5	7	5,10 %
≤ 18,5-24,9	98	71,50 %
≥ 25-29,9	24	17,50 %
≥ 30	8	5,80 %
Actividad física (n= 137)		
Aeróbica		
< 2 h semanales	64	46,70 %
Entre 2 y 5 h semanales	66	48,20 %
> 5 h semanales	7	5,10 %
Anaeróbica (n= 137)		
< 2 h semanales	119	86,90 %
≥ 2 h semanales	18	13,10 %

IMC: índice de masa corporal.

* Otra profesión/ actividad: licenciado en Kinesiología, Bioquímica.

RESULTADOS

En el período de estudio, se realizaron 11 jornadas, con un total de 137 participantes, ninguno de los cuales presentó criterios de exclusión. Las jornadas incluyeron, para el caso de las realizadas en el centro SIMMER, una instrucción en RCP y manejo de urgencias, y, para las realizadas en el HNRG, solamente la participación en el estudio como actividad precongreso. El 85,4 % fueron mujeres. La edad promedio fue de 30,9 años ($\pm 7,8$). En la *Tabla 1*, se describe la distribución en cuanto a la profesión/ actividad y el grado de formación, el IMC y la actividad física habitual de los participantes.

Solo 48 participantes (35,8 %) presentaron un desempeño adecuado en cuanto al promedio de profundidad de CC (> 50 mm). Cabe destacar que, para los fines de nuestro trabajo, el desempeño mencionado en este caso es en cuanto a la profundidad de las CC. En la *Tabla 2*, se presenta el desempeño en las CC en cuanto al promedio en milímetros de profundidad (≥ 50 mm o < 50 mm) según el nivel de formación y el género de los participantes. Se observaron diferencias significativas en favor del género masculino ($p < 0,0001$) y de los pediatras formados por sobre el resto ($p 0,038$).

Un 36,5 % de los participantes mostró una caída en el desempeño al comparar la profundidad de las CC entre el primer y el último ciclo. En la *Tabla 3*, se presentan los resultados de dicha comparación para todos los participantes y discriminados para los 68 que iniciaron con buen desempeño.

El empeoramiento en la profundidad entre el primer y el último ciclo en más de 3 CC no mostró diferencias de género.

TABLA 2. Desempeño en las compresiones según el nivel de formación y el género

Variable/desempeño en cuanto al promedio de profundidad de las compresiones	Bueno (> 50 mm) N (%)	Malo (< 50 mm) N (%)	Valor de p
Género			
Hombres, n= 20	16 (80)	4 (20)	< 0,0001
Mujeres, n= 117	33 (28,2)	84 (71,8)	
Nivel de formación			
Pediatras, n= 14	9 (64,3)	5 (35,7)	0,0379
Residentes de Pediatría, n= 93	33 (35,5)	60 (64,5)	
Enfermeros, n= 24	8 (33,3)	16 (66,7)	0,553
Otros, n= 6	3 (50)	3 (50)	0,56

En la *Tabla 4*, se muestran la presencia de cansancio (en la definición aceptada para este trabajo) y su clasificación según el género, el IMC y la actividad física habitual.

La profundidad media y el DE de las CC fue de 45,8 mm ($\pm 5,9$) en las mujeres y de 52,8 ($\pm 3,7$) en los hombres ($p < 0,0001$).

La FC de los participantes al comienzo de la RCP fue de 85 latidos por minuto en promedio, con un DE de $\pm 13,07$. Aumentó significativamente

luego de los 2 minutos de CC a 127 latidos por minuto (DE $\pm 23,2$) ($p < 0,001$).

DISCUSIÓN

En este estudio experimental prospectivo entre personal de salud que realizó y aprobó un curso de RCP y que atendía a población pediátrica, se encontró que solo la mitad de los participantes presentó un desempeño adecuado en cuanto a la profundidad mínima necesaria de

TABLA 3. Diferencia entre el primer y último ciclo (profundidad adecuada o inferior al mínimo asumido como evidencia de cansancio)

Diferencia entre el primer y el último ciclo	Todos los participantes		Participantes que inician con buen desempeño	
EMPEORA (> 3 compresiones inferiores a las necesarias de diferencia)	50	36,50 %	22	32,40 %
MANTIENE (< 3 compresiones inferiores a las necesarias de diferencia)	64	46,70 %	27	39,70 %
MEJORA (menor número de compresiones inferiores a las necesarias en el ciclo final)	23	16,80 %	19	27,90 %
TOTAL	137		68	

TABLA 4. Presencia y ausencia de cansancio (según el criterio adoptado para este trabajo de deterioro de profundidad entre el primer y el último ciclo) según el género, el índice de masa corporal y la actividad física habitual

	Cansancio n (%)	No cansancio n (%)	Valor de p
Género			
Masculino, n = 20	6	14	0,51
Femenino, n = 117	44	73	
Profesión/Actividad			
Pediatras, n= 14	4	10	0,516
Residentes de Pediatría, n= 93	36	57	0,434
Enfermeros, n= 24	8	16	0,723
Otros, n= 6	2	4	0,869
IMC			
$< 18,5$, n= 7	3 (42,9)	4 (57,1)	0,720
$\leq 18,5$ -24,9, n= 98	39 (39,9)	59 (60,2)	0,203
≥ 25 -29,9, n= 24	5 (20,8)	19 (79,2)	0,079
≥ 30 , n= 8	3 (37,5)	5 (62,5)	0,952
Actividad física			
Aeróbica			
< 2 h semanales	25	39	0,559
Entre 2 y 5 h semanales	22	44	0,458
> 5 h semanales	3	4	0,720
Anaeróbica			
< 2 h semanales	43	76	0,821
≥ 2 h semanales	7	11	

IMC: índice de masa corporal.

las CC. Además, la calidad de las CC disminuyó marcadamente al cabo de dos minutos de RCP simulada.

El deterioro progresivo de la calidad de las CC ha sido descrito previamente en estudios que utilizaron simuladores de adultos, pediátricos y neonatales.^{1,11,12,15} La recomendación actual de rotar de operador cada dos minutos se basa, sobre todo, en estudios realizados en simuladores.¹³

Las CC implican un ejercicio físico importante equivalente a correr y se estima que requieren una potencia que asciende a 144,1 W en el niño y a 166,5 W en el adulto.^{1,10} Esto explica el aumento significativo de la FC de los participantes en nuestro estudio y el deterioro progresivo de la calidad de las CC a lo largo de la prueba.

Un estudio recientemente publicado por Sutton y col. analizó los registros de 15 RCP pediátricas y encontró que solo el 20 % de las CC habían alcanzado la profundidad recomendada (≥ 50 mm).¹⁶

El mismo grupo analizó las RCP pediátricas de 87 pacientes y describió que aquellos en los que las CC cumplían con los objetivos de profundidad (≥ 50 mm) presentaban mayor sobrevida a las 24 h.¹⁷ Otro estudio en adultos mostró también una mayor tasa de sobrevida entre los pacientes reanimados fuera del hospital que recibían CC con una profundidad ≥ 50 mm.¹⁸

Estos hallazgos refuerzan la importancia de incrementar los esfuerzos no solo en la capacitación, sino también en la evaluación periódica del desempeño. Esto implica un gran desafío, ya que la RCP en la edad pediátrica es un evento infrecuente.

Existen nuevas propuestas para salvar este obstáculo, como la de realizar ejercicios de repaso. Niles y col., publicaron muy recientemente el efecto positivo de repasar, al menos, cada 6 meses, la práctica de la técnica de RCP.¹⁹

En nuestro estudio, se encontró entre las mujeres una mayor proporción de participantes que no lograban una profundidad ≥ 50 mm. Ochoa y col., no encontraron diferencias en ese sentido en un estudio con simuladores adultos; sin embargo, en otro trabajo publicado por Ashton y col., también con simuladores adultos, los hombres mostraban un mejor desempeño al realizar CC.^{11,12}

Nuestro estudio mostró diferencias significativas en el grado de cansancio al comparar el nivel de formación (a favor de los pediatras formados). Se sabe por otros estudios que existen diferencias en el desempeño cuando

se comparan diferentes centros de atención.²⁰

Llamó la atención que un pequeño grupo de participantes mejoró su desempeño al final del ejercicio. Se podría especular con que el resultado de mejorar la técnica a lo largo de la acción pudo ser producto de la autopercepción del error inicial en cuanto a la profundidad y su posterior corrección.

El hecho de haber incluido a participantes de un solo centro constituye una de las limitaciones del presente estudio. Además, a pesar de haber incluido un número importante de participantes, se limitó a los que asistieron a los cursos de capacitación y actividad precongreso, por lo que la representatividad de la muestra fue limitada.

Por tratarse de una muestra obtenida por conveniencia, se generó que, en algunos puntos observados, la N fue lo suficientemente pequeña como para hallar diferencias estadísticas. Esto se vio, sobre todo, en la poca inclusión de participantes masculinos.

Además, se trató de un estudio en simuladores, pero, tal como se mencionó más arriba, era muy difícil obtener información referente al desempeño clínico ante un evento infrecuente.

De confirmarse estas observaciones en otros medios, se cree que sería importante evaluar y reforzar la capacitación en CC, en pediatría, en forma periódica para que el personal esté preparado para responder ante los casos de paro cardíaco en edad pediátrica.

CONCLUSIONES

La mayoría de los participantes realizó CC de menor profundidad que la esperada. Se observó una caída de dicha profundidad al cabo de dos minutos. No se halló una asociación entre ese parámetro estudiado con respecto al IMC y la actividad física habitual de los reanimadores, pero sí en cuanto al género y al nivel de formación. ■

REFERENCIAS

1. Badaki-Makun O, Nadel F, Donoghue A, et al. Chest compression quality over time in pediatric resuscitations. *Pediatrics*. 2013; 131(3):e797-804.
2. Bhanji F, Topjian AA, Nadkarni VM, et al. Survival Rates Following Pediatric In-Hospital Cardiac Arrests During Nights and Weekends. *JAMA Pediatr*. 2017; 171(1):39-45.
3. Alten JA, Klugman D, Raymond TT, et al. Epidemiology and Outcomes of Cardiac Arrest in Pediatric Cardiac ICUs. *Pediatr Crit Care Med*. 2017; 18(10):935-43.
4. Padiyath A, Rettiganti M, Gossett JM, et al. Epidemiology and outcomes of cardiac arrest among children with Down Syndrome: a multicenter analysis. *Minerva Anestesiol*. 2017; 83(6):574-81.
5. Donoghue AJ, Abella BS, Merchant R, et al. Cardiopulmonary resuscitation for in-hospital events in the emergency

- department: A comparison of adult and pediatric outcomes and care processes. *Resuscitation*. 2015; 92:94-100.
6. Slonim AD, Patel KM, Ruttimann UE, Pollack MM. Cardiopulmonary resuscitation in pediatric intensive care units. *Crit Care Med*. 1997; 25(12):1951-5.
 7. Meyer L, Stubbs B, Fahrenbruch C, et al. Incidence, causes, and survival trends from cardiovascular-related sudden cardiac arrest in children and young adults 0 to 35 years of age: a 30-year review. *Circulation*. 2012; 126(11):1363-72.
 8. Epstein AE, Powell J, Yao Q, et al. In-hospital versus out-of-hospital presentation of life-threatening ventricular arrhythmias predicts survival: results from the AVID Registry. Antiarrhythmics Versus Implantable Defibrillators. *J Am Coll Cardiol*. 1999; 34(4):1111-6.
 9. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2005; 111(4):428-34.
 10. Jetté M, Sidney K, Blumchen G. Metabolic equivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol*. 1990; 13(8):555-65.
 11. Ochoa FJ, Ramalle-Gómara E, Lisa V, Saralegui I. The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation*. 1998; 37(3):149-52.
 12. Ashton A, McCluskey A, Gwinnutt CL, Keenan AM. Effect of rescuer fatigue on performance of continuous external chest compressions over 3 min. *Resuscitation*. 2002; 55(2):151-5.
 13. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2015; 95:1-80.
 14. Organization Mundial de la Salud. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. 2010. [Consulta: 17 de julio de 2018]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44441/9789243599977_spa.pdf;jsessionid=45E7B52A63A1D02C5D2C08612B731D03?sequence=1.
 15. Li ES, Cheung PY, O'Reilly M, et al. Rescuer fatigue during simulated neonatal cardiopulmonary resuscitation. *J Perinatol*. 2015; 35(2):142-5.
 16. Sutton RM, Niles D, French B, et al. First quantitative analysis of cardiopulmonary resuscitation quality during in-hospital cardiac arrests of young children. *Resuscitation*. 2014; 85(1):70-4.
 17. Sutton RM, French B, Niles DE, et al. 2010 American Heart Association recommended compression depths during pediatric in-hospital resuscitations are associated with survival. *Resuscitation*. 2014; 85(9):1179-84.
 18. Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, et al. Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2014; 85(2):182-8.
 19. Niles DE, Nishisaki A, Sutton RM, et al. Improved Retention of Chest Compression Psychomotor Skills With Brief "Rolling Refresher" Training. *Simul Healthc*. 2017; 12(4):213-9.
 20. Auerbach M, Whitfill T, Gawel M, et al. Differences in the Quality of Pediatric Resuscitative Care Across a Spectrum of Emergency Departments. *JAMA Pediatr*. 2016; 170(10):987-94.