



Reducción del error en el cálculo de dosis en casos simulados de reanimación cardiopulmonar pediátrica con el uso de una aplicación para teléfonos inteligentes

A mobile device application to reduce medication errors to drug delivery during simulated pediatric cardiopulmonary resuscitation

Diego Enríquez,* Federico Di-Martino,* Pablo Salgado,‡
Florencia Rolandi,§ Edgardo Szyld||

Palabras clave:

Aplicación teléfonos móviles, simulación médica, errores medicación, entrenamiento RCP, seguridad del paciente.

Keywords:

Mobile applications, medical simulation, doses error, medical training, patient's safety.

RESUMEN

Introducción: Se encuentran disponibles múltiples métodos para disminuir los errores de cálculo de dosis durante la prescripción de medicamentos en emergencias pediátricas. **Objetivo:** Comparar la frecuencia de errores de cálculo en la prescripción de medicamentos durante la realización de simulaciones de emergencias pediátricas entre médicos asistidos con una aplicación para teléfonos inteligentes y un grupo de profesionales asistidos con métodos convencionales. **Material y métodos:** Trabajo ambispectivo, observacional, analítico con control histórico. Participaron médicos pediatras y residentes de pediatría en jornadas de capacitación en emergencias pediátricas simuladas. Se les proveyó de una aplicación para el cálculo de las dosis de los medicamentos. Se evaluaron las prescripciones y se clasificaron como correctas si se encontraban entre $\pm 10\%$ de la dosis adecuada. Se comparó con un grupo de un estudio similar previo en el cual se utilizaron herramientas convencionales (calculadora, cintas métricas, tablas). Se calcularon las proporciones y su intervalo de confianza al 95%. Para las comparaciones se utilizó el test de proporciones binomiales independientes. **Resultados:** Las 11 jornadas incluyeron 42 casos clínicos y participaron 101 médicos (76 residentes y 25 pediatras). En 25 casos en que se utilizó la aplicación no se registraron errores, comparado con 10% en 120 del grupo control, diferencia 10% IC 95%: 4.63-15.4 ($p < 0.001$). **Conclusión:** La utilización de una aplicación para teléfonos inteligentes redujo sustancialmente la ocurrencia de errores por fallo de cálculos en medicaciones de urgencias pediátricas durante la simulación de casos de alta fidelidad.

ABSTRACT

Introduction: Multiple methods are available to reduce dosage miscalculations in the prescription of drugs during pediatric emergencies. **Objective:** To compare the frequency of dosage miscalculations incurred during pediatric emergency simulations by a group of physicians using a smartphone application with a group of professionals using conventional methods. **Material and methods:** Ambispective, observational, analytical study with historical controls, including paediatricians and pediatric residents from a workshop on pediatric emergency simulation cases. Participants were provided with a dose-calculation app. Prescriptions were evaluated and considered accurate if they ranged $\pm 10\%$ of the appropriate dose. Prescriptions errors rates were then compared with those from a similar previous study which used conventional calculation tools (calculator, tape measures, and tables). Proportions and their corresponding 95% CI were calculated. A test of independent binomial proportions was used for comparisons. **Results:** During the 11 day workshop 42 clinical case simulations were performed by 101 physicians (76 residents and 25 paediatricians). Of these cases 25 used the app for estimating medication dosages, with no miscalculations, compared to a 10% miscalculation rate in the control group (120 cases overall). The experimental group vs control group difference was 10% (95% CI: 4.63-15.4; p -value < 0.001). **Conclusion:** Using a smartphone application to estimate drug dosing markedly reduces the dose miscalculation rate in pediatric emergency high-fidelity simulation cases.

* Simulación Médica Roemmers, SIMMER. Buenos Aires. Argentina.

† Instituto de Investigaciones en Salud Pública UBA. CABA. Argentina.

§ SEPTUM Medicina Cardiovascular, Desarrollo de aplicaciones digitales. Buenos Aires. Argentina.

|| Oklahoma University Health Science Center (OUHSC), Oklahoma City, EE. UU.

Recibido: 11/08/2021

Aceptado: 16/11/2021

doi: 10.35366/103184

Citar como: Enríquez D, Di-Martino F, Salgado P, Rolandi F, Szyld E. Reducción del error en el cálculo de dosis en casos simulados de reanimación cardiopulmonar pediátrica con el uso de una aplicación para teléfonos inteligentes. Rev Latinoam Simul Clin. 2021; 3 (3): 94-99. <https://dx.doi.org/10.35366/103184>



INTRODUCCIÓN

En los últimos años aumentó el reconocimiento del error médico como fuente de complicaciones que llevan a incrementar la morbilidad y mortalidad de los pacientes.¹⁻³ Como en muchas otras áreas, el enfoque hacia las áreas pediátricas suele tomar más tiempo.^{4,5} De manera más específica, los errores producidos en las situaciones de emergencia pediátrica fueron atendidos más recientemente. Por lo que se han propuesto diferentes métodos para disminuir el error médico durante las emergencias pediátricas.⁶⁻⁹

Con el avance tecnológico y el acceso a un teléfono inteligente, en la mayor parte de los profesionales de la salud, las aplicaciones se han convertido en una fuente frecuente de consulta.¹⁰⁻¹²

Los ejercicios de simulación resultan una buena alternativa tanto en aquellos casos de aparición infrecuente como en aquellos donde la intervención puede redundar en un mayor riesgo del paciente.^{13,14}

En un estudio previo describimos una elevada frecuencia de errores médicos durante ejercicios simulados de emergencias pediátricas.³ Por lo tanto, decidimos realizar el presente estudio con el objetivo de evaluar la utilidad de una nueva aplicación para teléfonos inteligentes (aplicación *Urgencias Pediátricas*) en el cálculo de las dosis durante las emergencias.

El objetivo fue comparar la frecuencia de errores de cálculo en la prescripción de medicamentos durante la realización de simulaciones de emergencias pediátricas entre médicos asistidos con una aplicación para teléfonos inteligentes y un grupo de profesionales asistidos con métodos convencionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Trabajo ambispectivo, observacional, analítico con control histórico.

En un estudio previo describimos los errores cometidos en la prescripción de medicamentos durante jornadas de capacitación en emergencias pediátricas por parte de un grupo de profesionales (grupo control).³ En esta nueva ocasión invitamos a participar a médicos pediatras y residentes de pediatría en nuevas jornadas de capacitación en emergencias pediátricas provenientes en su totalidad de instituciones de salud de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y del conurbano de la provincia de Buenos Aires (grupo intervención). Dichas jornadas se desarrollaron entre julio y

diciembre de 2017 y fueron organizadas por el grupo de capacitadores de Simulación Médica Roemmers (SIMMER).

Los profesionales que participaron en las jornadas de reanimación cardiopulmonar (RCP) pediátrica con simulación de alta fidelidad fueron convocados a través de inscripciones previas en grupos por institución. La finalidad de las jornadas fue brindar capacitación en el manejo de patologías de urgencias pediátricas, con la necesidad de realizar RCP y otras acciones de distinta complejidad. Las capacitaciones realizadas fueron siempre en grupos que podían ser del mismo centro o institución, o mezclados con otros grupos.

A los profesionales se les invitó a firmar un consentimiento para participar en estudios de investigación. Además, en esta ocasión se les proveyó de una aplicación para el cálculo de las dosis de uso más frecuente durante las emergencias pediátricas. Esta aplicación llamada *Urgencias Pediátricas* se descarga de forma gratuita en Argentina, Colombia, México, Uruguay, Chile y España en el enlace https://www.intramed.net/sitios/mail/simmer/app_urg_ped.htm. Dicha aplicación funciona como una calculadora específica de medicamentos para emergencias pediátricas y neonatales y facilita la obtención de la información numérica relacionada obrando de ayuda cognitiva. Los teléfonos utilizados durante las jornadas con dicha aplicación fueron los propios de los participantes. Se indujo, a través de ayuda técnica, la posibilidad de bajar la aplicación desde el inicio de la jornada y se favoreció en todo momento la posibilidad de despejar dudas en el manejo y la obtención de datos numéricos calculados con la misma. Al final de los casos clínicos se pesquisó a través de los *debriefing* los motivos tanto de la negativa a utilizar la herramienta digital como la facilidad de uso.

Durante las jornadas de capacitación se registró en video el desempeño de los participantes. Con el correr del desarrollo de los casos clínicos simulados, se les solicitó a través de la enfermera (personal confederado del centro con un guion preestablecido) que registraran en papel la totalidad de las prescripciones que realizaban durante los casos simulados, para lo cual se les proporcionaron planillas en blanco diseñadas con encabezados institucionales a tal fin.

En cada jornada se brindaron entre tres y cuatro casos clínicos simulados de emergencias en pacientes pediátricos. Estos últimos no fueron siempre los mismos, y además se adaptaban al nivel medio de experiencia del grupo de parti-

pantes evaluado según los años de ejercicio. Por otra parte, en dichas jornadas se brindaba capacitación en habilidades prácticas (manejo avanzado de la vía aérea, colocación de accesos vasculares y RCP básico). Los cálculos de las medicaciones fueron realizados por el participante a cargo de la función de accesos vasculares y medicamentos dentro del grupo de RCP durante el caso clínico simulado. La información podía ser manejada por un solo participante únicamente o revisada por otro participante.

Las prescripciones con las dosis calculadas con la aplicación *Urgencias Pediátricas* (grupo intervención) fueron revisadas para determinar la exactitud o si se cometieron errores. Los mismos fueron catalogados como correctos si se encontraban dentro del rango de más o menos del 10% de la dosis adecuada. Los datos se recolectaron en una base de datos (Excel®) diseñada para tal fin. Las dosis de los distintos fármacos con los que se proveyó a la aplicación *Urgencias Pediátricas* fueron tomadas de publicaciones científicas importantes.^{15,16} Asimismo, se evaluó la ocurrencia de errores en las prescripciones durante el desempeño del grupo y nunca en forma individual.

Se compararon el número de errores en los cálculos de medicamentos de prescripciones escritas durante casos simulados de RCP y otras urgencias pediátricas entre los datos de este último grupo (grupo intervención) con el uso de la aplicación, con los de un estudio anterior (grupo control) realizado por el mismo equipo de investigadores en el cual se utilizaron herramientas convencionales (calculadora, cintas métricas, tablas, etcétera). Es importante destacar que ambos grupos (intervención y control) no fueron los mismos, además de tratarse de tiempos distintos.

Se calcularon las proporciones de dosis con algún error ($\pm 10\%$ de la dosis) y su intervalo de confianza al 95%, y se calcularon las diferencias entre los dos grupos. Para las comparaciones se utilizó el test de proporciones binomiales independientes y se analizaron los resultados con el paquete estadístico SPSS versión 25.

RESULTADOS

En el caso del grupo de médicos con la asistencia de la aplicación (año 2017) se distribuyeron en 11 jornadas de formación con simulación e incluyeron 42 casos simulados (promedio 3.8 por jornada) en las que participaron en total 101 médicos (76 médicos residentes y 25 pediatras de planta). Cabe destacar que la aplicación se

utilizó desde los teléfonos inteligentes de los participantes.

Se trabajó cada caso clínico en grupos confeccionados inmediatamente antes de la presentación del mismo y generados por el grupo de instructores a cargo. A excepción de uno de los grupos, la medicación necesaria para resolver los casos clínicos fue calculada por uno solo de los médicos participantes. Se estimuló durante todas las jornadas la posibilidad de utilizar la aplicación para resolver los casos clínicos y a pesar de ello algunos médicos se negaron a utilizarla. En 12 casos simulados no se utilizó la aplicación y en cinco oportunidades las dosis se calcularon con la herramienta digital, pero no se confeccionó la planilla escrita. Se comparó con el grupo de médicos que no utilizaron la aplicación *Urgencias Pediátricas* (grupo histórico publicado año 2017) distribuidos en 23 jornadas de formación con simulación e incluyeron 94 casos simulados (promedio cuatro por jornada) en las que participaron en total 96 médicos (73 residentes y 23 pediatras de planta).¹⁰ La *Tabla 1* muestra las diferencias entre los grupos (histórico sin aplicación y actual con ayuda de la aplicación).

Con la aplicación, ninguno de los 25 casos registró errores en las dosis para las distintas medicaciones prescriptas. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en adrenalina y otra (diazepam, lorazepam y amiodarona) con intervalos de confianza que no incluyeron el cero (0.04 a 13.7 y 0.81 a 20.8, respectivamente). Así como al comparar la totalidad de los medicamentos entre los grupos (*Tabla 1*), con un valor de $p < 0.001$ y un intervalo de confianza de 4.63 a 15.4.

DISCUSIÓN

En este estudio se observó una reducción significativa en el número de errores en las dosis de medicamentos utilizados en simulaciones de emergencias pediátricas con el uso de la aplicación *Urgencias Pediátricas*.

Los errores en situación de emergencia médica son frecuentes y más aún durante las emergencias pediátricas, posiblemente debido al mayor número de cálculos vinculados con la amplia variedad en el peso de los pacientes.^{4,17,18}

Los escenarios de simulación de alta fidelidad permiten no solo capacitar al personal, sino también evaluar nuevas modalidades de intervención que mejoren la calidad de atención y la seguridad del paciente.¹⁹⁻²¹

En una revisión extensa acerca de los errores de la medicación en emergencias pediátricas publicado por Kaufmann hace unos años, que incluye 32 estudios, se describe la alta tasa de error en esas situaciones y los diferentes métodos para prevenirlas, incluyendo la capacitación y ayudas cognitivas como tablas, calculadoras y programas de computación.²² El avance tecnológico de estos últimos años ha hecho que el uso de las aplicaciones para teléfonos inteligentes se utilice cada vez más en el ámbito médico en múltiples áreas.

Siebert y colegas publicaron un estudio reciente en el cual evaluaron el tiempo y la tasa de error para el cálculo de infusión de medicamentos vasoactivos en emergencias pediátricas simuladas. En dicho estudio, que incluyó 20 enfermeras, los autores observaron una reducción significativa del tiempo para la administración con el uso de una aplicación comparada con los métodos convencionales. Además, al igual que en nuestro estudio, la tasa de error con el uso de la aplicación se asoció con una reducción a cero, mientras que con el método convencional fue de 70%.²³

Más recientemente, el mismo grupo publicó un estudio multicéntrico, de características similares, incluyendo 128 enfermeras, en el cual observaron también que el uso de la aplicación redujo significativamente la tasa de error de 75% a 9% en el cálculo de medicamentos infundidos en escenarios simulados.²⁴ Nuestro estudio mostró resultados similares, pero sobre la administración de los medicamentos de dosis única o en bolo.

Las aplicaciones para teléfonos móviles ayudan a mejorar la seguridad, conveniencia y calidad de la atención, esto se traduce en una mayor inversión privada en estas tecnologías, que son útiles para reducir costos, dado que mejoran la calidad de la atención.¹⁰ Un especialista en innovación tecnológica afirma que las aplicaciones aumentan el valor de la atención en salud cuando facilitan que los especialistas puedan concentrarse en realizar trabajos de alto valor agregado en lugar de dedicarse a tareas simples.¹⁰

La ayuda cognitiva es considerada progresivamente en el área médica. Hace ya unos años un estudio publicado en *New England Journal of Medicine* mostró cómo las listas de chequeo mejoran los resultados en situaciones de crisis.¹³ Es interesante también destacar que el estudio de Siebert mostró la falta de efecto de arrastre.²⁴ Esto alienta más a utilizar elementos de ayuda cognitiva que a pretender que el personal memorice o se entrene intentando prescindir de elementos de ayuda que han demostrado ser efectivos en la reducción de errores médicos.

Otra fuente de error frecuente durante la atención de las emergencias es la secuencia en el seguimiento de los algoritmos. Si bien la aplicación estudiada en este trabajo ofrece ayuda con el uso del algoritmo y otras ayudas cognitivas, no evaluamos el uso de esta función en este estudio. Otros autores han demostrado también la utilidad de esta función.^{13,25}

Por otra parte, en el presente estudio, un número importante de médicos se negó a utilizar

Tabla 1: Nombre de los medicamentos y ocurrencia de errores en comparación entre el grupo asistido con la aplicación digital para teléfonos inteligentes y el control histórico.

Medicación prescripta	Dosis revisadas sin app			Dosis revisadas con app			Diferencia del IC 95%
	N	Errores observados	Errores % (IC 95%)	N	Errores observados	p	
Adrenalina	57	4	7.0 (2.3-17.8)	13	0	0.038	(0.04-13.7)
Adenosina	23	3	13.0 (3.4-34.7)	3	0	0.063	(- 0.72-26.8)
Sulfato de Mg	3	1	33.3 (1.8-87.5)	4	0	-	-
Otra*	37	4	10.8 (3.5-26.4)	5	0	0.034	(0.81-20.8)
Total	120	12	10.0 (5.5-17.2)	25	0	< 0.001	(4.63-15.4)

* Diazepam, lorazepam y amiodarona.

app = aplicación para teléfonos inteligentes; IC = intervalo de confianza.

la aplicación ofrecida. El principal motivo recabado durante el *debriefing* o al final de la jornada fue el no haber tenido el suficiente tiempo para familiarizarse con la misma. Esto debe tenerse en cuenta en futuros estudios o durante la introducción de este tipo de elementos de ayuda en la práctica clínica.

Una de las principales limitaciones de este trabajo, al igual que en todos los diseños con simuladores, es el desconocimiento sobre si los escenarios planteados pueden generalizarse a los ámbitos de la práctica clínica. Además, la simulación no puede reproducir el alto grado de estrés de la práctica clínica real en situaciones de emergencia. Por otra parte, los escenarios simulados permiten evaluar un número importante de personas expuestas a una situación de emergencia que, en otras circunstancias, sería muy difícil evaluar, dada la infrecuencia de estos episodios.

CONCLUSIONES

La utilización de una aplicación para teléfonos inteligentes redujo sustancialmente la ocurrencia de errores por fallo de cálculos en medicaciones de urgencias pediátricas durante la simulación de casos de alta fidelidad. Este tipo de ayuda cognitiva podría ser incorporado a la práctica clínica para reducir los errores de cálculo durante la administración de medicación durante la emergencia pediátrica.

REFERENCIAS

1. Starmer AJ, Spector ND, Srivastava R, West DC, et al. Changes in medical errors after implementation of a handoff program. *The New England journal of medicine*. 2014; 371 (19): 1803-1812.
2. Ceriani Cernadas JM. Diagnostic errors in medical practice. *Arch Argent Pediatr*. 2015; 113 (3): 194-195.
3. Enriquez D, Gómez Traverso R, Brizuela S, Szyld E. [Mistakes in drug prescription during simulated pediatric resuscitations and other urgency procedures]. *Arch Argent Pediatr*. 2017; 115 (3): 294-299.
4. Eastwood KJ, Boyle MJ, Williams B. Paramedics' ability to perform drug calculations. *West J Emerg Med*. 2009; 10 (4): 240-243.
5. Koumpagioti D, Varounis C, Kletsiou E, Nteli C, et al. Evaluation of the medication process in pediatric patients: a meta-analysis. *J Pediatr (Rio J)*. 2014; 90 (4): 344-355.
6. Nelson KL, Shilkofski NA, Haggerty JA, Saliski M, Hunt EA. The use of cognitive AIDS during simulated pediatric cardiopulmonary arrests. *Simul Healthc*. 2008; 3 (3): 138-145.
7. Vardi A, Efrati O, Levin I, Matok I, et al. Prevention of potential errors in resuscitation medications orders by means of a computerised physician order entry in paediatric critical care. *Resuscitation*. 2007; 73 (3): 400-406.
8. Moreira ME, Hernandez C, Stevens AD, Jones S, et al. Color-Coded Prefilled Medication Syringes Decrease Time to Delivery and Dosing Error in Simulated Emergency Department Pediatric Resuscitations. *Ann Emerg Med*. 2015; 66 (2): 97-106.e3.
9. Sethuraman U, Kannikeswaran N, Murray KP, Zidan MA, et al. Prescription errors before and after introduction of electronic medication alert system in a pediatric emergency department. *Acad Emerg Med*. 2015; 22 (6): 714-719.
10. Williams J. The value of mobile apps in health care. *Healthc Financ Manage*. 2012; 66 (6): 96-101.
11. Goff DA. iPhones, iPads, and medical applications for antimicrobial stewardship. *Pharmacotherapy*. 2012; 32 (7): 657-661.
12. Haque F, Ball RL, Khatun S, Ahmed M, et al. Evaluation of a Smartphone Decision-Support Tool for Diarrheal Disease Management in a Resource-Limited Setting. *PLoS Negl Trop Dis*. 2017; 11(1): e0005290.
13. Arriaga AF, Bader AM, Wong JM, Lipsitz SR, et al. Simulation-based trial of surgical-crisis checklists. *N Engl J Med*. 2013; 368 (3): 246-253.
14. Abulebda K, Lutfi R, Whitfill T, Abu-Sultaneh S, et al. A Collaborative In Situ Simulation-based Pediatric Readiness Improvement Program for Community Emergency Departments. *Acad Emerg Med*. 2018; 25 (2): 177-185.
15. Hegenbarth MA; American Academy of Pediatrics Committee on Drugs. Preparing for pediatric emergencies: drugs to consider. *Pediatrics*. 2008; 121 (2): 433-443.
16. Comité Nacional de Terapia Intensiva. Programa de Emergencias y Reanimación Avanzada (ERA). II Consenso de Reanimación Cardiopulmonar Pediátrica 2006. 3ra parte. *Arch Argent Pediatr*. 2007; 104 (1):56-66.
17. Larose G, Levy A, Bailey B, Cummins-McManus B, et al. Decreasing Prescribing Errors During Pediatric Emergencies: A Randomized Simulation Trial. *Pediatrics*. 2017; 139 (6).
18. Lammers R, Byrwa M, Fales W. Root causes of errors in a simulated prehospital pediatric emergency. *Acad Emerg Med*. 2012; 19 (1): 37-47.
19. Lammers R, Willoughby-Byrwa M, Fales W. Medication errors in prehospital management of simulated pediatric anaphylaxis. *Prehosp Emerg Care*. 2014; 18 (2): 295-304.
20. Corvetto M, Bravo MP, Montaña R, Utili F, et al. Simulación en educación médica: una sinopsis. *Revista médica de Chile*. 2013; 141: 70-79.
21. Enríquez D, Lamborizio MJ, Firenze L, Jaureguizar MP, et al. [Training of resident physicians in the recognition and treatment of an anaphylaxis case in pediatrics with simulation models]. *Arch Argent Pediatr*. 2017; 115 (4): 399-403.
22. Kaufmann J, Laschat M, Wappler F. Medication errors in pediatric emergencies: a systematic analysis. *Dtsch Arztebl Int*. 2012; 109 (38): 609-616.
23. Siebert JN, Ehrler F, Combescure C, Lacroix L, et al. A Mobile Device App to Reduce Time to Drug Delivery and Medication Errors During Simulated Pediatric

- Cardiopulmonary Resuscitation: A Randomized Controlled Trial. J Med Internet Res. 2017; 19 (2): e31.
24. Siebert JN, Ehrler F, Combescure C, Lovis C, et al. A mobile device application to reduce medication errors and time to drug delivery during simulated paediatric cardiopulmonary resuscitation: a multicentre, randomised, controlled, crossover trial. Lancet Child Adolesc Health. 2019; 3 (5): 303-311.
25. Fuerch JH, Yamada NK, Coelho PR, Lee HC, et al. Impact of a novel decision support tool on adherence to Neonatal Resuscitation Program algorithm. Resuscitation. 2015; 88: 52-56.

Correspondencia:

Diego Enríquez

E-mail: dsenriquez2000@yahoo.com.ar

www.medigraphic.org.mx