

Utilidad de una aplicación informática para disminuir errores de tratamiento en neonatología

J.A. Balaguer Santamaría^a, J.D. Fernández Ballart^b y J. Escribano Subías^a

^aServicio de Pediatría. Hospital Universitario Sant Joan. Reus. Universitat Rovira i Virgili.

^bDepartamento de Epidemiología. Universitat Rovira i Virgili. Reus-Tarragona.

(An Esp Pediatr 2001; 55: 541-545)

Antecedentes

Muchos de los errores de tratamiento producidos en las unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN) tienen su origen en la necesidad de efectuar secuencias de cálculos para determinar dosis y diluciones de fármacos.

Objetivos

Para ayudar en estas tareas se diseñó una hoja de cálculo (neodosis) que facilita los cálculos y estandariza las diluciones de algunas de las terapias más usadas en reanimación y UCIN. Para evaluar su utilidad se diseñó este trabajo.

Métodos

Se efectuó un estudio controlado, cruzado y aleatorizado mediante simulaciones clínicas en las que se evaluó el número de errores y tiempo utilizado en su resolución, con y sin el programa. Fueron realizadas un total de 54 pruebas en las que intervinieron médicos (residentes de tercer y cuarto año y pediatras) y personal de enfermería.

Resultados

Sin ayuda de ordenador todos los estamentos cometieron errores (en orden decreciente: residentes, pediatras y enfermería). El conjunto del estamento médico experimentó una reducción significativa de errores con la ayuda informática. El grupo de residentes fue el más beneficiado con su utilización: su porcentaje de errores "menores" pasó del 16 al 2% y el de errores "mayores" del 1,6% a 0. El tiempo empleado por todos los grupos se redujo entre un tercio y la mitad.

Conclusiones

El personal asistencial probado cometió un número no insignificante de errores en pruebas de simulación sobre cálculos típicos de UCIN.

Neodosis ayudó a médicos y enfermeras a reducir muy sensiblemente estos errores y a emplear menos tiempo en su resolución.

Palabras clave:

Neonato. Unidades de cuidados intensivos neonatales. Calidad asistencia médica. Errores en medicación. Perfusiones intravenosas. Terapia asistida por ordenador. Internado y residencia. Competencia clínica. Ensayos controlados aleatorizados. Estudios cruzados.

USEFULNESS OF A SOFTWARE PACKAGE TO REDUCE MEDICATION ERRORS IN NEONATAL CARE

Background

Many treatment errors in neonatal intensive care units are caused by the need to carry out a sequence of calculations to determine the dose and dilution of the drugs used.

Objectives

To help in this task, we designed a spreadsheet (Neodosis) that helps clinicians and nurses to calculate the doses and standardize the dilutions of some of the drugs most commonly used in resuscitation and neonatal intensive care units. The aim of this study was to verify the usefulness and reliability of this software package.

Methods

A randomized, cross-over, controlled trial was conducted through simulated clinical cases in which the number of errors in the prescription data and the amount of time spent in making calculations, with and without the program, were evaluated. Fifty-four tests were performed by

Correspondencia: Dr. J.A. Balaguer Santamaría.
Av. Lluís Companys, 12 esc. B, 1º 1ª 43005 Tarragona.
Correo electrónico: abalaguer@grupsgs.com

Recibido en septiembre de 2001.

Aceptado para su publicación en octubre de 2001.

pediatricians, third- and fourth-year pediatric residents, and nurses.

Results

Without computer support, all three groups made errors (residents, pediatricians and nurses in descending order). When Neodosiis was used, all the medical staff made significantly fewer errors. The greatest reduction was found in errors made by pediatric residents: minor errors decreased from 16% to 2% and major errors from 1.6% to zero. When using the spreadsheet, the time spent by all groups in making the calculations was reduced by between one-third and one-half.

Conclusions

The tests performed with simulated clinical cases revealed that the number of errors made by the healthcare personnel who participated in this study was not inconsiderable. The use of Neodosiis helped physicians and nurses to make markedly fewer errors and also saved them time.

Key words:

Infant. Newborn. Intensive care units. Neonatal intensive care units. Quality of health care. Medication errors. Infusions intravenous. Therapy. Computer-assisted therapy. Internship and residency. Clinical competence. Randomized controlled trials. Cross-over studies.

INTRODUCCIÓN

Las unidades neonatales, muy especialmente sus áreas de cuidados intensivos, son uno de los ámbitos hospitalarios más expuestos a la comisión de errores de prescripción y de dosificación de tratamientos¹⁻³. Los motivos son muy variados, pero derivan fundamentalmente de la necesidad de usar pequeñas cantidades de fármacos que deben dosificarse según el peso del paciente (y ocasionalmente de otras variables como días de vida y edad posconcepcional), y de que los preparados farmacéuticos de partida están diseñados principalmente para el tratamiento de adultos. A eso hay que añadir otras circunstancias como el uso de unidades variadas (miligramos, microgramos, nanogramos) y modos de prescripción bien diferentes (por minuto, por hora, en perfusión continua, en pase lento, en tiempos variados, etc.). La necesidad de obtener pequeñas muestras ajustadas al peso obliga además a diluciones previas y a purgar las vías de administración, que aquí son relativamente grandes para el tamaño del recién nacido; sin olvidar otras consideraciones como la vigilancia para evitar una sobrehidratación con todas sus implicaciones hemodinámicas y metabólicas. Todo ello implica la necesidad de que el personal médico y de enfermería deba proceder a numerosos cálculos que multiplican las posibilidades de error, teniendo en cuenta que muchas veces deben realizarse en situación de estrés de urgencia.

Para tratar de ayudar a manejar algunos de los problemas descritos se elaboró una hoja de cálculo (neodosiis)

que incluía el cálculo de 172 ítems relacionados con procedimientos o tratamientos neonatales. La aplicación, tras introducir los datos de peso, fecha de nacimiento y, eventualmente, edad gestacional, ofrece un listado con algunas de las dosificaciones, diluciones y procedimientos más usados en reanimación y cuidados intensivos neonatales.

Con el objeto de validar esta herramienta se efectuó un estudio controlado, cruzado y aleatorizado mediante simulaciones de situaciones clínicas en las que se evaluaron el número de errores cometidos con y sin el programa, así como el tiempo utilizado en el cálculo de los tratamientos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se diseñó un problema consistente en la simulación de dos casos clínicos neonatales (prueba "a" y prueba "b"). El desarrollo de los casos establecía la necesidad de un tratamiento secuencial para el que eran precisos los cálculos de quince diferentes medidas terapéuticas.

Se suministraron un total de 54 pruebas a tres grupos de personal asistencial: médicos residentes de pediatría (de tercer o cuarto año), pediatras con manejo de pacientes de unidades de cuidados intensivos neonatales (prueba "a") y enfermería en la misma situación (prueba "b"). En cada caso la prueba intentaba reproducir las tareas encomendadas a cada estamento: en la prueba "a" se indicaban los procedimientos y la medicación utilizada y el personal médico debía efectuar los cálculos de dosis; la prueba "b" para el grupo de enfermería, indicaba la dosis administrada, y el personal examinado debía efectuar básicamente el cálculo de diluciones y paso de dosis en peso a dosis en volumen. Cada personal evaluado efectuaba la misma prueba secuencialmente para dos pacientes con pesos, edad de vida y edad gestacional diferentes; uno de ellos con la ayuda de neodosiis y el otro del modo tradicional manual. En este segundo caso, el personal podía utilizar su calculadora manual, y su material de consulta habitual (libreta de uso personal, manuales de tratamientos, etc.). El orden de realización de las pruebas (con o sin el programa neodosiis) y el peso y edad gestacional del paciente se habían aleatorizado previamente —estos últimos entre dos posibles valores— según secuencia numérica generada por ordenador. Cada médico y enfermera/o recibió previamente a la prueba una explicación oral del funcionamiento del programa de unos 3 min.

Neodosiis es una hoja de cálculo elaborada en Excel® de Microsoft Office. La aplicación muestra listados diferentes de fármacos y procedimientos de reanimación y tratamiento neonatal urgente. Incluye, entre otras, medicación de acción cardiovascular, analgesia, sedación, anticonvulsivos y antimicrobianos. En cada caso especifica márgenes de dosificación, dilución y preparación para el peso del recién nacido concreto y eventualmente según sus días de vida y edad gestacional.

El personal que participó en el estudio procedía de 3 hospitales dotados de unidad de cuidados intensivos neonatales: Hospital Universitari Sant Joan de Reus, Hospital Universitari Joan XXIII de Tarragona y Hospital Universitari Materno-Infantil de la Vall d'Hebron de Barcelona. Participaron 27 profesionales: 9 de enfermería, 10 médicos residentes y 8 pediatras que efectuaron un total de 54 pruebas. Cada prueba fue valorada por un único evaluador que revisó tres parámetros diferentes: tiempo para completarla, errores totales y errores graves. Se puntuó como error aquel cálculo que se apartaba en más del 30% de la dosis máxima o mínima de los valores más aceptados en la bibliografía habitualmente consultada⁴⁻⁷. Se consideró error grave aquel que suponía un riesgo vital para el paciente.

Para la comparación de los tiempos de resolución y del número de errores totales entre métodos de cálculo en los diferentes estamentos se utilizó la prueba no paramétrica de los signos⁸. Dado que se cumplía el supuesto de normalidad, se calculó a efectos descriptivos el intervalo de confianza al 95 % de la diferencia de tiempos entre métodos.

Todas las hipótesis se plantearon como bilaterales y el nivel de significación se situó en $p < 0,05$. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó la versión 10 en castellano del paquete SPSS para Windows⁹.

RESULTADOS

El detalle de los resultados del conjunto de pruebas efectuados por cada profesional puede verse en las tablas 1 y 2.

El grupo de residentes fue el que experimentó una mayor reducción en el número de errores totales en su resolución asistida con neodosis respecto la manual (fig. 1); éstos efectuaron 2,1 errores menos por prueba como promedio ($p = 0,01$). En el grupo de pediatras de plantilla la reducción fue menos importante (una media de 1,5 errores menos) aunque alcanzó también el nivel de significación estadística ($p = 0,04$). El colectivo de enfermería fue el que menos errores totales evitó con la hoja de cálculo neodosis.

Con el uso de la hoja de cálculo los errores graves se evitaron en su totalidad en los tres estamentos aunque, como su frecuencia con el cálculo manual no era elevada, estas reducciones no alcanzaron significación estadística.

La velocidad de resolución del problema planteado mejoró de forma estadísticamente significativa en todos los estamentos estudiados (tabla 3).

En conjunto, en todos los estamentos el tiempo empleado en la resolución del caso con el sistema neodosis se redujo en promedio entre un tercio y la mitad respecto a la resolución manual.

Las mayores reducciones de tiempo empleado por caso clínico (quince cálculos complejos) se observaron en los grupos de médicos (residentes y pediatras de plantilla).

TABLA 1. Detalle de los resultados de las pruebas en médicos

	Errores totales*		Tiempo**	
	Manual	Neodosis	Manual	Neodosis
Médico adjunto				
1	0	0	11,15	6,30
2	2 (1)	0	18,00	9,00
3	3 (1)	0	14,30	7,00
4	0	0	13,00	9,00
5	5 (0)	1 (0)	13,15	11,00
6	1 (0)	0	12,00	9,00
7	2 (0)	0	16,00	4,45
8	1 (0)	0	17,30	4,15
Médico residente				
1	1 (0)	0	12,00	10,00
2	5 (0)	0	13,15	6,30
3	1 (0)	1 (0)	8,30	7,15
4	2 (0)	2 (0)	11,00	8,00
5	5 (0)	0	19,00	6,45
6	1 (0)	0	12,00	6,30
7	3 (1)	0	13,00	6,00
8	1 (0)	0	9,00	4,30
9	3 (0)	0	9,30	8,30
10	2 (0)	0	10,30	4,45

*Errores totales (errores graves).

**Tiempo: minutos, segundos redondeados en fracciones de 15 seg.

TABLA 2. Detalle de los resultados de las pruebas en enfermería

	Errores totales*		Tiempo**	
	Manual	Neodosis	Manual	Neodosis
1	2 (0)	0	8,00	5,00
2	0	0	6,30	4,00
3	0	0	7,30	3,45
4	1	0	6,30	7,00
5	6 (2)	0	11,00	4,45
6	0	0	13,00	8,00
7	0	0	8,00	6,30
8	0	0	6,15	3,45
9	0	0	9,45	5,30

*Errores totales (errores graves).

**Tiempo: minutos, segundos redondeados en fracciones de 15 seg.

Los pediatras disminuyeron el tiempo para la realización de las 15 dosificaciones una media de 6,9 min; los residentes mostraron una reducción de 4,9 min. En el personal de enfermería la disminución en el tiempo empleado, aunque también estadísticamente significativa, fue menor en términos absolutos (media de 3,1 min de reducción de tiempo); aunque el problema planteado en ese grupo también fue de resolución más rápida.

DISCUSIÓN

Aunque el objetivo principal del presente trabajo es comprobar la posible utilidad de una herramienta informática, hay aspectos que aquí se ponen de relieve, que creemos que merecen comentario. Uno de ellos es la fa-

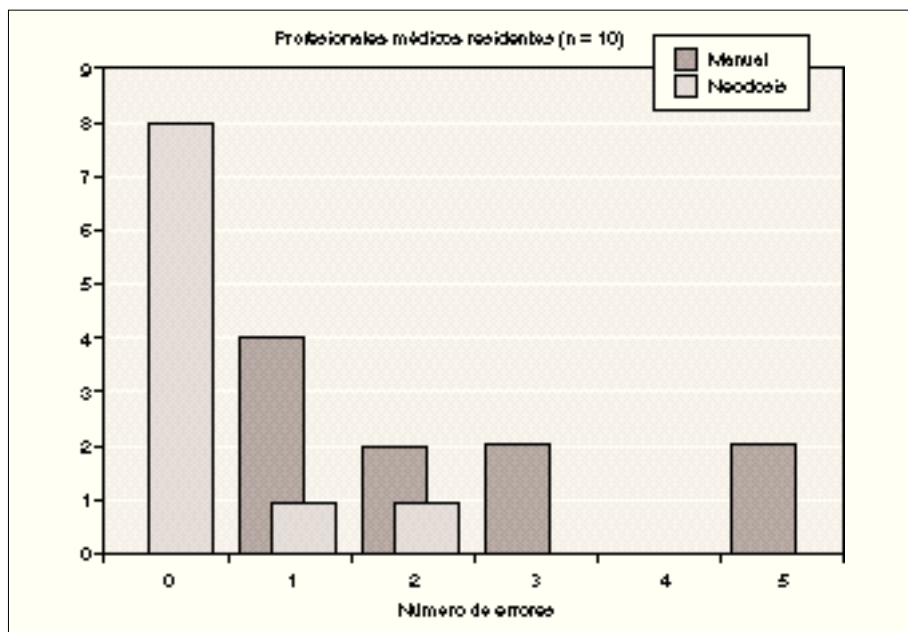


Figura 1. Errores totales según método de cálculo.

TABLA 3. Tiempo en minutos de resolución del problema según método de cálculo y estamento

	Cálculo (Media [DE])		Diferencia* Media (IC al 95%)
	Manual	Neodosis	
Médicos adjuntos (n = 8)	14,4 (2,5)	7,6 (2,3)	6,9 (3,5 a 10,2)
Médicos residentes (n = 10)	11,8 (3,0)	6,9 (1,7)	4,9 (2,5 a 7,3)
Personal de enfermería (n = 9)	8,5 (2,3)	5,4 (1,5)	3,1 (1,6 a 4,7)

*Todas las diferencias son significativas ($p < 0,05$) según la prueba de signos.
DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza.

libilidad del personal asistencial en los cálculos que exige el tratamiento neonatal. En nuestro estudio, 17 de los 19 profesionales médicos cometieron al menos un error en la serie de cálculos necesarios para dosificar 15 tratamientos distintos sin ayuda del ordenador. Si bien la muestra del personal que efectuó las pruebas no tiene por qué considerarse representativa de la que atiende las unidades neonatales, ni las condiciones de la simulación son totalmente superponibles a la realidad clínica, los resultados obtenidos se orientan en el mismo sentido que otros estudios dirigidos a evaluar los errores cometidos en ese medio asistencial. Así, Raju et al¹⁰ detectaron una tasa de errores en la medicación en uno de cada 6,8 ingresos en unidades de cuidados intensivos pediátricos o neonatológicos. Allen et al¹¹ encontraron diferencias importantes entre las dosis pautadas de perfusión continua de dopamina, dobutamina y adrenalina y las recibidas por pacientes pediátricos; observaron incluso amplias variaciones en días diferentes cuando en teoría recibían la misma dosis. Estudios que intentaron desvelar las fuentes más importantes de los errores en la medicación¹² en-

contraron que en más de la mitad de los casos éstos se debían a un incorrecto planteamiento de la ecuación o a una equivocación en la operación matemática o en la localización de los decimales.

En nuestro estudio el grupo de médicos residentes fue el que tuvo tendencia a cometer un mayor número de errores, aunque también fue éste el grupo médico más rápido en completar el ejercicio. A pesar de que ambas diferencias respecto al grupo de pediatras especialistas no fueron estadísticamente significativas, dicha tendencia podría avalar la percepción común de una mayor celeridad en la actuación, pero menor seguridad en los resultados de este grupo menos experimentado.

El estamento que menor número de errores cometió fue el de enfermería; aunque hay que tener en cuenta que sus resultados no son directamente comparables a los del estamento médico, pues sus pruebas tenían un diseño diferente que trataba de reproducir su trabajo habitual en este ámbito. En un reciente trabajo efectuado en ámbito de cuidados intensivos pediátricos y neonatales¹³ se encontró también que el personal de enfermería fue responsable de accidentes con menor frecuencia que el médico.

Respecto a los resultados obtenidos con el apoyo de la hoja de cálculo, todos los estamentos obtuvieron un beneficio tanto en la reducción de errores como en la velocidad; si bien en el grupo de enfermería la disminución del número de errores no alcanzó significación estadística.

En el estamento médico, el grupo de residentes fue el que más se benefició de la utilización del programa. Su porcentaje total de errores pasó del 16% en el cálculo manual al 2% cuando utilizaron neodosis. En cuanto a los errores graves, el estamento médico considerado en su

conjunto pasó de cometer una media de 1,1 % a ningún error al emplear la hoja de cálculo. Este hecho, dada su potencial repercusión clínica, puede que sea el que mayor interés otorgue al uso de la hoja de cálculo.

En cuanto al tiempo empleado en las pruebas, la mejora en rapidez fue marcada en todos los grupos. Así, todos ellos emplearon entre la mitad y un tercio menos de tiempo con la ayuda del ordenador.

En conclusión, el presente estudio, demostró la utilidad de esta herramienta informática para minimizar errores y ahorrar tiempo en un ejercicio de simulación de la realidad clínica. Queda por establecer con nitidez su lugar en la práctica diaria.

Probablemente no sea deseable que el ordenador sustituya al médico efectuando los cálculos, pues se podrían favorecer situaciones de incomprensión de la mecánica elemental de dichos cálculos y una dependencia excesiva de un recurso que eventualmente puede fallar o no estar disponible. Sin embargo, teniendo en cuenta la progresiva utilización de los ordenadores en todos los órdenes de la vida, no parece razonable prescindir de ellos en ámbitos en los que los errores no son excepcionales y sus consecuencias potencialmente graves. En este sentido, el uso racional (como apoyo o comprobación) de una aplicación como la diseñada, podría mejorar la exactitud de los cálculos, facilitar rápidas comprobaciones y liberar de tiempo al profesional para dedicarlo a la atención directa del paciente.

La informática ha aportado un buen número de nuevos recursos a la neonatología: desde el manejo de bases de datos de historias¹⁴, a nuevas ayudas al aprendizaje activo^{15,16}, hasta el registro y control automatizado de aparataje clínico¹⁷ y sistemas de soporte de toma de decisiones¹⁸. Sin duda, las herramientas diseñadas para facilitar el cálculo de tratamientos –nutrición parenteral, dosificaciones de fármacos, etc.^{19,20}– pueden ser, tal como han afirmado algunos autores²¹, algunas de las más útiles a corto plazo en nuestras unidades.

Agradecimientos

Los autores agradecen la paciencia y disponibilidad de personal de enfermería, médicos residentes y pediatras que colaboraron sometiéndose a las diferentes pruebas exigidas por el estudio. Agradecimientos especiales a aquellos que con sus sugerencias contribuyeron en el diseño de la hoja de cálculo.

BIBLIOGRAFÍA

- Jonville AP, Autret E, Bavoux F, Bertrand PP, Barbier P, Gauchez AS. Characteristics of medication errors in pediatrics. *DICP* 1991; 25: 1113-1118.
- Anderson BJ, Ellis JF. Common errors of drug administration in infants: causes and avoidance. *Paediatr Drugs* 1999; 1: 93-107.
- Kaushal R, Bates DW, Landrigan C, McKenna KJ, Clapp MD, Federico F et al. Medication errors and adverse drug events in pediatric inpatients. *JAMA* 2001; 285: 2114-2120.
- International Guidelines for Neonatal Resuscitation: An Excerpt From the Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care: International Consensus Pediatrics 2000; 106: e29.
- Young TE, Mangum B, eds. *Neofax 2000: A manual of drugs used in neonatal care*, ed 13. Raleigh: Acorn Publishing, 2000.
- Rennie JM, NRC Robertson, eds. *Textbook of Neonatology*, 3^a ed. London: Churchill Livingstone, 1999.
- Cloherty JP, Stark AR, eds. *Manual of neonatal care*, 4^a ed. Boston: Little Brown, 1998.
- Altman DG. *Practical statistics for medical research*. London: Chapman and Hall, 1991.
- SPSS Inc. *SPSS Base 10.0. Applications Guide*. Chicago: SPSS Inc, 1999.
- Raju TN, Kecskes S, Thornton JP, Perry M, Feldman S. Medication errors in neonatal and paediatric intensive-care units. *Lancet* 1989; 2: 374-376.
- Allen EM, Van Boerum DH, Olsen AF, Dean JM. Difference between the measured and ordered dose of catecholamine infusions. *Ann Pharmacother* 1995; 29: 1095-1100.
- Lesar TS. Errors in the use of medication dosage equations. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1998; 152: 340-344.
- Frey B, Kehrer B, Losa M, Braun H, Berweger L, Micallef J et al. Comprehensive critical incident monitoring in a neonatal-pediatric intensive care unit: experience with the system approach [see comments]. *Intensive Care Med* 2000; 26: 69-74.
- Miller LP, Greenspan B, Dowd JS. The medical database as a tool for improving maternal/infant continuity of care. *J Med Syst* 1999; 23: 219-225.
- Lehmann HP, Lehmann CU, Freedman JA. The Use of Simulations in Computer-Aided Learning Over the World Wide Web. *JAMA* 1997; 278: 1788-1788.
- Balaguer JA, Argemí J, Sancho JJ, Patak A, Sanz F. Newborn Touch: a CAI Program in neonatal Pathology. *M.D. Computing* 1996; 13: 351-359.
- Claire N, Gerhardt T, Everett R, Musante G, Herrera C, Bancalari E. Closed-Loop Controlled Inspired Oxygen Concentration for Mechanically Ventilated Very Low Birth Weight Infants With Frequent Episodes of Hypoxemia. *Pediatrics* 2001; 107: 1120-1124.
- Mahieu LM, De Muynck AO, De Dooy JJ, Laroche SM, Van Acker KJ. Prediction of nosocomial sepsis in neonates by means of a computer-weighted bedside scoring system (NOSEP score). *Crit Care Med* 2000; 28: 2026-2033.
- Puangco MA, Nguyen HL, Sheridan MJ. Computerized PN Ordering Optimizes Timely Nutrition Therapy in a Neonatal Intensive Care Unit. *J Am Diet Assoc* 1997; 97: 258-261.
- Davies JM. Computer based prescribing. Program calculates doses for neonates [letter; comment]. *Br Med J* 1996; 312: 446.
- Myers TF, Venable HH, Hansen JA. Computer-enhanced neonatology practice evolution in an academic medical center. NICU Clinical Effectiveness Task Force. *J Perinatol* 1998; 18: S38-S44.