

# Comunicación Breve

## Precisión en flujo de infusión programado de bombas de nutrición enteral

### (Precision in programmed infusion flow of enteral nutrition pumps)

Juan Ignacio Padilla-Cuadra<sup>1</sup>, Maria Luisa Fallas-Quirós<sup>2</sup>, Cecilia Vargas-Hernández<sup>3</sup>, Jorge Ramírez-Arce<sup>4</sup>, Marieta Arias-Benavides<sup>5</sup>

#### Resumen

**Justificación y objetivo:** Se evaluó *in vitro* la precisión en el flujo de nutrición enteral en bombas peristálticas de nutrición enteral con el fin de determinar si ésta puede ser una variable que cause errores en la administración de la fórmula.

**Materiales y Métodos:** Se evaluaron 13 bombas de infusión enteral del tipo peristáltico mediante la aplicación de un modelo de laboratorio que simulaba la administración a un paciente. Se usó para todos los casos una fórmula estándar diluida de la manera recomendada por el fabricante. Con un volumen meta de 240 mL. Se programó en cada bomba un flujo de infusión de 40 mL por hora. Para cada caso según el tiempo de infusión, se calculó el flujo de infusión real y a partir de la diferencia se calculó el porcentaje de error.

**Resultados:** En 12 de las 13 bombas se detectó un error por exceso que fue de 7.5% hasta 52.5%. Solo una bomba, de marca distinta a todas las demás demostró un error de 0 mL/h con respecto a lo programado. Ninguna bomba mostró un déficit en el volumen de infusión.

**Conclusión:** En la mayoría de las bombas evaluadas se detectó un porcentaje de error por exceso que supera lo estipulado por el fabricante.

**Descriptores:** bombas, nutrición enteral

#### Abstract

**Justification and aim:** To evaluate *in vitro* the accuracy of volume infusion of peristaltic enteral nutrition pumps to determine if this variable may be responsible for error's in the administration of nutrition support.

**Materials and Methods:** Thirteen pumps were evaluated through simulation using a model that resembles the administration of enteral nutrition to a patient. For every case, we used a standard formula diluted as recommended by the manufacturer. A volume of 240 mL was programmed to be infused at 40 ml per hour. For each case, time was measured until finishing the volume, comparing to the programmed time and calculating the delivery error.

**Results:** In 12 of 13 pumps, we detected error by excess, which varied from 7.5% to 52.5%. Only one pump showed an error of 0%. None of the pumps demonstrated infusion less than programmed.

<sup>1</sup> Médico Especialista en Medicina Crítica y Terapia Intensiva, Comité de Nutrición Enteral y Parenteral (CNEP), Hospital R.A. Calderón Guardia

<sup>2</sup> Enfermera Comité de Nutrición Enteral y Parenteral (CNEP), Hospital R.A. Calderón Guardia

<sup>3</sup> Nutricionista Comité de Nutrición Enteral y Parenteral (CNEP), Hospital R.A. Calderón Guardia

<sup>4</sup> Médico Especialista en Medicina Crítica y Terapia Intensiva, Comité de Nutrición Enteral y Parenteral (CNEP), Hospital R.A. Calderón Guardia

<sup>5</sup> Farmacéutica Comité de Nutrición Enteral y Parenteral (CNEP), Hospital R.A. Calderón Guardia

**Correspondencia:**

Dr. Juan Ignacio Padilla Cuadra  
Hospital Calderón Guardia-  
Departamento de  
Neurociencias  
e-mail: apadilla@racsa.co.cr

**Conclusion:** Most of the pumps analysed demonstrate high percentage of error in comparison to what is accepted by the manufacturer.

**Keywords:** infusion pumps, enteral nutrition

**Recibido:** 23 de agosto de 2007

**Aceptado:** 6 de mayo de 2008

La nutrición enteral es la vía ideal de alimentación por ser más fisiológica, previene complicaciones y es menos costosa.<sup>1</sup> La eficiencia de este método depende de que sea iniciado oportunamente y que el aporte calórico sea el apropiado. Para poder lograr lo anterior, deben establecerse protocolos que definan como se dará seguimiento a este tipo de soporte, en que condiciones se puede aumentar, disminuir o incluso suspender la infusión. Este tipo de protocolos permiten garantizar que el paciente no sufra complicaciones derivadas del soporte o por otro lado, el mismo sea suspendido de manera innecesaria con el consecuente aporte nutricional subóptimo. Barr *et al* demostraron que la implementación en la Unidad de Cuidados Intensivos de un protocolo de manejo nutricional basado en la evidencia, aumenta la probabilidad de que el paciente reciba el soporte enteral y acorte la duración de la ventilación mecánica.<sup>2</sup> Además, la nutrición enteral se asoció a una reducción en el riesgo de muerte en los pacientes estudiados. De igual forma, otros autores han insistido en que la utilización de protocolos de nutrición enteral y parenteral mejoran la calidad del soporte.<sup>3</sup>

Aunque es frecuente identificar que violaciones a este tipo de protocolos son las causantes de que el paciente no reciba la nutrición prescrita, una vez descartadas estas debe considerarse siempre la falla mecánica como una variable. Los dispositivos de infusión no son necesariamente infalibles. Debido a que en nuestra experiencia hemos identificado situaciones en las que se da, principalmente, el caso de agotamiento prematuro de fórmulas de nutrición enteral, decidimos realizar una investigación *in vitro* sobre la precisión real de las bombas de infusión de nuestro centro. Con esto buscamos determinar si existe o no un factor mecánico que influya en la falta de precisión en el aporte.

Adam y colaboradores, al evaluar los problemas asociados a la administración de nutrición enteral, encontraron que, en promedio, solo 76% de los pacientes reciben la cantidad prescrita.<sup>4</sup> Los dos principales problemas causantes de esto fueron la disfunción intestinal y la suspensión electiva para la realización de procedimientos. Un hallazgo adicional fue que los mejores niveles de administración de la nutrición enteral se dieron en aquellas unidades de cuidado intensivo con protocolos de nutrición bien definidos. Con el objeto de evaluar las razones de las discrepancias entre la cantidad de nutrición enteral prescrita, requerimientos y lo suministrado, Santana-Cabrera y colaboradores demostraron que en la población estudiada se prescribió solo 79% de lo requerido y se suministró solo un 88%.<sup>5</sup> Es decir, al igual que otras series, la cantidad de

calorías que recibieron los pacientes fue baja por prescripción debajo de lo requerido y bajo suministro de la cantidad pautada. Las razones señaladas por los autores para explicar este fenómeno fueron la intolerancia gastrointestinal, realización de procedimientos y los problemas mecánicos con la sonda, más no se señaló el papel probable de errores en la bomba de infusión. Otra razón que podría estar en relación con defectos en la administración de la nutrición enteral es una falta de educación estandarizada en el campo.<sup>6</sup>

McClave *et al* demostraron que el suministro insuficiente de nutrición enteral tiene como consecuencia la pérdida de peso y disminución de los niveles de albúmina. En un 66% de las suspensiones de la nutrición fue por razones evitables e injustificadas.<sup>7</sup> De Jonghe *et al* encontraron diferencias entre lo prescrito y lo suministrado de nutrición enteral, en donde solo el 78% de las calorías requeridas fueron prescritas y 71% suministradas. La cantidad de calorías suministradas fue considerablemente menor en los pacientes con soporte enteral con respecto a la parenteral.<sup>8</sup> Por su parte, Binnekade JM y colaboradores demostraron que una ingesta nutricional exitosa solo se logró en 52 % de los casos.<sup>9</sup> Una auditoria en 40 pacientes de Unidad de Cuidados Intensivos demostró que solo 51% recibieron los requerimientos calculados por la fórmula de Harris Benedict.<sup>10</sup> Finalmente, Heyland *et al* confirmaron en un censo dirigido a nutricionistas de cuidado intensivo que solo 58% de los pacientes recibieron los requerimientos calóricos y proteicos prescritos.<sup>11</sup>

Las bombas de infusión enteral son dispositivos electro-mecánicos que controlan el ritmo de administración de la fórmula. La confiabilidad de estos sistemas es, en general, bastante aceptable (+/- 10%).<sup>12</sup> En la actualidad las bombas más frecuentemente usadas son las de tipo peristáltico. En estas, un sistema rotatorio, denominado roller exprime una sección de la tubuladura del sistema, generalmente fabricada de silicón, lo cual impulsa la fórmula desde la bolsa hasta la sonda en el paciente. Estas bombas deberían garantizar un flujo constante y una reducción en el acumulo de formula en el estómago, eventualmente evitando el riesgo de aspiración. Además reduce el tiempo dedicado a esta actividad por parte de las enfermeras.<sup>13</sup> El uso de estas bombas no está exento de problemas que incluye la necesidad de entrenamiento para uso, dependencia de energía eléctrica y la posibilidad de mal funcionamiento.<sup>14</sup> Por tanto, aunque es frecuente que el incumplimiento de las normas de administración de las fórmulas enterales sea lo que compromete el aporte al paciente, esto podría también deberse a una falla del sistema de infusión.

## Materiales y métodos

Se realizó una evaluación al azar de 13 bombas de infusión enteral del tipo peristáltico mediante la aplicación de un modelo de laboratorio que simulaba la administración a un paciente. Se probaron un total de 12 bombas (A) solo una de una marca diferente (B).

Se ensambló en un sitio controlado un sistema que simulaba la manera en la que infunde una fórmula enteral a un enfermo (Figura 1). Colocamos una bomba fija en un soporte con su respectivo descartable de infusión (bolsa y conexiones) y a su vez se conectó a una sonda del mismo tipo que se usa para colocación nasogástrica. El extremo distal de dicha sonda se introdujo en un recipiente de acero inoxidable con marcas para medir el volumen. Se usó para todos los casos una fórmula estándar diluida de la manera recomendada por el fabricante.

El volumen de fórmula para cada uno de los casos fue constante (240 mL) y se programó en cada bomba un flujo de infusión de 40 mL por hora. Por tanto, el tiempo exacto para completar la infusión debería ser de 6 horas.

Para cada caso, se determinó el tiempo de infusión real y por tanto el flujo de infusión real. A partir de la diferencia de datos se calculó el porcentaje de error:

$$\text{Porcentaje de error} = \frac{\text{Flujo p} - \text{Flujo r}}{\text{Flujo p}} * 100$$

Flujo p = flujo de infusión programado ( mL/h )

Flujo r = flujo de infusión real ( mL/h )

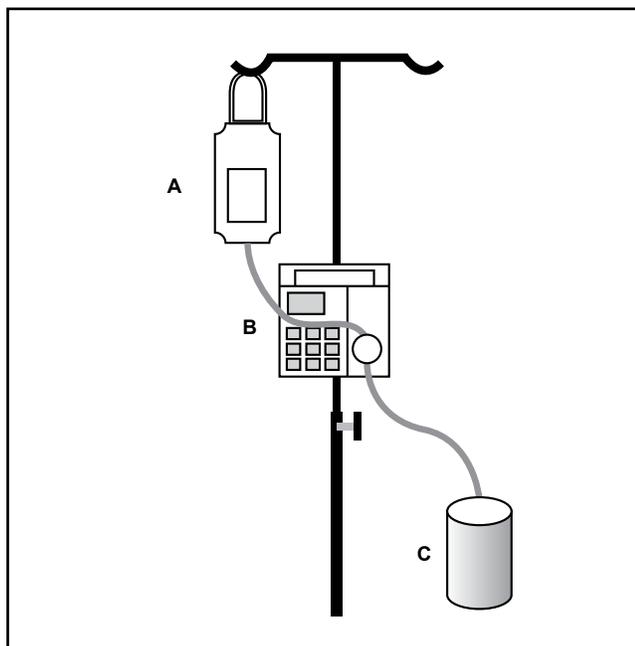


Figura 1. Modelo in vitro de administración de nutrición enteral. A. Bolsa de fórmula; B. Bomba peristáltica; C. Frasco Colector.

## Resultados

Los resultados de dicha evaluación se exponen en el cuadro 1.

## Discusión

Una disfunción abrupta de la bomba de infusión puede ser la causa obvia para no alcanzar el aporte nutricional meta. Sin embargo, un error más sutil en la infusión puede no ser fácilmente detectado salvo que se realicen pruebas cuidadosas. Este es el principal hallazgo de este estudio en el que se demostró en 12 de las 13 bombas evaluadas un error sistemático que supera el 10% que el fabricante describe como aceptable en el manual de operación de los aparatos. Dicho error va desde casi 8% hasta 52.5% del volumen programado.

Es importante recalcar que este hallazgo demuestra por qué en aquellos casos en los que descartamos infracciones al protocolo, seguían ocurriendo problemas en la administración de la fórmula. En efecto, la queja más frecuente del personal a cargo de los pacientes fue el agotamiento prematuro de la fórmula enviada del departamento de nutrición. En un estudio de laboratorio similar al nuestro, llevado a cabo por Tepaske et al, se demostró en 13 diferentes marcas de bombas excesos y deficiencias en el volumen infundido.<sup>15</sup> El rango de error varió entre + 66 mL a -271 mL en 24 horas.

**Cuadro 1. Porcentaje de error de cada bomba de infusión, según comparación entre el flujo programado y el flujo real**

Marca	Flujo programado (mL/h)	Flujo real (mL/h)	% de error del flujo
A	40	52	+ 30.0
B	40	40	0.0
A	40	46	+ 15.0
A	40	47	+ 17.5
A	40	61	+ 52.5
A	40	50	+ 25.0
A	40	51	+ 27.0
A	40	58	+ 45.0
A	40	55	+ 37.5
A	40	55	+ 37.5
A	40	46	+ 15.0
A	40	43	+ 7.5

No se encontró diferencia en relación con la viscosidad de las fórmulas ni con la resistencia de las sondas. Dicho estudio revela la falibilidad de este tipo de dispositivos independientemente del tipo o marca. La recomendación final de esa investigación fue ajustar el ritmo de infusión según el tipo de bomba o escoger el equipo con el mejor rendimiento.

Uno de los principales defectos del presente estudio es no haber contado con información completa sobre el historial de cada una de las bombas por lo que no pudimos determinar si el tiempo de servicio de éstas se correlaciona con su imprecisión. Esto podría ser extremadamente útil para determinar la frecuencia con la que se debe dar mantenimiento a este equipo e incluso fijar un tiempo para el cual se debe considerar su retiro de uso.

En conclusión, las bombas de infusiones evaluadas demostraron un elevado error con respecto a lo programado. Por tanto, en caso de incongruencias en la administración de la fórmula enteral entre lo programado y lo suministrado, debe tenerse en cuenta cierta imprecisión en estos aparatos electromecánicos. Esto obliga a recomendar se brinde una calibración periódica a este equipo para determinar su nivel de precisión.

---

## Referencias

---

- Joliet P, Pichard C, Biolo G, Chiolerio R, Grimble G, Leverve X et al . Enteral nutrition in intensive care patients: a practical approach. Working group on nutrition and metabolism, ESICM. European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 1998; 24: 848-859.
- Barr J, Hecht M, Flavin K, Khorana A, Gould M. Outcomes in critically ill patients before and after the implementation of an evidence-based nutritional management protocol. *Chest* 2004; 125: 1446-1457.
- Heyland DK, Dhaliwal R, Drover JW, Gramlich L, Doder P, Canadian critical care clinical practice guidelines committee: canadian clinical practice guidelines for nutrition support in mechanical ventilated, critically ill adult patients. *J Parenter Enteral Nutr* 2003; 27: 355-373.
- Adam S, Baston S. A study of problems associated with the delivery of enteral feed in critically ill patients in five ICU's in the UK. *Intensive Care Med.* 1997; 23: 261-266.
- Santana L, Oshanahan O, Garcíal M, Ramírez A, Sánchez M, Hernández E. Calidad del soporte nutricional artificial en una unidad de cuidados intensivos. *Nutr Hosp* 2006; 21: 661-666.
- Garvin CG, Brown R.O. Nutritional support in the intensive care unit: are patients receiving what is prescribed ? *Crit Care Med* 2001; 20:204-205.
- McClave SA, Sexton LK, Spain DA, Adams JL, Owens NA, Sullins MB, et al. Enteral tube feeding in the intensive care unit: factor impending adequate delivery. *Crit Care Med* 1999; 27: 1252-1256.
- De Jonghe B, Appere-De-Verdi C, Fournier M, Tran B, Mener J, Melchior JC, Outin H. A prospective survey of nutritional support practices in intensive care unit patients: what is prescribed ? What is delivered?. *Crit Care Med* 2001; 29: 8-12.
- Binnekade JM, Tepaske R, Brynzeld P, Mathus Vliegen EMH, Hann RJ. Daily enteral feeding on the ICU: attainment of goals ant interfering factors. *Crit Care Med* 2005; 9: 218-225.
- De B, Chapman M, Fraser R, Finnie M, De Keulenaer B, Liberalli D, Satanek M: Enteral nutrition in the critically ill: a prospective survey in Australian intensive care unit. *Anesth Intensive Care* 2001; 29: 619-622.
- Heyland DK, Schroter-Noppe D, Drover JW, Jain M, Keefe L, Dhalival R, et al. Nutrition support in the critical care setting: Current practice in Canadian ICU's – Opportunities for improvement ? *J Parent Enter Nutr* 2003; 27: 74-83.
- Ciocon J, Galindo-Ciocon D, Thiessen C, Comparison of intermittent versus continuous tube feeding among the elderly. *J Parent Enter Nutr* 1992; 16: 525-528.
- Jones BJ, Payne F. Silk DB. Indications for pumps assisted enteral feeding. *Lancet* 1980; 1: 1057-1058.
- Guenther P, Silkorski M, Tube feeding. Practical guidelines and nursing protocols. ASPEN Publishers Inc . Gaithersburg, Maryland 2001.
- Tepaske R, Binnekade J, Goedhart P, Schulz M, Vroom M, Mathus Vliegen E MH. Clinically relevant differences in accuracy of enteral nutrition feeding pump systems. *J Parent Enter Nutr* 2006; 30 : 339-343.