

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO THIẾT BỊ BƠM NHU ĐỘNG NUÔI RUỘT HOÀN HỒI NHÂN TẠO TRONG ĐIỀU TRỊ BỆNH NHÂN HỘI CHỨNG RUỘT NGẮN

A NOVEL PERISTALTIC PUMP FOR CHYME REINFUSION IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH SHORT BOWEL SYNDROME

Trần Ngọc Tiến^{1,*}, Hoàng Thị Hồng Nhung^{2,3,4}, Nguyễn Duy Văn¹, Đinh Thế Hoan¹

¹ Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

² Trường Đại học Y Hà Nội

³ Bệnh viện Đa khoa Hà Đông

⁴ Bệnh viện Nhi Trung ương

TÓM TẮT

Hội chứng ruột ngắn là một nhóm các triệu chứng xảy ra sau khi phẫu thuật cắt bỏ một phần ruột non. Hội chứng ruột ngắn làm giảm khả năng hấp thu dinh dưỡng gồm nước và chất điện giải từ đường chất làm suy yếu hệ thống miễn dịch và giảm khả năng phục hồi của ruột. Giải pháp hiện nay trên thế giới là nuôi ăn hoàn hồi dưỡng chấp. Tuy nhiên, tại Việt Nam, do kỹ thuật còn hạn chế nên phương pháp nuôi ăn hoàn hồi tại các bệnh viện hầu như chỉ được thực hiện thủ công, hoặc bằng cách nuôi dưỡng toàn phần qua tĩnh mạch, nuôi ăn ống thông qua mũi, miệng. Nhược điểm của các phương pháp này là dễ gây nhiễm trùng, dị ứng với vật liệu của ống hoặc gây tắc đường tĩnh mạch. Trong nghiên cứu này, bài báo tiến hành chế tạo thiết bị nuôi ruột hoàn hồi nhân tạo thay thế cho nuôi ăn hoàn hồi thủ công để hỗ trợ tái truyền dưỡng chấp, dinh dưỡng qua lỗ mở thông của ruột. Nghiên cứu tiến hành xác định lưu lượng lý thuyết của bơm nhu động đồng thời thử nghiệm trên hai mẫu lưu chất là sữa và cháo. Kết quả cho thấy thiết bị hoạt động ổn định, sai số giữa lưu lượng lý thuyết và thực nghiệm khoảng 9.4%. Kết quả của nghiên cứu giúp tự động cho quá trình nuôi ăn hoàn hồi, mở ra phương pháp chữa bệnh mới cho các bệnh nhân mắc hội chứng ruột ngắn, tăng khả năng phục hồi cho bệnh nhân trong các quá trình phẫu thuật tiếp theo.

Từ khóa: Nuôi ăn hoàn hồi; Hội chứng ruột ngắn; Bơm nhu động.

ABSTRACT

Short bowel syndrome is a group of symptoms that occur after surgery to remove part of the small intestine. Short bowel syndrome reduces the ability to absorb nutrients, including water and electrolytes, from the chyme, weakening the immune system and reducing the ability of the intestine to repair itself. The current solution around the world is chyme reinfusion. However, in Vietnam, due to limited technology, the chyme reinfusion method in hospitals is almost only done manually, or by total parenteral nutrition, with tube feeding through the nose and mouth. The disadvantage of these methods is that it is easy to cause infection, become allergic to tube material, or cause venous obstruction. In this study, the authors carried out the fabrication of a chyme reinfusion device to

replace manual feeding and support the re-infusion of chylous and nutrients through the intestinal opening. The study was conducted to determine the theoretical flow of the peristaltic pump and tested it on two fluid samples, milk and porridge. The results show that the device operates stably; the error between theoretical and experimental flow rate is about 9.6%. The results of the study help to automate the chyme reinfusion process, opening up new treatment methods for patients with short bowel syndrome and increasing the patient's ability to recover from subsequent surgical procedures.

Keywords: *Chyme reinfusion; Short bowel syndrome; Peristaltic pump.*

1. GIỚI THIỆU

Ruột non là một ống dài và hẹp đóng vai trò quan trọng trong quá trình tiêu hóa và hấp thu chất dinh dưỡng từ thực phẩm con người tiêu thụ [1]. Chính vì sự quan trọng của ruột non, khi con người mắc những bệnh lý liên quan đến ruột non sẽ dẫn đến những ảnh hưởng không tốt đến hệ tiêu hóa và cơ thể. Trong số đó có hội chứng ruột ngắn gây nên tình trạng kém hấp thu chất dinh dưỡng [2]. Trên thế giới, nuôi ruột hoàn hồi là một phương pháp y tế được sử dụng phổ biến hiện nay để hỗ trợ điều trị cho bệnh nhân mắc hội chứng ruột ngắn. Phương pháp này đưa dịch tiêu hóa từ đầu ruột trên truyền lại vào đầu ruột dưới. Phương pháp giúp tái thiết lập sự liên tục đường tiêu hóa và đảm bảo cung cấp đủ dinh dưỡng cho đoạn ruột dưới. Picot và cộng sự [3] đã tái truyền dưỡng chấp tạm thời trước khi tái lập mạch tiêu hóa bằng phẫu thuật. Trong một nghiên cứu khác, Picot và cộng sự [4] đã chỉ ra những thay đổi về tình trạng dinh dưỡng, chức năng đường ruột, xét nghiệm gan, nhu cầu IVS trong tái truyền dưỡng chấp. Năm 2022, các tác giả trong [5] đã đánh giá vai trò của nuôi ruột hoàn hồi trong việc giảm các biến chứng xảy ra sau phẫu thuật đóng hậu môn nhân tạo. Duan và cộng sự [6] đã đánh giá hiệu quả của tái truyền dưỡng chấp đối với các bệnh nhân mắc bệnh Crohn và phẫu thuật mở ruột tạm thời. Kết quả cho thấy, tỷ lệ tắc ruột sau phẫu thuật giảm đi khi sử dụng tái truyền dưỡng chấp.

Để thay thế phương pháp nuôi ruột hoàn hồi thủ công, một số nghiên cứu đã đề xuất một số thiết bị tự động. Năm 2013, Picot đã đề xuất một loại bơm dưỡng chấp mới mở thông ruột lưu lượng cao tạm thời. Đây có thể coi là thiết kế đầu tiên của bơm nhu động nuôi ruột hoàn hồi trên thế giới. Vào năm 2020, Sharma và cộng sự đã phát triển một loại bơm nuôi ruột đầu xa mới dựa trên nguyên lý từ tính. Cũng theo nguyên lý đó, năm 2021, Solis và các cộng sự [9] đã giới thiệu một thiết kế nuôi ruột hoàn hồi mới nhằm duy trì tình trạng dinh dưỡng cũng như cung cấp một phương pháp xâm lấn tối thiểu cho những bệnh nhân mắc hội chứng ruột ngắn.

Ở Việt Nam, kỹ thuật nuôi ruột hoàn hồi còn hạn chế chưa được áp dụng phổ biến, hầu như đang áp dụng phương pháp nuôi dưỡng tĩnh mạch toàn phần. Nếu có các ca bệnh nuôi ruột hoàn hồi [10] thì hầu hết cũng thực hiện thủ công bằng cách nối đầu sonde tá tràng phía trên và dẫn lưu hồi tràng phía dưới bằng dây nối để tận dụng dịch tiêu hóa qua đầu ruột trên và truyền lại xuống đầu ruột dưới. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất thiết kế bơm nhu động nuôi ruột hoàn hồi mới. Thiết kế dựa theo nguyên lý hoạt động của các con lăn trên ống mềm trong chu kỳ làm việc của bơm. Thiết bị nuôi hoàn hồi này thay thế cho phương pháp nuôi thủ công, có thể cài đặt để hỗ trợ tái truyền dưỡng chấp trực tiếp đến vị trí các đoạn ruột mở thông.



Bơm nhu động sẽ được thiết kế gồm: Bốn con lăn có cùng đường kính 10 mm, vuông góc với nhau và tâm các con lăn nằm trên đường tròn bán kính 14 mm. Ống dẫn lưu với đường kính trong 3 mm, đường kính ngoài 5 mm với vật liệu là silicon (Hình 2a).

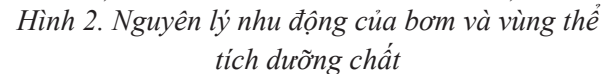


Figure 1 consists of two black and white photographs. Photograph (a) shows a rectangular, box-like device with a carrying handle on top. The front panel features a small digital display at the top left, a numeric keypad below it, and two rows of three push-buttons each. A large circular dial or port is located at the bottom center. Photograph (b) shows the same device with its front panel swung open to the right, revealing internal mechanical components, including a pump or motor assembly and various tubes and connectors. The device is shown on a flat surface.

3. THỰC NGHIỆM ĐO LƯU LƯỢNG VÀ THẢO LUẬN

Kết quả đo thể tích bơm đẩy ra sau 20 vòng quay với hai dưỡng chấp mẫu (sữa và cháo) trong 10 lần đo được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Kết quả đo thể tích thực nghiệm với sữa và cháo:

Lần đo	Thể tích bơm quay 20 vòng (sữa)	Thể tích bơm quay 20 vòng (cháo)
1	6.78 ml	6.65 ml
2	6.80 ml	6.66 ml
3	6.83 ml	6.62 ml
4	6.79 ml	6.75 ml
5	6.71 ml	6.68 ml
6	6.77 ml	6.66 ml
7	6.78 ml	6.70 ml
8	6.76 ml	6.64 ml
9	6.85 ml	6.57 ml
10	6.73 ml	6.67 ml
TB	6.78 ml	6.66 ml

Từ kết quả đo của bơm trong 20 vòng quay, ta tính toán được lưu lượng riêng của bơm với từng loại dưỡng chấp mẫu:

Lưu lượng riêng của bơm với sữa:

$$Q_{rs} = \frac{\text{thể tích bơm}}{\text{số vòng quay}} = 0.339 \text{ ml/vòng.}$$

Lưu lượng riêng của bơm với cháo:

$$Q_{rc} = \frac{\text{thể tích bơm}}{\text{số vòng quay}} = 0.333 \text{ ml/vòng.}$$

Sau khi có được lưu lượng riêng của bơm, nghiên cứu tiếp tục tiến hành đo lưu lượng trung bình khi thay đổi tốc độ của bơm (n: vòng/phút). Kết quả so sánh với lưu lượng trung bình lý thuyết: $Q_{tblt} = Q_{rlt} \times n$ (Bảng 2, Bảng 3).

Bảng 2. Kết quả đo lưu lượng trung bình với sữa:

Tốc độ (vòng/phút)	Q_{tblt} (ml/phút)	Q_{tbtt} (ml/phút)
4	1.38	1.27
8	2.77	2.58
12	4.16	3.92
16	5.55	5.43
20	6.93	6.73

Bảng 3. Kết quả đo lưu lượng trung bình với cháo:

Tốc độ (vòng/phút)	Q_{tblt} (ml/phút)	Q_{tbtt} (ml/phút)
4	1.38	1.25
8	2.77	2.56
12	4.16	3.90
16	5.55	5.32
20	6.93	6.69

Từ đặc tính lưu lượng bảng 2 và bảng 3 ta thấy rằng:

- Lưu lượng trung bình thực nghiệm nhỏ hơn lưu lượng trung bình lý thuyết.

- Khi càng tăng số vòng quay thì độ chênh lệch giữa lưu lượng trung bình lý thuyết và lưu lượng trung bình thực nghiệm càng giảm.

- Lưu lượng chênh lệch giữa thực nghiệm và lý thuyết của sữa là từ 2.16% - 7.97% còn đối với cháo là từ 3.46% - 9.42%. Nguyên nhân dẫn đến tình trạng chênh lệch là do khi tính toán trên lý thuyết chưa xét đến đặc tính đàn hồi, độ co giãn của ống dẫn lưu khi lắp vào bơm; độ đặc nhớt của lưu chất ảnh hưởng đến quá trình bơm.



4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đề xuất một thiết kế bơm nhu động mới trong nuôi ruột hoàn hồi dựa trên hoạt động của các con lăn vận chuyển dưỡng chất. Thiết bị đảm bảo cung cấp, vận chuyển dưỡng chất một cách chính xác dựa trên quá trình đo và thử nghiệm thực tế đầu ra. Tuy nhiên, để áp dụng được trong thực tế điều trị cần phải tối ưu các thông số thiết kế, cải tiến vật liệu chế tạo, tối ưu hiệu suất của bơm. Phương pháp nuôi hoàn hồi này trong tương lai sẽ mở ra hy vọng mới cho những bệnh nhân không may mắc hội chứng ruột ngắn cần hỗ trợ dinh dưỡng sớm, trực tiếp đến vị trí các đoạn ruột kém hấp thu, mất khả năng hấp thu. Thiết bị nuôi ruột hoàn hồi nhân tạo sẽ là một giải pháp thay thế cho phương pháp nuôi thủ công, tối ưu về nhân lực thực hiện, chi phí theo dõi, tiết kiệm thời gian và mang lại hiệu quả cao trong điều trị các bệnh nhân mắc hội chứng ruột ngắn ở trong nước. ❖

Ngày nhận bài: 15/5/2023

Ngày phản biện: 06/6/2023

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Kastl Jr, A. J., Terry, N. A., Wu, G. D., & Albenberg, L. G. (2020). *The structure and function of the human small intestinal microbiota: current understanding and future directions*. Cellular and molecular gastroenterology and hepatology, 9(1), 33-45.
- [2]. Massironi, S., Cavalcoli, F., Rausa, E., Invernizzi, P., Braga, M., & Vecchi, M. (2020). *Understanding short bowel syndrome: Current status and future perspectives*. Digestive and Liver Disease, 52(3), 253-261.
- [3]. Picot, D., Garin, L., Trivin, F., Kossovsky, M. P., Darmaun, D., & Thibault, R. (2010). *Plasma citrulline is a marker of absorptive small bowel length in patients with transient enterostomy and acute intestinal failure*. Clinical Nutrition, 29(2), 235-242.
- [4]. Picot, D., Layec, S., Seynhaeve, E., Dussaulx, L., Trivin, F., & Carsin-Mahe, M. (2020). *Chyme reinfusion in intestinal failure related to temporary double enterostomies and enteroatmospheric fistulas*. Nutrients, 12(5), 1376.
- [5]. Tian, W., Zhao, R., Xu, X., Zhao, Y., Luo, S., Tao, S., & Yao, Z. (2022). *Chyme reinfusion reducing the postoperative complications after definitive surgery for small intestinal enteroatmospheric fistula: a cohort study*. Frontiers in Nutrition, 9.
- [6]. Duan, M., Cao, L., Gao, L., Gong, J., Li, Y., & Zhu, W. (2020). *Chyme reinfusion is associated with lower rate of postoperative ileus in Crohn's disease patients after stoma closure*. Digestive Diseases and Sciences, 65, 243-249.
- [7]. Picot, D. (2013). *Entérostomies temporaires à haut débit et réinstillation du chyme à domicile. Expérience d'un centre*. Nutrition Clinique et Métabolisme, 27(4), 249-254.
- [8]. Sharma, P., Davidson, R., Davidson, J., Keane, C., Liu, C., Ritchie, S. R., & O'Grady, G. (2020). *Novel chyme reinfusion device for gastrointestinal fistulas and stomas: feasibility study*. Journal of British Surgery, 107(9), 1199-1210.
- [9]. Solis, E., Wright, D. B., O'Grady, G., & Ctercteko, G. (2021). *Chyme reinfusion nutritional management for enterocutaneous fistula: first international application of a novel pump technique*. Colorectal Disease, 23(7), 1924-1929.
- [10]. Nguyễn Thị Thuý Hồng, Lưu Thị Mỹ Thục, Vũ Mạnh Hoàn, Lường Hữu Bảy, Phạm Anh Thơ (2021); *Nuôi ăn hoàn hồi dịch tiêu hóa cho trẻ có dẫn lưu hai đầu ruột*, Báo cáo ca bệnh, Tạp chí Nghiên cứu Y học, 149(1), 248-253.
- [11]. Sánchez-Guillén, L., de Los Reyes, R. L., Vives-Rodríguez, E., Iglesias, A. M., & Cantón-Blanco, A. (2016). *Enteral nutrition in Crohn's disease with a high output enteroatmospheric fistula*. Cirug a Espa ola (English Edition), 9(94), 547-550.