

ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI VÙNG NỐI DẠ DÀY THỰC QUẢN TRÊN ĐO ÁP LỰC VÀ NHU ĐỘNG THỰC QUẢN ĐỘ PHÂN GIẢI CAO Ở BỆNH NHÂN CÓ TRIỆU CHỨNG TRÀO NGƯỢC

Đỗ Nhật Phương² và Đào Việt Hằng^{1,2,✉}

¹Trường Đại học Y Hà Nội

²Viện Nghiên cứu và Đào tạo Tiêu hoá, Gan mật

Bất thường về hình thái và chức năng vùng nối dạ dày – thực quản (EGJ) là một yếu tố quan trọng trong cơ chế bệnh sinh của trào ngược dạ dày thực quản (GERD) nhưng dữ liệu đánh giá về vai trò của yếu tố này tại Việt Nam còn hạn chế. Nghiên cứu hồi cứu cắt ngang thu thập được 856 bệnh nhân có điểm GerdQ ≥ 8 từ tháng 9/2020 đến tháng 3/2023 nhằm mô tả hình thái vùng nối dạ dày – thực quản trên đo áp lực và nhu động thực quản độ phân giải cao (HRM) và mối liên quan với đặc điểm lâm sàng, nội soi. Tuổi trung bình là $48,3 \pm 13,8$ và 35,8% là nam giới. Các triệu chứng lâm sàng chiếm tỉ lệ cao nhất ở nhóm bệnh nhân nghiên cứu là cảm giác trào ngược (81,9%), ợ hơi (70,1%) và nóng rát sau xương ức (50,1%). Thoát vị hoành trên nội soi chỉ chiếm 4,3%. Trên HRM, 86,4% bệnh nhân có EGJ type I (n=740). Tỉ lệ thoát vị hoành trên HRM (EGJ type III) thấp, chỉ 2,7%. Nhóm bệnh nhân thoát vị hoành trên HRM có tuổi trung bình cao hơn và tỉ lệ nam giới thấp hơn đáng kể. Trung vị áp lực khi nghỉ của cơ thắt thực quản dưới, áp lực khi nghỉ của EGJ trong 4 giây (IRP4s) ở nhóm EGJ type III thấp hơn so với hai nhóm còn lại, nhưng số liệu này không có ý nghĩa thống kê.

Từ khóa: Vùng nối dạ dày – thực quản (EGJ), thoát vị hoành, áp lực và nhu động thực quản độ phân giải cao (HRM).

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo định nghĩa Montreal năm 2006, bệnh trào ngược dạ dày thực quản (GERD) là tình trạng bệnh lý khi chất trong dạ dày trào ngược gây triệu chứng khó chịu và/ hoặc gây biến chứng.¹ Cơ chế bệnh sinh của GERD bao gồm nhiều yếu tố như bất thường về hình thái và chức năng vùng nối dạ dày – thực quản (Esophagogastric junction - EGJ) bao gồm các bất thường về hình thái và chức năng của LES và cơ hoành như bất thường về áp lực LES, thoát vị hoành, giãn cơ thắt thực quản dưới (LES) thoáng qua, các bất thường nhu động thực quản, suy giảm khả năng thanh thải của

thực quản, quá trình làm trống dạ dày chậm và các yếu tố bảo vệ niêm mạc bị suy yếu.² Đo áp lực và nhu động thực quản độ phân giải cao (HRM) đóng vai trò quan trọng để đánh giá bất thường về hình thái, áp lực vùng EGJ và LES, từ đó xác định yếu tố nguy cơ đối với GERD. Theo đồng thuận Lyon 2024, các yếu tố ủng hộ chẩn đoán GERD trên HRM bao gồm giảm áp lực vùng EGJ, thoát vị hoành, rối loạn giảm nhu động thực quản bao gồm nhu động thực quản không hiệu quả (IEM) và mất nhu động hoàn toàn.³ Theo phân loại Chicago 3.0, hình thái vùng EGJ được phân loại thành 3 type dựa vào khoảng cách giữa cơ hoành và LES, trong đó, type III với khoảng cách giữa LES và cơ hoành $> 2\text{cm}$ được coi là thoát vị hoành trên HRM.⁴ Hình thái EGJ được chứng minh là một yếu tố quan trọng quyết định đến chức năng của hàng rào chống trào ngược, trong đó trào

Tác giả liên hệ: Đào Việt Hằng

Trường Đại học Y Hà Nội

Email: daoviethang@hmu.edu.vn

Ngày nhận: 11/07/2024

Ngày được chấp nhận: 29/07/2024

ngược thường xảy ra ở bệnh nhân EGJ type III (bệnh nhân có hình ảnh thoát vị hoành trên HRM).⁵ Tại Việt Nam, nghiên cứu của Đặng Thị Lỗn và cộng sự ở 36 bệnh nhân có thoát vị hoành trượt trên nội soi đã chỉ ra tỉ lệ EGJ type III trên HRM là 27,8% và không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giá trị áp lực LES trung bình giữa các type hình thái EGJ trên HRM và các mức phân loại Hill trên nội soi.⁶ Tuy nhiên, dữ liệu về hình thái EGJ trên HRM ở bệnh nhân trào ngược tại Việt Nam còn hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm mục tiêu mô tả hình thái EGJ bằng kĩ thuật HRM ở bệnh nhân có triệu chứng trào ngược và đánh giá mối liên quan giữa đặc điểm lâm sàng, nội soi với hình thái EGJ trên HRM.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Đối tượng

Bệnh nhân từ 18 tuổi trở lên có điểm GerdQ ≥ 8 , được chỉ định nội soi dạ dày thực quản và đo áp lực và nhu động thực quản độ phân giải cao (HRM). Nghiên cứu loại trừ các bệnh nhân có tiền sử cắt thực quản, ung thư thực quản, hẹp thực quản, xuất huyết tiêu hoá trên, hội chứng tăng áp lực tĩnh mạch cửa, phụ nữ có thai, bệnh nhân có vấn đề tâm thần kinh và không hợp tác với hướng dẫn của điều dưỡng.

2. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu

Hồi cứu mô tả.

Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Từ tháng 9/2020 đến tháng 3/2023 tại Viện Nghiên cứu và Đào tạo Tiêu hoá, Gan mật – Phòng khám Đa khoa Hoàng Long.

Phương pháp chọn mẫu

Chọn mẫu toàn bộ dựa vào tiêu chuẩn lựa chọn và loại trừ trong thời gian nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu thu tuyển các bệnh nhân đủ tiêu

chuẩn, thu thập các thông tin về đặc điểm nhân khẩu học, triệu chứng bệnh, tiền sử bệnh và sử dụng thuốc, kết quả nội soi, kết quả đo HRM. Về đặc điểm lâm sàng, bệnh nhân được hỏi 2 bộ câu hỏi đánh giá mức độ nặng của triệu chứng là FSSG và GerdQ với ngưỡng điểm ≥ 8 chẩn đoán GERD.^{7,8} Trên nội soi, mức độ viêm thực quản trào ngược được đánh giá dựa trên phân loại Los Angeles và thoát vị hoành được đánh giá với phân loại Hill.⁹ Các bệnh nhân được đo HRM bằng hệ thống catheter nước 22 kênh cảm biến của hãng Laborie với quy trình theo thứ tự nhịp nền – 10 nhịp nuốt đơn – 2 nhịp nuốt nhanh liên tiếp. Kết quả HRM bao gồm các đặc điểm cơ thắt thực quản trên (UES) và dưới (LES), hình thái vùng nối EGJ và chẩn đoán nhu động thực quản được đánh giá theo phân loại Chicago 3.0.⁴ Trong đó, hình thái vùng nối EGJ được chia thành 3 type:

+ Type I: Đường áp lực cơ hoành và LES trùng nhau.

+ Type II: Khoảng cách giữa đường áp lực cơ hoành và LES cách nhau 1 – 2cm, có thể xuất hiện không liên tục.

+ Type III: Khoảng cách giữa đường áp lực cơ hoành và LES cách nhau > 2 cm, được phân loại thành type IIIa và IIIb, được coi là thoát vị hoành trên HRM.

Xử lý số liệu

Dữ liệu được nhập và làm sạch bằng phần mềm Epidata 3.1 và xử lý bằng phần mềm STATA 22.0. Các biến được trình bày dưới dạng tỉ lệ phần trăm với biến định tính và trung bình \pm độ lệch chuẩn hoặc trung vị (tứ phân vị) với biến định lượng. Sự khác biệt giữa 3 nhóm độc lập được sử dụng để kiểm định ANOVA và Krustal-Wallis.

3. Đạo đức nghiên cứu

Bệnh nhân đủ tiêu chuẩn được trao đổi, cung cấp thông tin về nghiên cứu và mời tham

gia nghiên cứu. Các bệnh nhân từ chối không tham gia nghiên cứu hoặc rút khỏi nghiên cứu sau khi đã chấp thuận tham gia sẽ không bị phân biệt đối xử dưới bất kì hình thức nào và sẽ tiếp tục nhận được chăm sóc y tế theo thường quy. Chi phí đo HRM được đề tài chi trả.

III. KẾT QUẢ

Nghiên cứu thu tuyển được 856 bệnh nhân đủ tiêu chuẩn lựa chọn. Tuổi trung bình của bệnh nhân nghiên cứu là $48,3 \pm 13,8$ và 35,8% là nam giới. Các triệu chứng lâm sàng chiếm tỉ lệ cao nhất ở nhóm bệnh nhân nghiên cứu là cảm giác trào ngược (81,9%), ợ hơi (70,1%) và nóng rát sau xương ức (50,1%). Tỉ lệ bệnh nhân có FSSG ≥ 8 là 75,7%. Trên nội soi, phần lớn bệnh

nhân có viêm thực quản trào ngược nhẹ độ A (48,6%). Thoát vị hoành trên nội soi chiếm tỉ lệ nhỏ, chỉ có 34 bệnh nhân chiếm tỉ lệ 4,3%.

Trên HRM, dựa vào hình thái vùng nổi dạ dày – thực quản, bệnh nhân nghiên cứu được chia thành ba nhóm với số lượng bệnh nhân chủ yếu ở type I (86,4%, $n = 740$). Thoát vị hoành trên HRM chiếm tỉ lệ thấp 2,7% ($n = 23$). Nhóm bệnh nhân bị thoát vị hoành trên HRM (EGJ type III) có tuổi trung bình cao hơn và tỉ lệ nam giới ít hơn đáng kể so với 2 nhóm còn lại ($p < 0,05$). Không có sự khác biệt giữa điểm FSSG giữa 3 nhóm hình thái EGJ. Có 1 bệnh nhân có EGJ type III trên HRM có thoát vị hoành trên nội soi. Các đặc điểm khác được trình bày cụ thể ở bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. So sánh đặc điểm nhân khẩu học, triệu chứng lâm sàng và đặc điểm nội soi giữa các nhóm bệnh nhân

Đặc điểm	EGJ type I (n = 740)	EGJ type II (n = 93)	EGJ type III (n = 23)	p
Tuổi, TB \pm ĐLC	47,7 \pm 13,8	51,6 \pm 12,3	56,0 \pm 14,3	0,0009
Nam giới, n (%)	275 (37,2)	29 (31,2)	2 (8,7)	0,012
BMI, TB \pm ĐLC	21,7 \pm 2,8	21,9 \pm 2,5	22,3 \pm 1,9	0,48
Phân loại BMI, n (%)				0,104
Thiếu cân	81 (11,0)	7 (7,5)	0 (0)	
Bình thường	430 (58,1)	53 (57,0)	19 (82,6)	
Thừa cân/ Béo phì	229 (31,0)	33 (35,5)	4 (17,4)	
Điểm FSSG, TV (IQR)	12 [8, 18]	12 [8, 17]	13 [8, 16]	0,92
FSSG ≥ 8 , n (%)	560 (75,7)	70 (75,3)	18 (78,3)	0,96
VTQTN theo Los Angeles, n (%)				0,992
Không	319 (46,9)	42 (47,2)	10 (45,5)	
LA độ A	329 (48,4)	43 (48,3)	12 (54,6)	
LA độ B	20 (2,9)	3 (3,4)	0 (0)	
LA độ C	6 (0,9)	0 (0)	0 (0)	
Thoát vị hoành trên nội soi, n (%)	30 (4,4)	3 (3,4)	1 (4,5)	1,0

Các đặc điểm trên HRM giữa 3 nhóm hình thái EGJ khác nhau được trình bày ở bảng 2. Trung vị áp lực khi nghỉ của LES và IRP4s ở

nhóm có thoát vị hoành trên HRM thấp hơn so với 2 nhóm không có thoát vị hoành ($p < 0,05$), nhưng số liệu này không có ý nghĩa thống kê.

Bảng 2. So sánh đặc điểm HRM giữa các nhóm bệnh nhân

Đặc điểm	EGJ Type I (n = 740)	EGJ Type II (n = 93)	EGJ Type III (n = 23)	p
Chiều dài UES (cm), TV (IQR)	5 [4,4; 5,4]	4,9 [4,5; 5,3]	4,8 [4; 5,1]	0,23
Áp lực trung bình UES (mmHg), TV (IQR)	43,2 [31,25; 61,45]	45,1 [29,1; 58,4]	37,1 [28,5; 60,2]	0,59
Áp lực thấp nhất khi giãn của UES (mmHg), TV (IQR)	13,6 [8,1; 19,3]	10,9 [5,3; 17,3]	13,3 [5,5; 16,2]	0,59
Áp lực khi nghỉ của LES (mmHg), TV (IQR)	17,25 [11,75; 25,1]	20 [12,9; 27,5]	16 [12,4; 27,6]	0,12
IRP4s (mmHg), TV (IQR)	6,35 [4; 9,9]	7,1 [4,3; 12,4]	5,1 [2,9; 9,4]	0,13
Áp lực LES thấp (< 10mmHg), n (%)	116 (15,7)	8 (8,6)	3 (13,0)	0,19
IRP4s thấp (< 5mmHg), n (%)	270 (36,5)	30 (32,3)	11 (47,8)	0,37
EGJ-CI, TV (IQR)	31 [17, 49]	34 [19, 59]	33 [21, 64]	0,18
Giảm nhu động thực quản, n (%)				0,431
Mất nhu động hoàn toàn	29 (3,9)	5 (5,4)	1 (4,4)	
Nhu động thực quản không hiệu quả	387 (52,3)	46 (49,5)	11 (47,8)	

IV. BÀN LUẬN

Nghiên cứu của chúng tôi chỉ ra, tuổi trung bình của nhóm EGJ type III cao hơn và tỉ lệ nam giới đáng kể so với nhóm EGJ type I và II. Kết quả này tương tự ở 333 bệnh nhân thoát vị hoành cho thấy xu hướng tăng tỉ lệ thoát vị hoành khi tuổi càng cao.¹⁰ Cơ chế có thể do sự yếu đi và kém linh hoạt của vùng nối dạ dày thực quản bao gồm cơ hoành và cơ thắt thực quản dưới ở người lớn tuổi. Về ảnh hưởng của giới tính, các nghiên cứu không cho thấy sự khác biệt về tỉ lệ thoát vị hoành giữa nam và nữ.

Nghiên cứu của chúng tôi chỉ ra không có sự liên quan giữa tỉ lệ thoát vị hoành trên nội soi và trên HRM. Một nghiên cứu tổng quan hệ thống và phân tích gộp khác cho thấy HRM cho kết quả chẩn đoán thoát vị hoành tốt hơn so với

chụp X-quang và nội soi, khi so sánh với tiêu chuẩn vàng là phát hiện thoát vị hoành trên phẫu thuật.¹¹ Sự khác nhau này có thể do nghiên cứu của chúng tôi không dựa vào tiêu chuẩn thoát vị hoành trên phẫu thuật. Ngoài ra, tiêu chuẩn phân loại của thoát vị hoành trên nội soi và HRM là khác nhau, khi trên HRM, theo phân loại Chicago 3.0, thoát vị hoành xảy ra khi khoảng cách giữa cơ thắt thực quản dưới và cơ hoành > 2cm, trong khi đó, trên nội soi, thoát vị hoành được chia thành 4 loại dựa trên hình ảnh nội soi khi quạt ngược dây soi để quan sát tại vị trí tâm – phình vị.

Kết quả nghiên cứu này không cho thấy sự khác biệt về trung vị IRP4s, áp lực khi nghỉ của LES và tỉ lệ giảm nhu động thực quản giữa 3 nhóm hình thái vùng EGJ trên HRM. Số liệu này

trái ngược với nghiên cứu của Sabine Roman và nghiên cứu của tác giả Voulgaris khi ở nhóm được chẩn đoán GERD, tỉ lệ rối loạn giảm nhu động cao hơn đáng kể ở nhóm EGJ type III trên HRM (61,1% ở type III so với 39,4% ở type I và 50% ở type II)^{12,13} Cơ chế của thoát vị hoành gây ra sự thay đổi về mặt giải phẫu và sinh lý trong hàng rào chống trào ngược bình thường bằng một số cơ chế: làm giảm chiều dài và áp lực của LES, làm suy yếu tác động của cơ hoành, liên quan đến giảm nhu động thực quản, tăng diện tích mặt cắt ngang của vùng nối dạ dày thực quản, dẫn tới giảm chức năng của LES và suy giảm khả năng thanh thải thực quản.¹⁴ Tuy nhiên, có thể do tỉ lệ thoát vị hoành của chúng tôi rất thấp, chỉ 23 bệnh nhân chiếm 2,7% nên không có sự khác biệt về các chỉ số HRM giữa các nhóm hình thái EGJ. Vì vậy, dữ liệu này cần được nghiên cứu chuyên sâu trong tương lai với cỡ mẫu lớn hơn.

Việc quản lý GERD hiện nay chủ yếu dựa trên liệu pháp ức chế bơm proton PPI. Trong nghiên cứu này của chúng tôi, bệnh nhân chủ yếu hình thái EGJ type I chiếm 86,4%. Một nghiên cứu của Mentore Ribolsi cho kết quả tỉ lệ bệnh nhân EGJ type I không đáp ứng PPI cao hơn đáng kể so với nhóm đáp ứng với PPI và bệnh nhân EGJ type I trên HRM có nguy cơ không đáp ứng với PPI cao hơn 1,8 lần so với nhóm EGJ type II và type III ($p = 0,047$).¹⁵ Tuy nghiên cứu này không đề cập đến việc đáp ứng điều trị PPI ở các nhóm hình thái EGJ khác nhau trên HRM, nhưng tỉ lệ EGJ type I rất cao ở bệnh nhân GERD tại Việt Nam. Điều này đặt ra khó khăn và thách thức trong điều trị nội khoa ở nhóm bệnh nhân này và mở ra hướng nghiên cứu mới cần được phân tích sâu hơn trong tương lai.

V. KẾT LUẬN

Thoát vị hoành trên HRM chiếm tỉ lệ thấp. Tuổi trung bình của nhóm EGJ type III cao hơn và tỉ lệ nam giới đáng kể so với nhóm EGJ type I và II. Áp lực khi nghỉ của LES và IRP4s ở nhóm

EGJ type III có trung vị thấp hơn so với hai nhóm còn lại, nhưng không có ý nghĩa thống kê.

NGUỒN KINH PHÍ

Các bệnh nhân trong bài báo này được hỗ trợ kinh phí từ đề tài của Bộ Khoa học & Công nghệ, tên đề tài "**Nghiên cứu đánh giá rối loạn vận động và bài tiết một số bệnh lý dạ dày, thực quản**", mã số ĐTDLCN.04/20

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vakil N, van Zanten SV, Kahrilas P, Dent J, Jones R, Global Consensus G. The Montreal definition and classification of gastroesophageal reflux disease: a global evidence-based consensus. *Am J Gastroenterol*. 2006; 101(8): 1900-1920; quiz 1943.
2. De Giorgi F, Palmiero M, Esposito I, Mosca F, Cuomo R. Pathophysiology of gastro-oesophageal reflux disease. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2006; 26(5): 241-246.
3. Gyawali CP, Yadlapati R, Fass R, et al. Updates to the modern diagnosis of GERD: Lyon consensus 2.0. *Gut*. 2024; 73(2): 361-371.
4. Kahrilas PJ, Bredenoord AJ, Fox M, et al. The Chicago Classification of esophageal motility disorders, v3.0. *Neurogastroenterol Motil*. 2015; 27(2): 160-174.
5. Ham H, Cho YK, Lee HH, et al. Esophagogastric junction contractile integral and morphology: Two high-resolution manometry metrics of the anti-reflux barrier. *J Gastroenterol Hepatol*. 2017; 32(8): 1443-1449.
6. Đặng Thị Lõn, Nguyễn Thuỳ Linh, Đào Việt Hằng, Đào Văn Long. Hình thái vùng nối dạ dày - thực quản và áp lực cơ thắt thực quản dưới bằng kỹ thuật HRM ở bệnh nhân có thoát vị hoành trượt trên nội soi. *Tạp chí Y dược Lâm sàng 108*. 2020; Tập 15:25-30.
7. Kusano M, Shimoyama Y, Sugimoto S, et al. Development and evaluation of FSSG:

frequency scale for the symptoms of GERD. *J Gastroenterol.* 2004; 39(9): 888-891.

8. Jones R, Junghard O, Dent J, et al. Development of the GerdQ, a tool for the diagnosis and management of gastro-oesophageal reflux disease in primary care. *Aliment Pharmacol Ther.* 2009; 30(10): 1030-1038.

9. Sami S, Ragunath K. The Los Angeles Classification of Gastroesophageal Reflux Disease. *Video Journal and Encyclopedia of GI Endoscopy.* 2013; 1: 103-104.

10. Redd M, Faisal MF, Gutta A, Chhabra R. Impact of Age on the Prevalence of Hiatal Hernia: 2484. *American Journal of Gastroenterology.* 2015; 110:S1028.

11. Li L, Gao H, Zhang C, et al. Diagnostic value of X-ray, endoscopy, and high-resolution manometry for hiatal hernia: A systematic review and meta-analysis. *J Gastroenterol Hepatol.* 2020; 35(1): 13-18.

12. Roman S, Kahrilas PJ, Kia L, Luger D, Soper N, Pandolfino JE. Effects of large hiatal hernias on esophageal peristalsis. *Arch Surg.* 2012; 147(4): 352-357.

13. Voulgaris T, Hoshino S, Yazaki E. Is there a direct relationship between hiatal hernia size, esophageal body hypomotility and symptomatic perception of gastroesophageal reflux episodes? *Ann Gastroenterol.* 2023; 36(6): 599-604.

14. Gordon C, Kang JY, Neild PJ, Maxwell JD. The role of the hiatus hernia in gastro-oesophageal reflux disease. *Aliment Pharmacol Ther.* 2004; 20(7): 719-732.

15. Ribolsi M, Savarino E, Rogers B, et al. High-resolution Manometry Determinants of Refractoriness of Reflux Symptoms to Proton Pump Inhibitor Therapy. *Journal of neurogastroenterology and motility.* 2020; 26(4): 447-454.

Summary

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE ESOPHAGOGASTRIC JUNCTION ON HIGH-RESOLUTION MANOMETRY IN PATIENTS WITH REFLUX SYMPTOMS

Abnormalities in morphology and function of the esophagogastric junction (EGJ) play an important role in the pathogenesis of gastroesophageal reflux disease (GERD), but data in Vietnam is limited. A cross-sectional retrospective study was performed and data were collected from 856 patients with GerdQ score ≥ 8 from September 2020 to March 2023 to describe the EGJ morphology on high-resolution manometry (HRM) and its relationship with clinical symptoms and endoscopic characteristics. Mean age was 48.3 ± 13.8 years and 35.8% were male. The most common symptoms were regurgitation (81.9%), belching (70.1%) and heartburn (50.1%). On endoscopy, hiatal hernia accounted for only 4.3%. On HRM, 86.4% of patients had EGJ type I ($n = 740$). The percentage of hiatal hernia (EGJ type III) was low, only 2.7%. Patients with hiatal hernia on HRM group had significantly higher average age and lower proportion of males. Median lower esophageal sphincter (LES) resting pressure, integrated relaxation pressure in 4 seconds (IRP4s) and esophagogastric junction contractile integral (EGJ-CI) in the EGJ type III group were lower compared to the other two groups, but these data were not statistically significant.

Keywords: Esophagogastric junction (EGJ), hiatal hernia, high-resolution manometry (HRM).