

Đánh giá mối liên quan giữa các chỉ số rối loạn đồng bộ cơ học thất trái bằng siêu âm đồng bộ mô TSI với xạ hình tưới máu cơ tim có gắn cổng điện tim ở bệnh nhân sau nhồi máu cơ tim

To determine the correlation between cardiac mechanical synchrony parameters using tissue synchronization imaging (TSI) and GSPECT in patient after myocardial infarction

Nguyễn Thị Thanh Trung*, Lê Ngọc Hà**,
Phạm Thái Giang**

*Bệnh viện Đa khoa tỉnh Thái Bình,
**Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

Tóm tắt

Mục tiêu: Xác định mối liên quan giữa các chỉ số đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái bằng siêu âm đồng bộ mô TSI với GSPECT. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu mô tả cắt ngang trên 140 đối tượng trong đó có 106 bệnh nhân sau nhồi máu cơ tim và 34 bệnh nhân không có bệnh tim mạch. **Kết quả:** Tuổi trung bình ở nhóm bệnh nhân sau nhồi máu cơ tim $65,4 \pm 10,3$ năm, nam giới chiếm 83,96% và nhóm chứng có tuổi trung bình là $62,7 \pm 6,4$ năm và 76,47% nam giới. Ở nhóm sau nhồi máu cơ tim, chỉ số rối loạn đồng bộ thất trái trên siêu âm gồm Ts-Diff là $121,81 \pm 49,81$, Ts-SD 12 là $43,16 \pm 22,19$, trên xạ hình tưới máu cơ tim có gắn cổng điện tim gồm PSD là $48,69 \pm 19,49$ và HBW là $154,95 \pm 71,97$. Chỉ số Ts-Diff 12 và Ts-SD 12 đều có tương quan tuyến tính với chỉ số PSD, HBW trên xạ hình tưới máu cơ tim có gắn cổng điện tim với r lần lượt là 0,64; 0,57 và 0,60; 0,53. GSPECT có khả năng phát hiện ra số ca rối loạn đồng bộ nhiều hơn so với TSI. **Kết luận:** Giá trị của các chỉ số đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái bằng TSI trong nghiên cứu có liên quan với chỉ số đánh giá rối loạn đồng bộ trên GSPECT.

Từ khóa: Siêu âm đồng bộ mô (TSI), xạ hình tưới máu cơ tim có gắn cổng điện tim (GSPECT).

Summary

Objective: To determine the correlation between cardiac mechanical synchrony parameters using tissue synchronization imaging (TSI) and GSPECT in patient after myocardial infarction. **Subject and method:** Cross-sectional study was conducted on 34 subjects without cardiovascular disease and 104 patients after myocardial infarction. **Result:** The average age of disease group was 65.4 ± 10.3 years with 83.96% male and control group was 62.7 ± 6.4 years with 76.47%. Values of cardiac mechanical synchrony parameters include of disease group was: Ts-Diff 12: 121.81 ± 49.81 , Ts-SD 12: 43.16 ± 22.19 , PSD: 48.69 ± 19.49 and HBW: 154.95 ± 71.97 . Both of Ts-Diff 12 and Ts-SD 12 were linearly correlated with PSD and HBW (r was 0.64, 0.57 and 0.60; 0.53 respectively).

Ngày nhận bài: 07/6/2019, ngày chấp nhận đăng: 13/6/2019

Người phản hồi: Nguyễn Thị Thanh Trung, Email: bsnguyenthanchtrungtm@gmail.com - Bệnh viện ĐK tỉnh Thái Bình

Conclusion: The values of cardiac mechanical synchrony parameters using TSI in patient after myocardial infarction is correlated with parameters using GSPECT.

Keywords: Tissue synchronization imaging (TSI), Gated Single Photon Emission Computed Tomography (GSPECT).

1. Đặt vấn đề

Rối loạn đồng bộ thất trái là một trong những hậu quả của bệnh động mạch vành, đặc biệt sau nhồi máu cơ tim (NMCT). Sau nhồi máu cơ tim có tới 54,8 - 69,0% bệnh nhân rối loạn đồng bộ thất trái dựa trên đánh giá bằng siêu âm Doppler mô [2], [3]. Rối loạn đồng bộ thất trái có liên quan mật thiết với tình trạng suy tim, làm tăng biến cố tim mạch cũng như tỷ lệ chết ở bệnh nhân sau nhồi máu cơ tim [4].

Đã có nhiều phương pháp đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái như: Điện tâm đồ, siêu âm Doppler mô cơ tim, siêu âm 3D, chụp xạ hình tưới máu cơ tim (XHTMXT) có gắn cổng điện tim. Trong đó, siêu âm đồng bộ mô (TSI) là phương pháp đơn giản, rẻ tiền có thể thực hiện được ở bất kỳ trung tâm tim mạch nào. Gần đây, xạ hình tưới máu cơ tim có gắn cổng điện tim (GSPECT) cũng được sử dụng như một công cụ đánh giá tình trạng rối loạn đồng bộ cơ học thất trái. Đây là phương pháp khá chính xác và khách quan so với siêu âm và điện tim trong chẩn đoán tình trạng rối loạn đồng bộ thất trái. Mặc dù ở nước ta đã có một số nghiên cứu về sử dụng siêu âm Doppler mô trong chẩn đoán tình trạng rối loạn đồng bộ thất trái nhưng chưa có nghiên cứu nào đánh giá các chỉ số rối loạn đồng bộ thất trái trên GSPECT cũng như mối liên quan giữa các chỉ số này với thông số trên TSI ở BN sau NMCT. Vì vậy, chúng tôi thực hiện nghiên cứu này với mục tiêu: *Khảo sát các chỉ số rối loạn đồng bộ cơ học thất trái bằng TSI và GSPECT đồng thời tìm hiểu mối liên quan giữa các chỉ số rối loạn đồng bộ thất trái bằng hai phương pháp này ở các bệnh nhân sau NMCT.*

2. Đối tượng và phương pháp

2.1. Đối tượng

Nghiên cứu được thực hiện tại Bệnh viện Trung ương Quân đội 108 từ tháng 10/2014 đến tháng 12/2017, trên nhóm bệnh gồm 106 bệnh

nhân sau nhồi máu cơ tim và nhóm chứng gồm 34 đối tượng không mắc bệnh tim mạch.

Tiêu chuẩn lựa chọn bệnh nhân

Nhóm bệnh:

Được chẩn đoán NMCT cấp theo tiêu chuẩn của Tổ chức Y tế Thế giới.

Đã qua giai đoạn cấp ít nhất 14 ngày.

Tình trạng lâm sàng, huyết động ổn định. Các chỉ số xét nghiệm men tim đặc hiệu bình thường.

Đang trong giai đoạn hồi phục của bệnh.

Có đủ tiêu chuẩn chỉ định chụp xạ hình SPECT theo hướng dẫn của Hội Tim mạch Học nhân Hoa Kỳ năm 2010.

Nhóm chứng:

Khám lâm sàng không phát hiện bệnh tim mạch.

Điện tâm đồ, siêu âm tim bình thường.

Không có bằng chứng thiếu máu cơ tim trên chụp XHTMCT: Điểm khuyết xạ ở mỗi vùng < 2, SRS < 4, SSS < 4, tổng diện khuyết xạ (total perfusion deficit) < 5%.

2.2. Phương pháp

Nghiên cứu mô tả cắt ngang, có so sánh hai nhóm không ngẫu nhiên.

Địa điểm: Khoa Nội tim mạch (A2A) - Viện Tim mạch, Bệnh viện Trung ương Quân đội 108.

Các bước tiến hành nghiên cứu:

Tất cả các đối tượng được hỏi bệnh, thăm khám lâm sàng.

Làm các xét nghiệm cơ bản gồm: Chụp X-quang phổi, điện tâm đồ 12 chuyển đạo, xét nghiệm sinh hóa cơ bản.

Siêu âm Doppler tim được làm trên hệ thống siêu âm - Doppler màu VIVID 7 của hãng GE HEALTH CARE (Mỹ) 2008. Các thông số ghi nhận gồm Dd, Ds, EDV, ESV, EF, các thông số

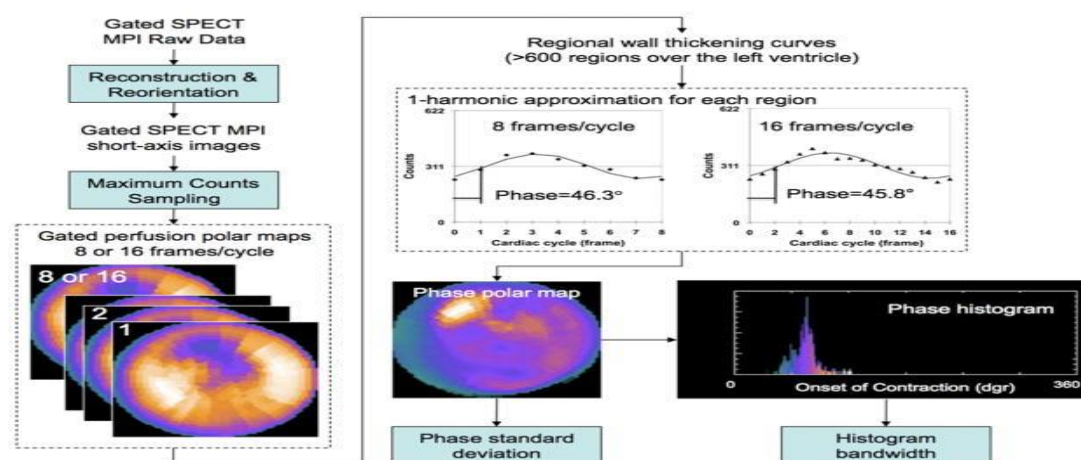
đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái gồm độ lệch chuẩn thời gian đạt vận tốc tâm thu tối đa của 12 vùng cơ tim (Ts-SD), chênh lệch lớn nhất thời gian đạt vận tốc tâm thu tối đa giữa 12 vùng cơ tim (Ts-Diff).

Nguyên lý của siêu âm Doppler mô trong đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái: Thất trái được chia thành 12 vùng và mỏm tim. Trên các mặt cắt 4 buồng, 2 buồng, chiều và vận tốc chuyển động của từng vùng cơ tim được xác định và được mã hóa màu từ xanh đến đỏ. Từ dữ liệu đó tính được độ lệch chuẩn thời gian đạt vận tốc tối đa giữa 12 vùng (Ts SD) và độ chênh lệch lớn nhất thời gian đạt vận tốc tối đa giữa 12 vùng (TsDiff) và độ chênh lệch thời gian đạt vận tốc tâm thu tối đa của vùng nền và vùng vách liên thất (SPWMD). Xác định có rối loạn đồng bộ thất trái khi: Ts-SD $\geq 34,4\text{ms}$ hoặc Ts-Diff $\geq 105\text{ms}$ hoặc SPWMD $\geq 130\text{ms}$ [4].

2.3. Chụp xạ hình tưới máu cơ tim có gắn cổng điện tim

Phương tiện: Máy GSPECT gamma camera 2 đầu (dual head), Infinia của Hãng GE, Hoa kỳ.

Nguyên lý của chụp GSPECT: Thành thất trái được chia thành hơn 600 vùng. Mỗi chu kỳ tim được chia thành nhiều pha (8 hoặc 16 pha). Quy ước mỗi chu kỳ tim là 360 độ. Máy ghi nhận số đếm phóng xạ thu được ở từng vùng cơ tim trong từng pha sẽ tương ứng với độ dày của vùng cơ tim đó. Từ dữ liệu thu được máy sẽ sử dụng hàm Fourier để quy ra thời điểm cơ tim bắt đầu co bóp gọi là OMC (onset of myocardial contraction). Máy tự động tính ra PSD là độ lệch chuẩn thời gian bắt đầu co bóp của hơn 600 vùng cơ tim (độ lệch chuẩn của 600 OMC). Thông số OMC của 600 vùng cơ tim cũng được chuyển thành biểu đồ Histogram. Máy tự động tính ra HBW là khoảng thời gian chứa 95% các điểm OMC. HK, HS tương ứng là độ gù, độ lệch của biểu đồ Histogram.



Hình 1. Phân tích pha với biểu đồ cực và biểu đồ Histogram trong xạ hình tưới máu cơ tim có gắn cổng điện tim đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái [7]

Cách đánh giá RLDB thất trái trên XHTMCT

Nhóm chứng được đánh giá 4 chỉ số PSD, HBW, HK, HS.

Từ trung bình của PSD và HBW của nhóm chứng, chúng tôi lấy ngưỡng $> +2\text{SD}$ của nhóm chứng là ngưỡng rối loạn đồng bộ. Như vậy tiêu chuẩn đánh giá rối loạn đồng bộ là khi PSD hoặc HBW vượt ngưỡng $+2\text{SD}$ của nhóm chứng.

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm STATA 14.2. Các biến định lượng được biểu diễn dưới dạng số trung bình ($\bar{X}$) và độ lệch chuẩn (SD), trung vị, các biến định tính được biểu diễn bằng tỷ lệ phần trăm. Đánh giá mối liên quan bằng hệ

số tương quan r , đánh giá mức độ phù hợp quan sát về chẩn đoán bằng chỉ số Kappa.

3. Kết quả

Bảng 1. Đặc điểm tuổi và giới của đối tượng nghiên cứu

Các đặc điểm		Nhóm chứng (n = 34)	Nhóm BN sau NMCT (n = 106)	p
Giới	Nam	26 (76,5%)	89 (83,9%)	>0,05
	Nữ	8 (23,5%)	17 (16,1%)	
Tuổi trung bình (năm)		62,68 ± 6,42	65,41 ± 10,31	>0,05

Không có sự khác biệt về tuổi và giới giữa 2 nhóm ($p > 0,05$).

Bảng 2. Một số chỉ số đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái trên siêu âm TSI

Chỉ số	Nhóm chứng (n = 34)	Nhóm BN sau NMCT (n = 106)	p
Ts-Diff 12	45,56 ± 30,79	121,81 ± 49,81	<0,01
Ts-SD 12	15,32 ± 9,44	43,16 ± 22,19	<0,01
Ts-SD 12 ≥ 34,4	2 (5,88%)	60 (56,6%)	<0,01
Ts-Diff 12 ≥ 105	2 (5,88%)	64 (60,38%)	<0,01

Trên siêu âm Doppler mô, tất cả các chỉ số đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái ở nhóm BN sau NMCT đều cao hơn vượt trội so với nhóm chứng.

Bảng 3. Các thông số đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái trên GSPECT

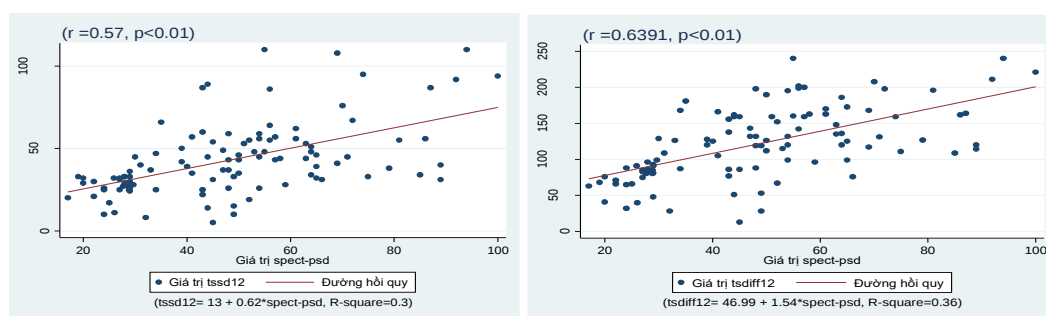
Thông số	Nhóm chứng (n = 34)	Nhóm BN sau NMCT (n = 106)	p
PSD	17,51 ± 7,24	48,69 ± 19,49	<0,01
HBW	5397 ± 15,14	154,95 ± 71,97	<0,01

Chỉ số PSD và HBW của nhóm BN sau NMCT cao vượt trội so với nhóm chứng, ($p < 0,01$).

Bảng 4. Các thông số đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái trên GSPECT

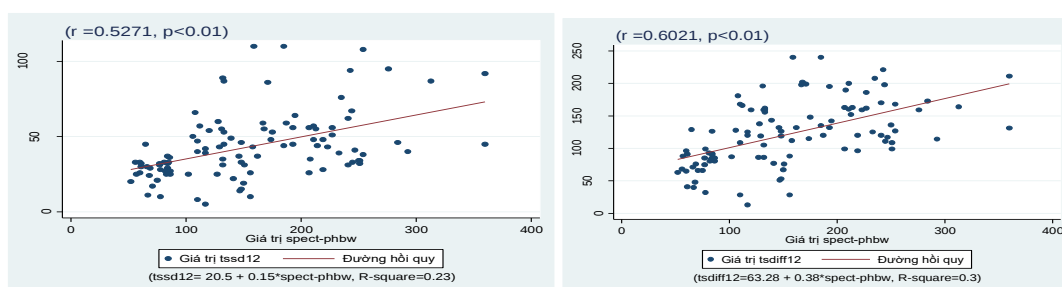
+2SD nhóm chứng		Nhóm BN sau NMCT	
PSD	31,99	PSD ≥ 31,99	77
HBW	84,25	HBW ≥ 84,25	81

Khi lấy ngưỡng +2SD của nhóm chứng là ngưỡng bất thường, nhóm bệnh có 77% bệnh nhân tăng PSD và 81% bệnh nhân tăng HBW. Như vậy, tỷ lệ bệnh nhân có PSD và HBW bất thường ở nhóm bệnh là rất cao.



Biểu đồ 1. Liên quan giữa PSD trên GSPECT với Ts-SD 12 và Ts-Diff 12

Có sự tương quan tuyến tính thuận mức độ trung bình đến chặt giữa PSD với Ts-SD ($r = 0,57$, $p < 0,01$) và Ts-Diff ($r = 0,6391$, $p < 0,01$).



Biểu đồ 2. Liên quan giữa HBW trên GSPECT với Ts-SD 12 và Ts-Diff 12

Có sự tương quan tuyến tính thuận mức độ trung bình đến chặt giữa HBW với độ Ts-SD ($r = 0,5271$; $p < 0,01$) và Ts-Diff (Ts-Diff 12) ($r = 0,6021$; $p < 0,01$).

Bảng 5. Rối loạn đồng bộ thất trái trên GSPECT và siêu âm TSI

XHTMCT	Siêu âm		Tổng
	Dương tính*	Âm tính	
Dương tính**	64	18	82
Âm tính	1	23	24
Tổng	65	41	106
Mức tương đồng	Po = 0,8208	K = 0,59	p < 0,01
	Pe = 0,5619		

*Dương tính: Có rối loạn đồng bộ trên siêu âm Doppler mô. **Dương tính: Có rối loạn đồng bộ trên XHTMCT.

Mức độ phù hợp quan sát về chẩn đoán rối loạn đồng bộ thất trái giữa XHTMCT và siêu âm Doppler mô là 87/106 (82,08%), hệ số Kappa = 0,59.

4. Bàn luận

Giá trị của các chỉ số đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái trên TSI là Ts-SD, Ts-Diff và PSD, HBW trên xạ hình tưới máu cơ tim trong nghiên cứu của chúng tôi có sự khác biệt rõ rệt giữa nhóm BN sau NMCT so với nhóm chứng

($p < 0,05$). Ở nhóm BN sau NMCT, Ts-SD trung bình là $43,16 \pm 22,19$ ms, Ts-Diff trung bình là $121,81 \pm 49,81$ ms. Kết quả này tương đương với báo cáo của Alam (2015) trên bệnh nhân sau nhồi máu cơ tim có Ts-SD12 và TsDiff 12 lần lượt là $43,2 \pm 19,1$ ms và $132,8 \pm 51,9$ ms [8]. Kết

quả này khá tương đương với Quyền Đăng Tuyên (2010) nghiên cứu trên đối tượng bệnh nhân suy tim với Ts-SD và Ts-Diff trung bình là $47,05 \pm 19,09\text{ms}$ và $141 \pm 53\text{ms}$ [9]. Như vậy, cả 2 chỉ số Ts-SD, Ts-Diff trong nghiên cứu của chúng tôi có giá trị khá tương đồng với các nghiên cứu trước trên những chủng người khác nhau trên thế giới.

Khi đánh giá bằng GSPECT, nhóm BN sau NMCT của chúng tôi có PSD và HBW trung bình là $48,69 \pm 19,49$ và $154,95 \pm 71,97$. Kết quả này cao hơn Cho (2016) nghiên cứu trên 109 bệnh nhân bệnh nhân nhồi máu cơ tim cấp và bệnh mạch vành cho thấy PSD và HBW pha nghỉ là $37,1 \pm 15,3$ và $104,0 \pm 48,8$, pha gắng sức là $38,9 \pm 19,8$ và $107,0 \pm 61,6$. Tuy nhiên đây là nghiên cứu rối loạn đồng bộ trên đối tượng nhồi máu cơ tim hoặc bệnh mạch vành, khác với nghiên cứu của chúng tôi 100% nhóm bệnh đã được chẩn đoán xác định có nhồi máu cơ tim cấp; cho nên tổn thương mạch vành trong nhóm BN sau NMCT của chúng tôi nặng hơn nên rối loạn đồng bộ sẽ có xu hướng nặng hơn. Thêm nữa nghiên cứu này có tuổi trung bình thấp hơn một chút (64,4 so với 65,41) và tỷ lệ nam giới cũng ít hơn (69% so với 83,96%) cũng góp phần làm cho các chỉ số rối loạn đồng bộ thấp hơn nghiên cứu của chúng tôi. Abdelbary (2016) nghiên cứu trên 60 bệnh nhân nhồi máu cơ tim ST chênh, tuổi trung bình $54,8 \pm 10,38$ cho thấy PSD trung bình $20,7 \pm 15,2$; HBW trung bình $76,2 \pm 54,7$, thấp hơn so với nghiên cứu của chúng tôi, có lẽ do tuổi trung bình trong nghiên cứu này rất thấp, thấp hơn khoảng 10 tuổi so với chúng tôi là $65,41 \pm 10,31$.

Khi đánh giá sự liên quan giữa rối loạn đồng bộ thất trái bằng SPECT và TSI chúng tôi nhận thấy có sự liên quan thuận mức độ trung bình của PSD và Ts-SD 12 với $r = 0,57$, của HBW với Ts-SD 12 với $r = 0,53$ (Biểu đồ 1 và 2). Ts-Diff 12 cũng có mối liên quan với PSD và HBW nhưng mức độ tương quan chặt chẽ hơn với r lần lượt là 0,64 và 0,60 ($p < 0,01$). Hai phương pháp có mức

độ tương đồng về chẩn đoán khá cao với hệ số Kappa là 0,59. Kết quả tương tự cũng đã được chỉ ra trong nhiều nghiên cứu. Henneman và cộng sự (2007) nghiên cứu trên 75 bệnh nhân suy tim cũng cho thấy HBW và PSD có tương quan chặt chẽ với chỉ số rối loạn đồng bộ trên siêu âm TDI [10]. Marsan (2008) nghiên cứu trên 40 bệnh nhân suy tim cho thấy PSD và HBW ở nhóm Ts-SD $\geq 33\text{ms}$ cao hơn hẳn nhóm Ts-SD $< 33\text{ms}$ và có sự liên quan chặt chẽ của Ts-SD với PSD ($r = 0,74$) và HBW ($r = 0,77$) nhưng có liên quan yếu với HK ($r = -0,3$, $p = 0,06$) và không có sự liên quan với HS ($r = -0,14$, $p = 0,38$).

Tuy nhiên, xạ hình GSPECT phát hiện ra số ca rối loạn đồng bộ thất trái cao hơn so với siêu âm TSI (80,19% so với 61,32%). Trong siêu âm TSI, cơ thành thất trái được chia thành 13 vùng gồm 6 vùng nền, 6 vùng đỉnh và mỏm tim trong khi ở xạ hình GSPECT thành thất trái được chia thành hơn 600 vùng nhỏ và 17 vùng lớn cho nên XHTMCT có khả năng đánh giá được rối loạn đồng bộ ở những vùng cơ tim nhỏ hơn, có độ nhạy cao hơn siêu âm tim. Hơn nữa, siêu âm tim không đánh giá được rối loạn đồng bộ ở vùng mỏm tim như hình ảnh xạ hình. Trong trường hợp suy tim rất nặng, khi chuyển động của các thành tâm thất trái rất ít, đặc biệt là vách liên thất, việc xác định thời điểm cơ tim bắt đầu co hay giãn bằng siêu âm gặp khó khăn nên tính toán chênh lệch co bóp giữa các vùng cơ tim đối diện sẽ ít chính xác hơn. Đây có thể là lý do xạ hình GSPECT có khả năng phát hiện được nhiều trường hợp rối loạn đồng bộ thất trái hơn và đánh giá được mức độ rối loạn đồng bộ chính xác hơn siêu âm TSI. Ngoài ra siêu âm TSI sử dụng Ts-SD và Ts-Diff đều có đơn vị là ms có thể sẽ gây sai số khi nhịp tim của BN thay đổi, và sai số do sự chênh lệch nhịp tim giữa các bệnh nhân. Trong khi xạ hình GSPECT quy ước mỗi chu kì tim là 360 độ nên hạn chế được sai số này và còn cho phép so sánh chính xác mức độ rối loạn đồng bộ giữa các bệnh nhân khác nhau, giữa 2 thời điểm của một bệnh nhân nên đặc biệt có vai trò trong quá trình theo dõi tiến triển bệnh.

5. Kết luận

Cả hai phương pháp TSI và GSPECT đều có giá trị đánh giá rối loạn đồng bộ thất trái ở bệnh nhân sau nhồi máu cơ tim. Có sự liên quan thuận mức độ chặt giữa các chỉ số rối loạn đồng bộ đánh giá bằng GSPECT và TSI nhưng GSPECT phát hiện ra số ca rối loạn đồng bộ nhiều hơn so với TSI.

Tài liệu tham khảo

- Quyền Đăng Tuyên (2010) *Nghiên cứu rối loạn đồng bộ tâm thất ở bệnh nhân suy tim bằng siêu âm Doppler và Doppler mô cơ tim*. Luận án Tiến sĩ y học, Viện Nghiên cứu khoa học Y dược Lâm sàng 108.
- Ng A.C.T, Tran D.T., Allman C et al (2010) *Prognostic implications of left ventricular dyssynchrony early after non-ST elevation myocardial infarction without congestive heart failure*. Eur Heart J 31(3): 298-308.
- Ko JS, Jeong MH, Lee MG et al (2009) *Left ventricular dyssynchrony after acute myocardial infarction is a powerful indicator of left ventricular remodeling*. Korean Circ J 39(6): 236-242.
- Pazhenkottil, Aju P, Buechel, Ronny R, and Husmann, Lars (2011) *Long-term prognostic value of left ventricular dyssynchrony assessment by phase analysis from myocardial perfusion imaging*. Heart 97: 33-37.
- Gorcsan J, Abraham T, Agler DA et al (2008) *Echocardiography for cardiac resynchronization therapy: Recommendations for performance and reporting - a report from the American Society of echocardiography dyssynchrony writing group endorsed by the heart rhythm society*. J Am Soc Echocardiogr 21(3): 191-213.
- Holly, Thomas A, Abbott, Brian G and Al-Mallah, Mouaz (2010) *Asnc imaging guidelines for nuclear cardiology procedures: Single photon-emission computed tomography*. Journal of Nuclear Cardiology 17(5): 941-973.
- Chen, Ji, Garcia, Ernest V and Bax, Jeroen J (2011) *SPECT myocardial perfusion imaging for the assessment of left ventricular mechanical dyssynchrony*. Journal of Nuclear Cardiology 18(4): 685-694.
- Chen, Ji, Garcia, Ernest V, and Folks, Russell D (2005) *Onset of left ventricular mechanical contraction as determined by phase analysis of ECG-gated myocardial perfusion SPECT imaging: Development of a diagnostic tool for assessment of cardiac mechanical dyssynchrony*. Journal of Nuclear Cardiology 12(6): 687-695.
- Alam I, Haque T, Badiuzzaman M et al (2016) *Left ventricular dyssynchrony in acute ST elevated myocardial infarction in patients with normal QRS duration*. Bangladesh Heart Journal 30(1): 13-21.
- Henneman MM, Chen J, Dibbets-Schneider P et al (2007) *Can LV dyssynchrony as assessed with phase analysis on gated myocardial perfusion SPECT predict response to CRT?*. J Nucl Med 48(7): 1104-1111.