

# Giá trị tiên lượng của sức căng cơ tim ở bệnh nhân hội chứng vành cấp không ST chênh lên được can thiệp động mạch vành qua da

Trịnh Việt Hà\*, Nguyễn Thị Thu Hoài\*, Lê Thị Nga, Đỗ Doãn Lợi\*\*\*

Viện Tim mạch Việt Nam, Bệnh viện Bạch Mai\*

Bộ môn Tim mạch, Đại học Y Hà Nội\*\*

## TÓM TẮT

**Mục tiêu:** Đánh giá giá trị của sức căng cơ tim bằng siêu âm tim đánh dấu mô 2D (Speckle tracking) trong dự đoán một số biến cố tim mạch chính (MACE) trong vòng 6 tháng ở bệnh nhân Hội chứng vành cấp (HCVC) không ST chênh lên được can thiệp động mạch vành qua da.

**Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** 125 bệnh nhân nhập viện với chẩn đoán HCVC không ST chênh lên được can thiệp ĐMV qua da thành công. Trong vòng 48 giờ sau can thiệp, bệnh nhân được siêu âm tim đánh giá các chỉ số siêu âm tim thường quy và siêu âm tim đánh dấu mô (speckle tracking) đánh giá sức căng cơ tim toàn bộ theo chiều dọc (GLS), chiều chu vi (GCS), chiều bán kính (GRS) và tốc độ căng cơ tim theo chiều dọc (GLSRs). Bệnh nhân được theo dõi dọc sau can thiệp trong vòng 6 tháng thu thập các biến cố tim mạch chính bao gồm: tử vong do mọi nguyên nhân, nhồi máu cơ tim tái phát, tái nhập viện vì suy tim, đột quỵ không tử vong.

**Kết quả:** Tuổi trung bình  $65,5 \pm 10,5$  (tuổi), nam chiếm 71%. Qua theo dõi 6 tháng sau can thiệp ĐMV thành công, 19 bệnh nhân xuất hiện biến cố (tỷ lệ 15,2%). GLS, GCS, GRS và GLSRs ở nhóm có biến cố kém hơn hẳn nhóm không có biến cố

( $p < 0,001$ ). Trong dự đoán các biến cố tim mạch chính, GLS có diện tích dưới đường cong lớn nhất (AUC 0,945), lớn hơn EF (AUC 0,730) và điểm GRACE (AUC = 0,666), ( $p < 0,05$ ). Với giá trị cut-off -15,45%, GLS có độ nhạy và độ đặc hiệu tương ứng là 85% và 90% trong dự đoán các biến cố tim mạch chính. GLS giảm liên quan tới tần suất xuất hiện biến cố tim mạch chính với HR = 1,72 [1,12-2,89],  $p < 0,05$ .

**Kết luận:** Sức căng dọc toàn bộ (GLS) là thông số có giá trị tiên lượng độc lập một số biến cố tim mạch chính trong vòng 6 tháng ở các bệnh nhân HCVC không ST chênh lên được can thiệp ĐMV qua da, vượt trội hơn các phương pháp siêu âm tim kinh điển.

**Từ khóa:** Hội chứng vành cấp không ST chênh lên, sức căng dọc toàn bộ GLS, biến cố tim mạch chính, siêu âm đánh dấu mô.

## ĐẶT VẤN ĐỀ

Bệnh tim mạch ngày càng gia tăng, chiếm 31% tỷ lệ tử vong chung [1]. Những tiến bộ trong chẩn đoán và điều trị, đặc biệt là can thiệp ĐMV qua da đã làm cải thiện đáng kể tiên lượng của bệnh nhân bệnh ĐMV. Siêu âm tim đánh dấu mô (speckle tracking) ra đời giúp đánh giá chức năng thất trái, phát hiện

những rối loạn chức năng tim sớm trước khi những phương pháp siêu âm tim thông thường chưa phát hiện ra. Gần đây, một số nghiên cứu trên thế giới đã cho thấy sức căng cơ tim có giá trị dự báo tái cấu trúc thất trái và biến cố tim mạch sau can thiệp ĐMV. Tuy nhiên, tại Việt Nam chưa có nghiên cứu nào đánh giá giá trị tiên lượng của các chỉ số sức căng này ở bệnh nhân HCVC không ST chênh lên.

Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu đề tài này với mục tiêu đánh giá giá trị tiên lượng của một số thông số sức căng cơ tim toàn bộ (GLS, GCS, GRS) và tốc độ căng theo chiều dọc (GLSRs) bằng siêu âm đánh dấu mô 2D ở bệnh nhân Hội chứng vành cấp không ST chênh lên được can thiệp ĐMV.

## ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Đối tượng nghiên cứu

Gồm 125 bệnh nhân nhập viện tại Viện Tim mạch Việt Nam được chẩn đoán HCVC không ST chênh lên lần đầu (theo khuyến cáo Hội Tim mạch Hoa Kỳ) được can thiệp ĐMV qua da thành công. Bệnh nhân được làm siêu âm tim đánh dấu mô trong vòng 48 giờ sau can thiệp đánh giá các thông số sức căng toàn bộ theo chiều dọc (GLS), chiều chu vi (GCS), chiều bán kính (GRS) và tốc độ căng toàn bộ theo chiều dọc (GLSRs).

### Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu tiến cứu, mô tả cắt ngang, có theo dõi dọc theo thời gian.

Thời gian nghiên cứu: 12/2016 đến 12/2019.

Bệnh nhân được khai thác bệnh sử, tuổi giới, các yếu tố nguy cơ, làm điện tim, siêu âm tim, xét nghiệm máu được chẩn đoán HCVC không ST chênh lên theo khuyến cáo của Hội Tim mạch Hoa Kỳ [2].

Siêu âm tim thường quy và siêu âm tim đánh dấu mô được thực hiện trên máy siêu vivid E9 của hãng GE trong vòng 48 giờ sau can thiệp ĐMV theo khuyến cáo của Hội Siêu âm tim Hoa Kỳ [3],[4].

Ghi hình ảnh động siêu âm tim 2D với tốc độ

khung hình 40- 80 hình/ giây các mặt cắt từ mỏm gồm: 3 buồng, 4 buồng và 2 buồng từ mỏm với nguyên tắc: Các mặt cắt từ mỏm phải lấy được thất trái dài nhất, hạn chế được hình ảnh cắt ngắn mỏm “foreshortening”. Ghi hình ảnh ba mặt cắt trực ngắn cạnh ức ngang đáy, ngang giữa và ngang mỏm. Mỗi hình ảnh được ghi ở ít nhất 3 chu chuyển tim liên tiếp. Lưu hình ảnh vào đĩa CD và xử lý bằng phần mềm Echopac của hãng GE.

Đối với sức căng theo trục dọc, phân tích trên mặt cắt 4 buồng, 2 buồng và 3 buồng từ mỏm. Chọn 3 điểm (hai điểm ở hai bên vòng van, 1 điểm ở mỏm tim). Sức căng chu vi và bán kính dựa trên mặt cắt trực ngắn ngang đáy, ngang giữa và ngang mỏm. Phần mềm tự động xác định bờ nội mạc và cho thông số sức căng của từng đoạn cơ tim trong mỗi mặt cắt. Giá trị sức căng và tốc độ căng được biểu diễn trên biểu đồ đường cong.

- GLS và GLSRs là trung bình sức căng và tốc độ căng của 3 mặt cắt trong mô hình 17 vùng thành tim, là giá trị âm thấp nhất trong thì tâm thu trước khi van động mạch chủ đóng có giá trị âm (-).

- GCS là trung bình sức căng của 3 mặt cắt cạnh ức trực ngắn (ngang đáy, ngang giữa và mỏm tim) là giá trị âm thấp nhất trong thì tâm thu trước khi van động mạch chủ đóng có giá trị âm (-).

- GRS là trung bình sức căng của 3 mặt cắt cạnh ức trực ngắn (ngang đáy, ngang giữa và ngang mỏm tim) là giá trị dương cao nhất trong thì tâm thu trước khi van động mạch chủ đóng, có giá trị dương (+).

Tất cả bệnh nhân được theo dõi dọc tại các thời điểm nằm viện, sau ra viện 1 tháng, 6 tháng để khai thác các biến cố tim mạch chính gồm: Tử vong, nhồi máu cơ tim tái phát, đột quy không tử vong, tái nhập viện vì suy tim.

### Xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm SPSS 22.0 theo các thuật toán thống kê y học. Giá trị  $p < 0,05$  được coi là có ý nghĩa thống kê.

## KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

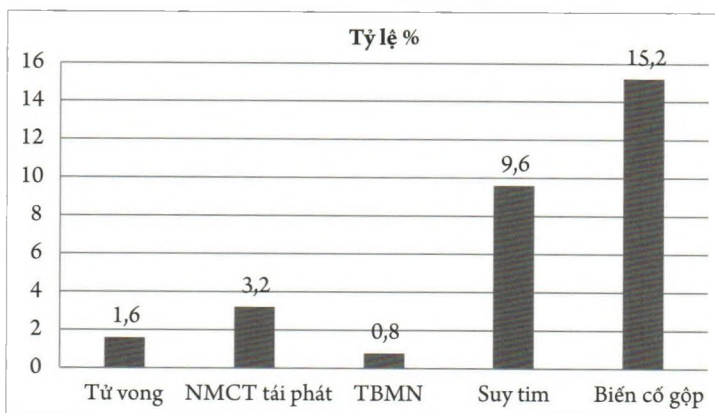
### Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu

Trong tổng số 125 bệnh nhân tuổi trung bình  $65,5 \pm 10,5$  (tuổi), cao nhất 87 tuổi, thấp nhất 33 tuổi, nam giới chiếm 71%. Qua theo dõi 6 tháng sau can thiệp ĐMV thành công, có 19 bệnh nhân xuất hiện biến cố (tỷ lệ 15,2%).

Bảng 1. Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu

Thông số lâm sàng và cận lâm sàng		
	Số bệnh nhân (n)	Phần trăm (%)
NMCT không ST chênh lên	80	64
ĐTNKÔĐ	45	36
NYHA 1,2	25	20,0
NYHA 3	4	3,2
Đặc điểm các yếu tố nguy cơ		
THA	92	73,60
ĐTĐ typ 2	34	27,20
Rối loạn Lipid máu	37	29,60
Tiền sử gia đình	19	43,20
Hút thuốc lá	54	15,20
Béo phì	10	8,00
Thông số lâm sàng và cận lâm sàng		
hs-Troponin T (ng/l)	$773,78 \pm 1328,23$	
NT-proBNP (pmol/l)	$177,69 \pm 503,72$	
EF (Simpson) (%)	$57,27 \pm 9,67$	
Điểm GRACE (điểm)	$108,6 \pm 25,4$	
Điểm TIMI (điểm)	$3,4 \pm 0,9$	

### Kết quả theo dõi dọc trong vòng 6 tháng sau can thiệp động mạch vành



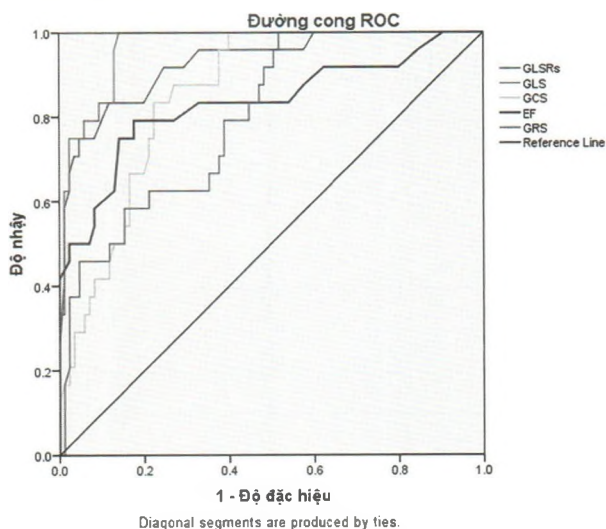
Biểu đồ 1. Tỷ lệ các biến cố tim mạch chính trong thời gian theo dõi

**Nhận xét:** Qua theo dõi 6 tháng sau can thiệp ĐMV thành công, 19 bệnh nhân xuất hiện biến cố bao gồm: 2 BN tử vong, 4 trường hợp NMCT tái phát, 12 BN tái nhập viện vì suy tim, 1 BN bị tai biến mạch não. Trong đó, 2 BN tử vong ở các thời điểm sau sau khi can thiệp ĐMV 3 tháng và sau 5 tháng; 4 trường hợp NMCT tái phát đã được can thiệp ĐMV thành công, 12 BN nhập viện vì suy tim không tử vong.

Bảng 2. So sánh thông số sức căng giữa nhóm có biến cố và không biến cố qua theo dõi 6 tháng sau can thiệp ĐMV

Thông số	Nhóm có biến cố (n=19)	Nhóm không biến cố (n=106)	P
GLS (%)	-12,33±2,19	-18,17±2,56	<0,001
GLSRs (s <sup>-1</sup> )	-0,73±0,13	-1,09±0,20	<0,001
GCS (%)	-13,93±2,76	-18,23±3,87	<0,001
GRS (%)	22,74±10,58	30,79±9,10	<0,001

**Nhận xét:** Tất cả các thông số sức căng cơ tim khảo sát sau can thiệp ở nhóm có biến cố qua theo dõi 6 tháng kém hơn hẳn nhóm không có biến cố (p<0,001).



Biểu đồ 2. Đường cong ROC của các thông số dự đoán biến cố tim mạch chính

Bảng 3. Diện tích dưới đường cong (AUC) của các thông số trong dự đoán biến cố tim mạch chính

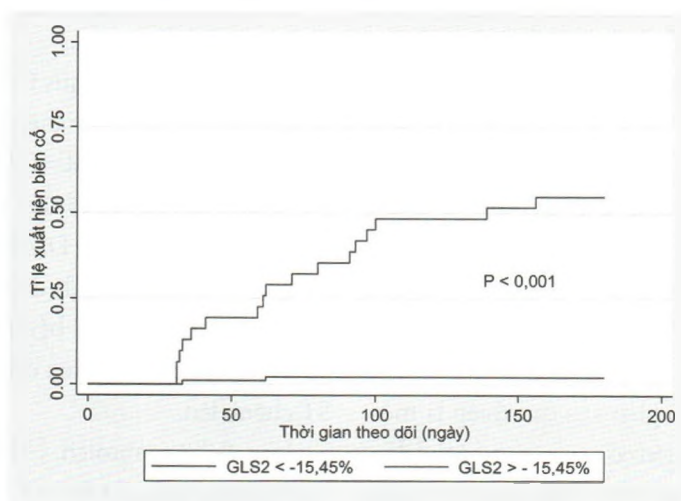
Biến số	AUC	95 % Khoảng tin cậy		p
GLS	0,945	0,896	0,985	<0,001
GLSRs	0,918	0,819	0,997	<0,001
GCS	0,765	0,642	0,874	<0,001
GRS	0,719	0,574	0,871	<0,001
EF biplane	0,730	0,689	0,910	<0,001
Điểm GRACE	0,666	0,524	0,807	<0,05

**Nhận xét:** GLS có diện tích dưới đường cong lớn nhất (0,945), lớn hơn EF (AUC 0,730) và điểm GRACE (AUC =0,666) ( $p < 0,05$ ). Giá trị cut-off của GLS = -15,45% có độ nhạy và độ đặc hiệu tương ứng là 85% và 90%.

Bảng 4. Phân tích hồi quy Cox khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến biến cố tim mạch chính (MACE) sau 6 tháng

Biến số	Hồi quy Cox			
	Phân tích đơn biến	P	Phân tích đa biến	P
	HR (95% CI)		HR (95% CI)	
Tuổi	1,05 (1,001-1,09)	<0,05	0,99(0,89-1,12)	>0,05
Đái tháo đường	0,89(-0,25-3,01)	>0,05		
hs-Troponin T (x10)	1,03(1,007-1,04)	0,05	0,99(0,95-1,03)	>0,05
NT-proBNP (x100)	1,08(1,03-1,12)	<0,001	1,01(0,97-1,05)	>0,05
Tắc hoàn toàn ĐMV	7,61(3,45-16,81)	<0,001	2,91(0,58-14,61)	>0,05
Điểm GRACE	1,03(1,01-1,04)	0,001	1,002(0,95-1,06)	>0,05
Điểm TIMI	1,45 (0,97-2,14)	>0,05		
EF (biplane)	1,16 (1,09-1,21)	$p < 0,001$	1,01 (0,91-1,12)	>0,05
GLS	1,79(1,39-1,81)	<0,001	1,72(1,12-2,89)	<b>&lt; 0,05</b>
GLSRs (mỗi 0,1)	2,0 (1,61-2,44)	<0,001	1,49(0,48-1,45)	>0,05
GCS	1,31(1,49-1,61)	<0,001	1,01(0,86-1,26)	>0,05
GRS	1,12(1,06-1,17)	<0,001	1,01(0,90-1,11)	>0,05

**Nhận xét:** Trong phân tích hồi quy Cox đơn biến, các yếu tố dự đoán nguy cơ xảy ra biến cố tim mạch chính qua theo dõi 6 tháng là: Tuổi, hs-Troponin T, NT-proBNP, điểm GRACE, tắc hoàn toàn ĐMV, EF (biplane) GLS, GCS, GRS, GLSRs. Tuy nhiên, khi phân tích đa biến, chỉ GLS là yếu tố tiên lượng độc lập biến cố tim mạch trong 6 tháng ở bệnh nhân HCVC không ST chênh lên với HR=1,72 [1,12-2,89],  $p < 0,05$ .



Biểu đồ 3. Biểu đồ Kaplan Meier biểu diễn tỷ lệ xuất hiện biến cố gộp theo thời gian.

**Nhận xét:** Khả năng xuất hiện biến cố tim mạch chính theo thời gian của nhóm bệnh nhân có GLS >-15,45 % cao hơn nhóm có GLS <-15,45% ( $p < 0,001$ ).

## BÀN LUẬN

Các thông số sức căng toàn bộ, đặc biệt là GLS được nghiên cứu khá nhiều trong tiên lượng trong những bệnh cảnh lâm sàng khác nhau. Ở bệnh nhân suy tim cấp, Park và cộng sự [5] đã kết luận GLS là yếu tố tiên lượng quan trọng cả ở nhóm suy tim phân số tổng máu giảm hay bảo tồn. D. A. Morris [6] cho rằng GLS bổ sung những thông tin có giá trị cùng EF trong dự đoán các biến cố tim mạch ở bệnh nhân suy tim mạn tính. Tác giả Tony Stanton [7] đã kết luận GLS là yếu tố dự báo tiên lượng tốt hơn cả EF và  $GLS \geq -12\%$  có giá trị tiên lượng tương tự như  $EF \leq 35\%$ .

Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào đánh giá giá trị tiên lượng của thông số này ở riêng trên bệnh nhân HCVC không ST chênh lên.

Tỷ lệ tử vong do nguyên nhân tim mạch trong nghiên cứu của chúng tôi là 2 trường hợp chiếm tỷ lệ 1,6%. Trong nhóm này chúng tôi nhận thấy: Có một trường hợp biến cố tử vong xảy ra sau 3 tháng sau can thiệp, một trường hợp sau 5 tháng sau can thiệp. Cả hai bệnh nhân tử vong đều có yếu tố nguy cơ tuổi cao và GLS trước can thiệp thấp và không cải thiện sau can thiệp.

Trong nghiên cứu của chúng tôi có 01 bệnh nhân (chiếm 0,8 %) bị nhồi máu não sau can thiệp ĐMV bốn tháng. Bệnh nhân này có tuổi cao (73 tuổi), tiền sử THA và ĐTĐ, siêu âm tim GLS = -14%. Bệnh nhân này có nhiều yếu tố nguy cơ dẫn đến TBMN.

Nhồi máu cơ tim tái phát sau can thiệp là một biến cố ít gặp, nhưng là biến cố nặng nề và có thể dẫn tới tử vong nếu không xử trí kịp thời. Nguyên nhân có thể là do huyết khối stent hoặc những tổn thương

khác trên hệ ĐMV tiến triển làm nút vỡ mảng xơ vữa, cuối cùng dẫn đến nhồi máu cơ tim. Tỷ lệ nhồi máu cơ tim sau can thiệp phụ thuộc vào loại stent sử dụng, thuốc chống kết tập tiểu cầu và kỹ thuật can thiệp. Bốn BN trong nhóm nghiên cứu của chúng tôi bị NMCT tái phát trong thời gian theo dõi chiếm tỷ lệ 3,2%. Trong đó một trường hợp xảy ra ở tháng thứ nhất sau can thiệp, một trường hợp xảy ra ở tháng thứ 2 sau can thiệp và một trường hợp ở tháng thứ 5 và một trường hợp ở tháng thứ 6 sau can thiệp.

Ở các bệnh nhân có biến cố tim mạch sau thời gian theo dõi, các thông số sức căng cơ tim thấp hơn hẳn so với nhóm không có biến cố có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ).

Tác giả A.R. Khan [8] nghiên cứu phân tích tổng hợp ảnh hưởng của tắc hoàn toàn nhánh ĐMV thủ phạm ở bệnh nhân NMCT không ST chênh lên đã kết luận rằng bệnh nhân NMCT tắc hoàn toàn ĐMV có nguy cơ tử vong và các biến cố tim mạch chính cao hơn hẳn nhóm không tắc hoàn toàn ĐMV. Vì vậy, phân tầng nguy cơ rất quan trọng để tái tưới máu sớm hơn giúp cải thiện tiên lượng. Trong phân tích tổng hợp của tác giả, 25,5% bệnh nhân NMCT không ST chênh lên có tắc hoàn toàn ĐMV. Tăng nguy cơ biến cố tim mạch chính nguy cơ trung hạn và dài hạn ở bệnh nhân tắc hoàn toàn nhánh ĐMV thủ phạm.

Trong mô hình hồi quy Cox đa biến, chỉ có thông số GLS có liên quan tới biến cố tim mạch chính có ý nghĩa thống kê với  $HR = 1,72 [1,12-2,89]$ ,  $p < 0,05$ . Như vậy, GLS là yếu tố tiên lượng độc lập biến cố tim mạch sau can thiệp ĐMV.

Một số tác giả khác đã đánh giá vai trò tiên lượng của GLS ở bệnh nhân bệnh ĐMV nói chung mà không khảo sát riêng trên đối tượng HCVC không ST chênh lên.

Jorg Scharrenbroich [9] nghiên cứu trên 94 bệnh nhân NMCT cấp và 137 bệnh nhân có bệnh ĐMV ổn định được can thiệp ĐMV kết luận sức

căng cơ tim có giá trị dự báo các biến cố tim mạch ở bệnh nhân NMCT và bệnh ĐMV ổn định.

Ở BN NMCT cấp có EF bảo tồn, Mads Ersboll [10] đã kết luận GLS là chỉ số độc lập liên quan tới các biến cố cộng gộp (HR:1,14; 95% CI: 1,04 đến 1,26; p=0,007). Antoni ML [11] đã chỉ ra rằng GLS và GLSRs có mối liên quan chặt tới biến cố chung. Giá trị toán học GLS và GLSRs nhỏ hơn -15,4% và -1,06 s-1 (sức căng kém hơn) có nguy cơ tử vong về mọi nguyên nhân tương ứng là HR = 4,5 (95% CI 2,1-9,7) và 4,4 (95% CI 2,0-9,5).

Kirstine Ravnkilde [12] cũng kết luận GLS sau can thiệp là yếu tố tiên lượng độc lập trong dự báo suy tim.

Nghiên cứu của chúng tôi đã khẳng định GLS có giá trị tiên lượng độc lập một số biến cố tim mạch sau can thiệp ĐMV trong vòng 6 tháng ở bệnh nhân HCVC không ST chênh lên với HR =1,72 [1,12-2,89], p <0,05. Thông số này có giá trị vượt trội hơn hẳn phân số tổng máu thất trái (LVEF) và điểm GRACE.

## KẾT LUẬN

Sức căng dọc toàn bộ (GLS) trong vòng 48 giờ sau can thiệp ĐMV là yếu tố tiên lượng độc lập một số các biến cố tim mạch chính trong vòng 6 tháng ở bệnh nhân Hội chứng vành cấp không ST chênh lên được can thiệp động mạch vành qua da.

## SUMMARY

### Value of myocardial strain in prognosis of major adverse events in non ST segment elevation acute coronary syndrome after percutaneous coronary intervention.

**Objectives:** This study sought to assess the value of left ventricular global strain in prognosis of patients diagnosed non ST segment elevation acute coronary syndrome (NSTEMI-ACS) after percutaneous coronary intervention.

**Methods:** 125 patients diagnosed NSTEMI-ACS within 48 hours of percutaneous coronary intervention were prospectively included. All patients underwent routine and Speckle tracking echocardiography to evaluate global longitudinal strain (GLS), circumferential strain (GCS), radial strain (GRS) and global longitudinal strain rate (GLSRs).

All patients were followed up 6 months after percutaneous coronary intervention to collect information about major cardiovascular events including: all cause mortality, hospitalization for heart failure, heart failure hospitalization and stroke.

**Results:** Average age was 65.5 ± 10.5 (age) and male accounts for 71%. Within 6 months follow up after successful coronary intervention, there were 19 events (accounting for 15.2%). GLS, GCS, GRS and GLSRs in the event group were significantly worse than the group without event (p <0.001). Among the global strain parameters, post-intervention GLS has the largest area under the curve (AUC 0.945) in predicting major cardiovascular events after percutaneous coronary intervention better than EF (AUC 0.730) and GRACE score (AUC = 0.666) (p <0.05). The cut-off value of GLS = -15.45% has a sensitivity and specificity of 85% and 90%, respectively. The decrease in GLS was related to the occurrence of major cardiovascular events HR = 1.72 [1.12-2.89], p <0.05.

**Conclusion:** Global longitudinal strain (GLS) by 2D speckle tracking echo provides important prognostic information in patients with NSTEMI-ACS.

**Key words:** non ST segment elevation ACS, prognosis, global longitudinal strain and strain rate.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **S. S. Virani, A. Alonso, E. J. Benjamin et al (2020)**. Heart Disease and Stroke Statistics &#x2014;2020 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*, 141 (9), e139-e59
2. **M. Roffi, C. Patrono, J. P. Collet et al (2016)**. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*, 37 (3), 267-315.
3. **C. Mitchell, P. S. Rahko, L. A. Blauwet et al (2018)**. Guidelines for Performing a A S1 Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*,
4. **J. U. Voigt, G. Pedrizzetti, P. Lysyansky et al (2015)**. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 16 (1), 1-11.
5. **J. J. Park, J.-B. Park, J.-H. Park et al (2018)**. Global Longitudinal Strain to Predict Mortality in Patients With Acute Heart Failure. *J Am Coll Cardiol*, 71 (18), 1947-1957.
6. **D. A. Morris, X. X. Ma, E. Belyavskiy et al (2017)**. Left ventricular longitudinal systolic function analysed by 2D speckle-tracking echocardiography in heart failure with preserved ejection fraction: a meta-analysis. *Open Heart*, 4 (2), e000630.
7. **T. Stanton, R. Leano và T. H. Marwick (2009)**. Prediction of all-cause mortality from global longitudinal speckle strain: comparison with ejection fraction and wall motion scoring. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2 (5), 356-364.
8. **A. R. Khan, H. Golwala, A. Tripathi et al (2017)**. Impact of total occlusion of culprit artery in acute non-ST elevation myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*, 38 (41), 3082-3089.
9. **J. Scharrenbroich, S. Hamada, A. Keszei et al (2018)**. Use of two-dimensional speckle tracking echocardiography to predict cardiac events: Comparison of patients with acute myocardial infarction and chronic coronary artery disease. 41 (1), 111-118.
10. **M. Ersboll, N. Valeur, U. M. Mogensen et al (2013)**. Prediction of all-cause mortality and heart failure admissions from global left ventricular longitudinal strain in patients with acute myocardial infarction and preserved left ventricular ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*, 61 (23), 2365-2373.
11. **M. L. Antoni, S. A. Mollema, V. Delgado et al (2010)**. Prognostic importance of strain and strain rate after acute myocardial infarction. *Eur Heart J*, 31 (13), 1640-1647.
12. **K. Ravnkilde, K. Skaarup, D. Modin et al (2020)**. Change in global longitudinal strain and risk of heart failure following acute coronary syndrome. *J Am Coll Cardiol*, 75 (11 Supplement 1), 1553.