

Nghiên cứu khả năng dung nạp với gắng sức ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2 bằng phương pháp điện tâm đồ gắng sức thảm chạy

Nguyễn Thị Thu Hoài, Phan Đình Phong, Phạm Mạnh Hùng

Viện Tim mạch Việt Nam, Bệnh Viện Bạch Mai

TÓM TẮT

Mục tiêu: So sánh khả năng dung nạp với gắng sức ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2 với khả năng dung nạp với gắng sức của người bình thường bằng phương pháp điện tâm đồ gắng sức thảm chạy và nghiên cứu mối tương quan giữa nồng độ đường máu tĩnh mạch lúc đói với khả năng dung nạp với gắng sức ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2.

Đối tượng và phương pháp: Phương pháp nghiên cứu hồi cứu trên 42 bệnh nhân đái tháo đường type 2 và nhóm chứng gồm 42 người không có đái tháo đường, cùng tuổi, cùng giới được chỉ định làm nghiệm pháp gắng sức điện tâm đồ với thảm chạy từ tháng 1/2014 đến tháng 12/2018. Tất cả các đối tượng nghiên cứu đều không có các bằng chứng về bệnh lý tim mạch sau khi được thăm khám lâm sàng và làm các xét nghiệm thăm dò chức năng tim mạch. Nghiệm pháp gắng sức điện tâm đồ với thảm chạy được thực hiện theo quy trình Bruce sửa đổi.

Kết quả: Các bệnh nhân đái tháo đường có tuổi trung bình 57 ± 21 (36-78 tuổi), nam 28 bệnh nhân (66,7%), nữ 14 bệnh nhân (33,3%). Các bệnh nhân đái tháo đường type 2 có tần số tim lúc nghỉ cao hơn ($84,2 \pm 16,7$ so với $71,3 \pm 12,5$ chu kỳ/phút, $p < 0,05$), vòng bụng trung bình lớn hơn ($93,4 \pm 10,2$ so với $81,3 \pm 9,7$ cm, $p < 0,05$), chỉ số khối cơ thể trung bình lớn hơn ($25,6 \pm 2,1$ so với $20,5 \pm 1,2$ kg/m², $p < 0,05$), tỷ lệ rối loạn lipid máu cao hơn (66,7% so với 26,2%, $p < 0,01$), tỷ lệ tiền sử gia đình có bệnh ĐMV sớm cao hơn (11,9% so với 2,4%, $p < 0,05$), nồng độ đường máu tĩnh mạch lúc đói cao hơn so với nhóm chứng ($8,8 \pm 2,3$ so với $4,7 \pm 1,2$, $p < 0,05$). Về khả năng dung nạp với gắng sức, các bệnh nhân đái tháo đường type 2 có thời gian gắng sức ngắn hơn ($612,4 \pm 187,1$ so với $813,4 \pm 213,2$ giây, $p < 0,01$), tỷ lệ % đạt 85% tần số tim lý thuyết tối đa thấp hơn (76,2% so với 95,2%, $p < 0,01$), khả năng gắng sức tối đa thấp hơn ($6,5 \pm 1,1$ so với $8,9 \pm 2,7$, $p < 0,05$), mức tiêu thụ oxy tối đa thấp

hơn ($31,5 \pm 10,1$ so với $45,2 \pm 11,3$ ml/kg/ph, $p < 0,01$) và có tỷ lệ % đáp ứng kém về nhịp tim cao hơn (23,8% so với 4,8%, $p < 0,01$). Ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2, có mối tương quan tuyến tính nghịch mức độ vừa giữa đường máu tĩnh mạch lúc đói và thời gian gắng sức ($r = -0,49$, $p = 0,02$), khả năng gắng sức tối đa ($r = -0,52$, $p = 0,03$) và mức độ tiêu thụ oxy tối đa ($r = -0,55$, $p = 0,02$).

Kết luận: Các bệnh nhân đái tháo đường type 2 có tần số tim lúc nghỉ cao hơn và giảm khả năng dung nạp với gắng sức so với người không đái tháo đường. Ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2, nồng độ đường máu tĩnh mạch lúc đói có mối tương quan tuyến tính nghịch mức độ vừa với thời gian gắng sức, khả năng gắng sức tối đa và mức tiêu thụ oxy tối đa.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Đái tháo đường type 2 là một bệnh lý ngày càng gia tăng trong cộng đồng, ở Hoa Kỳ có 26 triệu người bị đái tháo đường, đi kèm với nguy cơ tử vong và tàn phế cao gấp 2 đến 6 lần so với người không bị đái tháo đường. Mặc dù có nhiều tiến bộ trong chẩn đoán và điều trị, đặc biệt với sự ra đời của các loại thuốc mới, bệnh đái tháo đường type 2 vẫn có tỷ lệ biến chứng và tỷ lệ tử vong cao. Các bệnh nhân đái tháo đường thường mệt mỏi, hạn chế về hoạt động thể lực, khả năng dung nạp với gắng sức kém, thậm chí tàn tật, suy giảm chất lượng cuộc sống. Điều này càng làm cho bệnh nhân đái tháo đường ít vận động, từ đó càng đi kèm với tăng nguy cơ của các bệnh tim mạch và gia tăng tỷ lệ biến cố và tử vong^[1]. Trên thế giới, đã có các nghiên cứu về khả năng dung nạp với gắng sức ở bệnh nhân đái tháo đường^[2,3,4,7,8]. Nghiên cứu của Sydo N. và Allison TG. trên các bệnh nhân được làm nghiệm pháp gắng sức ở Mayo Clinic từ 1993 đến 2010 cho thấy bệnh nhân đái tháo đường type 2 đạt tần số tim ở đỉnh gắng sức thấp hơn so với người không có đái

tháo đường và không có bệnh tim mạch^[2]. Nghiên cứu của Fang và cộng sự cho thấy bệnh nhân đái tháo đường type 2 có khả năng gắng sức tối đa tính bằng MET thấp hơn so với người bình thường^[3]. O'Conner E. và cộng sự cho thấy các bệnh nhân đái tháo đường có giảm tiêu thụ oxy tối đa ở cả nam và nữ^[4]. Ở Việt Nam, chúng tôi chưa thấy nghiên cứu nào về khả năng dung nạp với gắng sức ở các bệnh nhân đái tháo đường nên chúng tôi tiến hành đề tài này với hai mục tiêu:

1. So sánh khả năng dung nạp với gắng sức ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2 với khả năng dung nạp với gắng sức của người bình thường bằng phương pháp điện tâm đồ gắng sức thảm chạy.

2. Nghiên cứu mối tương quan giữa nồng độ đường máu tĩnh mạch lúc đói với khả năng dung nạp với gắng sức ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2.

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

Đối tượng nghiên cứu

Gồm các bệnh nhân được chỉ định làm nghiệm pháp gắng sức (NPGS) điện tâm đồ (ĐTĐ) với thảm chạy tại Đơn vị Khám và Tư vấn Tim mạch theo yêu cầu, Viện Tim mạch Việt Nam, Bệnh viện Bạch Mai trong thời gian 5 năm từ năm 2014 đến 2018, đã được xác định không có các bệnh lý tim mạch sau khi làm các thăm dò và xét nghiệm. Các đối tượng nghiên cứu được chia thành hai nhóm: nhóm 1: có đái tháo đường type 2 và nhóm 2: nhóm chứng, cùng tuổi cùng giới với các bệnh nhân ở nhóm 1, không có đái tháo đường (theo Hiệp hội Đái Tháo Đường Hoa Kỳ năm 2010)^[5].

Tiêu chuẩn loại trừ: Tất cả các bệnh nhân có tiền sử bệnh lý tim mạch hoặc có bằng chứng về bệnh tim mạch trên lâm sàng, điện tâm đồ, siêu âm tim, xét nghiệm máu, chụp động mạch vành (ĐMV) và các xét nghiệm thăm dò chức năng khác. Chúng tôi cũng không lấy vào nghiên cứu các bệnh nhân được

chẩn đoán đái tháo đường type 1 và các loại đái tháo đường khác. Các bệnh nhân có bệnh lý về cơ xương khớp, bệnh lý mạch máu ngoại biên, bệnh lý về thần kinh đều được loại ra khỏi nghiên cứu.

Đối với các bệnh nhân được làm NPGS từ hai lần trở lên, chúng tôi chỉ lấy kết quả của lần đầu tiên.

Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu được tiến hành theo phương pháp hồi cứu, mô tả cắt ngang.

- Địa điểm: Viện Tim mạch Việt Nam - Bệnh viện Bạch Mai- Hà Nội.

- Số liệu nghiên cứu được lấy từ tháng 1/ 2014 đến tháng 12/2018: Tất cả các dữ liệu của bệnh nhân về tiền sử bệnh ĐMV, nhồi máu cơ tim, can thiệp ĐMV, các yếu tố nguy cơ tim mạch, tiền sử dùng thuốc tim mạch, thuốc hạ đường huyết, kết quả ĐTĐ 12 chuyển đạo, siêu âm tim, NPGS ĐTĐ với thăm chạy được lưu trữ bằng hồ sơ tại Đơn vị Khám và Tư vấn Tim mạch theo yêu cầu. Xét nghiệm đường máu tĩnh mạch lúc đói được tiến hành trong vòng 24 giờ trước khi làm NPGS.

- **Quy trình làm nghiệm pháp gắng sức:** Nghiệm pháp gắng sức ĐTĐ được thực hiện theo quy trình

Bruce sửa đổi[6].

Tính mức tiêu thụ oxy cơ tim tối đa: VO_{2max} theo công thức

đối với nam giới: $VO_{2max} = 3,88 + 0,056 \times D$ (ml/kg/m)

đối với nữ giới: $VO_{2max} = 1,06 + 0,056 \times D$ (ml/kg/m)

D: thời gian làm gắng sức tính bằng giây

- **Xử lý số liệu:** Các số liệu nghiên cứu được lưu trữ và xử lý bằng các thuật toán thống kê y học trên máy vi tính bằng phần mềm Stata 14.0.

KẾT QUẢ

Trong thời gian từ tháng 1/2014 đến tháng 12/2018, chúng tôi nghiên cứu được trên 42 bệnh nhân đái tháo đường type 2 và nhóm chứng gồm 42 người không có đái tháo đường. Tất cả các đối tượng nghiên cứu ở cả hai nhóm đều không có các bằng chứng về bệnh lý tim mạch sau khi được thăm khám lâm sàng và làm các xét nghiệm thăm dò chức năng tim mạch. Các bệnh nhân đái tháo đường có tuổi trung bình 57 ± 21 (từ 36 - 78 tuổi), nam 28 bệnh nhân (66,7%), nữ 14 bệnh nhân (33,3%).

Bảng 1. Đặc điểm chung của các đối tượng nghiên cứu

Đặc điểm	TB ± SD hoặc n (tỷ lệ %)		P
	Đái tháo đường type 2 (n=42)	Nhóm chứng (n= 42)	
Tần số tim lúc nghỉ (chu kỳ/phút)	84,2 ± 16,7	71,3 ± 12,5	<0,05
Huyết áp tâm thu (mmHg)	127,5 ± 19,5	129,7 ± 21,6	>0,05
Huyết áp tâm trương (mmHg)	80,2 ± 11	79,7 ± 15,6	>0,05
Vòng bụng (cm)	93,4 ± 10,2	81,3 ± 9,7	<0,05*
Tỷ lệ vòng bụng/vòng mông	0,85 ± 0,07	0,72 ± 0,08	>0,05

Chỉ số khối cơ thể (kg/m ²)	25,6 ± 2,1	20,5 ± 1,2	<0,05*
Rối loạn lipid máu	28 (66,7%)	11 (26,2%)	<0,01**
Hút thuốc lá	7 (16,7%)	6 (14,3%)	>0,05
Tiền sử gia đình có bệnh ĐMV sớm	5 (11,9%)	1 (2,4%)	<0,05*
Đường máu tĩnh mạch lúc đói (mmol/l)	8,8 ± 2,3	4,7 ± 1,2	<0,05*

*: sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$

** : sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,01$

Nhận xét: Các bệnh nhân đái tháo đường type 2 có tần số tim lúc nghỉ cao hơn, vòng bụng trung bình lớn hơn, chỉ số khối cơ thể trung bình lớn hơn, có tỷ lệ rối loạn lipid máu cao hơn, có tỷ lệ tiền sử gia đình có bệnh ĐMV sớm cao hơn, nồng độ đường máu tĩnh mạch lúc đói cao hơn so với nhóm chứng, các sự khác biệt đều có ý nghĩa thống kê.

Bảng 2. So sánh khả năng dung nạp với gắng sức ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2 với nhóm chứng

Các thông số/ triệu chứng	Đái tháo đường type 2 (n=42)	Nhóm chứng (n= 42)	P
Thời gian gắng sức trung bình (giây)	612,4 ± 187,1	813,4 ± 213,2	<0,01**
Đạt 85% tần số tim lý thuyết tối đa (n,%)	32 (76,2%)	40 (95,2%)	< 0,01**
Khả năng gắng sức tối đa (MET)	6,5 ± 1,1	8,9 ± 2,7	<0,05*
Mức tiêu thụ oxy tối đa VO ₂ max (ml/kg/phút)	31,5 ± 10,1	45,2 ± 11,3	<0,01**
Tụt huyết áp trong quá trình gắng sức (n,%)	0 (0%)	0 (0%)	> 0,05
Đáp ứng kém về nhịp tim trong gắng sức (n,%)	10 (23,8%)	2 (4,8%)	<0,01**

*: sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$

** : sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,01$

Nhận xét: Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nhóm về thời gian gắng sức trung bình, tỷ lệ % đạt 85% tần số tim lý thuyết tối đa, khả năng gắng sức tối đa (MET), tiêu thụ oxy tối đa (VO₂max) và tỷ lệ đáp ứng kém về nhịp tim trong gắng sức. Các bệnh nhân tiểu đường có thời gian gắng sức ngắn hơn, tỷ lệ % đạt 85% tần số tim lý thuyết tối đa thấp hơn, khả năng gắng sức tối đa thấp hơn, mức tiêu thụ oxy tối đa thấp hơn và có tỷ lệ % đáp ứng kém về nhịp tim cao hơn.

Bảng 3. Mối tương quan giữa đường máu tĩnh mạch lúc đói với khả năng dung nạp với gắng sức

Các thông số	Đái tháo đường type 2 (n=42)		Nhóm chứng (n= 42)	
	r	p	r	p
Thời gian gắng sức (giây)	-0,49	0,02	-0,18	0,23
Khả năng gắng sức tối đa (MET)	-0,52	0,03	-0,11	0,20
Mức tiêu thụ oxy tối đa VO ₂ max (ml/kg/phút)	-0,55	0,02	-0,19	0,06

Nhận xét: Ở nhóm đái tháo đường type 2, có mối tương quan tuyến tính nghịch mức độ vừa giữa đường máu tĩnh mạch lúc đói và thời gian gắng sức ($r = -0,49, p = 0,02$), khả năng gắng sức tối đa ($r = -0,52, p = 0,03$) và mức độ tiêu thụ oxy tối đa ($r = -0,55, p = 0,02$).

BÀN LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi so sánh khả năng dung nạp với gắng sức ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2 với người không có đái tháo đường. Cả hai nhóm đều không có bằng chứng về các bệnh lý tim mạch trên lâm sàng và các xét nghiệm máu, điện tâm đồ, siêu âm tim và các xét nghiệm thăm dò chức năng khác. Cả hai nhóm đều không có các bệnh lý cơ xương khớp, thần kinh, mạch máu gây ảnh hưởng đến khả năng gắng sức. Các bệnh nhân đái tháo đường type 2 có tần số tim lúc nghỉ cao hơn, vòng bụng trung bình lớn hơn, chỉ số khối cơ thể trung bình lớn hơn, có tỷ lệ rối loạn lipid máu cao hơn, có tỷ lệ tiền sử gia đình có bệnh ĐMV sớm cao hơn, các sự khác biệt đều có ý nghĩa thống kê (bảng 1). Nghiên cứu của Awotidebe năm 2014^[7] và của Sydo năm 2016^[2] cũng cho thấy các bệnh nhân đái tháo đường type 2 có tần số tim lúc nghỉ cao hơn so với người khoẻ mạnh. Tác giả Awotidebe cũng nhận thấy, ở các bệnh nhân được làm NPGS, các bệnh nhân đái tháo đường type 2 có

vòng bụng lớn hơn, chỉ số khối cơ thể lớn hơn so với người khoẻ mạnh^[7].

Khi so sánh khả năng dung nạp với gắng sức giữa các bệnh nhân đái tháo đường type 2 với nhóm chứng, chúng tôi nhận thấy các bệnh nhân đái tháo đường type 2 có thời gian gắng sức ngắn hơn, tỷ lệ % đạt 85% tần số tim lý thuyết tối đa thấp hơn, khả năng gắng sức tối đa thấp hơn, mức tiêu thụ oxy tối đa thấp hơn và có tỷ lệ % đáp ứng kém về nhịp tim cao hơn, các sự khác biệt đều có ý nghĩa thống kê (bảng 2). Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trên thế giới cho thấy khả năng dung nạp với gắng sức ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2 thấp hơn so với người bình thường^[2,7,8]. Nghiên cứu của Fang và cộng sự cho thấy bệnh nhân đái tháo đường type 2 có khả năng gắng sức tối đa tính bằng MET thấp hơn so với người bình thường^[3]. O’Conner E. và cộng sự cho thấy các bệnh nhân đái tháo đường có giảm tiêu thụ oxy tối đa ở cả nam và nữ^[4]. Giảm khả năng gắng sức ở bệnh nhân đái tháo đường có liên quan đến rối loạn chuyển hoá glucose, trong đó có vai trò của GLUT4, một protein vận chuyển ở màng tế bào làm thay đổi thể tích tế bào cơ vân. Chuyển hoá glucose kém cũng đi kèm với tăng độ cứng thành mạch, giảm độ đàn hồi thành mạch, giảm lưu lượng mạch vành, dẫn đến giảm khả năng gắng sức. Bên cạnh đó, những thay đổi về hệ thống

thần kinh tự động ở người đái tháo đường cũng đi kèm với đáp ứng kém về cung lượng tim khi gắng sức so với người khỏe mạnh^[2,7]. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2, có mối tương quan tuyến tính nghịch mức độ vừa giữa đường máu tĩnh mạch lúc đói và thời gian gắng sức, với khả năng gắng sức tối đa và mức độ tiêu thụ oxy tối đa, trong khi ở nhóm chứng, không có các mối tương quan có ý nghĩa thống kê (bảng 3). Kết quả này tương tự với kết quả của Awotidebe^[7]. Trong nghiên cứu của chúng tôi, các bệnh nhân đái tháo đường có tỷ lệ đáp ứng kém về nhịp tim cao hơn so với nhóm chứng. Sydo N. và Allison TG. nghiên cứu trên các bệnh nhân được làm nghiệm pháp gắng sức ở Mayo Clinic từ 1993 đến 2010 cho thấy bệnh nhân đái tháo đường type 2 đạt tần số tim ở đỉnh gắng sức thấp hơn so với người không có đái tháo

đường. Đái tháo đường thường đi kèm với bệnh lý thần kinh tự động, làm giảm khả năng đáp ứng với gắng sức về tần số tim của các bệnh nhân. Đây cũng là một yếu tố tiên lượng dự báo tử vong ở các bệnh nhân đái tháo đường^[2].

KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu trên 42 bệnh nhân đái tháo đường type 2 không có bệnh lý tim mạch được làm nghiệm pháp gắng sức điện tâm đồ với thảm chạy và so sánh với nhóm chứng, chúng tôi nhận thấy:

Các bệnh nhân đái tháo đường type 2 có tần số tim lúc nghỉ cao hơn và giảm khả năng dung nạp với gắng sức so với người không đái tháo đường. Ở các bệnh nhân đái tháo đường type 2, nồng độ đường máu tĩnh mạch lúc đói có mối tương quan tuyến tính nghịch mức độ vừa với thời gian gắng sức, khả năng gắng sức tối đa và mức tiêu thụ oxy tối đa.

ABSTRACT

Exercise capacity in patients with type 2-diabetes by treadmill electrocardiogram exercise testing

Aims: To investigate exercise capacity by treadmill electrocardiogram (ECG) exercise testing and the relationship between fasting blood glucose level and exercise capacity in in patients with type 2-diabetes.

Methods: A retrospective study in 42 type 2-diabetic patients without cardiovascular disease and 42 age - and sex-matched healthy subjects who underwent treadmill exercise ECG testing from 1/2014 through 12/2018 in Vietnam National Heart Institute (VNHI), Bach Mai hospital. Exercise testing was performed using modified Bruce protocol.

Results: In 42 patients with type 2-diabetes, mean age was 57 ± 21 (36-78 years old), 28 men (66,7%), 14 women (33,3%). In comparison with control subjects, diabetic patients had higher resting heart rate ($84,2 \pm 16,7$ vs $71,3 \pm 12,5$ bpm, $p < 0,05$), larger waist circumference ($93,4 \pm 10,2$ vs $81,3 \pm 9,7$ cm, $p < 0,05$), higher body mass index ($25,6 \pm 2,1$ vs $20,5 \pm 1,2$ kg/m², $p < 0,05$), higher prevalence of dyslipidemia (66,7% vs 26,2%, $p < 0,01$), higher prevalence of family history of coronary artery disease (11,9% vs 2,4%, $p < 0,05$), higher level of fasting blood glucose ($8,8 \pm 2,3$ vs $4,7 \pm 1,2$, $p < 0,05$). Diabetic patients had shorter exercise duration ($612,4 \pm 187,1$ vs $813,4 \pm 213,2$ s, $p < 0,01$), smaller proportion of achievement of 85% theoretical maximum heart rate (76,2% vs 95,2%, $p < 0,01$), had lower exercise functional capacity by MET ($6,5 \pm 1,1$ vs $8,9 \pm 2,7$, $p < 0,05$), lower oxygen consumption (VO₂max) ($31,5 \pm 10,1$ so với $45,2 \pm 11,3$ ml/kg/ph, $p < 0,01$), higher prevalence of chronotropic incompetence (23,8% vs 4,8%, $p < 0,01$). In diabetes, fasting

blood glucose level correlated inversely and moderately with exercise duration ($r = -0,49$, $p = 0,02$), exercise functional capacity ($r = -0,52$, $p = 0,03$) and $VO_2\max$ ($r = -0,55$, $p = 0,02$).

Conclusions: Diabetic patients had impaired exercise capacity in comparison with non-diabetic subjects. In diabetes, fasting blood glucose level correlated inversely and moderately with exercise duration exercise functional capacity and $VO_2\max$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH et al (2006). Physical Activity/Exercise and Type 2 Diabetes. A consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, Volume 29, Number 6, June 2006: p1433-1438.
2. Sydo N, Allison TG, et al (2016). Impaired heart rate response to exercise in diabetes and its long-term significance. *Mayo Clin Proc*. 2016;91(2):157-165.
3. Fang YZ, Sharman J, Prins JB, Marwick TH (2005). Determinants of Exercise Capacity in Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 28:1643-1648, 2005.
4. O'Conner E, Kiely C, O'Shea D, Green S, Egaña M (2012). Similar level of impairment in exercise performance and oxygen uptake kinetics in middle-aged men and women with type 2 diabetes. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 303: R70-R76, 2012.
5. American Diabetes Association (2010). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, Volume 33, Supplement 1, January 2010, S62-S69.
6. Gerald F. Fletcher, MD, FAHA, Chair; Philip A. Ades, MD, Co-Chair; Paul Kligfield, MD, FAHA, Co-Chair; Ross Arena, PhD, PT, FAHA; Mark A. Williams, PhD et al; on behalf of the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology, Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council on Epidemiology and Prevention. **Exercise Standards for Testing and Training. A Scientific Statement From the American Heart Association.** *Circulation*. 2013;128:873-934.
7. Awotidebe TO, Adedoyin RA, Yusuf AO, Frasier Maseko F, et al. (2014). Comparative functional exercise capacity of patients with type 2-diabetes and healthy controls: a case control study. *Pan African Medical Journal*. 2014; 19:257 doi:10.11604/pamj.2014.19.257.4798.
8. Verges B, Patois-Verges B, Cohen M, et al (2004). Effects of cardiac rehabilitation on exercise capacity in Type 2 diabetic patients with coronary artery disease. *Diabet Med*. 2004; 21(8):889- 95.