

KHẢO SÁT CHỈ SỐ TEI THẤT TRÁI BẰNG SIÊU ÂM TIM DOPPLER Ở VẬN ĐỘNG VIÊN CHUYÊN NGHIỆP

Nguyễn Thị Thúy Hằng
Trường Đại học Y Dược Huế

Tóm tắt

Đặt vấn đề: Y văn ghi nhận có sự thay đổi điện tim, hình thái tim ở vận động viên (VĐV) được biết qua thuật ngữ “Hội chứng tim vận động viên” với chức năng tim bình thường [5], [9], [12]. Năm 1995, Tei Chuwa đã đưa ra phương pháp đánh giá chức năng toàn bộ thất trái bằng siêu âm tim Doppler, gọi là chỉ số Tei, được sử dụng cho đến nay [3], [10]. Để đóng góp vào sự đánh giá chức năng tim của VĐV Việt Nam, bên cạnh chỉ số Tei quy ước, chúng tôi đánh giá thêm chỉ số Tei mô thất trái-được xem là ưu việt hơn chỉ số Tei quy ước - nhằm mục tiêu: xác định chỉ số Tei mô và Tei quy ước ở VĐV chuyên nghiệp, so với nhóm chứng không tập luyện và tìm hiểu tương quan giữa chỉ số Tei với hình thái thất trái ở nhóm VĐV. **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** thực hiện siêu âm Doppler tim đánh giá hình thái thất trái và đo chỉ số Tei quy ước, Tei mô cho 90 VĐV chuyên nghiệp, so sánh với 90 người nhóm chứng. **Kết quả:** chỉ số Tei quy ước, Tei mô bên, mô vách không khác biệt so với nhóm chứng, $p < 0,05$. Các thông số hình thái của VĐV đều lớn hơn nhóm chứng có ý nghĩa: đường kính nhĩ trái ($28,57 \pm 4,05$ vs $26,94 \pm 4,84$), thất trái ($46,44 \pm 4,20$ vs $44,01 \pm 4,86$), vách liên thất ($9,34 \pm 1,31$ vs $24,94 \pm 3,76$), thành sau thất trái ($8,31 \pm 1,54$ vs $7,93 \pm 1,49$), chỉ số khối lượng cơ thất trái ($85,12 \pm 15,86$ vs $70,59 \pm 14,52$), $p < 0,01$, $< 0,05$. Đường kính nhĩ trái, thất trái không tương quan với chỉ số Tei. Chỉ số khối lượng cơ thất trái có tương quan thuận yếu với chỉ số Tei quy ước. **Kết luận:** Có sự thay đổi hình thái thất trái so với nhóm chứng, đo chỉ số Tei ghi nhận chức năng tim bình thường ở VĐV.

Từ khóa: Tim vận động viên, siêu âm tim Doppler, chỉ số Tei.

Abstract

EVALUATION OF LEFT VENTRICULAR TEI INDEX BY DOPPLER ECHOCARDIOGRAPHY IN ELITE ATHLETES

Nguyen Thi Thuy Hang
Hue University of Medicine and Pharmacy

Background: The literature has recorded ECG changes, cardiac morphology in athletes is known by the term “athlete heart syndrome” with normal heart function. Tei Chuwa devised and published in 1995 an index of myocardial performance (the Tei index) that evaluates the LV systolic and diastolic function in combination. To contribute to the assessment of cardiac function athletes in Vietnam, besides conventional Tei index, we further evaluated left ventricular tissue Doppler Tei indexes with the following objectives: identify conventional Doppler Tei index and tissue Doppler Tei indexes in professional athletes, compared with a control group and find the correlation between the Tei index with left ventricular morphology among athletes. **Material and Methods:** Left ventricular morphology, conventional Doppler Tei index and tissue Doppler Tei indexes in 90 athletes and 90 non-athlete controls were evaluated by Doppler echocardiography. **Results:** there were no significant differences between the athletes and the control subjects with respect to conventional Doppler Tei index and tissue Doppler Tei indexes (lateral, septal). Morphological parameters were significantly greater in athletes than in controls: left atrial diameter (28.57 ± 4.05 vs 26.94 ± 4.84), LVDd (46.44 ± 4.20 vs 44.01 ± 4.86), IVSd (9.34 ± 1.31 vs 24.94 ± 3.76),

- Địa chỉ liên hệ: Nguyễn Thị Thúy Hằng, email: taihangdr@yahoo.com.vn

DOI: 10.34071/jmp.2013.5.13

- Ngày nhận bài: 1/9/2013 * Ngày đồng ý đăng: 25/9/2013 * Ngày xuất bản: 30/10/2013

LVPWd (8.31 ± 1.54 vs 7.93 ± 1.49), LVMI (85.12 ± 15.86 vs 70.59 ± 14.52), $p < 0.01$, $p < 0.05$. Tei index didn't have correlation with LADd, left atrial diameter. The left ventricular mass correlated weakly with conventional Doppler Tei index. **Conclusion:** The athletes had left ventricular structural changes, compared to controls. Heart function was evaluated by Tei index showed normal in athletes.

Keywords: Athlete's heart, Doppler echocardiography, Tei index.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hoạt động thể lực làm thay đổi chức năng các cơ quan theo hướng thích nghi với vận động. Y văn ghi nhận có sự thay đổi điện tim, hình thái tim ở VĐV được biết qua thuật ngữ “Hội chứng tim vận động viên” [5], [9], [12]. Trong những năm gần đây, bên cạnh sự phát triển mạnh mẽ về chẩn đoán hình ảnh, siêu âm tim là phương pháp không xâm nhập, dễ sử dụng, ít tốn kém, không những cho phép thăm dò cả về hình thái mà còn cả huyết động, đặc biệt chức năng tâm thu, tâm trương [7], [9]. Qua đó, người thầy thuốc có thể nhận biết những biến đổi trên tim người tập luyện, có khi là tốt giúp nâng cao thành tích vận động viên (VĐV) nhưng cũng có thể chính nó cũng là nguyên nhân hạn chế thành tích của họ.

Năm 1995, Tei và cộng sự đã đưa ra phương pháp đánh giá chức năng toàn bộ thất trái bằng chỉ số chức năng cơ tim (myocardial performance index- MPI) hay còn gọi là chỉ số Tei (Tei index). Chỉ số này được đo trên siêu âm tim Doppler và càng ngày càng được hoàn thiện hơn ở cách đo với mục đích làm tăng độ nhạy trong chẩn đoán chức năng tim [3], [10]. Nhiều nghiên cứu ở nước ngoài đánh giá chức năng thất trái bằng chỉ số Tei trên Doppler quy ước ở VĐV, ghi nhận, bên cạnh sự thay đổi hình thái tim, chức năng tim vẫn bình thường hoặc tốt hơn [6], [8], [13]. Ở Việt Nam đã có nghiên cứu về chỉ số Tei ở người bình thường và bệnh lý [2], [3]. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào sử dụng chỉ số Tei để đánh giá chức năng tim của VĐV. Để đóng góp vào sự đánh giá chức năng tim của VĐV Việt Nam, bên cạnh chỉ số Tei quy ước, đề tài chúng tôi đánh giá thêm chỉ số Tei mô thất trái-được xem là ưu việt hơn chỉ số Tei quy ước- trong đánh giá chức năng tim, nhằm hai mục tiêu sau:

1/ Xác định chỉ số Tei mô và Tei quy ước ở vận động viên chuyên nghiệp, so với nhóm chứng không tập luyện.

2/ Tìm hiểu tương quan giữa chỉ số Tei với hình thái thất trái ở nhóm vận động viên.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

+ Nhóm vận động viên: gồm 90 đối tượng là VĐV chuyên nghiệp tập luyện các loại hình khác nhau (võ thuật, điền kinh, bơi lội) của tỉnh Thừa Thiên Huế, tuổi từ 16 đến 26, gồm 57 nam và 33 nữ, chế độ tập dành cho VĐV tham gia thi đấu các giải toàn quốc.

+ Nhóm chứng: gồm 90 đối tượng có sức khỏe bình thường có lứa tuổi và giới tương đồng, không tham gia tập luyện đều đặn bất kỳ môn thể thao nào; không có tiền sử hay hiện tại có bệnh lý phế quản phổi hoặc có các triệu chứng cơ năng và thực thể bệnh lý tim mạch.

Tất cả đều được giải thích và tự nguyện tham gia nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

+ Thiết kế nghiên cứu: nghiên cứu mô tả cắt ngang có so sánh nhóm chứng.

+ Các bước tiến hành: -Đo cân nặng, chiều cao, huyết áp để tính diện tích da.

- Tiến hành siêu âm: Máy siêu âm Phillip với đầu dò 2.5-3.5 MHz có khả năng cho hình ảnh siêu âm M-mode, 2D, siêu âm màu, Doppler xung, Doppler liên tục.

Thực hiện đo theo khuyến cáo của Hội siêu âm Hoa Kỳ, các thông số đều được đo 3 lần liên tiếp và lấy trị trung bình. Đo hình thái thất trái bằng siêu âm M-mode, sử dụng 2 đường cắt, đường cắt ngang thất và đường cắt ngang góc động mạch chủ [4]. Các thông số đánh giá:

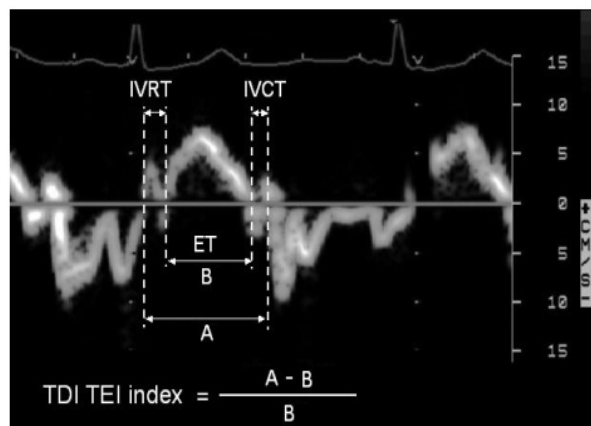
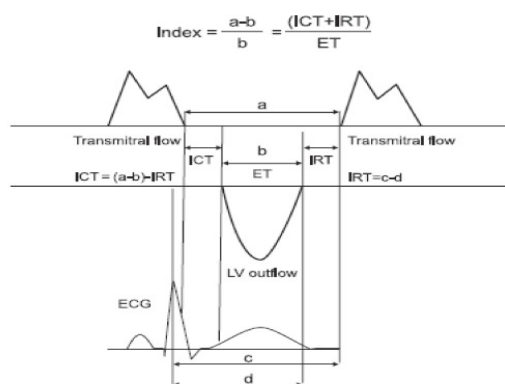
Đường kính nhĩ trái cuối tâm thu (NT), đường kính thất trái cuối tâm trương (Dd), đường kính thất trái cuối tâm thu (Ds), chiều dày vách liên thất cuối tâm trương và tâm thu (VLTd, VLTs), đo thành sau thất trái cuối tâm trương và tâm thu (TSTTd, TSTTs). Từ đó tính chỉ số khối cơ thất trái (CSKCTT).

- Đo chỉ số Tei trên siêu âm Doppler quy ước và Doppler mô:

Đo chỉ số Tei quy ước, chúng tôi áp dụng cách đo của Tei và cộng sự, trên cơ sở siêu âm 2D mặt cắt bốn buồng tim, sử dụng Doppler xung, cổng

lấy mẫu đặt ở đường ra thất trái, gần lá trước hai lá, đo thời gian co đồng thể tích (ICT), thời gian giãn đồng thể tích (IRT), thời gian tổng máu thất trái (ET) [3], [4], [10].

Đo chỉ số Tei mô, bật chế độ Doppler mô cơ tim và thực hiện Doppler xung với cửa sổ siêu âm được đặt ở thất trái vị trí thành bên và vách vòng van hai lá [13] (hình.1).



Hình 1. Cách đo chỉ số Tei trên siêu âm tim Doppler quy ước và Doppler mô

2.3. Xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý theo phương pháp thống kê y học.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đặc điểm chung hai nhóm nghiên cứu

Bảng 3.1. Các đặc điểm chung của các đối tượng nghiên cứu

Các thông số		Nhóm VĐV (n = 90)	Nhóm chứng (n = 90)	p
Tuổi (năm)		19,51 ± 2,53	19,96 ± 1,94	> 0,05
Giới	Nam	57 (63,3%)	57 (63,3%)	
	Nữ	33 (36,7%)	33 (36,7%)	
Chiều cao (cm)		164,63 ± 8,76	163,02 ± 7,84	> 0,05
Cân nặng (kg)		56,17 ± 9,39	54,81 ± 10,19	> 0,05
BSA (m ²)		1,60 ± 0,16	1,56 ± 0,16	> 0,05
TST (ck/phút)		67,55 ± 3,37	74,31 ± 2,03	< 0,05
HATT (mmHg)		112,72 ± 6,83	110,90 ± 5,94	> 0,05
HATT _r (mmHg)		71,50 ± 5,53	71,27 ± 5,83	> 0,05
Thời gian tập/tháng		47,73 ± 10,13	0	

Nhận xét: Không có sự khác biệt về các đặc điểm chung, ngoại trừ TST của nhóm VĐV thấp hơn nhóm chứng có ý nghĩa (p<0,05).

3.2. Chỉ số Tei

Bảng 3.2. Chỉ số Tei thất trái trên hai nhóm nghiên cứu

Các thông số	Nhóm VĐV (n=90)	Nhóm chứng (n=90)	p
Tei quy ước	0,44 ± 0,03	0,45 ± 0,04	> 0,05
Tei mô bên	0,41 ± 0,03	0,42 ± 0,05	> 0,05
Tei mô vách	0,41 ± 0,04	0,41 ± 0,06	> 0,05

Nhận xét: Chỉ số Tei thất trái không khác biệt giữa nhóm VĐV và nhóm chứng.

3.3. Tương quan giữa chỉ số Tei với hình thái thất trái ở VĐV

3.3.1. Hình thái thất trái ở hai nhóm nghiên cứu

Bảng 3.3. Các thông số về hình thái thất trái trên hai nhóm nghiên cứu

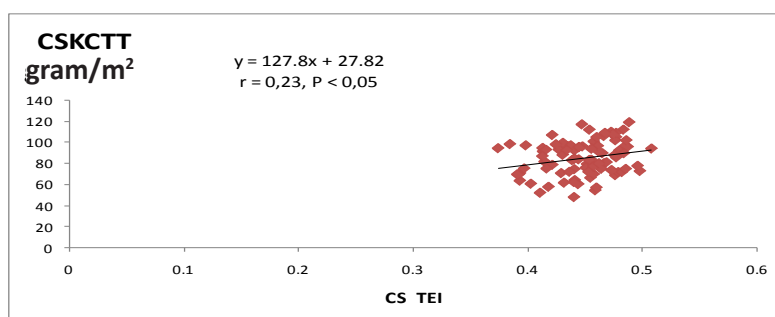
Các thông số	Nhóm VĐV (n=90)	Nhóm chứng (n=90)	p
NT (mm)	28,57 ± 4,05	26,94 ± 4,84	<0,01
Dd (mm)	46,44 ± 4,20	44,01 ± 4,86	<0,01
Ds (mm)	27,21 ± 4,18	24,94 ± 3,76	<0,05
VLTD (mm)	9,34 ± 1,31	7,99 ± 1,05	<0,01
VLTDs (mm)	14,42 ± 1,93	13,60 ± 2,05	<0,05
TSTTD (mm)	8,31 ± 1,54	7,93 ± 1,49	>0,05
TSTTDs (mm)	15,36 ± 2,68	14,67 ± 1,78	<0,05
KLCTT (g)	136,61 ± 29,33	111,17 ± 29,63	<0,001
CSKCTT (g/m ²)	85,12 ± 15,86	70,59 ± 14,52	<0,001

Nhận xét: Các thông số hình thái thất đều lớn hơn ở nhóm VĐV so với nhóm chứng, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$; $p < 0,01$). Ngoại trừ TSTTD không khác biệt có ý nghĩa ($p > 0,05$).

3.3.2. Về mối tương quan giữa chỉ số Tei với hình thái thất trái ở VĐV

Bảng 3.4. Tương quan giữa chỉ số Tei và hình thái thất trái ở nhóm VĐV chung

	Tei quy ước r	p	Tei mô bên r	p	Tei mô vách r	p
NT	0,19	> 0,05	0,13	> 0,05	-0,07	> 0,05
Dd	0,13	> 0,05	-0,03	> 0,05	0,005	> 0,05
CSKCTT	0,23	< 0,05	-0,05	> 0,05	0,09	> 0,05



Hình 3.1. Tương quan thuận yếu giữa chỉ số Tei quy ước với CSKCTT

4. BÀN LUẬN

-Về đặc điểm chung đối tượng nghiên cứu: Chúng tôi tiến hành nghiên cứu trên các VĐV với lứa tuổi $19,51 \pm 2,53$, đối tượng là các VĐV ở trường năng khiếu hoặc đang ở các đội tuyển của tỉnh, thời gian tập luyện đều trên 3 năm ($47,73 \pm 10,13$ tháng), đã có sự thay đổi về hệ thống tim mạch, thuận lợi cho so sánh với nhóm chứng không tập luyện với tuổi trung bình tương đồng với nhóm không tập luyện $19,96 \pm 1,94$. $p > 0,05$. Hai nhóm đối tượng nghiên cứu có sự tương đồng về chiều cao, cân nặng, BSA ($p > 0,05$), điều này thuận lợi cho nghiên cứu vì các

thông số trên siêu âm có thể bị ảnh hưởng bởi diện tích da. Riêng tần số tim của nhóm tập luyện thấp hơn nhóm chứng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Chậm tần số tim khi nghỉ thường ghi nhận ở người tập luyện, đây là sự thay đổi tốt cho hoạt động tim, tim hoạt động có hiệu quả với tăng thể tích tổng máu, tiết kiệm năng lượng, kết quả của sự tăng trương lực phó giao cảm khi nghỉ [1], [5], [12].

- Chỉ số Tei quy ước và Tei mô trên hai nhóm nghiên cứu.

Kết quả của chúng tôi về chỉ số Tei quy ước ở hai nhóm là $0,44 \pm 0,03$ và $0,45 \pm 0,04$. Như

vậy, ở nhóm VĐV có chỉ số Tei thấp hơn nhóm chứng, tuy nhiên sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), chúng tôi nhận thấy rằng sự khác biệt này là do thời gian tổng máu ở nhóm VĐV dài hơn. Điều này thể hiện thể tích tổng máu tâm thu cao hơn ở VĐV so với nhóm chứng [8], [12]. Theo nghiên cứu của Nguyễn Thị Hoài Thu và cs, với 154 đối tượng là người lớn (>16 tuổi) bình thường, cho kết quả chỉ số Tei quy ước là $46 \pm 0,06$ [2].

Chúng ta biết rằng, thuật ngữ “tim vận động viên” sử dụng trong trường hợp tim thay đổi cấu trúc liên quan tập luyện nhưng chức năng tim bình thường [5], [9], [12]. Trước đây, chức năng tim thường được đánh giá qua siêu âm Doppler tim, tuy nhiên có nhiều giới hạn khi đánh giá chức năng tâm thu, đặc biệt chức năng tâm trương. Các chỉ số này có thể thay đổi theo tuổi, nhịp tim, rối loạn dẫn truyền, tiền gánh khi đánh giá qua phổ Doppler van hai lá. Vì vậy, Tei đã đưa ra cách đánh giá chức năng tim mới hay còn gọi là chỉ số Tei [3], [10]. J R Libonati, J Ciccolo, H Glassber G (2001) dùng chỉ số Tei để đánh giá chức năng tâm trương ở 51 người tập luyện khỏe mạnh, ghi nhận chỉ số Tei thấp ở nhóm người có khả năng gắng sức cao, thể hiện chức năng tim tốt ở nhóm người này [11]. Trước đây, chỉ số Tei quy ước, đo bằng Doppler xung ở mặt cắt 5 buồng được sử dụng để đánh giá chức năng tâm thu lẫn tâm trương, đem lại nhiều thuận lợi trong xác định và tiên lượng các bệnh lý tim mạch khác nhau [10]. Tuy nhiên, chỉ số Tei quy ước có giới hạn đó là không thể đo thời gian co đồng thể tích và giãn đồng thể tích trong cùng 1 chu chuyển tim, do đó có thể bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi nhịp tim. Chỉ số Tei qua Doppler mô có thể khắc phục giới hạn này [6], [8]. A. De La Rosa và cs (2007), đánh giá chức năng tâm trương bằng chỉ số Tei mô ở 474 VĐV trình độ cao (272 nam và 202 nữ). Tác giả ghi nhận, chỉ số Tei là $0,44 \pm 0,07$ và chỉ có 7% là cao hơn 0,55 [6] không khác biệt so với kết quả chúng tôi (nam: $0,44 \pm 0,03$ và nữ: $0,45 \pm 0,04$). ZHANG Fu-hua, HE Xiu-bo (2011), ghi nhận chỉ số Tei thấp ở người tập luyện so với nhóm chứng, do ở VĐV, thời gian co đẳng tích và giãn đẳng tích dài hơn, điều này tăng thể tích tổng máu, tim bóp hiệu quả [14]. Như vậy, thực hiện đo chỉ số Tei ghi nhận chức năng tim bình thường hoặc tốt hơn ở phần lớn VĐV, nếu có bất thường thì không phải là “tim vận động viên” và cần làm thêm các thăm dò bổ sung.

- Về mối tương quan của chỉ số Tei và hình thái thất trái ở nhóm vận động viên.

Nghiên cứu chúng tôi cho thấy các thông số về hình thái thất trái, nhĩ trái đều lớn hơn có ý nghĩa ở nhóm VĐV so với nhóm chứng: đường kính nhĩ trái $28,57 \pm 4,05\text{mm}$ so với $26,94 \pm 4,84\text{mm}$, Dd $46,44 \pm 4,20$ so với $44,01 \pm 4,86\text{mm}$, VLTd $9,34 \pm 1,31\text{mm}$ so với $7,99 \pm 1,05\text{mm}$ ($p < 0,01$). Sự thay đổi đường kính tim thuận lợi cho những thích nghi huyết động khi tập luyện hoặc gắng sức. Sự vận động đòi hỏi tim VĐV phải đủ khả năng vận chuyển oxy nhờ tăng thể tích tổng máu, chậm nhịp tim và thất phì đại, chính vì thế điều này dẫn đến giãn và phì đại buồng tim khi tim VĐV tiếp tục hoạt động để đảm bảo chức năng bơm máu của mình [5], [9], [12]. Kết quả chúng tôi tương tự với các nghiên cứu của Pluim B.M. (2002), D’Andrea A và cs (2009), Kreso A. và cs (2008) [5], [9], [12].

Nghiên cứu chúng tôi cho thấy không có mối tương quan giữa chỉ số Tei ở các vị trí với các thông số hình thái thất trái (nhĩ trái, đường kính thất trái), có mối tương quan thuận yếu ($r=0,23$, $p < 0,05$) chỉ số Tei quy ước với khối cơ thất trái. Kết quả này phù hợp với kết quả của A. De La Rosa và cs (2007) khi nghiên cứu Doppler mô và chỉ số Tei mô trên VĐV chuyên nghiệp, với kết quả chỉ số Tei là $0,44 \pm 0,07$, có tương quan nghịch giữa sóng Em bên với tuổi ($r=-0,325$; $p < 0,001$), ngược lại không có tương quan giữa sóng E mô vách và E mô bên với khối cơ thất trái [6]. Chỉ số Tei mô không tương quan với khối cơ thất trái, tuổi và các thông số chức năng tâm trương khác [10], [13], [14]. Như vậy, mặc dù có sự thay đổi hình thái thất trái nhưng chức năng tim toàn bộ bình thường, có thể đánh giá thông qua chỉ số Tei.

4. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu 90 vận động viên thuộc các đội tuyển chuyên nghiệp của tỉnh Thừa Thiên Huế (57 nam, 33 nữ) tuổi trung bình $19,51 \pm 2,53$ có đối chiếu với 90 người thuộc nhóm chứng có tuổi và giới tương đồng, không tập luyện chúng tôi có những kết luận sau:

- Không có sự khác biệt về chỉ số Tei quy ước, chỉ số Tei mô bên, chỉ số Tei mô vách ở nhóm vận động viên và nhóm chứng.

- Về tương quan giữa chỉ số Tei với hình thái thất trái ở VĐV:

+ Hình thái tim vận động viên như: đường kính nhĩ trái, thất trái, vách liên thất, thành sau thất trái,

khối lượng cơ thất trái, chỉ số khối lượng cơ thất trái đều lớn hơn nhóm chứng có ý nghĩa ($p<0,001$, $p<0,01$, $p<0,05$).

+ Đường kính nhĩ trái, thất trái không tương quan với chỉ số Tei. Chỉ số khối lượng cơ thất trái có tương quan thuận yếu với chỉ số Tei qui ước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thị Thúy Hằng, Nguyễn Cửu Long, Nguyễn Anh Vũ (2006), “Nghiên cứu hình thái chức năng thất trái trên các vận động viên trình độ cao bằng phương pháp siêu âm-Doppler tim”, *Tạp chí Sinh lý học*, 10(3).
2. Nguyễn Thị Thu Hoài, Nguyễn Lâm Việt, Phạm Thái Sơn, Đỗ Doãn Lợi, Phạm Gia Khải (2004), “Nghiên cứu chỉ số Tei ở người lớn bình thường”, *Tạp chí tim mạch học Việt Nam*, số 39, tr 12-17.
3. Lê Thúy Ngọc, Phạm Nguyên Sơn (2010), “Chỉ số Tei, một chỉ số dùng đánh giá chức năng tim”, *Tạp chí tim mạch học Việt Nam*, số 8, tr. 42-49.
4. Nguyễn Anh Vũ (2010), *Siêu âm tim-Cập nhật chẩn đoán*, NXB Đại học Huế.
5. D’Andrea A et al. (2009), Echocardiographic evaluation of the athlete’s heart: from morphological adaptations to myocardial function, *G Ital Cardiol (Rome)*, 10(8):533-44.
6. A. De La Rosa, A. Boraita, M.E. Heras, A. De La Torre, M. Rabadan, R. Lamiel, O. Santaella, A. Canda (2007), Tissue doppler and Tei index in a large serie of elite athletes, *European Heart Journal*, 28 (749).
7. Andre Santos Moro, Marina Politi Okoshi, Carlos Roberto Padovani and Katashi Okoshi. (2013), Doppler echocardiography in athletes from different sports, *Med Sci Monit*, 19, pp.187-193.
8. E.Kasikcioglu (2004), Left ventricular Tei index in athletes, *Eur J Echocardiogr*, 5 (5): 318.
9. Kreso A., Arslanagic A., (2008), Athlete’s heart syndrome and echocardiographic changes, *Bosnian Journal of basic medical sciences*, 8(2), pp. 116-120.
10. J. A. Lakoumentas et al. (2005), The Tei Index of Myocardial Performance: Applications in Cardiology, *Hellenic Journal of Cardiology*, pp. 52- 58.
11. J R Libonati, J Ciccolo, H Glassber G. (2001), The Tei index and exercise capacity, *Journal of sports Medicin and Physical Fitness*, Vol 41(1), pp. 108-113.
12. B.M. Pluim, MD; Acilko H. Zwinderman, PhD; (2000), The Athletes heart, *Circulation* 101, pp.336-344.
13. Voon WC, Su HM, Yen TH, Lai WT, Sheu SH., (2005), “Left ventricular Tei index: Comparison between flow and tissue Doppler analyses”, *echocardiography*, 22(9), pp. 730-5.
14. ZHANG Fu-hua, HE Xiu-bo (2011), Comparative differences in the cardiac Tei index between students majoring in physical education and ordinary college students, *Journal of Physical Education*; 2009-11.