

LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN THỂ DỤC THỂ THAO**4. Trương Quốc Uyên**

Sinh thời Bác Hồ đến động viên các đại hội thể thao của nước ta

7. Đỗ Hữu Trường

Công tác đào tạo trọng tài, huấn luyện viên, vận động viên Bản súng Việt Nam đáp ứng tình hình mới

BÀI BÁO KHOA HỌC**10. Nguyễn Văn Phúc; Mai Thị Bích Ngọc**

Giải pháp nâng cao hiệu quả quảng bá, tư vấn tuyển sinh đại học chính quy của Trường Đại học Thể dục thể thao Bắc Ninh

16. Nguyen Gang; Nguyen The Tinh; Le Tran Quang; Duong Anh Tuan; Phan Thanh Hung

Evaluating effectiveness of male student's physical development at Hue University after one year of studying the club-based physical education program model and the basic physical education program model

22. Nguyễn Tôn Hoài

Nghiên cứu yếu tố hình thành động cơ của người tham gia tập luyện Yoga ở thành phố Tuy Hòa tỉnh Phú Yên

27. Lê Anh Dũng

Thực trạng thừa cân, béo phì và chất lượng cuộc sống của sinh viên Đại học Huế

32. Hoàng Thị Thùy Trang

Lựa chọn bài tập nâng cao thành tích nhảy xa kiểu ngồi cho nữ sinh viên năm thứ nhất Trường Đại học Điện lực Hà Nội

38. Nguyễn Lê Huy; Nguyễn Xuân Hoàng; Nguyễn Thùy Dung

Giải pháp đáp ứng nhu cầu xã hội trong đào tạo cử nhân Thể dục thể thao Chuyên ngành Golf, Trường Đại học Thể dục thể thao Bắc Ninh

44. Đinh Khánh Thu; Đinh Quang Ngọc

Định hướng công tác đào tạo cử nhân thể dục thể thao của Trường Đại học Thể dục thể thao Bắc Ninh đáp ứng nhu cầu xã hội đến năm 2025 và tầm nhìn 2030

49. Nguyễn Huy Hoàng

Lựa chọn và ứng dụng bài tập phát triển thể lực chuyên môn cho nam sinh viên Đội tuyển Bóng bàn Học viện An ninh nhân dân

53. Đặng Văn Dũng; Nguyễn Xuân Trãi; Nguyễn Văn Hòa

Thực trạng cấu trúc giai đoạn huấn luyện ban đầu vận động viên Cờ vua ở các câu lạc bộ Cờ vua chuyên nghiệp miền Bắc Việt Nam

58. Đỗ Hữu Trường; Nguyễn Xuân Thuýét

Thực trạng chức năng cơ thể trước vận động của vận động viên Bản súng Đội tuyển trẻ quốc gia tại Trung tâm Đào tạo vận động viên Trường Đại học Thể dục thể thao Bắc Ninh

62. Trần Thị Kim Hương; Lê Minh Phương

Xây dựng tiêu chuẩn đánh giá trình độ thể lực và kỹ thuật của nam vận động viên Bóng đá U11 Văn Tâm Đồng Nai

65. Võ Tường Kha

Chỉ dấu Protein trong chẩn đoán sớm các bệnh lý tim mạch vận động viên

TIN TỨC - SỰ KIỆN VÀ NHÂN VẬT**75. Gia Linh**

Trường Đại học Thể dục thể thao Bắc Ninh với Sea Games 31

78. Phạm Tuấn Dũng

Bài tập nhóm cơ bụng

80. Thẻ lệ viết và gửi bài.

THEORY AND PRACTICE OF SPORTS

4. Truong Quoc Uyen

During his life, Uncle Ho came to encourage our country's sports festivals

7. Do Huu Truong

The training of referees, coaches and athletes in Vietnam's gun-shooting team in order to satisfy the new situation

ARTICLES

10. Nguyen Van Phuc; Mai Thi Bich Ngoc

Solutions to improve the effectiveness of regular college admission advertisement and consultation of Bac Ninh Sports University

16. Nguyen Gang; Nguyen The Tinh; Le Tran Quang; Duong Anh Tuan; Phan Thanh Hung

Evaluating effectiveness of male student's physical development at Hue University after one year of studying the club-based physical education program model and the basic physical education program model

22. Nguyen Ton Hoai

Research on participants' motivation in practicing yoga in Tuy Hoa city, Phu Yen province

27. Le Anh Dung

Assessment of overweight, obesity and students' life quality at Hue University

32. Hoang Thi Thuy Trang

Selecting exercises to improve the performance of sitting-style long jump for first-year female students at Hanoi Electric Power University

38. Nguyen Le Huy; Nguyen Xuan Huong; Nguyen Thuy Dung

Solutions to satisfy social demand in training bachelor's degree in Golf major in the field of Physical Education and Sports at Bac Ninh Sports University

44. Dinh Khanh Thu; Dinh Quang Ngoc

Orientation in training bachelors in Physical Education and Sports at Bac Ninh Sports University in order to satisfy social demands to 2025 and vision to 2030

49. Nguyen Huy Hoang

Selecting and applying exercises to develop professional physical strength for male students in Table tennis team at the People's Security Academy

53. Dang Van Dung; Nguyen Xuan Trai; Nguyen Van Hoa

Actual situation of the initial training structure for chess players in professional chess clubs in the North of Vietnam

58. Do Huu Truong; Nguyen Xuan Thuyet

Actual status of body function of gun-shooting athletes in the National Youth Team at the Athlete Training Center of Bac Ninh Sports University, before physical activity

62. Tran Thi Kim Huong; Le Minh Phuong

Developing standards for assessing the physical and technical level of male athletes in U11 Van Tam Dong Nai football team

65. Vo Tuong Kha

Protein markers in early diagnosis of athlete's cardiovascular diseases

NEWS - EVENTS AND PEOPLE

75. Gia Linh

Bac Ninh Sports University and Sea Games 31

78. Pham Tuan Dung

Abdominal muscle group exercises

80. Rules of writing and posting.

CHỈ DẤU PROTEIN TRONG CHẨN ĐOÁN SỚM CÁC BỆNH LÝ TIM MẠCH VẬN ĐỘNG VIÊN

Võ Tường Kha⁽¹⁾

Tóm tắt:

Hoạt động thể chất thường xuyên với lượng vận động thích hợp đã được chứng minh là có lợi trong việc ngăn ngừa, cải thiện các bệnh tim mạch ở các nhóm dân số khác nhau. Ngược lại, luyện tập thể dục thể thao (TDTT) không thường xuyên, cường độ, lượng vận động quá mức có thể gây ra các sự cố tim mạch cấp tính như thiếu máu cơ tim cấp, đột quy... Hiện nay, kết quả các nghiên cứu đánh giá, định lượng ảnh hưởng của tần suất, lượng vận động hoạt động thể chất đối với sức khỏe tim mạch là rất khác nhau và thiếu hệ thống trên cơ sở các chỉ dấu sinh học (biomarkers) hiệu quả, tin cậy.

Từ tính cấp thiết này, chúng tôi tổng hợp, phân tích và cung cấp một cách có hệ thống các biến đổi ở mức phân tử, tế bào trong quá trình sinh cơ, chuyển hóa trao đổi chất, miễn dịch, ..., là các chỉ dấu sinh học protein mới nhất liên quan đến sự xuất hiện, phát sinh, tiến triển và hồi phục các bệnh tim mạch của VĐV. Bài viết chỉ ra tiềm năng ứng dụng các chỉ dấu sinh học protein này trong việc chẩn đoán, tiên lượng, giám sát, can thiệp điều trị và dự phòng các bệnh lý tim mạch trong hoạt động thi đấu, luyện tập ở VĐV. Chỉ dấu sinh học protein còn cho biết mức độ hoạt động thể chất, làm cơ sở điều chỉnh khối lượng, chương trình huấn luyện và đánh giá trình độ luyện tập của VĐV.

Từ khóa: Chỉ dấu sinh học protein, hoạt động thể chất, bệnh lý tim mạch, vận động viên.

Protein markers in early diagnosis of athlete's cardiovascular diseases

Summary:

Regular physical activity has been shown to be beneficial in preventing and ameliorating cardiovascular diseases in different population groups. In contrast, infrequent or excessive physical exercise can cause acute cardiovascular events such as acute myocardial ischemia, stroke... Currently, the study results about evaluating and quantifying the effects of physical activity frequency and amount on cardiovascular health are very variable and lack a systematic basis of effective and trustable biomarkers.

From this imperative, we have systematically synthesized, analyzed and provided a report about the changes in molecular and cellular levels of the biomechanics, metabolism, and immunity process. They are the latest protein biomarkers implicated in the occurrence, development, progression and recovery of cardiovascular diseases in athletes. The article points out the potential application of these protein biomarkers in the diagnosis, prognosis, monitoring, treatment intervention and prevention of cardiovascular diseases in competition and training activities for athletes. Protein biomarkers also indicate physical activity levels, which serve as the basis for weight management, training programs and assessment of athletes' fitness levels.

Keywords: Protein biomarkers, physical activity, cardiovascular disease, athletes.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Hoạt động thể chất thường xuyên đã được chứng minh là một yếu tố độc lập tạo sự thích nghi sinh lý và trao đổi chất giúp ổn định cho tế bào, mô, tổ chức và cơ quan, trong đó có hệ thống tim mạch. Tập luyện TDTT có vai trò duy trì, nâng cao sức khỏe, chống lão hóa, có tác

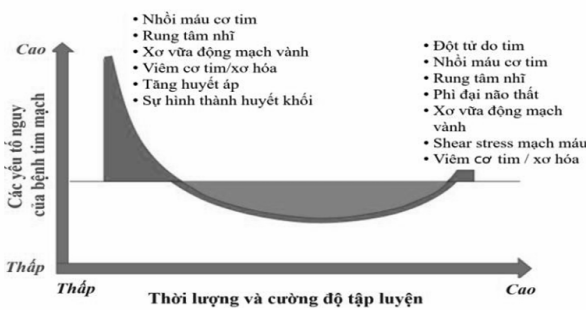
dụng hữu ích trong việc ngăn ngừa các bệnh mạn tính, bao gồm cả bệnh lý tim mạch (cardiovascular disease - CVD) ở các nhóm dân số khác nhau [18]. Duy trì hoạt động thể chất hàng ngày làm tăng tuổi thọ thêm 8–10 năm và ngăn ngừa được các bệnh mạn tính so với lối sống ít vận động [27]. Tập luyện TDTT cường

⁽¹⁾PGS.TS.BS, Bệnh viện Thể Thao Việt Nam; Email: votuongkhabvtt@gmail.com

độ nhẹ, lượng vận động trung bình như đi bộ nhanh giúp cải thiện, kiểm soát huyết áp ở những người bị tăng huyết áp [32], cải thiện một số thông số trao đổi chất [6] và các yếu tố nguy cơ mắc bệnh tiểu đường type II [4], có thể giúp kiểm soát tình trạng viêm mức độ thấp [26].

Ngược lại, theo WHO 2021, việc ít hoạt động thể chất là một yếu tố chính góp phần gây tử vong toàn cầu (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/44203>). Nhóm đối tượng không hoạt động thể chất, khoảng 20% mắc ung thư ruột kết và ung thư vú, 6% mắc bệnh tim và mạch vành, khoảng 7% bị bệnh tiểu đường type II [24]. Giảm hoạt động thể chất còn là nguy cơ thúc đẩy sự phát triển của nhiều bệnh khác [30].

Mối liên hệ chặt chẽ giữa hoạt động thể chất và CVD đã được chứng minh từ nghiên cứu trên các đối tượng ở khu vực thành thị và nông thôn của 17 quốc gia (trong độ tuổi 35–70) [23] và nghiên cứu của Trung Quốc (trong độ tuổi 30–79; trung bình là 51 tuổi) [5], cho thấy giảm đáng kể nguy cơ xuất hiện và tỷ lệ tử vong do CVD trong thời gian theo dõi từ 4–7 năm. Trong một nghiên cứu đa quốc gia khác đã phân tích trên 130.843 đối tượng không có bệnh lý CVD và chỉ ra rằng hoạt động thể chất giúp giảm đáng kể nguy cơ mắc CVD và tỷ lệ tử vong ở cả các quốc gia có thu nhập cao, trung bình và thấp [20].



Hình 1. Đường cong chữ J đảo ngược minh họa mối quan hệ giữa mức độ hoạt động thể chất và CVD

Theo một tuyên bố khoa học của Hiệp hội Tim mạch Hoa Kỳ (AHA) về các biến cố tim mạch cấp tính liên quan đến hoạt động thể chất và khả năng thích ứng hậu quả các biến cố này [10], cho thấy hoạt động thể chất quá mạnh, đặc biệt ở những người không khỏe mạnh, có thể

làm tăng đáng kể nguy cơ các bệnh lý cấp tính tim mạch và đột tử ở những người nhạy cảm (Hình 1), đồng thời thúc đẩy vôi hóa động mạch vành, giải phóng các chỉ dấu sinh học protein tim mạch, xơ hóa cơ tim và rung tâm nhĩ [10].

Chỉ dấu sinh học (biomarkers) được xem là một chỉ số sinh học, được thu nhận từ các mẫu sinh học và có thể được định tính hoặc định lượng bằng các thiết bị xét nghiệm, thử nghiệm lâm sàng [34]. Có nhiều loại biomarkers khác nhau có thể được nhận diện ở cả người khỏe mạnh [37] và từ mẫu sinh học của bệnh nhân: mẫu nước tiểu, máu, nước mắt, nước mũi, dịch não tủy, mẫu sinh thiết mô [2]; mẫu từ hồ sơ lâm sàng, sự kết hợp của các xét nghiệm cận lâm sàng và phòng thí nghiệm (huyết áp, glucose và lipid trong huyết thanh, các xét nghiệm hình ảnh như ECG, siêu âm tim, chụp CTscane tim...).

Biomarkers ngày càng đóng vai trò quan trọng trong các nghiên cứu cơ bản, có triển vọng ứng dụng cao sang các lâm sàng từ xét nghiệm chẩn đoán thường quy, ra quyết định trị liệu và đánh giá tiên lượng [6], [12], [23]. Một biomarkers tin cậy thường liên hệ chặt chẽ với các giai đoạn khác nhau của bệnh [27] hoặc/và tình trạng sức khỏe [16], cường độ, lượng vận động và sức bền của bài tập thể thao [15]. Theo Cục Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ (Food and Drug Administration - FDA), một biomarkers lý tưởng cần đáp ứng các điều kiện phù hợp để kiểm tra một tình trạng bệnh cụ thể, bao gồm: chi phí, hiệu quả, an toàn và dễ đo lường; có thể hỗ trợ với các phương pháp điều trị; có khả năng đưa ra kết quả chính xác, nhanh chóng; có thể ứng dụng phát hiện bệnh giai đoạn khởi phát; tính nhất quán giữa các dân tộc và giới tính khác nhau; và có đặc hiệu cao cho một bệnh cụ thể và có khả năng phân biệt giữa các trạng thái sinh lý khác nhau.

Từ những thông tin trên, bài viết này nhằm cung cấp một cái nhìn tổng quan về tầm quan trọng và các thành tựu nghiên cứu nổi bật về các biomarkers protein xảy ra trong quá trình sinh cơ, sinh hóa, miễn dịch...liên quan đến sự xuất hiện, diễn biến và hồi phục các bệnh lý tim mạch trong hoạt động thể chất của VĐV. Bài viết cũng cung cấp các giá trị dự đoán/tiên lượng, phòng ngừa trong việc quản lý sức khỏe

các VĐV trong quá trình tập luyện, thi đấu của họ, góp phần cải thiện chất lượng giám sát y tế và các biện pháp phòng ngừa đối với các nguy cơ xuất hiện bất thường bệnh lý tim mạch liên quan đến tập luyện TDDT. Những thông tin về biomarkers protein cũng giúp các nhà quản lý, huấn luyện viên, bác sỹ thể thao kiểm soát, điều chỉnh khối lượng, chương trình huấn luyện và đánh giá trình độ tập luyện của VĐV.

1. Vai trò của một số biomarkers protein trong phát hiện và chẩn đoán sớm nguy cơ các bệnh lý tim mạch

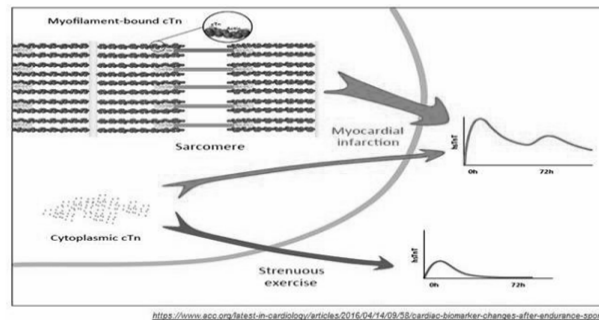
1.1. Protein troponin là biomarkers mới về chấn thương cơ tim

Lợi ích của tập TDDT đối với chức năng tim đã được công nhận với rất ít tranh luận. Tuy nhiên, cường độ và lượng vận động rất khác nhau và một khả năng khác tồn tại, đó là gắng sức hoặc tập TDDT quá ngưỡng cường độ và lượng vận động nhất định có thể làm xấu đi sức khỏe tim mạch. Cho đến nay, một số nghiên cứu nhỏ lâm sàng đã ghi nhận các biến cố bất lợi về tim và mạch khi tập luyện sức bền ở mức độ cao. Báo cáo khảo sát vai trò tiềm năng của việc tập TDDT kéo dài và tăng cường sức bền có hại cho tim mạch tập trung vào nồng độ huyết thanh của protein troponin (cTn) - một dòng các phân tử điều hòa acid được tìm thấy trong cơ tim. Cho đến nay cTn được xem như biomarkers đặc hiệu khi có sự tổn thương tế bào cơ tim và được giải phóng vào máu sau nhồi máu cơ tim. Ba loại cTn đã được xác định bao gồm troponin I (cTnI), troponin T (cTnT) và troponin C (cTnC), cùng nhau tạo thành một phức hợp protein điều hòa co cơ tim.

Những tiến bộ gần đây trong công nghệ phát quang đã phát triển thành một loạt các phương pháp phát hiện cTn có độ nhạy cao (hs-cTn), cho phép phát hiện sớm hơn cTn và hs-cTn trong huyết tương và được đề nghị là các dấu ấn sinh học hiệu quả cho chẩn đoán hội chứng mạch vành cấp tính và nhồi máu cơ tim cấp tính [1]. Hiện tượng tăng nồng độ cTnT trong máu sau khi tập TDDT lần đầu tiên được báo cáo cách đây khoảng 25 năm bởi hai nhóm nghiên cứu độc lập - Siegel và cộng sự, vào năm 1995 [31] và Laslett và cộng sự, vào năm 1996 [19]. Những phát hiện ban đầu này đã gợi mở mối

quan tâm đặc biệt để mô tả các nguyên nhân lâm sàng cho sự gia tăng cTnT trong và sau khi tập luyện với cường độ cao.

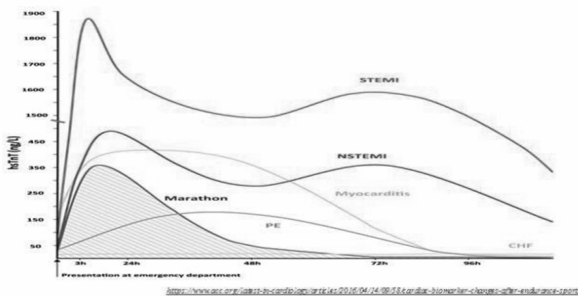
Ở các VĐV nghiệp dư, những thay đổi trên siêu âm tim phổ biến sau khi chạy marathon, và tỷ lệ cTnT hoặc cTnI tăng cao thường liên quan đến rối loạn chức năng tâm trương thất, tăng áp lực phổi và rối loạn chức năng thất phải [29], [30],[36].



Hình 2. Sơ đồ lý giải sự giải phóng troponin sau cơn nhồi máu cơ tim khi thực hiện các bài tập sức bền

Các giải thích cơ chế và thông tin lâm sàng của việc tăng nồng độ cTn máu sau khi tập thể dục gắng sức vẫn còn chưa rõ ràng. Một đánh giá toàn diện của Koller năm 2003 cho rằng, cần thận trọng trong việc tổng hợp kết quả cho các VĐV dương tính với cTn mà không có bằng chứng lâm sàng về bệnh mạch vành [17] và cTn có thể không được giải phóng sau chấn thương tim không hồi phục sau khi tập luyện mạnh. Ngược lại, với những bệnh nhân dương tính với cTn bị tắc nghẽn toàn bộ hoặc một phần động mạch vành do huyết khối trong lòng mạch, không có bằng chứng rõ ràng ở những VĐV khỏe mạnh rằng sự mất cân bằng yếu tố cầm máu có thể gây ra các biến cố thiếu máu cục bộ cấp tính nghiêm trọng sau khi tập thể dục gắng sức. Do đó, có thể quá sớm và thậm chí nguy hiểm khi đề nghị can thiệp bằng thuốc (như heparin trọng lượng phân tử thấp) cho các VĐV sức bền có dương tính cTn. Theo nghiên cứu của Peretti và cộng sự đã khảo sát tương quan giữa các biomarkers liên quan tim mạch và các tiêu chuẩn sức khỏe tim mạch ở 21 VĐV nam trẻ khỏe mạnh ($9,2 \pm 1,7$ tuổi) sau khi đạp xe tăng cường kéo dài cho đến khi kiệt sức [25]. Kết quả chỉ ra rằng khi luyện tập với cường độ cao, có 6/21 nam sinh (~29%) đã tăng cTn vừa

phải ở vào cuối bài tập gắng sức. Điều này không liên quan đến rối loạn nhịp tim hoặc các triệu chứng khác cho thấy có bằng chứng của sự tổn thương cơ tim. Tương tự, một nghiên cứu khác kiểm tra các biomarkers liên quan cơ tim trên 22 VĐV nam chuyên nghiệp (14–16 tuổi) trong một trận bóng đá, cho thấy nồng độ cTnI và NT-proBNP (peptide natri lợi niệu não, một dấu hiệu của căng cơ tim) trong huyết thanh tăng cao và duy trì 2 giờ sau trận bóng [13]; Sau 24 giờ, nồng độ cTnI giảm xuống nhưng vẫn cao đáng kể so với chuẩn, trong khi NT-proBNP quay trở lại mức bình thường [13]. Các tác giả này gợi ý rằng sự gia tăng các biomarkers liên quan đến hoạt động của tim sau trận đấu và sự phục hồi nhanh chóng là dấu hiệu của một phản ứng sinh lý hơn là bệnh lý [25]. Gần đây nhất, các nhà nghiên cứu khác cũng đã đánh giá sự tổn thương cơ tim tiềm ẩn ở 12 VĐV chạy sức bền với chế độ tập luyện cường độ cao ngắt quãng (phương pháp tập giãn cách - High-intensity interval training - HIIT) so với chế độ luyện tập liên tục. Ở nhóm đối tượng luyện tập HIIT có sự gia tăng nồng độ cTnI và cao hơn so với chế độ luyện tập liên tục [8].



Hình 3. Sự thay đổi động học troponin sau cơn nhồi máu cơ tim ở VĐV điền kinh

1.2. Peptide natri lợi niệu não là biomarkers do căng thẳng cơ tim

Các peptide natri lợi niệu (natriuretic peptide – NP) được biết đến như một loại biomarkers liên quan đến bệnh lý ở tim. Việc tăng huyết áp liên quan đến tập TDDT có thể tác động đến thành tim và từ đó khiến tâm nhĩ và tâm thất tiết ra các peptide natri lợi niệu tâm nhĩ (atrial natriuretic peptides – ANP) và peptit natri lợi niệu não (brain natriuretic peptides – BNP) tương ứng. Một nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng nồng độ BNP tăng lên cùng với cTnT ở

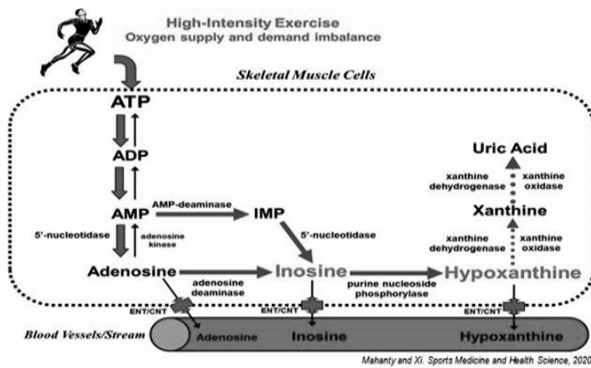
những VĐV chạy bán marathon chuyên nghiệp ở độ tuổi trung niên sau cuộc đua [35]. Trong khi nồng độ cTnT trở về chỉ số bình thường sau 24 giờ, thì nồng độ BNP trở lại mức ban đầu sau 48 giờ. Sự phóng thích kéo dài của NP này có thể sản phẩm một phản ứng bền vững của cơ thể đối với sự thay đổi của huyết áp do tập luyện quá sức. Một nghiên cứu khác ở Tây Ban Nha đã đánh giá 79 VĐV trung niên trong cuộc thi Marathon Barcelona 2016 [28]. Các mẫu máu được thu thập tại các mốc thời gian khác nhau gồm thời điểm ban đầu: 1–2 giờ sau cuộc đua và 48 giờ sau cuộc đua. Amino-end pro-BNT (NT-proBNP; một dấu hiệu của sức căng cơ tim) và hs-cTnT được xem là biomarkers tuần hoàn. Các nhà khoa học phát hiện ra mối quan hệ trực tiếp và có ý nghĩa giữa thời gian chạy và nồng độ hs-cTnT tăng lên, cho thấy việc chạy marathon có thể có tác động đáng kể đến hệ tim mạch. Hơn nữa, rối loạn chức năng tâm trương thất và tăng áp lực phổi thể hiện rõ trong giai đoạn sau cuộc đua, tương tự như những báo cáo gần đây của Cocking và cộng sự [10]. Việc tập luyện TDDT cường độ cao và thi đấu trong thời gian kéo dài như cuộc đua marathon có thể kích hoạt giải phóng nhiều biomarkers liên quan đến tuần hoàn tim như BNP đã được đề xuất [7]. BNP được coi là một biomarkers đáng tin cậy trong chẩn đoán, thường được sử dụng kết hợp với ST2 (Suppression of tumorigenicity 2) và Gal-3 (galectin-3), sử dụng tiên lượng tình trạng thể lực một VĐV. Copeptin, ANP và adrenomedullin cũng được sử dụng phục vụ tiên đoán, đã được chứng minh là hỗ trợ đáng kể khả năng chẩn đoán sớm các vấn đề tim mạch.

1.3. Hypoxanthine như là biomarkers cho tình trạng thiếu máu cục bộ ở cơ tim

Phần lớn các tế bào cơ tim chứa một nhân cùng nhiều ty thể, nơi cung cấp năng lượng cho tế bào dưới dạng ATP, hỗ trợ nhu cầu chức năng của tim thông qua quá trình phosphoryl oxy hóa hiếu khí trong chuỗi vận chuyển điện tử ở ty thể (chuỗi hô hấp tế bào). Quá trình hiếu khí quan trọng này phụ thuộc nhiều vào oxy. Bất kỳ sự gián đoạn hoặc giảm lưu lượng máu tuần hoàn/hoặc khi tập luyện TDDT nặng đều có thể dẫn đến mất cân bằng cung - cầu về oxy, dẫn đến thay đổi chuyển hóa trong tế bào. Thông

thường, sự khởi đầu của thiếu máu cục bộ hay thiếu oxy ở tim, các ATP nhanh chóng bị cạn kiệt và các mô tim mất 65% hàm lượng ATP trong vòng 15 phút khi cơ tim thiếu máu cục bộ [14]. Thiếu máu cục bộ này có thể dẫn đến sự phân hủy ATP nhanh chóng [15] dẫn đến sự tích tụ các sản phẩm phụ, dị hóa của ATP trong tế bào như ADP, AMP, và kích hoạt các enzym không có lợi, bao gồm 5'-nucleotidase, adenosine deaminase, purine nucleoside phospho-rylase và xanthine oxidase, làm quá trình dị hóa AMP liên tục thành adenosine, inosine, hypoxanthine, xanthine và axit uric [9].

Trong số các chất chuyển hóa này, hypoxanthine là một chất phân cực nhỏ với trọng lượng phân tử thấp ~136da, có thể được vận chuyển lập tức theo khuếch tán thụ động từ các mô cơ tim và cơ xương bị ảnh hưởng vào máu [22].



Hình 4. Các con đường chuyển hóa chính của sự thoái hóa ATP khi thiếu máu cục bộ cơ tim và tập thể dục quá sức

Trong một nghiên cứu khác, tác động cấp tính của sự suy thoái nucleotide purine được đánh giá bằng các phép đo nồng độ xanthine và hypoxanthine trong nước tiểu và huyết thanh ở 12 VĐV cử tạ chuyên nghiệp [3]. Các VĐV đã thực hiện 06 hiệp nâng tạ, dẫn đến sự gia tăng đáng kể của hypoxanthine so với thời điểm ban đầu không tập luyện.

Nồng độ hypoxanthine sau đó giảm kéo dài 2 giờ, gợi ý rằng dấu hiệu sinh học liên quan đến hypoxanthine do sự tổn thương tế bào hoặc thiếu máu cục bộ có liên quan đến tập thể dục cử tạ [3]. Một nghiên cứu khác tại Úc trên 8 nam giới khỏe mạnh và chỉ ra rằng đạp xe cường độ cao ngắt quãng dẫn đến lượng purine mất đi nhiều hơn so với những người đạp xe với cường

độ phù hợp [11]. Siopi và cộng sự đã mô tả trong quá trình HIIT, AMP được chuyển hóa nhanh chóng trong cơ xương, tạo ra inosine monophosphate, inosine, và sau đó là hypoxanthine [32]. Kistner và cộng sự chỉ ra hàm lượng hypoxanthine trong nước tiểu giảm sau khi thực hiện HIIT kéo dài 10 ngày ở các VĐV nghiệp dư, cho thấy sự thích ứng do luyện tập gây ra trong quá trình chuyển hóa purin [17]. Những nghiên cứu phát hiện sự thay đổi của hypoxanthine trong nước tiểu và huyết thanh như một dấu hiệu sinh học hữu ích phản ánh mức độ tập luyện của VĐV. Điều thú vị là những thay đổi về nồng độ hypoxanthine phản ánh tương quan với mức độ, dạng bài tập như HIIT hoặc bài tập sức bền aerobic. Tóm lại, sự gia tăng hypoxanthine cao hơn có thể cho thấy thể chất thấp hơn và sự bù đắp kém trong chuyển hóa nucleotide purine và luyện tập TDTT có thể dẫn đến nồng độ hypoxanthine cơ bản thấp hơn, cho thấy sự cải thiện trong chuyển hóa purine [17].

1.4. Biomarkers protein liên quan đến các phản ứng viêm

Các biomarkers viêm cung cấp một phần của việc đánh giá toàn diện hoạt động thể chất. Nhiều nghiên cứu đã báo cáo tác dụng có lợi của tập TDTT trong việc phục hồi bệnh, đặc biệt là đối với tim [15], [16]. Kistner S và cộng sự đã đánh giá hiệu quả của can thiệp bài tập thể chất dài hạn (6-12 tháng) đối với các biomarkers gây viêm ở nhóm người cao tuổi [17]. Trong nghiên cứu này, một nhóm các biomarkers liên quan cytokine và interleukin (IL-1ra, IL-2sRa, IL-6sR, IL-8, IL-1sRII, IL-15), adiponectin và TNF-α đã được chỉ ra. Kết luận chỉ ra rằng IL-8 là biomarkers gây viêm duy nhất trong quần thể nghiên cứu xuất phát từ hoạt động thể chất. Bên cạnh đó, Lund và cộng sự đã khảo sát tính ổn định của các biomarkers gây viêm liên quan đến hoạt động thể chất ở nam giới [18].

Dữ liệu mới nhất cho thấy rằng các biomarkers viêm có thể bị ảnh hưởng bởi cường độ tập TDTT. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã chọn sự thay đổi mức tiêu thụ oxy tối đa (VO₂max) làm kết quả chính và xác định xem liệu phản ứng của một số biomarkers gây viêm có thay đổi (giảm hoặc tăng) trước sự đa dạng

về cường độ tập luyện [18], [19], [20]. Các biomarkers gây viêm liên quan đến nghiên cứu này bao gồm IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , hs-CRP, phân tử kết dính gian bào (soluble intercellular adhesion molecule-1 – sICAM-1) và tỷ lệ TNF- α /IL-10 trong tuần hoàn máu ngoại vi đã được chứng minh. Tóm lại, hoạt động thể chất với cường độ cao, lượng vận động lớn gây ra sự gia tăng thoáng qua IL-6 và tỷ lệ IL-6/IL-10, và tập với cường độ thấp, lượng vận động thấp có thể làm giảm mức độ sICAM-1 [21].

2. Thảo luận

Các một số biomarkers dạng protein như: troponin I (cTnI), troponin T (cTnT) và troponin C (cTnC), peptide natri lợi niệu (natriuretic peptide – NP), peptide natri lợi niệu tâm nhĩ (atrial natriuretic peptides – ANP), peptit natri lợi niệu não (brain natriuretic peptides – BNP), Amino-end pro-BNT (NT-proBNP), hs-cTnT, Copeptin, ANP và adrenomedullin, hypoxanthine, IL-8, IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , hs-CRP, phân tử kết dính gian bào (soluble intercellular adhesion molecule-1-sICAM-1) và tỷ lệ TNF- α /IL-10, enzym CK,..được sản sinh ra trong quá trình hoạt động thể chất. Các dấu hiệu này thường xuất hiện sớm, được sử dụng đánh giá trình độ, đẳng cấp luyện tập, đánh giá mức độ, cường độ luyện tập, đánh giá mức độ tổn thương, giai đoạn và mức độ hồi phục cơ tim. Các bác sỹ thể thao và huấn luyện viên dựa vào sự xuất hiện và mức độ thay đổi các biomarkers protein này để kiểm tra, đánh giá kết quả, hiệu quả kế hoạch huấn luyện, xây dựng và đánh giá hiệu quả phác đồ điều trị, hồi phục tim mạch cho VĐV.

Thực tế tại Việt Nam, các nhà lâm sàng sử dụng xét nghiệm men tim dùng để đo mức độ tổn thương, mức độ chết của các tế bào cơ tim, giúp xác định được mức độ tổn thương của cơ tim như hội chứng mạch vành cấp, thiếu máu cơ tim, nhồi máu cơ tim [39]. Các men tim như kinase creatine (CK), Creatine kinase-Myocardial (CK-MB), các protein troponin I (cTnI), troponin T (cTnT). Giá trị bình thường của các men tim này là: cTnI<0,12 mcg/L, cTnT< 0,01 mcg/L, CK từ 38-174 U/L ở nam và 26-140 U/L ở nữ và CK-MB từ 0 – 3 mcg/L. Đối với VĐV có “tim vận động viên” nên ở trạng thái nghỉ, dù có biến đổi trông như “bất thường” trên điện tâm đồ (ECG),

trên hình ảnh siêu âm, X-Quang hay MRI...của tim so với của người bình thường, nhưng xét nghiệm các biomarkers protein nói trên vẫn trong giới hạn mức bình thường. Khi xét nghiệm các biomarkers protein có biến đổi vượt ngưỡng thì chắc chắn tim mạch VĐV có thay đổi, tổn thương ở cấp độ tế bào, tổ chức bệnh học nhất định [39].

Các biến đổi trên ECG thường thấy sớm trước các chỉ dấu thay đổi về hình ảnh, nó thường xuất hiện gần như cùng thời điểm với sự thay đổi các biomarkers protein. Chính vì vậy, ECG dùng để khảo sát tình trạng biến đổi sớm của tim. Tuy nhiên, những VĐV tập luyện lâu năm sẽ có “tim vận động viên” với các biến đổi ECG và biến đổi cận lâm sàng hình ảnh sâu sắc tưởng như “có bệnh lý”, nhưng thực tế VĐV không có biểu hiện lâm sàng, vẫn khỏe mạnh và tập luyện, thi đấu bình thường [45]. Chính vì vậy, những biến đổi trên ECG ở VĐV ở trạng thái nghỉ là “biến đổi sinh lý bình thường”. Để xác định biến đổi trên ECG ở VĐV có phải là “biến đổi bệnh lý” hay không thì cần phải thực hiện “Nghiệm pháp gắng sức ECG” để bộc lộ - tìm kiếm mức biến đổi vượt mức “biến đổi ECG bình thường” của VĐV. Đi cùng với sự thích nghi tim mạch thì hô hấp của VĐV cũng thích nghi ở VĐV lâu năm. Do vậy, việc đánh giá sự biến đổi thông khí phổi, chỉ số VO₂max được sử dụng để đánh giá trình độ tập luyện, thi đấu của VĐV. Trong đó, VO₂max là chỉ số rất quan trọng đánh giá khả năng hấp thụ oxy của cơ tim, chỉ số VO₂max càng thấp thì tốc độ sử dụng oxy càng thấp, chứng tỏ mô cơ tim thiếu oxy. Trong thể thao thường sử dụng “Nghiệm pháp gắng sức tim - phổi” để đánh giá năng lực, tình trạng tổn thương của tim và sức bền chung [45].

Các biomarkers được ghi nhận dưới dạng hình ảnh như siêu âm tim, X-Quang tim, MRI hoặc CT-Scanner...tim mạch cũng được sử dụng để đánh giá biến đổi hình thái, chức năng của tim. Tuy nhiên, vì VĐV có “tim vận động viên” nên các biến đổi hình ảnh này có vẻ “bất thường” so với người bình thường, trong khi chức năng tim mạch vẫn bình thường. Chỉ khi cấu trúc, mô của tim bị tổn thương “vượt ngưỡng” thì các hình ảnh được ghi nhận trên các thiết bị siêu âm, MRI, X-quang, CT-Scanner hoặc PET-CT...mới có biểu hiện thay đổi đặc

Bảng 1. Mức độ liên quan đến các bệnh lý tim mạch đối với các biomarkers protein

Các dấu ấn sinh học protein	Chức năng	Mức độ liên quan bệnh lý
Sự kết dính giữa các tế bào phân tử (ICAM)	Glycoprotein bề mặt tế bào nội mô hỗ trợ tế bào nội mô-bạch cầu sự kết dính	Tăng huyết áp: cao
Yếu tố hoại tử khối u (TNF- α)	Cytokine chống viêm liên quan đến apoptosis, tăng sinh tế bào, biệt hóa và kích hoạt tiểu cầu	Tăng huyết áp: cao
IL-10, IL-1 β	IL-10: Cytokine tham gia vào quá trình trung gian phản ứng viêm, tế bào B tồn tại, tăng sinh và kháng thể sản xuất và yếu tố hạt nhân kappa-light-chain-booster của kích hoạt hoạt động của tế bào B (NF- κ B); IL-1 β : Cytokine tham gia vào việc điều hòa phản ứng viêm, tế bào tăng sinh, biệt hóa, apoptosis, và cảm ứng cyclooxygenase-2	Tăng huyết áp: cao
IL-6	Đáp ứng miễn dịch trong viêm	Tăng huyết áp: cao
Các peptit lợi tiểu natri loại B (BNP và NT-proBNP)	Giảm thể tích huyết tương và huyết áp	Phì đại não thất và suy tim cấp tính và mãn tính
T troponin tim (cTnT)	Tiểu đơn vị troponin liên kết đến tropomyosin để tạo thành một phức hợp troponin-tropomyosin	Nhồi máu cơ tim cấp và hội chứng mạch vành cấp
Troponin tim I (cTnI)	Tiểu đơn vị troponin liên kết để kích hoạt và duy trì phức hợp troponin-tropomyosin	Nhồi máu cơ tim cấp và hội chứng mạch vành cấp

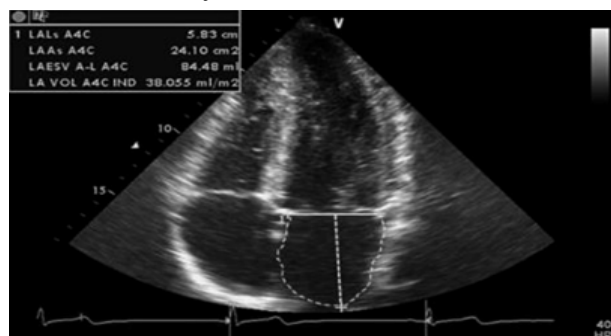
Theo Crystal M. Ghantous, Layla Kamareddine và Cs, Advances in Cardiovascular Biomarker Discovery, Biomedicines 2020, 8, 552



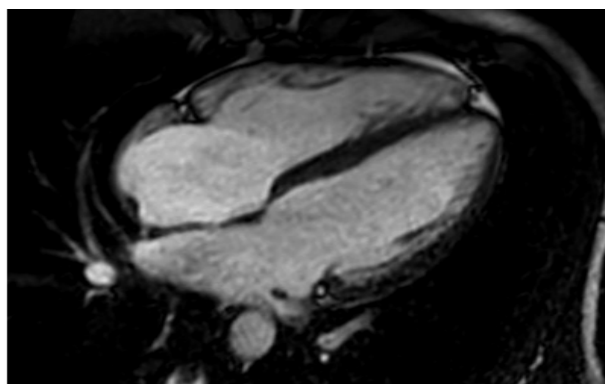
Hình 5. VĐV ..., 15 tuổi, môn Bóng rổ. Kết quả thực hiện Gắng sức điện tâm đồ: ST ở V1 chênh xuống theo lượng vận động. Lượng vận động càng lớn ST ở V1 càng chênh xuống sâu. Vận động ở bậc thứ 2 (công suất 100W) ST chênh xuống -1,3 mm; Đến bậc thứ 4 (công suất 200W) ST chênh -3,1 mm

trung của cơ tim, tổ chức mô cơ tim bị tổn thương [37], [38].

Như vậy, các Biomarkers protein phản ánh trình độ, đẳng cấp tập luyện, cường độ, lượng vận động của VĐV khi hoạt động thể chất. Khi các dấu ấn sinh học protein này “vượt ngưỡng” sẽ báo hiệu bệnh lý thực thể ở tổ chức, mô cơ tim.



Hình 6: Sự giãn nở tâm nhĩ trái ở một VĐV sức bền (VĐV chèo thuyền)



Hình 7: VĐV nam 15 tuổi, tập luyện cường độ cao, 2 giờ/ngày X 5 ngày/tuần X 2 năm liên tục. Tiền sử ngắt khi gắng sức. Không có tiền sử cá nhân, gia đình về bệnh tim mạch. Nhịp tim: 45 lần/phút. Siêu âm tim: buồng tim phải to. Thất trái: end systolic volume: 79.4 mL (normal: male = 19-72 mL; female = 13-51 mL). Thất phải: end diastolic diameter: 50 mm (normal: male 25-46 mm; female 21-39); end systolic volume: 112 mL (normal: male = 23-105 mL; female = 12-68 mL). Kết luận: Bình thường so với diện tích da 1.86 m². Theo Cuevas, D. Athletic heart syndrome. Case study, Radiopaedia.org. (accessed on 23 Mar 2022) <https://doi.org/10.53347/rID-64066> [38].

KẾT LUẬN

Các bệnh tim mạch là nguyên nhân gây đột tử hàng đầu đối với VĐV, trong đó có tăng huyết áp và các bệnh lý tim mạch, bao gồm cả suy tim và đột quy. Các biomarkers về tăng huyết áp và các bệnh tim mạch có tầm quan trọng hàng đầu trong phát hiện sớm, dự đoán và ngăn ngừa tỷ lệ mắc và tử vong liên quan đến các bệnh này. Biomarkers protein hứa hẹn được áp dụng để đánh giá trình độ, đẳng cấp, cường độ luyện tập phục vụ cho điều chỉnh chương trình, giáo án huấn luyện và cũng được áp dụng để phát hiện sớm các bệnh lý tim mạch mắc phải trong quá trình luyện tập TDDT, giúp bác sỹ thể thao có kế hoạch khám sàng lọc, phát hiện sớm, khám chuyên sâu và điều trị kịp thời bệnh lý tim mạch cấp tính, đột tử thể thao cho các VĐV.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Abela M, Sammut L. 2017. Cardiac troponin: more than meets the eye. *Postgraduate medical journal*. 93(1106):762-765. eng.

2. Albitar M, Ma W, Lund L, Albitar F, Diep K, Fritsche HA, Shore N. 2016. Predicting Prostate Biopsy Results Using a Panel of Plasma and Urine Biomarkers Combined in a Scoring System, *Journal of Cancer*. 7(3):297-303. eng.

3. Atamaniuk J, Vidotto C, Kinzlbauer M, Bachl N, Tiran B, Tschan H. 2010. Cell-free plasma DNA and purine nucleotide degradation markers following weightlifting exercise. *European journal of applied physiology*. 110(4):695-701. eng.

4. Balducci S, Zanuso S, Cardelli P, Salvi L, Bazuro A, Pugliese L, Maccora C, Iacobini C, Conti FG, Nicolucci A et al. 2012. Effect of high-versus low-intensity supervised aerobic and resistance training on modifiable cardiovascular risk factors in type 2 diabetes; the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *PloS one*. 7(11):e49297. eng.

5. Bennett DA, Du H, Clarke R, Guo Y, Yang L, Bian Z, Chen Y, Millwood I, Yu C, He P et al. 2017. Association of Physical Activity With Risk of Major Cardiovascular Diseases in Chinese Men and Women. *JAMA cardiology*. 2(12):1349-1358. eng.

6. Bozkurt S, Kaya EB, Okutucu S, Aytemir K, Coskun F, Oto A. 2011. The diagnostic and prognostic value of first hour glycogen phosphorylase isoenzyme BB level in acute coronary syndrome. *Cardiology journal*. 18(5):496-502. eng.

7. Cocking S, Landman T, Benson M, Lord R, Jones H, Gaze D, Thijssen DHJ, George K. 2017. The impact of remote ischemic preconditioning on cardiac biomarker and functional response to endurance exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 27(10):1061-1069. eng.

8. Donaldson JA, Wiles JD, Coleman DA, Papadakis M, Sharma R, O'Driscoll JM. 2019. Left Ventricular Function and Cardiac Biomarker Release-The Influence of Exercise Intensity, Duration and Mode: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 49(8):1275-1289. eng.

9. Farthing DE, Farthing CA, Xi L. 2015. Inosine and hypoxanthine as novel biomarkers for cardiac ischemia: from bench to point-of-care.



Trong huấn luyện thể thao hiện đại, chăm sóc sức khỏe chủ động cho VĐV là vấn đề cần thiết

Experimental biology and medicine (Maywood, NJ). 240(6):821-831. eng.

10. Franklin BA, Thompson PD, Al-Zaiti SS, Albert CM, Hivert MF, Levine BD, Lobelo F, Madan K, Sharrief AZ, Eijsvogels TMH. 2020. Exercise-Related Acute Cardiovascular Events and Potential Deleterious Adaptations Following Long-Term Exercise Training: Placing the Risks Into Perspective-An Update: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 141(13):e705-e736. eng.

11. Gerber T, Borg ML, Hayes A, Stathis CG. 2014. High-intensity intermittent cycling increases purine loss compared with workload-matched continuous moderate intensity cycling. *European journal of applied physiology*. 114(7):1513-1520. eng.

12. Horvath AR, Kis E, Dobos E. 2010. Guidelines for the use of biomarkers: principles, processes and practical considerations. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation Supplementum*. 242:109-116. eng.

13. Hosseini SM, Azizi M, Samadi A, Talebi N, Gatterer H, Burtcher M. 2018. Impact of a Soccer Game on Cardiac Biomarkers in Adolescent Players. *Pediatric exercise science*. 30(1):90-95. eng.

14. Jennings RB, Hawkins HK, Lowe JE, Hill ML, Klotman S, Reimer KA. 1978. Relation between high energy phosphate and lethal injury in myocardial ischemia in the dog. *The American*

journal of pathology. 92(1):187-214. eng.

15. Jennings RB, Reimer KA, Hill ML, Mayer SE. 1981. Total ischemia in dog hearts, in vitro. 1. Comparison of high energy phosphate production, utilization, and depletion, and of adenine nucleotide catabolism in total ischemia in vitro vs. severe ischemia in vivo. *Circulation research*. 49(4):892-900. eng.

16. Karavirta L, Costa MD, Goldberger AL, Tulppo MP, Laaksonen DE,

Nyman K, Keskitalo M, Häkkinen A, Häkkinen K. 2013. Heart rate dynamics after combined strength and endurance training in middle-aged women: heterogeneity of responses. *PloS one*. 8(8):e72664. eng.

17. Kistner S, Rist MJ, Krüger R, Döring M, Schlechtweg S, Bub A. 2019. High-Intensity Interval Training Decreases Resting Urinary Hypoxanthine Concentration in Young Active Men-A Metabolomic Approach. *Metabolites*. 9(7):137. eng.

18. Laslett L, Eisenbud E, Lind R. 1996. Evidence of myocardial injury during prolonged strenuous exercise. *The American journal of cardiology*. 78(4):488-490. eng.

19. Lear SA, Hu W, Rangarajan S, Gasevic D, Leong D, Iqbal R, Casanova A, Swaminathan S, Anjana RM, Kumar R et al. 2017. The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *Lancet (London, England)*. 390(10113):2643-2654. eng.

20. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. 2012. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet (London, England)*. 380(9838):219-229. eng.

21. Ozdemir V, Williams-Jones B, Cooper

- DM, Someya T, Godard B. 2007. Mapping translational research in personalized therapeutics: from molecular markers to health policy. *Pharmacogenomics*. 8(2):177-185. eng.
22. Palacios G, Pedrero-Chamizo R, Palacios N, Maroto-Sánchez B, Aznar S, González-Gross M. 2015. Biomarkers of physical activity and exercise. *Nutricion hospitalaria*. 31 Suppl 3:237-244. eng.
23. Peretti A, Mauri L, Masarin A, Annoni G, Corato A, Maloberti A, Giannattasio C, Vignati G. 2018. Cardiac Biomarkers Release in Preadolescent Athletes After an High Intensity Exercise. *High blood pressure & cardiovascular prevention : the official journal of the Italian Society of Hypertension*. 25(1):89-96. eng.
24. Pinto A, Di Raimondo D, Tuttolomondo A, Buttà C, Milio G, Licata G. 2012. Effects of physical exercise on inflammatory markers of atherosclerosis. *Current pharmaceutical design*. 18(28):4326-4349. eng.
25. Roca E, Nescolarde L, Lupón J, Barallat J, Januzzi JL, Liu P, Cruz Pastor M, Bayes-Genis A. 2017. The Dynamics of Cardiovascular Biomarkers in non-Elite Marathon Runners. *Journal of cardiovascular translational research*. 10(2):206-208. eng.
26. Scharhag J, George K, Shave R, Urhausen A, Kindermann W. 2008. Exercise-associated increases in cardiac biomarkers. *Medicine and science in sports and exercise*. 40(8):1408-1415. eng.
27. Scharhag J, Urhausen A, Schneider G, Herrmann M, Schumacher K, Haschke M, Krieg A, Meyer T, Herrmann W, Kindermann W. 2006. Reproducibility and clinical significance of exercise-induced increases in cardiac troponins and N-terminal pro brain natriuretic peptide in endurance athletes. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation : official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*. 13(3):388-397. eng.
28. Siegel AJ, Lewandrowski KB, Strauss HW, Fischman AJ, Yasuda T. 1995. Normal post-race antimyosin myocardial scintigraphy in asymptomatic marathon runners with elevated serum creatine kinase MB isoenzyme and troponin T levels. Evidence against silent myocardial cell necrosis. *Cardiology*. 86(6):451-456. eng.
29. Siopi A, Deda O, Manou V, Kosmidis I, Komninou D, Raikos N, Theodoridis GA, Mougios V. 2019. Comparison of the Serum Metabolic Fingerprint of Different Exercise Modes in Men with and without Metabolic Syndrome. *Metabolites*. 9(6):116. eng.
30. Stajer V, Trivic T, Drid P, Vranes M, Ostojic SM. 2016. A single session of exhaustive exercise markedly decreases circulating levels of guanidinoacetic acid in healthy men and women. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 41(10):1100-1103. eng.
31. Tang WH, Francis GS, Morrow DA, Newby LK, Cannon CP, Jesse RL, Storrow AB, Christenson RH, Apple FS, Ravkilde J et al. 2007. National Academy of Clinical Biochemistry Laboratory Medicine practice guidelines: Clinical utilization of cardiac biomarker testing in heart failure. *Circulation*. 116(5):e99-109. eng.
32. Vassalle C, Masotti S, Lubrano V, Basta G, Prontera C, Di Cecco P, Del Turco S, Sabatino L, Pingitore A. 2018. Traditional and new candidate cardiac biomarkers assessed before, early, and late after half marathon in trained subjects. *European journal of applied physiology*. 118(2):411-417. eng.
33. Westermeyer ML, Eilbert WP. 2008. Elevation of troponin I in athletes: a case report in a marathon runner. *The Journal of emergency medicine*. 34(2):175-178. eng.
34. Crystal M, Ghantous, Layla Kamareddine et al. 2020. "Advances in Cardiovascular Biomarker Discovery", *Biomedicine* 2020, 8, 552
35. Zaidi, Abbas & Sharma, Sanjay. (2011). The athlete's heart. *British journal of hospital medicine (London, England : 2005)*. 72. 275-81.10.12968/hmed.2011.72.5.275.

(Bài nộp ngày 5/4/2022, phản biện ngày 2/6/2022, duyệt in ngày 29/6/2022)



Tạp chí KHOA HỌC

ĐÀO TẠO VÀ HUẤN LUYỆN THỂ THAO

JOURNAL OF SCIENTIFIC TRAINING AND SPORTS COACHING

Ministry of Culture, Sports and Tourism - Bac Ninh Sport University

Trường Đại học Thể dục Thể thao Bắc Ninh - Bộ Văn hoá, Thể thao và Du lịch

ISSN 1859-4417

Số 3-2022
(70)

