Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing Original Article

Winter 2024, Volume 10, Issue 2 10.22034/IJRN.10.2.3

The effect of a period of resistance training with blood flow restriction on the level of biochemical markers of cardiac Cells in male judokas

Ali Nosrati Hashi[1], Lotfali Bolboli[2*], Sajjad Anoushirvani[3]

1- Ph.D. Student, Sports Physiology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabili, Iran.
2- Professor, Sports Physiology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabili, Iran.
3- Assistant Professor, Sports Physiology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabili, Iran.

Corresponding Author: Lotfali Bolboli, Professor, Sports Physiology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabili, Iran.
Email: l_bolboli@uma.ac.ir

Received: 2023/3/28 Accepted: 2024/1/15

Abstract

Introduction: The increase in the serum level of the biochemical indicators of cardiac muscle cells is related to the intensity and duration of exercise. The aim of the present study was to the effect of a period of resistance training with blood flow restriction on the level of Biochemical Markers of Cardiac Cells in judokas.

Methods: The current research method was semi-experimental with a pre-test-post-test design. The statistical population of the present study was made up of male judokas athletes in Tehran. 30 male judo players were randomly divided into 2 groups, the first group (with an average age of 26.33) and the second group (exercise with blood flow restriction with an average age of 25.33). Before the implementation of training programs, blood samples were taken from the subjects by ELISA method to determine the serum concentration of CK-MB, CTN-T, and CTN-I indicators.

Results: The results of the intergroup test showed that CTN-I (P=0.028), CTN-T (P=0.036), and CK-MB (P=0.027) in the two groups of resistance training with blood flow restriction and resistance Traditional had a significant difference. The results of the intra-group test showed that CTN-I (P=0.000), CTN-T (P=0.000), and CK-MB (P=0.003) in the resistance training group with blood flow restriction and CTN- I (P=0.000), CTN-T (P=0.000) and CK-MB (P=0.000) increased in the traditional resistance training group in the post-test phase compared to the pre-test.

Conclusions: According to the results of the research and the examination of the difference of the averages, both exercises have led to an increase in the specific biochemical indices of heart cells, and this increase was less in the group of resistance exercises with blood flow restriction. Therefore, the use of resistance training along with blood flow restriction can be considered by male judo coaches and athletes.

Keywords: Resistance Training, Blood Flow Restriction, Troponin-I, Troponin-T, Creatine kinase MB Isoenzyme.

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]

نشریه پژوهش توانبخشی در پرستاری
مقاله پژوهشی
زمستان ۱۴۰۲، دوره ۱۰، شماره ۲
10.22034/IJRN.10.2.3

تاثیر یک دوره تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون بر شاخص های بیوشیمیایی ویژه سلول های قلبی در جودوکاران مرد

علی نصرتی هشی[۱]، لطفعلی بلبلی[۲*]، سجاد انوشیروانی[۳]

۱-دانشجوی دکترا فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲-استاد، فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳-استادیار، فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

نویسنده مسئول: لطفعلی بلبلی، استاد، فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
ایمیل: l_bolboli@uma.ac.ir

دریافت مقاله: ۸ / ۱/ ۱۴۰۲ پذیرش مقاله: ۲۵/ ۱۰/ ۱۴۰۲

چکیده

مقدمه: افزایش سطح سرمی شاخص های بیوشیمیایی سلول های عضله قلبی با شدت و مدت تمرین ارتباط دارد. هدف پژوهش حاضر تاثیر یک دوره تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون بر شاخص های بیوشیمیایی ویژه سلول های قلبی در جودوکاران بود.

روش کار: روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون - پس آزمون بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را ورزشکاران جودوکار مرد شهر تهران تشکیل دادند. ۳۰ مرد جودوکار به روش نمونه گیری در دسترس و به طور تصادفی در ۲ گروه، گروه اول (تمرین با محدودیت جریان خون با میانگین سنی ۲۶/۳۳)، گروه دوم (تمرین بدون محدودیت جریان خون با میانگین سنی ۲۵/۳۳) تقسیم شدند. قبل و بعد از اجرای برنامه های تمرینی، برای تعیین غلظت سرمی شاخص های CTN-T، CTN-I و CK-MB نمونه های خونی به روش الایزا از آزمودنی ها گرفته شد.

یافته ها: نتایج آزمون بین گروهی نشان داد CTN-I (P=۰/۰۳۶)، CTN-T =۰/۰۲۸ (P) و CK-MB (P=۰/۰۲۷) در دو گروه تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون و مقاومتی سنتی اختلاف معنی داری داشت. نتایج آزمون درون گروهی نشان داد CTN-I (P=۰/۰۰۰)، CTN-T=۰/۰۰۰ (P) و CK-MB (P=۰/۰۰۳) در گروه تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون و CTN-I (P=۰/۰۰۰)، CTN-T=۰/۰۰۰ (P) و CK-MB (P=۰/۰۰۰) در گروه تمرین مقاومتی سنتی در مرحله پس-آزمون در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج تحقیق و بررسی اختلاف میانگین ها، هر دو تمرین منجر به افزایش شاخص های بیوشیمیایی ویژه سلول های قلبی شده است که این افزایش در گروه تمرین مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون کمتر بوده است. لذا استفاده از تمرین مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون می تواند مورد توجه مربیان و ورزشکاران جودوکار مرد قرار گیرد.

کلیدواژه ها: تمرین مقاومتی، محدودیت جریان خون، تروپونین-I، تروپونین-T، ایزوآنزیم کراتین کنیاز.

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]

مقدمه

فشارهای مکانیکی متابولیکی ناشی از تمرینات مقاومتی با شدت زیاد باعث بروز تغییرات نامطلوب در شاخص های بیوشیمیایی ویژه سلول های قلبی شده و غلظت شاخص های فشار مکانیکی متابولیکی ناشی از تمرین مقاومتی مانند میوگلوبین (Mb)، کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز را در پلاسما افزایش می دهد (۱, ۲). همانطور که بیان شد شرکت در فعالیتهای بدنی شدید به صورت بالقوه می تواند به عملکرد قلبی آسیب برساند. این خطر نسبی برای سلول های قلبی، هنگام فعالیت شدید و تا حدود ۱ ساعت پس از آن افزایش می یابد (۳). شاخص های گوناگونی برای ارزیابی آسیب قلبی استفاده شده اند این شاخص ها عبارتند از کراتین کینازتام ، آسپارتات آمینو ترانسفراز، لاکتات دهیدروژنازتام و ایزوزیم های لاکتات دهیدروژناز، اما به دلیل توزیع بافتی گسترده، این شاخص ها از ویژگی برجسته ای برای تشخیص آسیب های قلبی برخوردار نیستند. امروزه در بررسی آسیب سلول های عضله قلبی از شاخص های بسیار جدیدی بنام تروپونین I قلبی (cTnI)، تروپونین T قلبی (cTnT) و ایزوآنزیم کراتین کیناز CK-MB (MB) استفاده می کنند (۴). تروپونین I و T قلبی پروتئین های تنظیمی هستند که بخشی از دستگاه انقباضی سلول-های قلبی را تشکیل می دهد. در عین حال در حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد از CK به شکل CK-MB (MB) در سلول های قلبی و حدود ۳ درصد CK-MB در عضلات اسکلتی وجود دارد (۵, ۶). این شاخص ها ابزار بسیار حساس و ویژه ای برای شناخت نکروز سلول های قلبی هستند و برای ارزیابی آسیب احتمالی سلول های عضله قلبی در ورزشکاران استفاده می شوند. پژوهش ها نشان می دهد تمرینات تداومی بلند مدت می تواند سبب پیدایش cTnI و نیز افزایش CK-MB سرم شوند (۷, ۸). از سوی دیگر عنوان شده است، شدت و مدت تمرین از عوامل مهم بالا رفتن میزان تروپونین های قلبی سرم، متعاقب تمرین هستند (۹, ۱۰). ساووکوسکی و همکاران (۲۰۱۵) تروپونین قلبی را بعد از تمرینات مقاومتی تفریحی ارزیابی کرد و غلظت قابل توجهی از تروپونین قلبی بعد از تمرین را نسبت به قبل گزارش کرد و تروپونین پس از سه روز به سطح اولیه خود بازگشت (۱۱). ایجسوگلزو همکاران (۲۰۱۲) افزایش سطح cTnI را در افراد با وزن طبیعی به دنبال یک جلسه فعالیت با شدت متوسط گزارش کرد (۱۲). لگاز-آرسه و همکاران (۲۰۱۵) افزایش سطح cTnI را پس از یک فعالیت کوتاه مدت با شدت بالا در پاروزنان حرفه ای و آماتور گزارش کرد (۱۳). نتایج بدست آمده توسط رجایی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که علیرغم افزایش CK-MB که ممکن است به دلیل ماهیت ورزش و آسیب عضلانی به دلیل فعالیت شدید باشد، انجام تمرینات مقاومتی، استقامتی و ترکیبی تاثیر معنی داری بر سطح cTnT در مردان فعال ندارد و بنابراین نمی تواند باعث آسیب قلبی شود (۱۴).

اگر چه، برخی از این شاخص ها نشان دهندهٔ تغییرات ابتدایی در افزایش تودهٔ عضلانی می باشند، اما بیانگر اعمال فشارهای مکانیکی متابولیکی و اختلال در بازیافت مکانیکی و متابولیکی عضله نیز هستند و سبب کاهش حجم تمرین می شوند (۱۵). بنابراین ابداع روش های ایمن و مؤثر برای کسب مزایای تمرینات قدرتی، برای اقشار مختلف مردم، همواره مورد نظر پژوهشگران بوده است (۱۶). در مطالعات جدید صورت گرفته در زمینه انواع تمرینات مقاومتی، اخیرا نتایج پژوهش ها شکل جدیدی از تمرینات مقاومتی با عنوان تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون (BFR) معروف به تمرین (کاتسو) را ارائه کرده اند (۱۷). این روش در مقایسه با تمرینات شدت بالا محدودیت عملکرد کمتری دارد و در عین حال شدت واقعی مورد انتظار از تمرین را ایجاد می کند. در این روش تمرینی، جریان خون به عضله فعال در حین ورزش با بستن یک تورنیکت لاستیکی انعطاف پذیر در اطراف قسمت بیرون زده بازو یا ران محدود می شود (۱۸). شدت این تمرینات معمولا بین ۲۰ تا ۳۰ درصد از یک تکرار بیشینه، تقریباً معادل شدت فعالیت روزانه افراد است (۱۹). این روش با ایجاد استرس متابولیک با محدود کردن جریان خون، اثر محرک ورزش را افزایش می‌دهد (۲۰). در مقایسه با تمرینات قدرتی سنتی (TRT)، تمرینات مقاومتی با انسداد جریان خون حتی در مدت زمان کوتاه و با شدت کم می‌تواند اثرات مثبتی بر قدرت و توده عضلانی داشته باشد (۲۰, ۲۱). در این رابطه تاکارادا و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که تمرینات مقاومتی با شدت کم (BFR) به طور طبیعی منجر به هایپرتروفی عضلانی و افزایش قدرت عضلانی در مقایسه با تمرینات با شدت بالا بدون محدودیت می شود (۲۲). علیرغم نتایج متعددی که ارتباط بین فعالیت بدنی و کاهش آسیب قلبی عروقی به دنبال ورزش منظم را نشان می دهد، اطلاعات محدودی در مورد تأثیر تمرین مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون بر شاخص های بیوشیمیایی سیستم قلبی وجود دارد. لذا پژوهش حاضر به

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]

دنبال پاسخ به این سوال است که آیا یک دوره تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون بر شاخص های بیوشیمیایی ویژه سلول های قلبی در جودوکاران مرد موثر است یا خیر؟

روش کار

روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون – پس آزمون بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را مردان جودکار شهر تهران تشکیل دادند. معیارهای ورود به پژوهش شامل: داشتن ۲۰ تا ۳۲ سال سن، عدم مصرف سیگار، نداشتن بیماری قلبی عروقی، عدم استفاده از داروهای مکمل و معیارهای خروج از پژوهش شامل: مشاهده هر گونه آسیب دیدگی، اختلال قلبی عروقی در حین تمرینات قدرتی، مشاهده هر گونه مصرف مکمل در دوره تمرینات و شرکت نامنظم در تمرینات بود. نمونه آماری با استفاده از نرم افزار G*Power برای دستیابی به توان آماری ۰/۸۵ و اندازه اثر ۰/۸۵ برای هر گروه ۱۵ نفر در نظر گرفته شد. ۳۰ مرد جودوکار به روش نمونه گیری در دسترس و به طور تصادفی در ۲ گروه، گروه اول (تمرین با محدودیت جریان خون)، گروه دوم (تمرین بدون محدودیت جریان خون) تقسیم شدند.

دو هفته قبل از شروع جلسات تمرین، در ۲ جلسه آزمودنی- ها حرکات با هالتر را به منظور آمادگی اولیه و آشنایی با پروتکل تحقیق (تمرین با محدودیت جریان خون)، در سالن بدنسازی اجرا کردند. یک هفته پیش از شروع برنامه تمرینی اندازه گیری های آنتروپومتریک شامل سن، قد، وزن و نمایه توده بدن، متغیرهای فیزیولوژیکی شامل فشار سیستولی و دیاستولی و یک تکرار بیشینه (1RM) انجام شد. پس از تکمیل فرم های پرسشنامه ی پزشکی و آمادگی شرکت در فعالیت بدنی و رضایت کتبی همراه با تعهدات اخلاقی متقابل آزمودنی ها و محقق و با توجه به شرایط گزینش داوطلبان که خود شامل رعایت رژیم غذایی، عدم مصرف هرگونه دارو و مکمل، عدم استعمال دخانیات، نداشتن سابقه بیماری و عفونت اثرگذار بر فاکتورهای ایمنی و آشنایی با وزنه بود، آمادگی خود را جهت شرکت در پروتکل تمرین اعلام کردند. بدین منظور از کلیه ی آزمودنی ها خواسته شد ۲ روز قبل از خون گیری فعالیت سنگین فیزیکی انجام ندهند. قبل از اجرای برنامه های تمرینی، برای تعیین غلظت سرمی شاخص های cTnI، CK-MB و cTnT نمونه های خونی از آزمودنی ها گرفته شد.

تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون (تمرین با شدت ۳۰٪ یک تکرار بیشینه همراه با فشار کاف (دور ناحیه پروگزیمال بازو)) فشار در نظر گرفته شده برای ایجاد محدودیت جریان خون حدود ۱۲۰ تا ۱۶۰ میلی متر جیوه در نظر گرفته شد که به فشار سیستولی هر فرد بستگی داشت (۲۳). برای گروه تمرین مقاومتی سنتی (بدون انسداد عروق) تمرین با شدت ۷۵ ٪ یک تکرار بیشینه انجام شد. برای محاسبه 1RM، ابتدا سنگین ترین وزنه ای که فرد احساس می کند می تواند جابجا کند، انتخاب شد. سپس آزمودنی با وزنه انتخاب شده شروع به انجام حرکات مورد نظر کرد. در این مرحله اگر فرد تنها یکبار توانست حرکت را انجام دهد، آن وزنه برابر با 1RM در نظر گرفته می شد. اما اگر حرکت با وزنه انتخاب شده را بیشتر از یک بار انجام می داد، با قرار دادن تعداد تکرار و مقدار وزنه در فرمول زیر 1RM تعیین می شد.

1RM= ((تعداد تکرار /۳۰) + ۱) * وزنه مورد استفاده

به آزمودنی ها توصیه شد که در مدت زمان انجام تحقیق، فعالیت خاصی (به غیر از پروتکل تمرینی داده شده) نداشته باشند و رژیم غذایی خود را تغییر ندهند. پس از ۶ هفته تمرین، بلافاصله خونگیری گرفته شد. در ادامه بعد از ۱۰ روز استراحت، خونگیری مجدد تکرار شد و بعد از ۲۴ ساعت گروهی که تمرینات قدرتی را به همراه محدودیت جریان خون در مرحله اول انجام دادند، صرفا تمرینات قدرتی را انجام دادند. و گروهی که صرفا تمرینات قدرتی را انجام دادند، به مدت ۶ هفته تمرینات قدرتی را به همراه محدودیت جریان خون انجام دادند که بلافاصله بعد از اتمام آخرین جلسه تمرینی، خونگیری تکرار شد.

پروتکل تمرینی

تمرینی که برای هر گروه در نظر گرفته شده است، شامل ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه و در مجموع ۱۸ جلسه تمرین قدرتی با هالتر بود که بعد از ظهر در سالن ورزشی اجرا گردید. جلسه تمرین با ۵ دقیقه حرکات کششی- نرمشی دست به منظور گرم کردن شروع شد. تمرین در گروه انسدادی به این صورت بود که ابتدا به وسیله ی یک تورنیکت لاستیکی از قبل طراحی شده در قسمت فوقانی به دور پروگزیمال هر بازو بسته شد. برای هر دو گروه ۳ ست ده تایی با استراحت یک دقیقه ای بین ست ها در نظر گرفته شد. گروه با انسداد عروق دست با فشار

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]

کاف ۱۲۰ تا ۱۶۰ میلی متر جیوه با ۳۰٪ یک تکرار بیشینه حرکات جلو بازو با هالتر و گروه دیگر تمرین مقاومتی بدون انسداد عروق، با ۷۵ ٪ یک تکرار بیشینه حرکات جلو بازو با هالتر را انجام دادند (۲۴, ۲۵).

نمونه گیری خونی و آنالیز

در این پژوهش ۴ بار خون گیری به عمل آمد. پیش از شروع پروتکل و پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی از ورید آنتی کوبیتال دست راست هر آزمودنی در وضعیت نشسته و در حالت استراحت ۵ سی سی خون گرفته شد. نخستین خون گیری قبل از شروع تمرین انجام شد. دومین خونگیری ۶ هفته اول بعد از فعالیت آخرین جلسه تمرینی از هر آزمودنی در شرایط کاملا مشابه صورت گرفت، خونگیری سوم ۲۴ ساعت قبل از شروع فعالیت ۶ هفته دوم و مرحله چهارم بعد از ۶ هفته دوم از آخرین جلسه تمرینی انجام گرفت. نمونه های خونی جمع آوری شده در آزمایشگاه، به وسیله دستگاه سانتریفیوژ مدل Rotoflx 32A ساخت کشور آلمان جداسازی و فریز شد، و پس از اتمام تحقیق و جمع آوری همه نمونه ها برای اندازه گیری بیومارکرهای تحقیق با استفاده از دستگاه Alexis الکتروکمی رومینانس با جریان الکتریکی مورد سنجش و اندازه گیری قرار گرفت. اندازه گیری cTnI و cTnT با استفاده از دستگاه LIAISON و روش پیشرفته Chemiluminescence انجام شد. دامنه طبیعی در این روش <۰/۰۱ نانوگرام در میلی-لیتر می باشد. اندازه گیری CK-MB با استفاده از کیت Horiba به روش Colorimetry انجام شد. دامنه طبیعی در این روش ۲۴> واحد بین المللی در لیتر می باشد.

نویسندگان این مقاله طبق پروتکل های اخلاقی دانشگاه محقق اردبیلی (IR.UMA.REC.1401.051) عمل نمودند. تمامی شرکت کنندگان در این مطالعه فرم رضایت نامه شرکت در این مطالعه را پر کرده و تمامی مقاصد مطالعه برای شرکت کنندگان به طور کامل شرح داده شده است.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل اندازه های آنتروپومتریک و شاخص های آمادگی جسمانی از آمار توصیفی استفاده شد. از آزمون شاپیروویلک برای تعیین طبیعی بودن داده ها و برای مقایسه بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس دوراهه و برای مقایسه درون گروهی از آزمون تی زوجی استفاده شد. نرم افزار مورد استفاده اکسل نسخه ۲۰۱۶ و SPSS نسخه ۲۴ استفاده گردید.

یافته ها

نتایج نشان داد هیچ یک از شاخص های توصیفی سن (p=۰/۲۱۰)، قد (p=۰/۷۸۸)، وزن (p=۰/۳۷۱) و شاخص توده بدنی (p=۰/۳۱۶) در دو گروه تمرین مقاومتی به همراه BFR و تمرین مقاومتی سنتی اختلاف معنی داری را نشان نداد (p>۰/۰۵).

جدول ۱. شاخص توصیفی جودوکاران در دو گروه تمرین مقاومتی همراه با BFR و مقاومتی سنتی

متغیر	گروه تمرین مقاومتی به همراه BFR	تمرین مقاومتی سنتی	سطح معنی داری
سن	۲۶/±۳۳ ۳/۵۲	۲۵/±۳۳ ۳/۱۸	۰/۲۱۰
قد	۱۷۷/±۲۳ ۶/۶۶	۱۷۶/±۷۶ ۶/۷۲	۰/۷۸۸
وزن	۸۲/±۹۰ ۸/۱۷	۸۴/±۷۰ ۷/۲۴	۰/۳۷۱
شاخص توده بدنی	۲۶/±۴۴ ۲/۷۷	۲۷/±۲۳ ۳/۲۲	۰/۳۱۶

نتایج نشان داد سه متغیر CTN-I (P=۰/۴۲۲)، CTN-T=۰/۴۹۶) و CK-MB (P=۰/۴۶۵) در مرحله پیش آزمون و CTN-I (P=۰/۱۴۸)، CTN-T=۰/۰۸۰) و CK-MB (P=۰/۴۰۸) در مرحله پس آزمون در گروه تمرین مقاومتی همراه با BFR و سه متغیر CTN-I (P=۰/۳۲۵)، CTN-T=۰/۲۹۲) و CK-MB (P=۰/۴۲۶) در مرحله پیش آزمون و CTN-I (P=۰/۰۵۲)، CTN-T=۰/۸۳۲) و CK-MB (P=۰/۴۲۳) در مرحله پس آزمون در گروه تمرین مقاومتی سنتی در آزمون شاپیروویلک اختلاف معنی داری نداشت (P>۰/۰۵) (جدول ۲).

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]

جدول ۲. میانگین، انحراف معیار و آزمون شاپیروویلک مولفه های CTN-I، CTN-T و CK-MB در دو گروه تمرین مقاومتی همراه با BFR و مقاومتی سنتی

متغیرها	گروه تمرین مقاومتی همراه BFR					گروه تمرین مقاومتی سنتی				
	پیش آزمون	آزمون شاپیرو ویلک	سطح معنی داری	پس آزمون	آزمون شاپیرو ویلک	سطح معنی داری	پیش آزمون	آزمون شاپیرو ویلک	سطح معنی داری	پس آزمون	آزمون شاپیرو ویلک	سطح معنی داری
CTN-I (نانو گرم/ میلی لیتر)	۰/۵۴۸± ۰/۱۱	۰/۹۶۸	۰/۴۹۶	۰/۶۵۰ ± ۰/۰۸	۰/۹۳۸	۰/۰۸۰	۰/۵۶۶±۱۲	۰/۹۷۸	۰/۹۵۹	۰/ ۷۰۸± ۰/۱۰	۰/۹۷۸	۰/۸۳۲
CTN-T (نانو گرم/ میلی لیتر)	۰/۱۴۲ ±۰/۰۶	۰/۹۵۸	۰/۴۲۲	۰/۲۱۲± ۰/۰۵	۰/۹۴۸	۰/۱۴۸	۰/۱۴۷±۰/۰۶	۰/۹۳۱	۰/۹۴۵	۰/۲۴۷ ۰/۰۷±	۰/۹۳۱	۰/۰۵۲
CK-MB (واحد بین الملل/ لیتر)	۲۰/۸۰± ۳/۲۸	۰/۹۶۷	۰/۴۶۵	۲۳/۲۴۰±/۵۲	۰/۹۶۷	۰/۴۰۸	۱۹/۸۰±۲/۶۵	۰/۹۶۵	۰/۹۶۶	۲۴/۹۶ ±۲/۳۹	۰/۹۶۵	۰/۴۲۳

با استفاده از آزمون لون مساوی بودن واریانس ها ارزیابی شد. نتایج این آزمون نشان داد که واریانس CTN-I (P=۰/۸۰۳؛ F=۰/۰۶)، CTN-T (P=۰/۱۵۶؛ F=۲/۰۶) و CK-MB (P=۰/۹۳۱؛ F=۰/۰۱) در بین گروه ها همگن می باشد.

نتایج آزمون بین گروهی نشان داد CTN-I (P=۰/۰۲۸)، CTN-T (P=۰/۰۳۶) و CK-MB (P=۰/۰۲۷) در دو گروه تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون و مقاومتی سنتی اختلاف معنی داری داشت.

جدول ۳. آزمون Two-Vay-ANOVA (بین گروهی) سه متغیر CTN-I، CTN-T و CK-MB در دو گروه تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون و مقاومتی سنتی

متغیرها	مجموع میانگین	DF	مجذور میانگین	F	سطح معنی داری	توان آماری
CTN-I	۰/۰۴۲	۱	۰/۰۴۲	۵/۰۷	۰/۰۲۸*	۰/۶۰۰
CTN-T	۰/۰۲۰	۱	۰/۰۲۰	۴/۵۹	۰/۰۳۶*	۰/۵۵۹
CK-MB	۳۱/۵۲۰	۱	۳۱/۵۲۰	۵/۱۷	۰/۰۲۷*	۰/۶۰۹

* P≤۰/۰۵

نتایج آزمون درون گروهی نشان داد CTN-I (P=۰/۰۰۰)، CTN-T (P=۰/۰۰۰) و CK-MB (P=۰/۰۰۳) در گروه تمرین مقاومتی همراه با BFR در مرحله پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت. همچنین CTN-I (P=۰/۰۰۰)، CTN-T (P=۰/۰۰۰) و CK-MB (P=۰/۰۰۰) در گروه تمرین مقاومتی سنتی در مرحله پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت. همچنین با توجه به اختلاف میانگین بین پیش آزمون و پس آزمون در هر گروه مشخص شد تمرین مقاومتی سنتی بر تمامی متغیرهای CTN-I، CTN-T و CK-MB اثر گذاری بیشتری در مقایسه با گروه تمرین مقاومتی به همراه BFR داشته است (جدول ۴).

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]

جدول ٤. آزمون تی زوجی برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون در دو گروه تمرین مقاومتی سنتی و تمرین مقاومتی به همراه BFR

متغیرها	مجموع میانگین	DF	مجذور میانگین	F	سطح معنی داری	توان آماری
CTN-I	۰/۰۴۲	۱	۰/۰۴۲	۵/۰۷	۰/۰۲۸*	۰/۶۰۰
CTN-T	۰/۰۲۰	۱	۰/۰۲۰	۴/۵۹	۰/۰۳۶*	۰/۵۵۹
CK-MB	۳۱/۵۲۰	۱	۳۱/۵۲۰	۵/۱۷	۰/۰۲۷*	۰/۶۰۹

* P≤۰/۰۵

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر یک دوره تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون بر شاخص های بیوشیمیایی ویژه سلول های قلبی در جودوکاران بود. نتایج آزمون بین گروهی نشان داد CTN-I، CTN-T و CK-MB در دو گروه تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون و مقاومتی سنتی اختلاف معنی داری داشت. همچنین نتایج آزمون درون گروهی نشان داد CTN-I، CTN-T و CK-MB در گروه تمرین مقاومتی سنتی و تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون در مرحله پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت.

کریماجی و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی به بررسی نقش تروپونین I، CK و CPK-MB قلبی در بیماران تحت آزمایش تحمل ورزش پرداختند (۲۶). نتایج نشان از افزایش تروپونین I، CK و CPK-MB قلبی داشت. شریف زاده و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی به بررسی تأثیر تمرین مقاومتی حاد بر نشانگرهای بیوشیمیایی آسیب میوکارد (cTnT, cTnI, CK-MB) در زنان غیر ورزشکار پرداختند (۲۷). نتایج نشان داد تمرین مقاومتی ممکن است منجر به افزایش تروپونین قلبی و ایزوآنزیم CK شود. که به نوعی با نتایج تحقیق حاضر مبنی بر استفاده از تمرینات مقاومتی منجر به افزایش CTN-I، CTN-T و CK-MB می شود؛ همسو می باشد. یکی از دلایل احتمالی همسو بودن نتایج را می توان به استفاده از تمرین مقاومتی عنوان کرد. واندرلیندن و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی به بررسی تأثیر تمرین ورزشی بر سیر سطوح تروپونین T و I قلبی سالمندان پرداختند (۲۸). نتایج نشان داد بعد از ۱۲ و ۲۴ هفته تمرین مقاومتی، سطوح تروپونین T و I قلبی تغییر معنی داری نداشت. که به نوعی با نتایج حاضر ناهمسو بود به نظر می رسد یکی از دلایل ناهمسو بودن نتایج حاضر با نتایج واندرلیندن و همکاران (۲۰۱۵) جامعه آماری متفاوت، مدت و شدت تمرین مقاومتی باشد. به علاوه در تحقیق حاضر به نوعی استفاده از محدودیت جریان خون به عنوان تمرین مقاومتی نوین برای اولین بار به همراه تمرین مقاومتی سنتی بر سطوح تروپونین I، CK و CPK-MB قلبی در جودوکاران مرد بررسی شده است که می‌تواند دلیل دیگر ناهمسو بودن نتایج حاضر با واندرلیندن و همکاران (۲۰۱۵) باشد.

در تبیین نتایج تحقیق حاضر می توان اینطور بیان کرد که افزایش سطح CK-MB به دنبال تمرین شدید ممکن است نشان دهنده آسیب مکانیکی در سیستم اسکلتی عضلانی باشد که منجر به پاسخ های التهابی می شود (۲۹). تمرینات با شدت بالاتر می تواند با آسیب بیشتر به سلول های عضلانی همراه باشد (۳۰). افزایش سطح CK-MB در عضله اسکلتی ممکن است به دلیل افزایش سلول های ماهواره ای باشد که آسیب اسکلتی عضلانی را ترمیم می کنند (۳۰). به نظر می رسد افزایش سطح CK-MB به دلیل تمرین مقاومتی باشد و آسیب اسکلتی عضلانی ناشی از تمرین شدید هیچ تاثیری بر آسیب مداوم قلبی ندارد و ممکن است به دلیل نشت سیتوزولی ناشی از فشار فعالیت فیزیولوژیکی باشد (۳۰). با این حال، افزایش CK-MB، به ویژه در طول تمرین و مراحل ریکاوری، منعکس کننده نفوذ پروتئین ها و سایر مواد از طریق غشای عضلانی است. علاوه بر این، افزایش نوسانات این آنزیم ها با عواملی مانند سن، جنسیت، آمادگی جسمانی، فصل و تمرین مرتبط است (۳۱). یکی دیگر از دلایل افزایش CK-MB بعد از تمرین می تواند عدم تناسب عضلانی شرکت کنندگان باشد.

تمرین های متناوب ورزشی منجر به بروز اختلالات متفاوتی از بیومارکرهای قلبی با شواهد بسیار محدودی از آسیب دیدگی یا تومور میوسیت می شوند (۳۲). افزایش درنشانگرهای قلب به علت تمرین مقاومتی، ممکن است آسیب های سلامت قلب را توجیه نکند، اما به دلیل تنش موقت یا متابولیسممیوسیت های قلبی تغییر کرده باشد (۳۳). اما در زمینه اثرات تمرینات با محدودیت جریان خون بر تروپونین قلبی هیچ پژوهشی یافت نشد. از آنجایی که افزایش تروپونین آزاد شده در خون نشان دهنده آسیب حاد عضله قلبی است (به جز در بیماران مبتلا به بیماری های

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]

کلیوی)، می توان استنباط کرد که تمرین می تواند منجر به افزایش خطر نارسایی قلبی شود. لازم به ذکر است که علیرغم افزایش قابل توجه مقادیر تروپونین، این افزایش بسیار کمتر از حد مرجع تشخیصی برای خطر نارسایی قلبی بود (۳۴). تمرین ورزشی باعث افزایش نفوذپذیری سارکولمای میوکارد می شود که احتمالا آزادسازی تروپونین قلبی سیتوزولی را تسهیل می کند. از این رو، پس از تمرین، تروپونین قلبی احتمالاً با انتشار غیرفعال به فضای خارج سلولی آزاد می شود. افزایش نفوذپذیری غشاء احتمالاً به دلیل افزایش فشار مکانیکی روی میوسیت ها، افزایش سنتز رادیکال های اکسیداتیویا عدم تعادل اسید قلیایی است (۹, ۳۴). محققان به این نتیجه رسیدند که افزایش نشانگرهای آسیب قلبی در ورزشکاران غیرحرفه ای با افزایش مدت زمان تمرین در ارتباط است (۳۵). زمان نمونه برداری عامل اصلی برای اندازه گیری و ارزیابی همه نشانگرهای بیوشیمیایی قلب در نظر گرفته می شود (۳۶). برخی از کارشناسان گزارش کرده اند که با توجه به ماهیت آزاد شدن آنزیم در خون، نمونه برداری باید به روش آبشاری و در زمان های مختلف انجام شود. شدت تمرین یکی از قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های افزایش سطوح cTn است. تمرین شدیدتر ممکن است بر قلب فشار وارد کند و در نتیجه cTn آزاد شود (۳۷). افزایش بار قلب می تواند به طور موقت آپوپتوز و بازسازی میوکارد را تسریع کند. آسیب ناچیز قلبی و بازسازی بعدی آن بخشی از فرآیند طبیعی میوکارد است که به طور موقت سطح cTn سرم را پس از تمرین افزایش می دهد. این افزایش را می توان به اختلال عملکرد کلیه در حذف تروپونین از گردش خون نسبت داد. از آنجایی که جریان خون در حین تمرین به طور قابل توجهی در شکم و کلیه ها کاهش می یابد، منجر به کاهش ظرفیت دفع کلیه ها می شود که احتمالاً غلظت سرمی cTn را اندکی افزایش می دهد (۳۸).

در تبیین اثرگذاری تمرینات مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون می توان گفت که افزایش هیپرتروفی و قدرت عضلانی با تمرینات مقاومتی به همراه BFR به طور گسترده ثبت شده است. بررسی‌های سیستماتیک و متاآنالیزها نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی-BFR به طور موثر قدرت ماهیچه‌های اسکلتی و/یا هیپرتروفی را در جوانان سالم افزایش می‌دهد (۳۹, ۴۰) و جمعیت های مسن تر (۴۰) و همچنین جمعیت های تحت فشار که نیاز به توانبخشی دارند (۴۱). نشان داده شده است که معیارهای مختلف قدرت عضلانی (ایزوتونیک پویا، ایزومتریک و قدرت ایزوکینتیک و همچنین سرعت توسعه نیرو/ظرفیت قدرت انفجاری) در پاسخ به مداخلات تمرینات مقاومتی-BFR بهبود می یابند (۴۲, ۴۳). همچنین مشخص شد است که هیپرتروفی عضلانی و سازگاری¬های قدرتی با تمرین مقاومتی-BFR به طور قابل توجهی بیشتر از تمرینات مقاومتی با بار کم است (۴۴, ۴۵). بنابراین، به نظر می رسد که تمرین مقاومتی به همراه BFR اجازه می دهد تا توده عضلانی اسکلتی زودتر افزایش یابد. ترکیب تمرین مقاومتی و BFR قدرت عضلانی را در مقایسه با تمرینات مقاومتی با شدت پایین به تنهایی بهبود می بخشد (۴۶). تحقیقات نشان داده است که افزایش قدرت عضلانی می تواند با افزایش فاکتورهای بیوشیمیایی مرتبط با آسیب های قلبی همراه باشد که نیازمند تحقیقات بیشتری در زمینه اثرگذاری تمرینات مختلف بر فاکتورهای بیوشیمیایی مرتبط با آسیب های قلبی است (۴۷).

تحقیق حاضر دارای محدودیت های بود، از جمله می توان به خستگی ناشی از تمرین، انتخاب روش نمونه گیری در دسترس و شرایط کرونایی اشاره کرد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج تحقیق و بررسی اختلاف میانگین ها، هر دو تمرین منجر به افزایش شاخص های بیوشیمیایی ویژه سلول های قلبی شده است که این افزایش در گروه تمرین مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون کمتر بوده است. لذا استفاده از تمرین مقاومتی به همراه محدودیت جریان خون می تواند مورد توجه مربیان و ورزشکاران جودوکار مرد قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از رساله دکترا فیزیولوژی ورزشی در دانشگاه در سال ۱۴۰۱ با کد اخلاق IR.UMA.REC.1401.051 است، پژوهشگران بدین وسیله مراتب قدردانی خود را از مسئولین محترم پژوهش دانشگاه محقق اردبیلی و جودوکاران شهرستان تهران که نهایت همکاری را با تیم پژوهش داشتند، اعلام می دارند.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله با شخص یا ارگانی تضاد منافع ندارند. این پژوهش حامی مالی نداشت و با هزینه شخصی انجام شد.

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]

Refrences

1. Böge V, Patlar S. Muscle fatique and muscle damage in strength training. Physical education of students. 2022;26(3):136-44. https://doi.org/10.15561/20755279.2022.0304
2. Koch A, Pereira R, Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2014;14(1):68-77.https://www.researchgate.net/publication/260445443_The_creatine_kinase_response_to_resistance_exercise
3. Wu NN, Tian H, Chen P, Wang D, Ren J, Zhang Y. Physical exercise and selective autophagy: benefit and risk on cardiovascular health. Cells. 2019;8(11):1436. https://doi.org/10.3390/cells8111436
4. Jo MS, Lee J, Kim S-Y, Kwon HJ, Lee HK, Park DJ, et al. Comparison between creatine kinase MB, heart-type fatty acid-binding protein, and cardiac troponin T for detecting myocardial ischemic injury after cardiac surgery. Clinica Chimica Acta. 2019;488:174-8. https://doi.org/10.1016/j.cca.2018.10.040
5. Kurniawan PR, Setiawan AA, Limantoro C, Ariosta A. the Differences in Troponin I and Ck-Mb Values in Acute Myocardial Infarction Patients With St Elevation and Without St Elevation. JURNAL KEDOKTERAN DIPONEGORO (DIPONEGORO MEDICAL JOURNAL). 2021;10(2):138-44. https://doi.org/10.14710/dmj.v10i2.29601
6. Zhou Y, Liu L, Gao C, Liu N, Fa X. Puerarin pre-conditioning on the expression levels of CK-MB, cTnI and inflammatory factors in patients undergoing cardiac valve replacement. Experimental and Therapeutic Medicine. 2019;17(4):2598-602.
7. Nalcakan GR. The effects of sprint interval vs. continuous endurance training on physiological and metabolic adaptations in young healthy adults. Journal of human kinetics. 2014;44:97. https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0115
8. Li S, Shaharudin S, Cirer-Sastre R, Li F, Manaf FA, Shukri MFM. Effects of high-intensity interval exercise on cardiac troponin elevation when comparing with moderate-intensity continuous exercise: a systematic review and meta-analysis. PeerJ. 2023;11:e14508. https://doi.org/10.14710/dmj.v10i2.29601
9. Aakre KM, Omland T. Physical activity, exercise and cardiac troponins: Clinical implications. Progress in cardiovascular diseases. 2019;62(2):108-15.. https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.02.005
10. Pinckard K, Baskin KK, Stanford KI. Effects of exercise to improve cardiovascular health. Frontiers in cardiovascular medicine. 2019;6:69. https://doi.org/10.3389%2Ffcvm.2019.00069 https://doi.org/10.3389/fcvm.2019.00069
11. Savukoski T, Mehtälä L, Lindahl B, Venge P, Pettersson K. Elevation of cardiac troponins measured after recreational resistance training. Clinical biochemistry. 2015;48(12):803-6.. https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2015.06.015
12. Eijsvogels TM, Veltmeijer MT, George K, Hopman MT, Thijssen DH. The impact of obesity on cardiac troponin levels after prolonged exercise in humans. European journal of applied physiology. 2012;112:1725-32. https://doi.org/10.1007/s00421-011-2145-3
13. Legaz-Arrese A, López-Laval I, George K, Puente-Lanzarote JJ, Moliner-Urdiales D, Ayala-Tajuelo VJ, et al. Individual variability in cardiac biomarker release after 30 min of high-intensity rowing in elite and amateur athletes. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2015;40(9):951-8.. https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0055
14. Rejaei SF, Mojtahedi H, Marandi M, Rahnama N, Movahedi AR, Bambaeichi E, et al. The effects of resistance, endurance, and combined exercise on cardiac biomarkers in active subjects. Journal of Isfahan Medical School. 2012;30(186).https://jims.mui.ac.ir/article_13791.html?lang=en
15. Chang H, Yao M, Chen B, Qi Y, Zhang J. Effects of Blood Flow Restriction Combined with Low-Intensity Resistance Training on Lower-Limb Muscle Strength and Mass in Post-Middle-Aged Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(23):15691. https://doi.org/10.3390/ijerph192315691
16. Holm L, Reitelseder S, Pedersen TG, Doessing S, Petersen SG, Flyvbjerg A, et al. Changes in muscle size and MHC composition in response to resistance exercise with heavy and light loading intensity. Journal of applied physiology. 2008;105(5):1454-61. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.90538.2008
17. 17. Nakajima T, Iida H, Kurano M, Takano H, Mor-

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]

ita T, Meguro K, et al. Hemodynamic responses to simulated weightlessness of 24-h head-down bed rest and KAATSU blood flow restriction. European journal of applied physiology. 2008;104:727-37.https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-008-0834-3 https://doi.org/10.1007/s00421-008-0834-3

18. Vinolo-Gil MJ, Rodríguez-Huguet M, Martin-Vega FJ, Garcia-Munoz C, Lagares-Franco C, Garcia-Campanario I, editors. Effectiveness of Blood Flow Restriction in Neurological Disorders: A Systematic Review. Healthcare; 2022: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. https://doi.org/10.3390/healthcare10122407
19. Mizushima Y, Uematsu A, Ishizaka H, Toyoda S, Mizushima T, Inoue T, et al. The effects of moderate blood flow restriction induced by KAATSU on muscle activation, heart rate, and rate of perceived exertion during low-intensity aerobic exercise: A pilot study. International Journal of KAATSU Training Research. 2020;16(1):1-4.https://www.jstage.jst.go.jp/article/ijktr/16/1/16_1/_article/-char/ja/ https://doi.org/10.3806/ijktr.16.1
20. Mouser JG, Mattocks KT, Buckner SL, Dankel SJ, Jessee MB, Bell ZW, et al. High-pressure blood flow restriction with very low load resistance training results in peripheral vascular adaptations similar to heavy resistance training. Physiological Measurement. 2019;40(3):035003. https://doi.org/10.1088/1361-6579/ab0d2a
21. Kim N, Lee D, Lee S, Kim N, Lee D, Lee S. Effects of 5 week low-intensity blood flow restriction resistance exercise and moderate-intensity resistance exercise on body composition and blood lipids in normal weight obese women. Exercise Science. 2021;30(1):70-9. https://doi.org/10.15857/ksep.2021.30.1.70
22. Takarada Y, Tsuruta T, Ishii N. Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. The Japanese journal of physiology. 2004;54(6):585-92. https://doi.org/10.2170/jjphysiol.54.585
23. Nosrati Hashi A, Bolboli L, Anoushiravani S, Farzizadeh R. The effect of a period of resistance training with blood flow restriction on the level of interleukin 6 (IL-6), IgA and TNF-α in judokas. Studies in Medical Sciences. 2022;33(9):661-75. https://doi.org/10.52547/umj.33.9.4
24. Patterson SD. HUGHES l, WARMINGTON S, et al. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. 2019;10:533. https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533
25. Porsesh M, Habibi A, Ahmadi Barati S, Fatemi SR. Comparison of the Effect of 6 Weeks Resistance Training with and without Vascular Occlusion, on Serum Levels of CRP and LDH in Active Girls. SSU_Journals. 2016;24(9):706-15..https://www.sid.ir/paper/36786/en
26. Karimjee A, Carter D, Irwin M, Gulamhusein S, Edmonton A. The role of cardiac troponin I, CK and CPK-MB in patients undergoing bruce protocol exercise tolerance testing. Med Sports. 2003;796.
27. Sharifzadeh H, Monazami AA, Azizi M. Effects of Acute Resistance Training on Biochemical Markers of Myocardial Injury (cTnT, cTnI, CK-MB) in Non-Athlete Women. Journal of Kermanshah University of Medical Sciences. 2019;23(2).. https://doi.org/10.5812/jkums.84103
28. van der Linden N, Klinkenberg LJ, Leenders M, Tieland M, Verdijk LB, Niens M, et al. The effect of exercise training on the course of cardiac troponin T and I levels: three independent training studies. Scientific reports. 2015;5(1):1-6.. https://doi.org/10.1038/srep18320
29. Toft A. Jensen LB, Bruunsgaard H, Ibfelt T, Halkjaer-Kristensen J, Febbraio M, and Pedersen BK. Cytokine response to eccentric exercise in young and elderly humans Am J Physiol Cell Physiol. 2002;283:C289-C95. https://doi.org/10.1152/ajpcell.00583.2001
30. Casamichana D, Suarez-Arrones L, Castellano J, San Román-Quintana J. Effect of number of touches and exercise duration on the kinematic profile and heart rate response during small-sided games in soccer. Journal of human kinetics. 2014;41(1):113-23. https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0039
31. Williams C, Kronfeld D, Hess T, Saker K, Waldron J, Crandell K, et al. Antioxidant supplementation and subsequent oxidative stress of horses during an 80-km endurance race. Journal of animal science. 2004;82(2):588-94.. https://doi.org/10.1093/ansci/82.2.588
32. Carranza-García LE, George K, Serrano-Ostáriz E, Casado-Arroyo R, Caballero-Navarro AL,

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]

Legaz-Arrese A. Cardiac biomarker response to intermittent exercise bouts. International journal of sports medicine. 2011;32(05):327-31. https://doi.org/10.1055/s-0030-1263138

33. Scherr J, Braun S, Schuster T, Hartmann C, Moehlenkamp S, Wolfarth B, et al. 72-h kinetics of high-sensitive troponin T and inflammatory markers after marathon. Medicine and science in sports and exercise. 2011;43(10):1819-27. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821b12eb
34. Stelzle D, Shah AS, Anand A, Strachan FE, Chapman AR, Denvir MA, et al. High-sensitivity cardiac troponin I and risk of heart failure in patients with suspected acute coronary syndrome: a cohort study. European Heart Journal-Quality of Care and Clinical Outcomes. 2018;4(1):36-42. https://doi.org/10.1093/ehjqcco/qcx022
35. Coppi F, Pinti M, Selleri V, Zanini G, D'Alisera R, Latessa PM, et al. Cardiovascular Effects of Whole-Body Cryotherapy in Non-professional Athletes. Frontiers in Cardiovascular Medicine. 2022;9. https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.905790
36. Kraus VB, Huebner JL, DeGroot J, Bendele A. The OARSI histopathology initiative-recommendations for histological assessments of osteoarthritis in the guinea pig. Osteoarthritis and cartilage. 2010;18:S35-S52. https://doi.org/10.1016/j.joca.2010.02.014
37. Ghahramani M, Kaikhosro Doulatyari P, Rouzbahani M. Investigation Effect of Exercise and Physical Activity on Cardiac Troponins: A Systematic Review. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2021;8(1):12-20.
38. Sattar N, Rawshani A, Franzén S, Rawshani A, Svensson A-M, Rosengren A, et al. Age at diagnosis of type 2 diabetes mellitus and associations with cardiovascular and mortality risks: findings from the Swedish National Diabetes Registry. Circulation. 2019;139(19):2228-37. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.037885
39. Slysz JT, Burr JF. The effects of blood flow restricted electrostimulation on strength and hypertrophy. Journal of sport rehabilitation. 2018;27(3):257-62. https://doi.org/10.1556/APhysiol.99.2012.3.1
40. Lixandrao ME, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin FC, Conceição MS, Damas F, et al. Magnitude of muscle strength and mass adaptations between high-load resistance training versus low-load resistance training associated with blood-flow restriction: a systematic review and meta-analysis. Sports medicine. 2018;48:361-78.. https://doi.org/10.1007/s40279-017-0795-y
41. Jacobson J, Chaltron C, Sherman D, Glaviano NR. Blood Flow Restriction Training in Clinical Musculoskeletal Rehabilitation: A Critically Appraised Paper. International Journal of Athletic Therapy and Training. 2020;25(6):303-6. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097071
42. Nielsen JL, Aagaard P, Prokhorova TA, Nygaard T, Bech RD, Suetta C, et al. Blood flow restricted training leads to myocellular macrophage infiltration and upregulation of heat shock proteins, but no apparent muscle damage. The Journal of physiology. 2017;595(14):4857-73. https://doi.org/10.1113/JP273907
43. Palange P, Forte S, Onorati P, Manfredi F, Serra P, Carlone S. Ventilatory and metabolic adaptations to walking and cycling in patients with COPD. Journal of Applied Physiology. 2000;88(5):1715-20. https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.5.1715
44. Abe T, Fujita S, Nakajima T, Sakamaki M, Ozaki H, Ogasawara R, et al. Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO2max in young men. Journal of sports science & medicine. 2010;9(3):452.PMID: 24149640
45. Yasuda T, Fukumura K, Tomaru T, Nakajima T. Thigh muscle size and vascular function after blood flow-restricted elastic band training in older women. Oncotarget. 2016;7(23):33595. https://doi.org/10.18632/oncotarget.9564
46. Eirale C, Tol J, Farooq A, Smiley F, Chalabi H. Low injury rate strongly correlates with team success in Qatari professional football. British journal of sports medicine. 2013;47(12):807-8. https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091040
47. Abulaiti M, Yalikun Y, Murata K, Sato A, Sami MM, Sasaki Y, et al. Establishment of a heart-on-a-chip microdevice based on human iPS cells for the evaluation of human heart tissue function. Scientific reports. 2020;10(1):1-12. https://doi.org/10.1038/s41598-020-76062-w

[Downloaded from ijm.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.22034/IJRN.10.2.3]