

تأثیر تمرین پلکانی متراکم (EDT) به همراه مکمل یاری پروتئین وی بر شاخص های مرفولوژیک قلب ورزشکاران پرورش اندام

پوریا رعیتیان زوج^۱، هما شیخانی شاهین^۲✉، محمدعلی بابایی بیگی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۶

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه ورزشی، موسسه آموزش عالی زند شیراز، شیراز، ایران.

۲- استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، موسسه آموزش عالی زند شیراز، شیراز، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

hsheikhani@yahoo.com

۳- استاد دانشگاه علوم پزشکی شیراز، گروه پزشکی، شیراز، ایران.

چکیده

هدف: هدف از تحقیق حاضر تأثیر تمرین پلکانی متراکم (EDT) به همراه مکمل یاری پروتئین وی بر شاخص های مرفولوژیک قلب ورزشکاران پرورش اندام بود.

روش شناسی: ۴۰ نفر از ورزشکاران پرورش اندام نخبه شهر شیراز بطور تصادفی انتخاب شدند و به چهار گروه تمرین EDT، تمرین EDT + مکمل یاری پروتئین وی، تمرین سنتی و تمرین سنتی + مکمل یاری پروتئین وی تقسیم شدند. سپس از آزمودنی ها قبل از شروع طرح تحقیقاتی و در پایان هفته هشتم اکوکاردیوگرافی قلب به عمل آمد. شاخص های مرفولوژیک قلب شامل AR ، PWT ، $IVST$ ، $LAdim$ ، $LVEDD$ ، $LVEDD$ و شاخص های عملکردی شامل EF در این افراد، قبل از دوره تمرینات ورزشی و پس از آن مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: نتایج نشان داد که در متغیرهای $IVST$ و PWT ، گروه EDT + مکمل نسبت به گروه های دیگر تحقیق افزایش معنادار را تجربه کردند ($P < 0/001$). همچنین گروه EDT در پس آزمون نسبت به پیش آزمون کاهش معنادار را تجربه کرد ($P < 0/039$) در متغیرهای $LVEDD$ و $LVEDD$ بین گروه های EDT به تنهایی و EDT + مکمل تفاوت معنادار مشاهده شد بطوری که در پس آزمون گروه EDT + مکمل با کاهش معنادار ($P < 0/001$) و گروه EDT با افزایش معنادار همراه بود ($P < 0/001$). از سوی دیگر تفاوت معنادار در کسر تزریقی بین گروه های EDT + مکمل و EDT با تمرین های سنتی و تمرین سنتی + مکمل وجود داشت ($P < 0/001$).

نتیجه گیری: تمرین EDT می تواند باعث بهبود عوامل مرفولوژیک قلب شود که به همراه مکمل یاری پروتئین وی این آثار مثبت بر قلب بیشتر می شود.

واژگان کلیدی: عملکرد ورزشی، بتا-آلانین، بتائین، کراتین، مالات، بوکس.

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

ارجاع دهی:

Rayatyian P, Sheikhan Shahin H, Babae Beigi MA. The effect of Escalating Density Training (EDT) along with whey protein supplementation on the morphological parameters of the heart of bodybuilding athletes. *Research in Exercise Nutrition*. 2023 Nov 22;2(3):41-52, <https://doi.org/10.22034/ren.2024.141005.1056> .



The effect of Escalating Density Training (EDT) along with whey protein supplementation on the morphological parameters of the heart of bodybuilding athletes

Pooria Rayatiyan Zoyj¹, Homa Sheikhani Shahin^{2✉}, Mohammad Ali Babae Beigi³

Received: 2024/07/06

Accepted: 2024/09/03

Abstract

Aims: The aim of this research was the effect of Escalating Density Training along with whey protein supplement on the morphological parameters of the heart of bodybuilding athletes.

Methods: 40 elite bodybuilders from Shiraz city were randomly selected and divided into four groups: EDT training, EDT training + whey protein supplement, traditional training and traditional training + whey protein supplement. Then, before starting the research project and at the end of the 8th week, heart echocardiography was performed on the subjects. The morphological indicators of the heart including IVST, PWT, AR, LVEDD, LVESD, LAdim and functional indicators including EF were investigated in these people before and after the exercise training period.

Results: The results showed that in IVST and PWT variables, EDT+supplement group experienced a significant increase compared to other research groups ($P=0.001$). Also, the EDT group experienced a significant decrease in the post-test compared to the pre-test ($P=0.039$). A significant difference was observed in the LVEDD and LVESD variables between the EDT alone and EDT + supplement groups, so that in the post-test, the EDT + supplement group had a significant decrease ($P=0.001$) and the EDT group had a significant increase ($P = 0.001$). On the other hand, there was a significant difference in injection fraction between the EDT+supplement and EDT with traditional exercises and traditional+supplement exercises groups ($P=0.001$).

Conclusion: EDT training can improve the morphological factors of the heart, which increases these positive effects on the heart with the help of whey protein.

Key words: Bodybuilding, EDT Training, Whey Supplement, Morphological indicators, Ejection fraction.

¹. MS student of sports nutrient, Zand Higher Education Institute, Shiraz, Iran.

². Assistant professor of sport physiology, Department of Sport Science, Zand Higher Education Institute, Shiraz, Iran.

✉ **Corresponding author:**
hsheikhani@yahoo.com

³. Professor of Shiraz University of Medical Sciences, Department of Medicine, Shiraz, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

Citation:

Rayatiyan P, Sheikhani Shahin H, Babae Beigi MA. The effect of Escalating Density Training (EDT) along with whey protein supplementation on the morphological parameters of the heart of bodybuilding athletes. *Research in Exercise Nutrition*. 2023 Nov 22;2(3):41-52, <https://doi.org/10.22034/ren.2024.141005.1056>.

مقدمه

پیشرفت و بهبود رکوردها، تکنیک‌ها و تاکتیک‌های ورزشی در یک صد سال گذشته نشانه گسترش و بسط آگاهی‌های علمی و دانش محققین و مربیان ورزشی است. یافته‌های علمی در این زمینه در تنظیم و اجرای برنامه‌های تمرینی قهرمانان ورزشی نقش مهمی را بر عهده داشته‌اند (۱). در همین راستا امروزه روش تمرین پلکانی متراکم (EDT) در ورزش پرورش اندام معرفی شده است که علاوه بر ویژگی‌های منحصر به فرد منجر به افزایش عملکرد ورزشکاران پرورش اندام می‌شود. برنامه‌های تمرین EDT با این هدف طراحی شده‌اند که ترکیب بدنی را ارتقا دهند. این روش تمرینی منجر به ساختن عضله بیشتر و کاهش ذخایر چربی از طریق جلسات تمرین شدید و هر چند مختصر می‌شود (۲). در این روش تمرینی دو حرکت برای دو عضله متضاد انتخاب می‌شود و ست‌هایی برای این دو به مدت ۱۵ دقیقه به صورت یک در میان اجرا می‌شود. یک هفته بعد در جلسه‌ای که مجدداً این دو حرکت اجرا می‌شود باید سعی شود رکورد جلسه قبل ارتقا یابد. در روش EDT اولویت اصلی این است که توانایی شما برای مقدار کاری که می‌توانید در یک دوره زمانی مشخص اجرا کنید افزایش یابد (۲). از سوی دیگر ملاحظات تغذیه‌ای که امروزه در دنیای ورزش کاربرد فراوانی دارد، استفاده از مکمل‌های تغذیه‌ای به منظور بهینه ساختن اجرای ورزش است. در بین مکمل‌های تغذیه‌ای رایج، پروتئین وی؛ پرمصرف‌ترین نوع مکمل ورزشی است که بیشترین مصرف را به ویژه در بین ورزشکاران پرورش اندام دارد. مکمل پروتئین وی دارای اسیدآمینه‌های سولفوردار سیستمین و متیونین می‌باشد که در تولید گلوکاتیبون نقش مهمی دارد (۳). در مقایسه با منابع پروتئینی دیگر، دارای غلظت بالاتری از اسیدهای آمینه شاخه‌دار شامل لوسین، ایزولوسین و والین می‌باشد. در این میان لوسین نقش مهمی در افزایش سنتز پروتئین عضله دارد (۳). ویسگاربر و همکاران (۲۰۱۴)، گزارش کردند که مصرف مکمل پروتئین وی طی دوره تمرینی منجر به پاسخ‌های تقویتی در راستای تمرین مقاومتی می‌شود (۴). محمدی و همکاران (۲۰۱۷)، به این نتیجه رسیدند که تمرینات مقاومتی یک استراتژی مهم برای بهبود ساختار و عملکرد قلب در بیماران دیابتی است (۵). گلشنی و همکاران (۲۰۱۷)، به این نتیجه رسیدند که تمرینات آیزومتریک و آیزوتونیک در ورزشکاران، با وجود هایپرتروفی بطن چپ و افزایش ضخامت دیواره بطن، هیچ اختلالی در عملکرد سیستمولیک و دیاستولیک قلب به وجود نیاورد (۶). همچنین این حقیقت که سیستم قلبی-عروقی ورزشکاران با افراد عادی تفاوت دارد در یک قرن اخیر به وضوح آشکار شده است. ورزش باعث تغییرات ساختاری و عملکردی در قلب می‌شود. این تغییرات

ساختاری و عملکردی به ماهیت ورزش، شدت ورزش و مدت زمان آن بستگی دارد (۷). با تکامل اکوکاردیوگرافی، ارزیابی جزئی-تری از قلب امکانپذیر شد و امکان بررسی دقیق قلب ورزشکاران میسر گردید. با توجه به پیشینه تحقیقات اطلاعات اندکی در زمینه تاثیر تمرینات EDT و مکمل‌دهی پروتئین وی و تاثیرات توامان آنها بر ویژگی‌های مورفولوژیک قلب در ورزشکاران پرورش اندام وجود دارد. لذا محققین تحقیق حاضر در پژوهش حاضر به بررسی تاثیر تمرین پلکانی متراکم (EDT) به همراه مکمل یاری پروتئین وی بر شاخص‌های مورفولوژیک قلب ورزشکاران پرورش اندام پرداختند.

روش‌شناسی

تحقیق حاضر به روش نیمه تجربی بود و در دو نوبت پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا گردید. اصول اخلاقی (کد اخلاق: IR-KHU.KRC.1000.191) مطالعه مطابق با اصول کار با انسان مصوب پژوهشکده علوم حرکتی مورد توجه قرار گرفت. جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه ورزشکاران پرورش اندام مرد شهرستان شیراز تشکیل دادند که پس از توضیح مراحل پژوهش تکمیل فرم رضایت نامه برای شرکت در طرح تحقیقاتی داوطلب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل مصرف نکردن انواع مکمل‌ها در طول دوره تحقیق، عدم دریافت دارو و استروئیدهای آنابولیک، عدم ابتلا به بیماری و عدم استعمال دخانیات بود. افرادی که در طول دوره طرح تحقیق از روند مصرف مکمل و یا اجرای تمرینات پیروی نکردند از مطالعه خارج می‌شدند. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در طول دوره مطالعه از برنامه غذایی معمول خود استفاده کنند و رژیم غذایی شان را تغییر ندهند. از میان افراد واجد شرایط ۴۰ نفر با میانگین سنی (۲۴/۰۷±۱۳/۳۵)، میانگین قد (۱۷۹/۱±۲۱/۷۱) و میانگین وزن (۸۱/۲۵±۵/۶۸) پس از معاینات اولیه پزشکی به صورت داوطلبانه انتخاب و به چهار گروه تمرین (10 EDT نفر)، تمرین EDT + مکمل (۱۰ نفر)، تمرین سنتی (۱۰ نفر) و تمرین سنتی + مکمل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. سپس از آزمودنی‌ها قبل از شروع دوره تمرینی و در پایان دوره تمرینی (پایان هفته هشتم) اکوکاردیوگرافی قلب به عمل آمد.

پروتکل تمرین EDT

پروتکل تمرینی حاضر هشت هفته به طول انجامید. برنامه طوری طراحی شده بود که شامل دو مرحله چهار هفته‌ای بود که بر روی بخش‌هایی از بدن فشار بیشتری اعمال و در مقابل برای بخش‌های دیگر که ممکن بود در ماه بعدی بیشتر تحت فشار قرار گیرند تاکید کمتری در نظر گرفته می‌شد. برای مثال در هفته اول تا چهارم در هر جلسه تمرین فشار روی سرشانه وجود داشت

فراصوت نگاری منعکس شده از قلب فرد، باعث آکو می‌شد که به صورت خطوط و فضاهایی بر روی اسیلوسکوپ نمایان می‌شد. این خطوط و فضاها نشان دهنده استخوان، حفره‌ها و دریچه‌های قلبی، دیواره و عضله بودند. یک کپی از الکتروکاردیوگرام بر روی کاغذ ثبت شد و گرافی از یافته‌ها بدست آمد. به آزمودنی درباره هدف انجام این تست، همچنین بدون درد و عارضه بودن آن توضیح داده شد. مدت زمان انجام تست ۳۰ تا ۶۰ دقیقه برای کامل شدن آن بود. در مدت زمان انجام آن باید فرد به سمت چپ متمایل می‌شد و سر فرد ۱۵ تا ۲۰ دقیقه بالاتر از سطح بدنش قرار می‌گرفت. از آنجایی که در اثر انجام اکوکاردیوگرافی عوارضی متوجه فرد نمی‌شود، بعد از تمام شدن تست فرد می‌توانست به فعالیت‌های عادی بازگردد. در پایان پزشک متخصص اطلاعات مورد نیاز در ارتباط با شاخص‌های مورفولوژیک قلب شامل ضخامت دیواره بین دو بطن (IVST)، ضخامت دیواره خلفی قلب (PWT)، قطر دهانه آئورت (AR)، قطر پایان دیاستولی بطن چپ (LVEDD) و قطر پایان سیستولی بطن چپ (LVESD)، ابعاد دهلیز چپ (LAdim) و شاخص‌های عملکردی قلب شامل کسر تزریقی (EF) را به محققین تحقیق حاضر گزارش داد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از اثبات طبیعی بودن داده‌ها از طریق آزمون شپیروویلیک، برای تعیین تفاوت میان گروه‌ها از آزمون آماری آنکووا و برای تعیین تفاوت میان زمان‌های پیش‌آزمون- پس‌آزمون از آزمون آماری تی زوجی استفاده شد. سطح معنادار ($P < 0.05$) در نظر گرفته شد. تمامی تحلیل‌های آماری در نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام گرفت.

یافته‌ها

در جدول ۲، ویژگی‌های آنتروپومتریکی مربوط به آزمودنی‌ها نشان داده شده است. نتایج آزمون‌های آماری آنکووا و تعقیبی بونفرونی نشان دادند که در متغیر IVST، میان گروه‌های تمرین سنتی و تمرین EDT+مکمل ($P = 0.003$)، تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل ($P = 0.002$) (نمودار A)؛ در متغیر PWT، میان گروه‌های تمرین سنتی و تمرین EDT+مکمل ($P > 0.001$)، تمرین سنتی و تمرین EDT+مکمل ($P = 0.002$)، تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل ($P > 0.001$) (نمودار B) تفاوت معنادار وجود داشت. همچنین نتایج آزمون آماری تی‌زوجی نشان داد که در زمان‌های پیش‌آزمون-پس‌آزمون در متغیر IVST در گروه‌های EDT+مکمل ($P = 0.039/0$)، تمرین EDT + مکمل ($P = 0.003$)، تمرین سنتی + مکمل ($P = 0.015$) (نمودار A) و در متغیر PWT، در گروه‌های

(چون در جلسات تمرین سینه/ پشت سر هم سرشانه فشار زیادی تحمل می‌کند) که می‌توانست منجر به تمرین‌زدگی شود. بنابراین در هفته‌های پنجم تا هشتم کار مستقیم روی سرشانه‌ها به حداقل رسید. به علاوه آزمودنی‌ها مطابق برنامه تمرینی ارائه شده در جدول ۱، تمرینات را به مدت ۴ روز در هفته انجام می‌دادند و در هر جلسه تمرینات متفاوتی را اجرا می‌کردند. لازم به ذکر است وزن انتخاب شده برای هر تمرین به میزان حداکثر ۱۰ تکرار است. هر جلسه تمرین شامل یک محدوده اجباری و یک محدوده اختیاری بود که هر یک ۱۵ دقیقه به طور می‌انجامید. در ابتدا آزمودنی محدوده اجباری تمرین را کامل می‌کرد و اینکه محدوده اختیاری را کامل کند یا خیر، بستگی به سطح خستگی آزمودنی داشت و در صورتی که فرد احساس خستگی می‌کرد، جهت پیشگیری از تمرین‌زدگی از اجرای محدوده اختیاری چشم‌پوشی می‌شد. به علاوه آزمودنی در هر محدوده ۱۵ دقیقه ۲ حرکت را به صورت یک در میان اجرا می‌کرد. استراحت آزمودنی‌ها هم بر حسب نیاز آنها در نظر گرفته می‌شد تا وقتی ۱۵ دقیقه به پایان برسد. کل تعداد تکرارهایی را که برای هر حرکت اجرا شد، ثبت گردید و این به عنوان رکورد آزمودنی منظور گردید (۲).

مکمل یاری پروتئین وی و دارونما

مکمل پروتئین وی مورد استفاده در این پژوهش (Gold standard whey) به شکل پودر بود و مصرف آن از سوی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تأیید شده است و این مکمل توسط شرکت پخش مکمل‌های غذایی پویان (PNC) تهیه گردید. ترکیبات این مکمل حاوی حاوی ۲۴ گرم پروتئین در هر بار مصرف، ۵.۵ گرم اسیدهای آمینه شاخه دار و ۱۱ گرم آمینو اسید EAA و بیش از ۴ گرم گلوتامین و اسید گلوتامیک بود. آزمودنی‌ها در گروه مکمل روزانه به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن به مقدار ۱/۸ گرم مکمل پروتئین وی را در سه وعده صبح، بعد از تمرین و موقع خواب (شب) با ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مخلوط کرده و مصرف کردند. در روزهایی که تمرین نداشتند دو وعده از مکمل را به همان طریق در صبح و شب، موقع خواب مصرف می‌کردند (۸).

روش انجام تست اکوکاردیوگرافی

روش کار با دستگاه اکوکاردیوگرافی به این صورت بود که یک مبدل کوچک معمولاً بر روی قفسه سینه فرد در حدود فضای سوم و چهارم بین دنده‌ای نزدیک سطح تحتانی چپ لبه استرنوم قرار داده شد. سپس پزشک مبدل را در جهات مختلف برای مشاهده نواحی خاص قلبی حرکت می‌داد. مبدل، امواج صوتی با فرکانس بالا را از خود منتشر می‌کرد و سپس این امواج را در حالی که از بخش‌های مختلف منعکس می‌شدند بازپس می‌گرفت.

تمرین+EDT مکمل ($P>0/001$) و تمرین سنتی+ مکمل ($P=0/008$) (نمودار B) تفاوت معنادار وجود داشت.

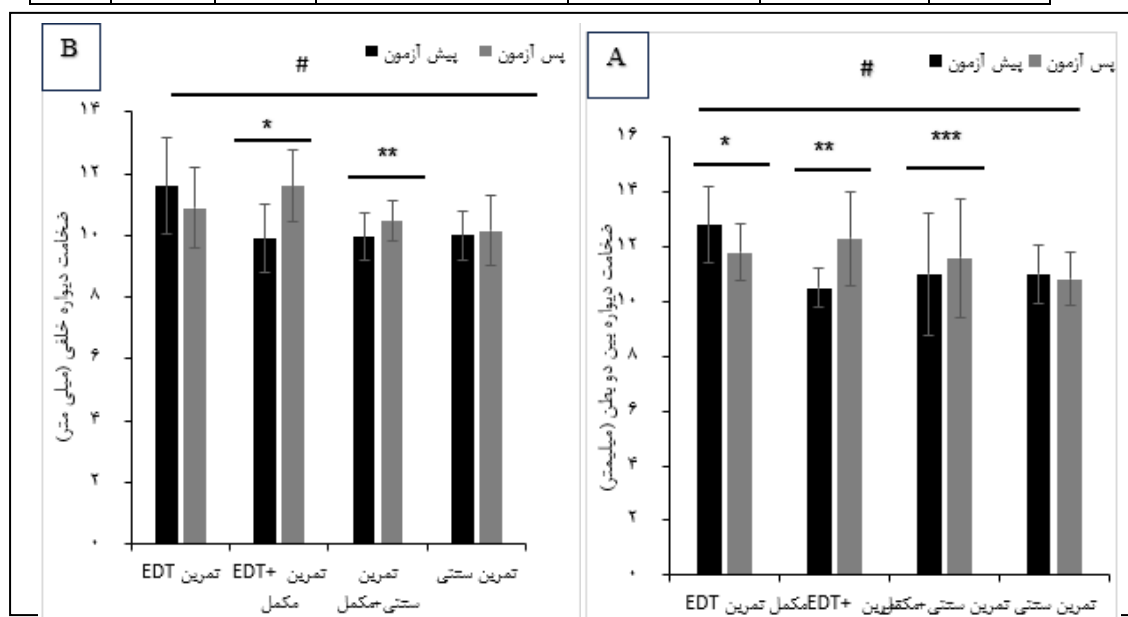
جدول ۱- پروتکل تمرین EDT در چهار هفته اول و چهار هفته دوم

تمرین	روز	هفته
محدوده اجباری: پارالل / بارفیکس (با وزنه ای معادل ۱۰ تکرار حداکثر) محدوده اختیاری: جلو بازو چکشی با دمبل / پشت بازو هالتر خوابیده (با وزنه ای معادل ۲۰ تکرار حداکثر)	روز اول	هفته اول تا چهارم
محدوده اجباری: اسکوات از جلو / پرس سرشانه با هالتر (با وزنه ای معادل ۱۰ تکرار حداکثر) محدوده اختیاری: فیله کمر / بالا آوردن پا در حالت آویزان (با وزنه ای معادل ۲۰ تکرار حداکثر)	روز دوم	
محدوده اجباری: پرس بالا سینه با دمبل / کشش قایقی با سیمکش (با وزنه ای معادل ۱۰ تکرار حداکثر) محدوده اختیاری: جلو بازو با هالتر/پشت بازو سیمکش جفت ایستاده (با وزنه ای معادل ۲۰ تکرار حداکثر)	روز سوم	
محدوده اجباری: ددلیفت/نشر روبرو با دمبل (با وزنه ای معادل ۱۰ تکرار حداکثر) محدوده اختیاری: بالا رفتن از سکو (با پای راست) بالا رفتن از سکو (با پای چپ) (با وزنه ای معادل ۲۰ تکرار حداکثر)	روز چهارم	
محدوده اجباری: اسکوات از جلو / کشش قایقی سیمکش (با وزنه ای معادل ۱۰ تکرار حداکثر) محدوده اختیاری: ساق پا ایستاده / شراگز با هالتر (با وزنه ای معادل ۲۰ تکرار حداکثر)	روز اول	هفته پنجم تا هشتم
محدوده اجباری: پرس سینه با دمبل / جلو بازو دمبل چکشی (با وزنه ای معادل ۱۰ تکرار حداکثر) محدوده اختیاری: پشت بازو هالتر خوابیده / جلو بازو دمبل چکشی (با وزنه ای معادل ۲۰ تکرار حداکثر)	روز دوم	
محدوده اجباری: پرس سینه با دمبل / جلو بازو دمبل چکشی (با وزنه ای معادل ۱۰ تکرار حداکثر) محدوده اختیاری: پشت بازو هالتر خوابیده/ جلو بازو دمبل چکشی (با وزنه ای معادل ۲۰ تکرار حداکثر)	روز سوم	
محدوده اجباری: پارالل / جلو بازو هالتر (با وزنه ای معادل ۱۰ تکرار حداکثر) محدوده اختیاری: فیله کمر / شنا سوئدی (با وزنه ای معادل ۲۰ تکرار حداکثر)	روز چهارم	
محدوده اجباری: بارفیکس/ شنا سوئدی (با وزنه ای معادل ۸ تکرار حداکثر) محدوده اختیاری: لانگ (پای راست) و لانگ (پای چپ) (با وزنه ای معادل ۱۲ تکرار حداکثر)	روز پنجم	

جدول ۲- ویژگی های آنتروپومتریکی مربوط به آزمودنی ها

متغیر	زمان	گروه	میانگین و انحراف استاندارد	کمترین	بیشترین	تعداد
سن (سال)	پیش-پس آزمون	تمرین سنتی	$23/3 \pm 2/9$	۱۸	۲۷	۱۰
		تمرین سنتی+مکمل	$23/7 \pm 3/4$	۱۹	۳۰	۱۰
		تمرین EDT	$24/8 \pm 3/35$	۲۰	۳۰	۱۰
		تمرین EDT+مکمل	$24/5 \pm 3/77$	۲۰	۳۰	۱۰
قد (cm)	پیش-پس آزمون	تمرین سنتی	$178/3 \pm 5/7$	۱۷۰	۱۸۸	۱۰
		تمرین سنتی+مکمل	179 ± 6	۱۷۰	۱۸۹	۱۰
		تمرین EDT	$179/1 \pm 4/99$	۱۷۳	۱۹۰	۱۰
		تمرین EDT+مکمل	$180/1 \pm 4/93$	۱۷۴	۱۸۹	۱۰
وزن (kg)	پیش آزمون	تمرین سنتی	$80/3 \pm 3/33$	۷۵	۸۶	۱۰
		تمرین سنتی+مکمل	$82/8 \pm 8/09$	۷۵	۹۶	۱۰

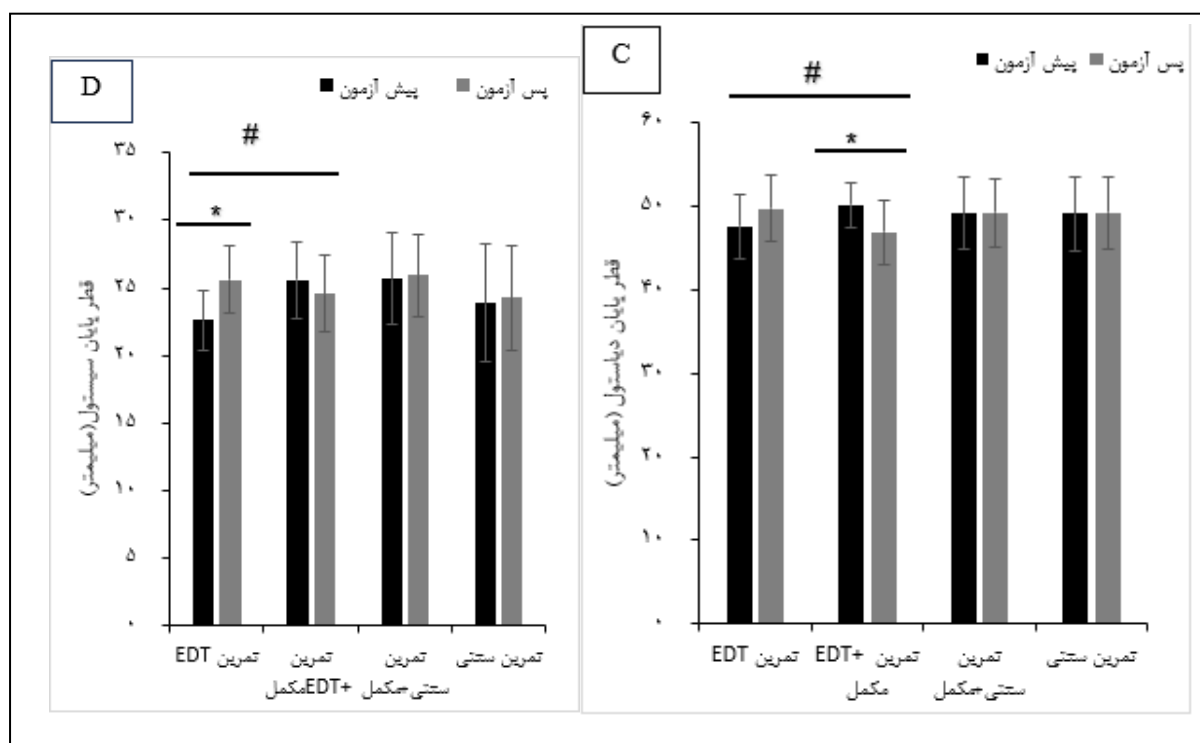
۱۰	۹۰	۷۳	۸۰/۴ ± ۶/۲۳	تمرین EDT	پس آزمون	BMI (kg/m ²)
۱۰	۹۰	۷۵	۸۱/۵ ± ۵/۰۸	تمرین EDT + مکمل		
۱۰	۸۸	۷۷	۸۲/۷ ± ۳/۱۲	تمرین سنتی		
۱۰	۱۰۰	۸۰	۸۷/۴ ± ۷/۵۸	تمرین سنتی + مکمل		
۱۰	۹۴	۷۵	۸۳/۸ ± ۶/۸۶	تمرین EDT		
۱۰	۹۶	۷۹	۸۷/۴ ± ۴/۵۵	تمرین EDT + مکمل		
۱۰	۲۸/۰۶	۲۳/۶۳	۲۵/۲۹ ± ۱/۳۸	تمرین سنتی	پیش آزمون	
۱۰	۳۰/۶۹	۲۱/۵	۲۵/۹ ± ۲/۹۱	تمرین سنتی + مکمل		
۱۰	۲۶/۸۶	۲۳/۰۴	۲۵/۰۳ ± ۱/۰۵	تمرین EDT		
۱۰	۲۹/۳۹	۲۱/۶۸	۲۵/۱۷ ± ۲/۱۲	تمرین EDT + مکمل		
۱۰	۲۸/۷۳	۲۳/۷۷	۲۶/۰۵ ± ۱/۴۹	تمرین سنتی	پس آزمون	
۱۰	۳۱/۶۷	۲۳/۴۸	۲۷/۳۳ ± ۲/۷	تمرین سنتی + مکمل		
۱۰	۲۸/۰۸	۲۳/۶۷	۲۶/۰۹ ± ۱/۴۱	تمرین EDT		
۱۰	۲۹/۳۹	۲۱/۶۸	۲۵/۱۷ ± ۲/۱۲	تمرین EDT + مکمل		



نمودارهای A و B - نمودار A: تفاوت معنادار در گروه‌های تمرین سنتی و تمرین EDT + مکمل ($P=0.003$)، تمرین EDT و تمرین EDT + مکمل ($P=0.002$). تفاوت معنادار در گروه‌های EDT ($p=0.039$)، تمرین EDT + مکمل ($P=0.003$)، تمرین سنتی + مکمل ($P=0.015$) در پیش-آزمون-پس-آزمون - نمودار B: تفاوت معنادار در تمرین سنتی و تمرین

EDT+مکمل (P>۰/۰۰۱)، تمرین سنتی+مکمل و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۰۲)، تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل (P>۰/۰۰۱). تفاوت معنادار در *گروه-های تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۰۱) و **تمرین سنتی+مکمل (P=۰/۰۰۸).

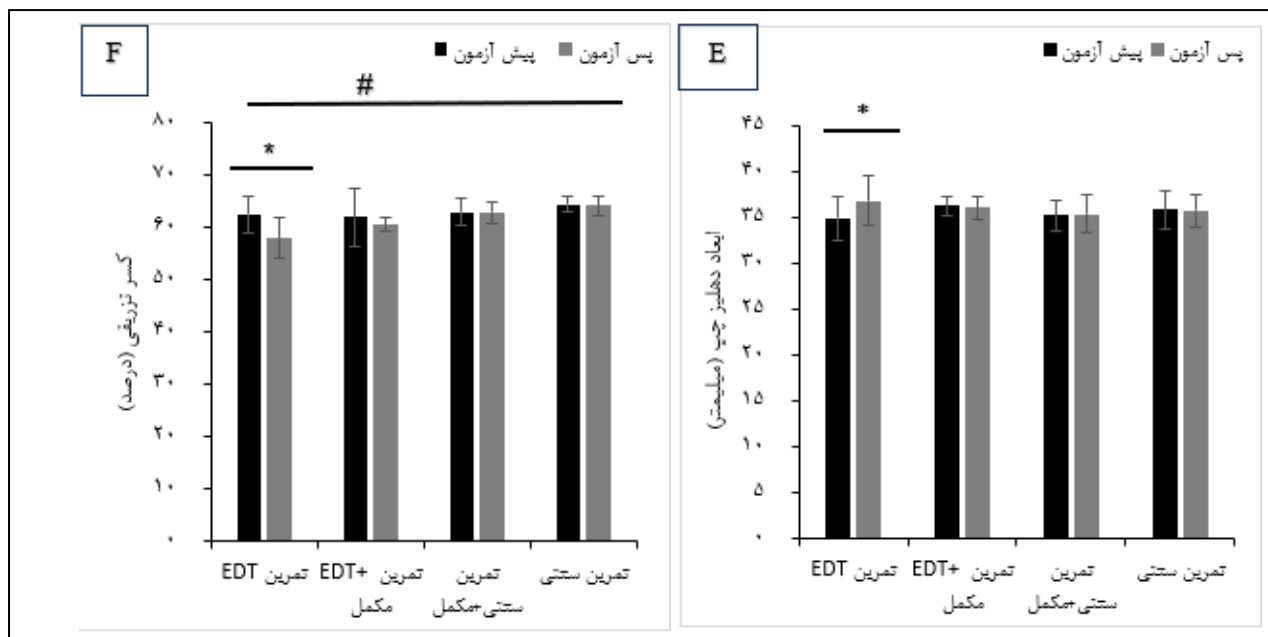
همچنین در متغیر LVEDD، میان گروه‌های تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۱) (نمودار C)؛ در متغیر LVESD، میان گروه‌های تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۱۱) (نمودار D) تفاوت معنادار وجود داشت. همچنین نتایج آزمون



نمودارهای C و D - C-#: تفاوت معنادار بین میان گروه‌های تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۱). * تفاوت معنادار در گروه تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۴) در پیش‌آزمون-پس‌آزمون - نمودار D: # تفاوت معنادار در تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۱۱). تفاوت معنادار در * گروه تمرین EDT (P<۰/۰۰۱).

وجود داشت. همچنین نتایج آزمون آماری تی‌زوجی نشان داد که در زمان‌های پیش‌آزمون-پس‌آزمون در متغیر AR در هیچ یک از گروه‌ها تفاوت معنادار وجود نداشت. اما در متغیر LAdim گروه تمرین EDT (P=۰/۰۱۸) (نمودار E) و هم-چنین در متغیر EF در گروه تمرین EDT (P=۰/۰۱۹) (نمودار F)، تفاوت معنادار وجود داشت.

به علاوه در متغیرهای AR (P=۰/۰۵۱) و LAdim (P=۰/۰۵۵) (نمودار E)؛ میان هیچ یک از گروه‌های آزمایش تفاوت معنادار وجود نداشت. در متغیر EF، میان گروه‌های تمرین سنتی و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۳۸)، تمرین سنتی+مکمل و تمرین EDT (P<۰/۰۰۱)، تمرین EDT و تمرین سنتی (P<۰/۰۰۱) (نمودار F)؛ تفاوت معنادار



نمودار E و F - E - #: تفاوت معنادار در گروه تمرین EDT+مکمل ($P=0/04$) در پیش آزمون-پس آزمون- نمودار F: # تفاوت معنادار در گروه‌های تمرین ستنی و تمرین EDT+مکمل ($P=0/038$)، تمرین ستنی+مکمل و تمرین EDT ($P<0/001$)، تمرین ستنی و تمرین ستنی+مکمل ($P<0/001$)، تفاوت معنادار در * گروه تمرین EDT ($P=0/019$)

در بین دو گروه وزنه‌بردار و گروه غیر ورزشکار تفاوت معناداری وجود داشت. در پایان آنها نتیجه‌گیری نمودند که، این نتایج همسو با فرضیه مورگانوس بوده و از الگوی هایپرتروفی درون‌گرا پیروی می‌کند (۹). قسمتی از نتایج تحقیق یاد شده همسو با تحقیق حاضر بود. در تحقیق حاضر نیز به دنبال هشت هفته تمرین پلکانی متراکم و مکمل‌یاری پروتئین وی، افزایش در قطر پایان سیستول و دیاستول در گروه EDT مشاهده شد و ضخامت دیواره دو بطن در این نوع تمرین کاهش یافت. با این حال در گروه EDT+مکمل کاهش معنادار در قطر پایان دیاستول و کاهش غیرمعنادار در قطر پایان سیستول مشاهده شد با این حال ضخامت دیواره بین دو بطن و ضخامت دیواره خلفی بطن افزایش معنادار داشت و این نشان می‌دهد که گروه EDT+مکمل نسبت به هایپرتروفیک فیزیولوژیک قلب ناشی از فشار تمرین مقاومتی پلکانی تراکمی به همراه مکمل یاری وی پاسخ بهتری را نشان داده است. همچنین کسر تزریقی در گروه EDT تفاوت معنادار در پس آزمون نسبت به EDT+مکمل تجربه کرد و این نشان می‌دهد که مکمل‌یاری پروتئین وی مانع از کاهش کسر تزریقی در آزمودنی‌های نخبه نسبت به تمرین جدید EDT شده است. در این زمینه می‌توان گفت با وجود این که پروتئین وی، یک پروتئین با کیفیت است که در افزایش سنتز پروتئین عضلانی در مقایسه با سایر منابع پروتئینی نقش دارد و به سرعت هضم می‌شود و دارای غلظت بالایی از لوسین است. لوسین یکی از اسیدهای آمینه ضروری در رژیم غذایی است. این آمینوترانسفراز مانند همه

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین EDT به همراه مکمل یاری پروتئین وی بر شاخص‌های مورفولوژیک قلب ورزشکاران پرورش اندام انجام شد. نتایج نشان داد که در متغیرهای IVST و PWT در گروه EDT+مکمل نسبت به سایر گروه‌های تحقیق حاضر افزایش معناداری وجود دارد. همچنین در متغیرهای IVST و PWT در گروه EDT در پس آزمون نسبت به پیش‌آزمون یک کاهش معنادار و ۱۰ درصدی را تجربه کرد. در متغیرهای LVEDD و LVESD بین گروه‌های EDT+مکمل و EDT تفاوت معنادار مشاهده شد بطوری که در پس‌آزمون گروه EDT+مکمل با کاهش معنادار و گروه EDT با افزایش معنادار همراه بود. از سوی دیگر تفاوت معنادار در کسر تزریقی بین گروه‌های EDT+مکمل و EDT با تمرین‌های ستنی و ستنی+مکمل وجود داشت. همچنین در پس آزمون در گروه EDT کاهش معنادار در متغیر EF مشاهده شد. در متغیر LAdim در گروه EDT در پس آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنادار بود. همسو با نتایج تحقیق حاضر می‌توان به پژوهش انوشیروانی و همکاران (۱۳۹۶)، اشاره کرد. نتایج تحقیق آنها نشان داد که به جز در اندازه پایان دیاستول و سیستول بطن چپ که تفاوت معنی‌داری در بین دو گروه وزنه‌بردار و گروه غیرورزشکار مشاهده نشد، در بقیه متغیرها شامل توده بطن چپ، اندازه ضخامت پایان دیاستول دیواره بین بطنی و اندازه ضخامت پایان سیستول دیواره بین بطنی

مغایرت وجود داشت. در تحقیق حاضر در شاخص‌های LVEDD و LVESD در گروه EDT افزایش معنادار و در گروه EDT+مکمل کاهش معنادار و غیرمعنادار وجود داشت. همچنین در متغیرهای IVST و PWT در گروه EDT+مکمل افزایش معنادار و گروه EDT کاهش معنادار وجود داشت. از جمله دلایل ناهم‌سویی با تحقیق صارمی و همکاران می‌توان به اجرای متفاوت نوع تمرین اشاره کرد. در تحقیق صارمی نوع تمرین هوازی در محیط کم فشار ارتفاع بوده است و این نوع تمرین بیشتر بر هایپرتروفی برون‌گرایی قلب تاثیر دارد در حالی که نوع تمرین تحقیق حاضر تمرین مقاومتی پلکانی متراکم به همراه مکمل یاری پروتئین وی بوده است و این نوع تمرین و مکمل بیشتر بر هایپرتروفی درون‌گرایی ساختار قلب موثر است. همچنین تفاوت در نوع آزمودنیها نیز بسیار حائز اهمیت است زیرا که در تحقیق صارمی، آزمودنیها مردان میانسال کوهنورد غیر حرفه‌ای بوده‌اند با این حال در تحقیق حاضر مردان جوان ورزشکار نخبه پرورش اندام مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این زمینه می‌توان به این مهم اشاره کرد که

در هنگام فعالیت ورزشی، تغییرات ساختاری و عملکردی بطنی نسبت به سایر بخشهای قلب بیشتر است. همچنین در چند سال گذشته، فیزیولوژیستها به مکانیسمهای رشد سلولی قلب و به ویژه مسیر سیگنالینگ mTOR که نقش مهمی در تعدیل ساختاری و سازگاری عملکردی از قلب به هر دو عوامل فشار همودینامیک و غیرهمودینامیک دارد علاقه زیادی نشان داده‌اند و بیان نموده‌اند که تمرین ورزشی مقاومتی، منجر به تغییراتی در بیان پروتئین AKT یا اهداف پایین دست مرتبط با سنتز پروتئین مانند mTOR ، E-BP1 4 و P k1 6S70 می‌شود (۱۰). به علاوه mTOR تنظیم کننده رشد و عملکرد عضله قلب است و با توجه به عملکردهای متعدد آن، عدم تنظیم پیام رسانی mTOR می‌تواند به ایجاد آسیب‌های متعدد مانند سندرم سوخت و ساز و بیماری‌های قلبی-عروقی منجر شود (۱۳).

اژدری و همکاران (۱۳۹۵)، تحقیقی را با هدف مقایسه ساختار آناتومیک و عملکردی قلب در ورزشکاران قدرتی و استقامتی طی یک دوره تمرین ورزشی انجام دادند. یافته‌ها نشان داد که، تفاوت معنی‌داری در اندازه حجم بطن چپ در زمان سیستول و دیاستول، کسر تزریقی، ضخامت دیواره بین دو بطن (IVST) در بین دو گروه وجود ندارد، اما تفاوت معنی‌داری در ضخامت دیواره پستی بطن چپ (PWT) بین ورزشکاران قدرتی و ورزشکاران استقامتی وجود دارد و این ممکن است به دلیل مانوروالسالاو یا تفاوت در تنفس ورزشکاران قدرتی باشد (۱۴). قسمتی از نتایج تحقیق یاد شده همسو با نتایج تحقیق حاضر بود زیرا که در گروه

اسیدهای آمینه با زنجیره شاخه‌ای قادر است از تغییرات کبدی به دلیل فقدان آمینوترانسفراز شاخه دار L در کبد جلوگیری کند و طبق گزارش ها، مصرف آن مسیر mTOR را در عضله فعال می‌کند و به پاسخ هایپرتروفی کمک می‌کند (۱۰). به علاوه mTOR یک پروتئین سرین/ترئونین کیناز به شدت حفاظت شده است که در تمام یوکاریوتها یافت می‌شود. این پروتئین به اسیدهای آمینه، فشار، انرژی، میزان اکسیژن و عوامل رشدی پاسخ می‌دهد و هنگامی که فعال شود می‌تواند منجر به فرایندهای سلولی مانند رونویسی، ترجمه، سنتز پروتئین و چربی، رشد/اندازه و متابولیسم سلولی شود. افزایش فعالیت کمپلکس mTORC1 منجر به هر دو هایپرتروفی فیزیولوژیک و پاتولوژیک در پاسخ به سیگنالینگ بیوشیمیایی- مکانیکی و سوخت و ساز می‌شود. همچنین mTORC1 منجر به فعال شدن پروتئینهای پایین دست خود یعنی پروتئینهای p70S6 ریبوزومی (پروتئین کیناز ۱) (k1 6S70) و عامل شروع کننده ترجمه یوکاریوتی E4 متصل به پروتئین 43 (E-BP1) می‌شود. فعال شدن این دو پروتئین منجر به سنتز پروتئین و هایپرتروفی قلبی می‌شود (۱۱).

اما در پاسخ به این سوال که چرا کسر تزریقی در هر دو گروه EDT و EDT+مکمل افزایش نیافته است، یک دلیل احتمالی این است که ورزشکاران نخبه بوده‌اند و به علاوه چون مدل تمرین EDT برای آزمودنیها جدید بوده است و تا به حال این نوع تمرین را انجام نداده بودند، ممکن است مدت سازگاری قلبی-عروقی نسبت به تمرین EDT در طول هشت هفته برای آنها اندک بوده است و در اثر تمرین پاسخ قلبی-عروقی کمتری از خود نشان داده است. صارمی و همکاران (۱۳۹۶)، به مقایسه ویژگی‌های ساختاری و کارکردی قلب مردان میانسال کوه‌پیما با همسالان غیرورزشکار خود پرداختند. نتایج آنها نشان داد که فعالیت‌های کوهروی بطور معنادار توده بطن چپ و قطر انتهایی دیاستول بطن چپ را افزایش می‌دهد. هم چنین مشاهده شد که فشار خون سیستولی، کسر تزریقی، حجم ضربه‌ای و آمادگی قلبی-تنفسی به طور معنی‌دار از طریق کوه پیمایی بهبود می‌یابد. در برخی شاخص‌ها، از جمله کسر کوتاه شدگی، قطر دیواره بین بطنی و قطر دیواره خلفی بطن چپ اختلاف معنی‌داری بین گروهها وجود نداشت. در مجموع آنها نتیجه گرفتند که فعالیت منظم کوه پیمایی می‌تواند اثرات مفیدی بر ویژگی‌های ساختاری و عملکردی قلب مردان میانسال داشته باشد (۱۲). قسمتی از نتایج تحقیق صارمی و همکاران با نتایج تحقیق حاضر همسو بود زیرا که محققان تحقیق حاضر نیز به این نتیجه رسیدند که تمرین EDT و EDT+مکمل می‌تواند باعث بهبود شاخص‌های ساختاری و عملکردی قلب شود با این وجود در قسمتی از نتایج تحقیق صارمی و همکاران با نتایج تحقیق حاضر

فیزیولوژیک افزایش توده بدون چربی و ارتباط آن با بهبود عوامل عملکردی و مورفولوژیکی تحقیق حاضر می‌تواند به کاهش چربی احشایی ناشی از اصلاح رژیم غذایی و فعالیت ورزشی اشاره کرد. کاهش وزن کاهش چربی احشایی را به دنبال دارد. با کاهش حجم توده چربی، سایتوکاین‌ها و آدیپوکاین‌های التهابی کاهش می‌یابند. از جمله این عوامل می‌تواند به $TNF-\alpha$ ، IL-6، لپتین اشاره کرد. این متغیرها باعث افزایش التهاب در سلول‌های اندوتلیال می‌شوند و به دنبال آن اختلالات عروقی از جمله سفتی عروق، آنرواسکلروزیس، فشارخون و غیره می‌شوند. با افزایش شیوع این بیماری‌ها توده بطن چپ و اندازه دهلیز چپ افزایش پاتولوژیک می‌یابند و حفره آن‌ها کوچک می‌شود و این باعث افزایش ضربان قلب و کاهش عملکرد قلب می‌شود. حال آن که با افزایش توده بدون چربی این مسیر فیزیولوژیک برعکس می‌شود و عملکرد قلب بهبود می‌یابد (۱۸). همچنین با افزایش توده بدون چربی، حجم خون افزایش یافته و این افزایش به موازات افزایش رگ‌زایی است. با افزایش فیزیولوژیک حجم خون، فشار به دیواره‌های بطن چپ افزایش می‌یابد و باعث هایپرتروفی فیزیولوژیک بطن چپ می‌شود. افزایش هایپرتروفی فیزیولوژیک باعث افزایش قطر داخلی بطن چپ شده و ضربان قلب به طور دائم کاهش می‌یابد و در نتیجه خطر اختلال عملکرد قلب از بین می‌رود (۱۹-۲۱). در پایان می‌توان گفت پروتکل تمرینی EDT می‌تواند باعث بهبود عوامل مورفولوژیک قلب شود با این وجود به همراه مکمل‌یاری پروتئین وی این آثار مثبت بر قلب چند برابر می‌شود. همان گونه که در تحقیقات بیان شده است برخی از منابع پروتئینی غذایی و پروتئین وی می‌تواند در بهبود عملکرد فیزیکی و سلامت متابولیک قلبی در افراد موثر باشد (۲۲). بنابراین می‌توان گفت اگرچه بیشتر مطالعات حول محور تأثیر مکمل‌های پروتئینی بر سنتز عضلانی، هایپرتروفی و عملکرد ورزشی صورت گرفته است اما مطالعاتی که به بررسی نقش پروتئین وی بر مسیرهای سیگنالی در قلب بپردازد، محدود است و باید در تحقیقات آینده به این مهم توجه شود.

در تحقیق حاضر عدم کنترل دقیق تغذیه آزمودنی‌ها، عدم کنترل فعالیت بدنی آزمودنی و عدم اطلاع کامل از میزان فعالیت‌های روزانه، خواب و استراحت آزمودنی‌ها در طول دوره تحقیق از محدودیت‌های طرح تحقیقی حاضر می‌باشد.

نتیجه گیری کلی

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین پلکانی متراکم (EDT) به همراه مکمل وی بر شاخص‌های مورفولوژیک قلب ورزشکاران پرورش اندام انجام شد. پایان می‌توان گفت پروتکل تمرینی EDT می‌تواند باعث بهبود عوامل مورفومتریک قلب شود با این وجود به

EDT+مکمل نیز PWT افزایش یافته بود. با این حال از جمله دلایل مغایرت نتایج تحقیق اژدری با تحقیق حاضر در متغیر IVST می‌توان به اختلاف در نوع پروتکل تمرین (اختلاف در شدت، حجم و مدت استراحت تمرینی) و همچنین سابقه تمرینی آزمودنی‌ها (در تحقیق حاضر ورزشکاران نخیه پرورش اندام استفاده شده بودند) و همچنین استفاده از مکمل‌یاری پروتئین وی در تحقیق حاضر و عدم استفاده این نوع مکمل در تحقیق اژدری و همکاران اشاره کرد.

از سوی دیگر نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در متغیرهای PWT ، $LVDD$ ، $Root$ ، $Ladim$ و $LVDD$ کاهش معنادار یا غیرمعنادار وجود داشت که نشان می‌دهد با افزایش فعالیت بدنی با و بدون مکمل پروتئین وی، هایپرتروفی پاتولوژیک قلب جای خود را به هایپرتروفی فیزیولوژیک قلب می‌دهد؛ زیرا تحقیقات نشان داده‌اند که با انجام فعالیت ورزشی با شدت متوسط و بالا، هایپرتروفی برون‌گرا و درون‌گرای بطن چپ، افزایش تکثیر کاردیومیوسیتها و از بین رفتن بافت فیبروزی در سلول‌های قلبی، افزایش فعالسازی سلول‌های پیش‌ساز برگشت‌پذیر (سلول‌های ماهواره‌ای) و همچنین افزایش حجم پایان دیاستولیک و کاهش حجم پایان سیستولیک می‌تواند اتفاق بیافتد (۱۵) تجمیع این نتایج می‌تواند به بهبود عملکرد قلب کمک کند. همچنین در طول فعالیت ورزشی و پس از آن، عضلات قلب از بسترهای متعددی برای تامین انرژی استفاده می‌کنند. منابع اصلی برای تولید ATP عضلات قلب، اسیدهای چرب، گلوکز و لاکتات هستند. با انجام فعالیت ورزشی و افزایش ضربان قلب، سلول‌های عضلانی قلب نسبت به حالت استراحت نیاز به تولید انرژی بیشتری دارند. لیپولیز در بافت چربی و گلیکولیز در عضله اسکلتی در حین و پس از فعالیت ورزشی باعث تولید اسیدهای چرب آزاد و لاکتات می‌شوند. این عوامل در خون ترشح شده و توسط سلول‌های قلبی جهت تامین انرژی و تولید ATP استفاده می‌شوند. حال آن که به دنبال این سازگاری ناشی از فعالیت ورزشی، بیوژنز و چگالی میتوکندریایی در سلول‌های قلبی افزایش یافته و در نتیجه از تجمع تری‌گلیسیرید و چربی مضاعف در سلول‌های قلبی جلوگیری می‌شود و این نتیجه باعث کاهش مسیرهای سیگنالینگ التهاب، آپتوز و در نهایت فیبروز سلول‌های قلبی می‌شوند (۱۶). از سوی دیگر با کاهش چربی درون سلول‌های قلبی و افزایش تکثیر سلول‌های قلبی، افزایش توده عضلانی قلب به ویژه بطن چپ به همراه دارد و این عامل می‌تواند باعث بهبود حجم ضربه‌ای و برون‌ده قلب شود (۱۷). از دیگر دلایل فیزیولوژیکی احتمالی بهبود در عوامل مورفولوژیک و عملکردی قلب در تحقیق حاضر به احتمال زیاد، افزایش توده بدون چربی می‌باشد. از جمله دلایل

- systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Lipids in health and disease*. 2020 Dec;19:1-8.
- [9] Anoushirvani S, Siah Kohian M, Bolboli LA, Anari Hassan S. Determination and comparison of left ventricular echocardiographic profile of elite Iranian weightlifters with non-athletes. *Journal of Medical Sciences Studies*. 2018 Feb 10;28(11):724-31.
- [10] Dos Santos EM, de Moraes R, Tibiriça EV, Huguenin GV, Moreira AS, De Lorenzo AR. Whey protein supplementation for the preservation of mass and muscular strength of patients with heart failure: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2018 Dec;19:1-8.
- [11] Sherafati Moghadam M, Daryanoosh F, Salehi M, Fallahi A, Hemati Nafar M. The effect of high intensity interval training on complex mammalian target of Rapamycin 1 (mTORC1) pathway in Flexor hallucis longus muscle (FHL) of streptozotocin-induced diabetic rats. *Daneshvar Medicine*. 2020 Sep 26;27(1):1-0.
- [12] Saremi A, Farahani AA, Shavandi N. Cardiac adaptations (structural and functional) to regular mountain activities in middle-aged men. *Arak Medical University Journal*. 2017 Jan 1;20(6):31-40.
- [13] Newsha MN, Reza AM, Ali M. The effect of eight weeks of continuous aerobic exercise (CT) on BCL-2 and BAX gene expression of Wistar male rats. *Journal of Advanced Pharmacy Education & Research* | Apr-Jun. 2019;9(S2).
- [14] Azhdari A RA, Babaei Begi M, Marif A. Comparing the anatomical and functional structure of the heart in athletes and strength and endurance athletes. The first national conference of physical education and sports science; Larestan-Iran: <https://civilica.com/doc/824079>; 2016.
- [15] Afshar HA, Abdi AH, Barari AL, Azarbayjani MA. The Effect of Aerobic Training on Expression of Indices of Myocardial Hypertrophy and Atrophy in Rats. *Armaghane danesh*. 2021 Mar 10;26(1):45-58.
- [16] Moreira JB, Wohlwend M, Wisløff U. Exercise and cardiac health: physiological and molecular insights. *Nature Metabolism*. 2020 Sep;2(9):829-39.
- [17] Ren J, Wu NN, Wang S, Sowers JR, Zhang Y. Obesity cardiomyopathy: evidence, mechanisms, and therapeutic implications. *Physiological reviews*. 2021 Oct 1;101(4):1745-807.
- همراه مکمل‌یاری پروتئین وی این آثار مثبت بر قلب بیشتر می‌شود.
- تشکر و قدردانی**
- بدین‌وسیله از آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش حاضر قدردانی می‌شود.
- تعارض منافع:** نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی در خصوص این مقاله وجود ندارد.

منابع

- [1] Thompson WR. Worldwide survey of fitness trends for 2020. *ACSM's Health & Fitness Journal*. 2019 Nov 1;23(6):10-8.
- [2] Staley C. *Muscle logic: Escalating density training*. Rodale Books; 2005 Oct 20.
- [3] Mor A, İpekoğlu G, Arslanoğlu E, Arslanoğlu C, Acar K. The acute effects of combined supplementation of beta-alanine, carbohydrate and whey protein on biochemical parameters of athletes after exhaustive exercise. *Progress in Nutrition*. 2018 Sep 1;20(3):329-37.
- [4] Weisgarber KD, Candow DG, Farthing JP. Whey protein and high-volume resistance training in postmenopausal women. *The Journal of nutrition, health and aging*. 2015 May 1;19(5):511-7.
- [5] Mohammadi R, Homaei HM, Azarbayjani MA, Baesi KA. The effect of 12-week resistance training on cardiac hypertrophy, glucose level, insulin, and insulin resistance index in STZ-induced diabetic rats.
- [6] Golshani S, Dabirian M, Bagheri B, Nabati M, Moshtaghian S, Darvishi Khezri H. Comparing the Indices of Left Ventricular Systolic and Diastolic Function between Isometric and Isotonic Healthy Athletes and Non-Athlete Healthy Individuals. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2017 Jul 10;27(150):35-45.
- [7] Currie KD, Bailey KJ, Jung ME, McKelvie RS, MacDonald MJ. Effects of resistance training combined with moderate-intensity endurance or low-volume high-intensity interval exercise on cardiovascular risk factors in patients with coronary artery disease. *Journal of science and medicine in sport*. 2015 Nov 1;18(6):637-42.
- [8] Amirani E, Milajerdi A, Reiner Ž, Mirzaei H, Mansournia MA, Asemi Z. Effects of whey protein on glycemic control and serum lipoproteins in patients with metabolic syndrome and related conditions: A

- controlled trials. International journal of obesity. 2021 May;45(5):982-97.
- [21] Mathieu P, Pibarot P, Larose É, Poirier P, Marette A, Després JP. Visceral obesity and the heart. The international journal of biochemistry & cell biology. 2008 Jan 1;40(5):821-36.
- [22] Khandelwal E, Chawali KD, Bhavya S. Effect of protein supplements on cardiovascular health and exercise performance of young adult males. Journal of Family Medicine and Primary Care. 2024 Aug 1;13(8):3209-13.
- [18] Farb MG, Gokce N. Visceral adiposopathy: a vascular perspective. Hormone molecular biology and clinical investigation. 2015 Feb 1;21(2):125-36.
- [19] Van Gaal LF, Mertens IL, De Block CE. Mechanisms linking obesity with cardiovascular disease. Nature. 2006 Dec 14;444(7121):875-80.
- [20] Chang YH, Yang HY, Shun SC. Effect of exercise intervention dosage on reducing visceral adipose tissue: a systematic review and network meta-analysis of randomized