پژوهش در تغذیه ورزشی
سال دوم، شماره ۳، آذر ۱۴۰۲، صص ۵۲-۴۱

مقاله پژوهشی

https://researchinexercisenutrition.com

https://doi.org/10.22034/ren.2024.141005.1056

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

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

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۳

چکیده

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

روش‌شناسی: ۴۰ نفر از ورزشکاران پرورش اندام نخبه شهر شیراز به¬طور 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 ***IVST***، ***PWT***، ***AR***، ***LVEDD***، ***LVESD***، ***LAdim*** و شاخص¬های عملکردی شامل ***EF*** در این افراد، قبل از دوره تمرینات ورزشی و پس از آن مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در متغیرهای ***IVST*** و ***PWT***، گروه¬ ***EDT***+مکمل نسبت به گروه¬های دیگر تحقیق افزایش معنادار را تجربه کردند (P<۰/۰۰۱). هم¬چنین گروه ***EDT*** در پس¬آزمون نسبت به پیش¬آزمون کاهش معنادار را تجربه کرد (P<۰/۰۳۹) در متغیرهای ***LVEDD*** و ***LVESD*** بین گروه¬های ***EDT*** به تنهایی و ***EDT*** +مکمل تفاوت معنادار مشاهده شد به¬طوری که در پس¬آزمون گروه ***EDT***+ مکمل¬ با کاهش معنادار (P<۰/۰۰۱) و گروه ***EDT*** با افزایش معنادار همراه بود (P<۰/۰۰۱). 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<۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: 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.

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.

ISSN:۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

ارجاع دهی:

Rayatyian P, Sheikhani Shahin H, Babaee 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.

Original Article

REN

https://doi.org/10.22034/ren.2024.141005.1056 Research in Exercise Nutrition 2023; 2(3): 41-52

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

Pooria Rayatiyan Zoyj[1], Homa Sheikhani Shahin[2]✉, Mohammad Ali Babaee Beigi[3]

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, Way 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.

✉ **Corrispondig 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:

Rayatyian P, Sheikhani Shahin H, Babaee 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، تکنیک¬ها و تاکتیک¬های ورزشی در یک صد سال گذشته نشانه گسترش و بسط آگاهی¬های علمی و دانش محققین و مربیان ورزشی است. یافته¬های علمی در این زمینه ¬در تنظیم ¬و اجرای برنامه¬های تمرینی قهرمانان ورزشی نقش مهمی را بر عهده داشته¬اند (۱). در همین راستا امروزه روش تمرین پلکانی متراکم (EDT) در ورزش پرورش اندام معرفی شده است که علاوه بر ویژگی¬های منحصربه فرد منجر به افزایش عملکرد ورزشکاران پروش اندام می¬شود. برنامه¬های تمرین EDTبا این هدف طراحی شده¬اند 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 می¬شود(۲). در این روش تمرینی دو حرکت برای دو عضله متضاد انتخاب می¬شود و ست¬هایی برای این دو به مدت ۱۵ دقیقه به صورت یک در میان اجرا می¬شود. یک هفته بعد در جلسه¬ای که مجددا این دو حرکت اجرا می¬شود باید سعی شود رکورد جلسه قبل ارتقا یابد. در روش EDT اولویت اصلی این است که توانایی شما برای مقدار کاری که می¬توانید در یک دوره زمانی مشخص اجرا کنید افزایش یابد (۲). از سوی دیگر ملاحظات تغذیه¬ای که امروزه در دنیای ورزش کاربرد فراوانی دارد، استفاده از مکمل¬های تغذیه¬ای به منظور بهینه ساختن اجرای ورزش است. در بین مکمل¬های تغذیه¬ای رایج، پروتئین وی ؛¬ پرمصرف¬ترین نوع مکمل ورزشی است که¬ بیشترین مصرف را به¬ویژه در بین ورزشکاران پرورش اندام دارد. مکمل پروتئین وی دارای اسیدآمینه¬های سولفوردار سیستئین و متیونین می¬باشد که در تولید گلوتاتیون نقش مهمی دار(۳). در مقایسه با منابع پروتئینی دیگر، دارای غلظت بالاتری از اسیدهای آمینه شاخه¬دار شامل لوسین، ایزولوسین و والین می¬باشد. 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 پاسخ¬های تقویتی در راستای تمرین مقاومتی می¬شود(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 سیستولیک و دیاستولیک قلب به وجود نیاورد (۶). هم¬چنین 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 می شود. این تغییرات ساختاری و عملکردی به ماهیت ورزش، شدت ورزش و مدت زمان آن بستگی دارد (۷). با تکامل اکوکاردیوگرافی، ارزیابی جزیی¬تری از قلب امکان¬پذیر شد و امکان بررسی دقیق قلب ورزشکاران میسر گردید. با توجه به پیشینه تحقیقات اطلاعات اندکی در زمینه تاثیر تمرینات EDT و مکمل¬دهی پروتئین وی و تاثیرات توامان آن¬ها بر ویژگی¬های 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 شاخص¬های¬ مرفولوژیک قلب ورزشکاران پرورش اندام پرداختند.

روش‌شناسی

تحقیق حاضر به روش نیمه تجربی بود و در دو نوبت پیش¬آزمون و پس¬آزمون 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 مکمل ها 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 می¬شدند. همچنین از آزمودنی ها 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 شرایط۴۰ 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 EDT (10 نفر)، تمرین EDT + مکمل (۱۰ نفر)، تمرین سنتی (۱۰ نفر) و تمرین سنتی+ مکمل¬ (۱۰ نفر) تقسیم شدند. سپس از آزمودنی¬ها قبل از شروع دوره تمرینی و در پایان دوره تمرینی (پایان هفته هشتم) اکوکاردیوگرافی قلب به عمل آمد.

پروتکل تمرین EDT

پروتکل تمرینی حاضرهشت هفته به طول انجامید. برنامه طوری طراحی شده بود که شامل دو مرحله چهار هفته ای بود که بر روی بخش¬هایی از بدن فشار بیشتری اعمال و در مقابل برای

بخش¬های دیگر که ممکن بود در ماه بعدی بیشتر تحت فشار قرار گیرند تاکید کمتری در نظر گرفته می¬شد. برای مثال در هفته اول تا چهارم در هر جلسه تمرین فشار روی سرشانه وجود داشت (چون در جلسات تمرین سینه/ پشت سر هم سرشانه فشار زیادی تحمل می¬کند) که می¬توانست منجر به تمرین¬زدگی شود. بنابراین در هفته¬های پنجم تا هشتم کار مستقیم روی سرشانه¬ها به حداقل رسید. به علاوه آزمودنی ها مطابق برنامه تمرینی ارائه شده در جدول ۱ ، تمرینات را به مدت ۴ روز در هفته انجام می دادند و در هر جلسه تمرینات متفاوتی را اجرا می کردند. لازم به ذکر است است وزنه انتخاب شده برای هر تمرین به میزان حداکثر ۱۰ تکرار است . هر جلسه تمرین شامل یک محدوده اجباری و یک محدوده اختیاری بودکه هر یک ۱۵ دقیقه به طور می انجامید. در ابتدا آزمودنی محدوه اجباری تمرین را کامل می کرد و اینکه محدوده اختیاری را کامل کند یا خیر، بستگی به سطح خستگی آزمودنی داشت و در صورتی که فرد احساس خستگی می کرد، جهت پیشگیری از تمرین زدگی از اجرای محدوده اختیاری چشم پوشی می شد. به علاوه آزمودنی در هر محدوده ۱۵ دقیقه ۲ حرکت را به صورت یک در میان اجرا می کرد . استراحت آزمودنی ها هم بر حسب نیاز آنها در نظر گرفته می شد 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 تائید شده است و این مکمل توسط شرکت پخش مکمل¬های غذایی پویان PNC))تهیه گردید. ترکیبات این مکمل 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. آزمودنی¬ها 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 میلی¬لیتر 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 می¬کردند (۸).

روش انجام تست اکوکاردیوگرافی

روش کار با دستگاه اکوکاردیوگرافی به این صورت بود که یک مبدل کوچک معمولا بر روی قفسه سینه فرد در حدود فضای سوم و چهارم بین دنده¬ای نزدیک سطح تحتانی چپ لبه استرنوم قرارداده شد. سپس پزشک مبدل را در جهات مختلف برای مشاهده نواحی خاص قلبی حرکت می¬داد. مبدل، امواج صوتی با فرکانس بالا را از خود منتشر می¬کرد و سپس این امواج را در حالی که از بخش های مختلف منعکس می¬شدند بازپس می¬گرفت. فراصوت نگاری منعکس شده از قلب فرد، باعث اکو می¬شد که به صورت خطوط و فضاهایی بر روی اسیلوسکوپ نمایان می¬شد. این خطوط و فضاها نشان دهنده استخوان، حفره ها و دریچه¬های قلبی، دیواره و عضله بودند. یک کپی از الکتروکاردیوگرام بر روی کاغذ ثبت شد و گرافی از یافته¬ها 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 می¬شد و سر فرد ۱۵ تا ۲۰ دقیقه بالاتر از سطح بدنش قرار می¬گرفت. از آنجایی که در اثر انجام اکوکاردیوگرافی عوارضی متوجه فرد نمی¬شود، بعد از تمام شدن تست فرد می¬توانست به فعالیت¬های عادیش بازگردد. در پایان پزشک متخصص اطلاعات مورد نیاز در ارتباط با شاخص¬های 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 داده¬ها

پس از اثبات طبیعی بودن داده¬ها از طریق آزمون شپیروویلک، برای تعیین تفاوت میان گروه¬ها از آزمون آماری آنکووا و برای تعیین تفاوت میان زمان¬های پیش¬آزمون- پس¬آزمون از آزمون آماری تی زوجی استفاده شد. سطح معنادار (P<۰/۰۵) در نظر گرفته شد. تمامی تحلیل¬های آماری در نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام گرفت.

یافته‌ها

در جدول ۲، ویژگی های آنتروپومتریکی مربوط به آزمودنی¬ها نشان داده شده است.

نتایج آزمون¬های آماری آنکووا و تعقیبی بونفرونی نشان دادند که در متغیر IVST، میان گروه¬های تمرین سنتی و تمرین EDT+مکمل (P۰/۰۰۳=)، تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل (P۰/۰۰۲=) (نمودارA)؛ در متغیرPWT ، میان گروه¬های تمرین سنتی و تمرین EDT+مکمل (P۰/۰۰۱>)، تمرین سنتی+مکمل و تمرین EDT+مکمل (P۰/۰۲=)، تمرین EDT و تمرین

EDT+مکمل (P۰/۰۰۱>) (نمودار B) تفاوت معنادار وجود داشت. هم¬چنین نتایج آزمون آماری تی¬زوجی نشان داد که در زمان¬های پیش¬آزمون-پس¬آزمون در متغیر IVST در گروه¬های EDT (039/0P=)، تمرینEDT + مکمل (P۰/۰۰۳=)، تمرین سنتی+ مکمل (P۰/۰۱۵=) (نمودارA) و در متغیر PWT، در گروه¬های تمرینEDT+ مکمل (P۰/۰۰۱>) و تمرین سنتی+ مکمل (P۰/۰۰۸=) (نمودار B) تفاوت معنادار وجود داشت.

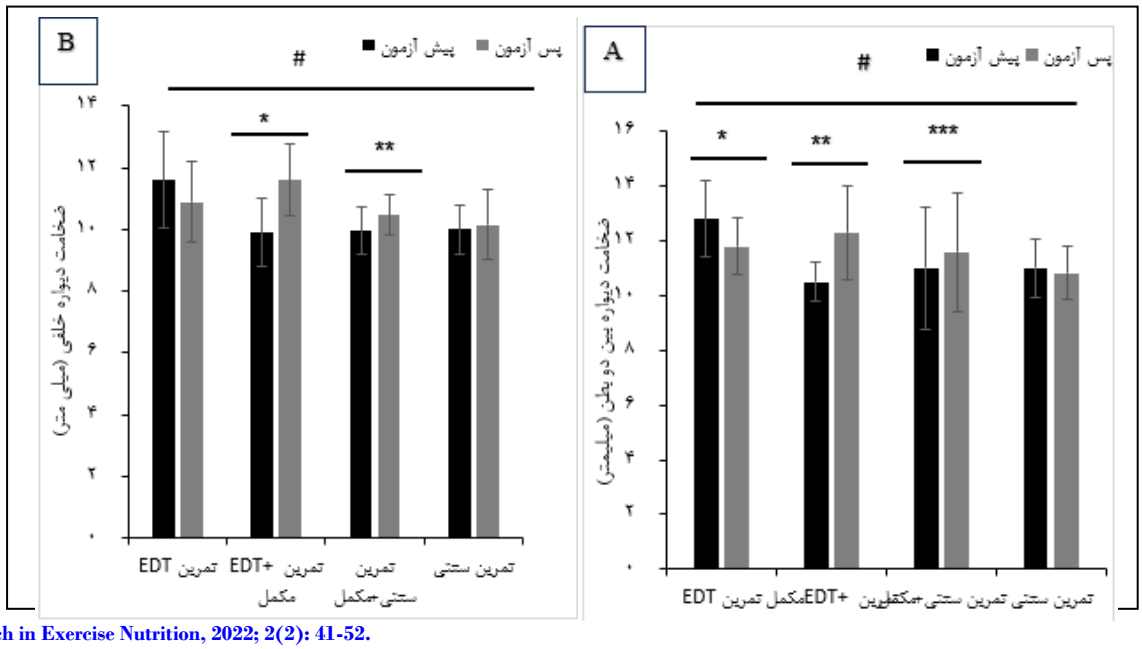
جدول۱- پروتکل تمرین EDT در چهار هفته اول و چهار هفته دوم

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

جدول ۲- ویژگی های آنتروپومتریکی مربوط به آزمودنی‌ها

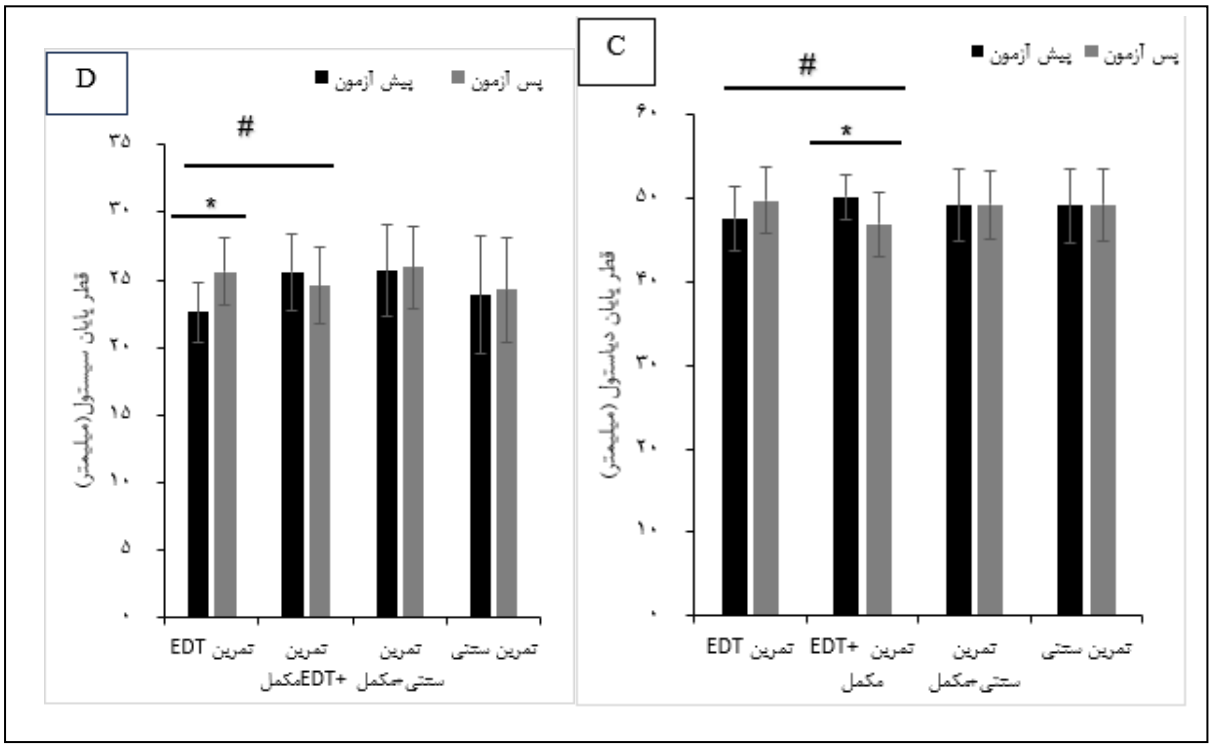
متغیر	زمان	گروه	میانگین و انحراف استاندارد	کمترین	بیشترین	تعداد
سن (سال)	پیش-پس آزمون	تمرین سنتی	۲۳/۳± ۲/۹	۱۸	۲۷	۱۰
		تمرین سنتی+مکمل	۲۳/۷ ± ۳/۴	۱۹	۳۰	۱۰
		تمرین EDT	۲۴/۸ ± ۳/۳۵	۲۰	۳۰	۱۰
		تمرین EDT +مکمل	۲۴/۵ ± ۳/۷۷	۲۰	۳۰	۱۰
قد (cm)	پیش-پس آزمون	تمرین سنتی	۱۷۸/۳ ± ۵/۷	۱۷۰	۱۸۸	۱۰
		تمرین سنتی+مکمل	۱۷۹ ± ۶	۱۷۰	۱۸۹	۱۰
		تمرین EDT	۱۷۹/۱ ± ۴/۹۹	۱۷۳	۱۹۰	۱۰
		تمرین EDT +مکمل	۱۸۰/۱ ± ۴/۹۳	۱۷۴	۱۸۹	۱۰

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



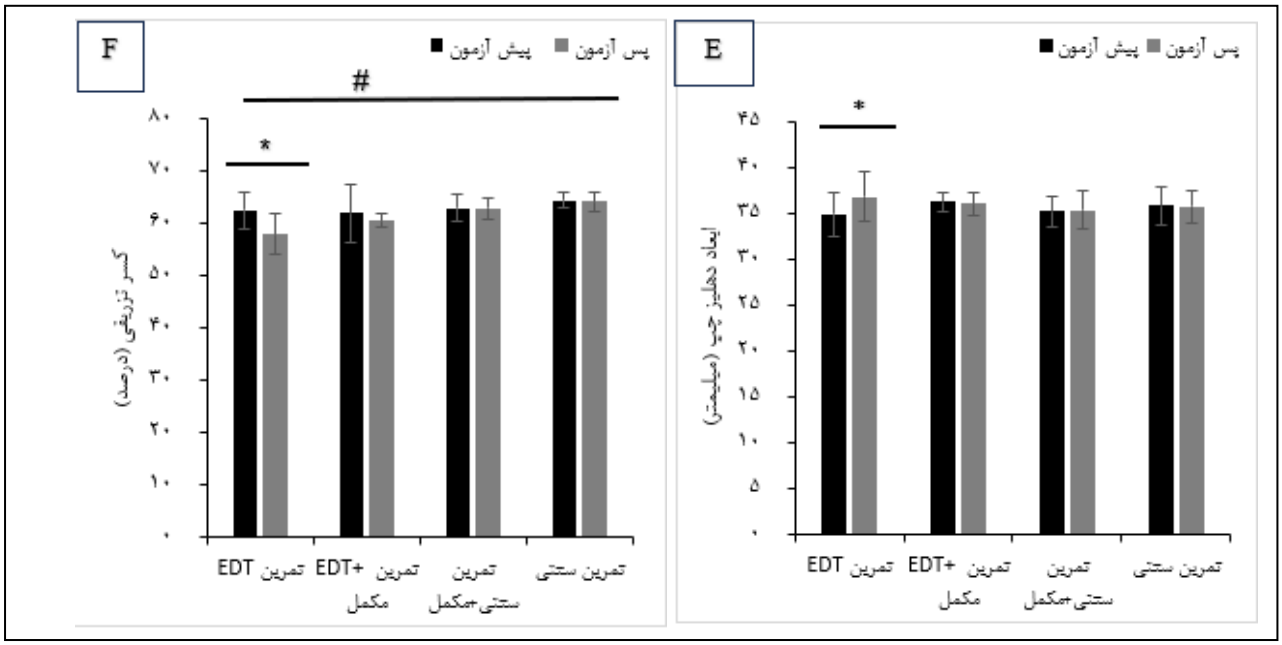
نمودار های A و B- نمودار A- #: تفاوت معنادار در گروه¬های تمرین سنتی و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۰۳)، تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۰۲). *: تفاوت معنادار در گروه¬های EDT (p= ۰/۰۳۹) ، **: تمرین EDT + مکمل (P=۰/۰۰۳)،***: تمرین سنتی+ مکمل (P=۰/۰۱۵) در پیش¬آزمون-پس¬آزمون- نمودار B: #: تفاوت معنادار در تمرین سنتی و تمرین EDT+مکمل (P>۰/۰۰۱)، تمرین سنتی+مکمل و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۲)، 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 متغیرLVEDD ، میان گروه‌های تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۱) (نمودارC)؛ در متغیر LVESD ، میان گروه‌های تمرین EDT و تمرین EDT+مکمل (P=۰/۰۱۱) (نمودار D) تفاوت معنادار وجود داشت. همچنین نتایج آزمون آماری تی‌زوجی نشان داد که در زمان‌های پیش‌آزمون-پس‌آزمون در متغیر LVEDD در گروه تمرینEDT+ مکمل (P=۰/۰۴) (نمودارC)؛ در متغیر LVESD، در گروه تمرینEDT (P<۰/۰۰۱) (نمودار D) تفاوت معنادار وجود داشت.



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

به علاوه در متغیرهای AR (P=۰/۰۵۱) و LAdim(P=۰/۰۵۵) (نمودارE)؛ میان هیچ یک از گروه‌های آزمایش تفاوت معنادار وجود نداشت. در متغیرEF ، 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) (نمودارF)؛ تفاوت معنادار 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) (نمودارE) و هم-چنین در متغیر EF در گروه تمرین EDT (P=۰/۰۱۹) (نمودارF)، تفاوت معنادار وجود داشت.



نمودار E و F - E –F: *: تفاوت معنادار در گروه تمرینEDT+ مکمل (P=۰/۰۴) در پیش‌آزمون–پس‌آزمون– نمودار F: #: تفاوت معنادار در 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). تفاوت معنادار در *: گروه تمرین EDT (P=۰/۰۱۹)

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین EDT به همراه مکمل یاری پروتئین وی برشاخص¬های مورفولوژیک قلب ورزشکاران پرورش اندام انجام شد. نتایج نشان داد که در متغیرهای IVST و PWT در گروه¬ EDT+مکمل نسبت به سایر گروه¬های تحقیق حاضر افزایش معناداری وجود دارد. هم¬چنین درمتغیرهای IVST و PWT گروه EDT در پس آزمون نسبت به پیش¬آزمون یک کاهش معنادار و ۱۰درصدی را تجربه کرد. در متغیرهای LVEDD و LVESD بین گروه¬های EDT+مکمل و EDT تفاوت معنادار مشاهده شد به¬طوری که در پس¬آزمون گروه EDT+مکمل با کاهش معنادار و گروه EDT با افزایش معنادار همراه بود. از سوی دیگر تفاوت معنادار در کسر تزریقی بین گروه¬های EDT+مکمل و EDT با تمرین¬های سنتی و سنتی+مکمل وجود داشت. هم¬چنین در پس آزمون در گروه EDT کاهش معنادار در متغیر EF مشاهده شد. در متغیر LAdim در گروه EDT در پس آزمون نسبت به پیش¬آزمون افزایش معنادار بود. همسو با نتایج تحقیق حاضر می¬توان به پژوهش انوشیروانی و همکاران (۱۳۹۶)، اشاره کرد. نتایج تحقیق آن¬ها نشان ¬داد که به‌جز در اندازه پایان دیاستول و سیستول بطن چپ که تفاوت معنی‌داری در بین دو گروه وزنه¬بردار 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 در بین دو گروه وزنه¬بردار و گروه غیر ورزشکار تفاوت معناداری وجود داشت. در پایان آن¬ها نتیجه‌گیری نمودند که، این نتایج همسو با فرضیه مورگانروس بوده و از الگوی هایپرتروفی درون‌گرا پیروی می¬کند (۹). قسمتی از نتایج تحقیق یاد شده همسو با تحقیق حاضر بود. در تحقیق حاضر نیز به دنبال هشت هفته تمرین پلکانی متراکم و مکمل¬یاری 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 می¬دهد 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. هم¬چنین کسر تزریقی در گروه EDT تفاوت معنادار در پس آزمون نسبت به EDT+مکمل تجربه کرد و این نشان می¬دهد که مکمل¬یاری پروتئین وی مانع از کاهش کسر تزریقی در آزمودنی¬های نخبه نسبت به تمرین جدید EDT شده است. در این زمینه می توان گفت باوجود این که

پروتئین وی ، یک پروتئین با کیفیت است که در افزایش سنتز پروتئین عضلانی در مقایسه با سایر منابع پروتئینی نقش دارد وبه سرعت هضم می شود و دارای غلظت بالایی از لوسین است. لوسین یکی از اسیدهای آمینه ضروری در رژیم غذایی است. این آمینوترانسفراز مانند همه اسیدهای آمینه با زنجیره شاخه ای 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 می کند و به پاسخ هیپرتروفی کمک می کند(۱۰). به علاوه mTOR یک پروتئین سرین/ترئونین کیناز به شدت حفاظت شده است که در تمام یوکاریوتها یافت می شود. این پروتئین به اسیدهای آمینه، فشار، انرژی، میزان اکسیژن و عوامل رشدی پاسخ می¬دهد و هنگامی که فعال شود می تواند منجربه فرایندهای سلولی مانند رونویسی، ترجمه، سنتز پروتئین و چربی، رشد/اندازه و متابولیسم سلولی شود. افزایش فعالیت کمپلکس

mTORC۱ منجر به هر دو هیپرتروفی فیزیولوژیک و پاتولوژیک در پاسخ به سیگنالینگ بیوشیمیایی- مکانیکی و سوخت وساز می¬شود . همچنین mTORC۱ منجر به فعال شدن پروتئینهای پایین دست خود یعنی پروتئین¬های p۷۰ ریبوزومی S۶ پروتئین کیناز ۱ (P 6S70 k1) و عامل شروع کننده ترجمه یوکاریوتی E4متصل به پروتئین ۴۳ (E-BP1 (می¬شود. فعال¬شدن این دو پروتئین منجر به سنتز پروتئین و هیپرتروفی قلبی می¬شو(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 بوده اند و به علاوه چون مدل تمرین EDT برای آزمودنی¬ها 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 آن¬ها اندک بوده است و در اثر تمرین پاسخ قلبی-عروقی کمتری از خود نشان داده است. صارمی و همکاران (۱۳۹۶)، به مقایسه ویژگی¬های ساختاری و کارکردی قلب مردان میانسال کوه¬پیما با همسالان غیرورزشکار خود پرداختند. نتایج آن¬ها نشان داد که فعالیت¬های کوهروی به¬طور معنادار توده بطن چپ و قطر انتهای دیاستول بطن چپ را افزایش می¬دهد. هم چنین مشاهده شد که فشار خون سیستولی، کسر تزریقی، حجم ضربه¬ای و آمادگی قلبی- تنفسی به طور معنی¬دار از طریق کوه پیمایی بهبود می¬یابد. در برخی شاخص¬ها، از جمله کسر کوتاه شدگی، قطردیواره بین بطنی و قطر دیواره خلفی بطن چپ اختلاف معنی¬داری بین گروه¬ها وجود نداشت. در مجموع آن¬ها نتیجه گرفتند که فعالیت منظم کوه پیمایی می¬تواند اثرات مفیدی بر ویژگی¬های 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 می¬تواند باعث بهبود شاخص¬های ساختاری و عملکردی قلب شود با این وجود در قسمتی از نتایج تحقیق صارمی و همکاران با نتایج تحقیق حاضر مغایرت وجود داشت. در تحقیق حاضر در شاخص¬های LVEDD و LVESD در گروه EDT افزایش معنادار و در گروه EDT+مکمل کاهش معنادار و غیرمعنادار وجود داشت. هم¬چنین 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 می¬توان 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 برونگرای 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 درونگرای ساختار قلب موثر است. هم¬چنین تفاوت در نوع آزمودنی¬ها نیز بسیار حائز اهمیت است زیرا که در تحقیق صارمی، آزمودنی¬ها مردان میانسال کوهنورد غیر حرفه¬ای بوده¬اند با این حال در تحقیق حاضر مردان جوان ورزشکار نخبه پرورش اندام مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این زمینه می توان 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 داده اند و بیان نموده اند 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 6S70 k1 می شود(۱۰). به علاوه mTOR تنظیم کننده رشد و عملکرد عضله قلب است و با توجه به عملکردهای متعدد آن، عـــدم تنظیـــم پیام رسانی mTOR می تواند به ایجاد آسیب های متعدد مانند سندرم سوخت و ساز و بیماری های قلبـــی -عروقـــی منجـــر شـــود(۱۳).

اژدری و همکاران (۱۳۹۵)، تحقیقی را با هدف مقایسه ساختار آناتومیکی و عملکردی قلب در ورزشکاران قدرتی و استقامتی طی یک دوره تمرین ورزشی انجام دادند. یافته¬ها نشان داد که،

تفاوت معنی¬داری 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 معنی¬داری در ضخامت دیواره پشتی بطن چپ (PWT) بین ورزشکاران قدرتی و ورزشکاران استقامتی وجود دارد و این ممکن است به دلیل مانوروالسالوا یا تفاوت در تنفس ورزشکاران قدرتی باشد (۱۴). قسمتی از نتایج تحقیق یاد شده همسو با نتایج تحقیق حاضر بود زیرا که در گروه EDT+مکمل نیز PWT افزایش یافته بود. با این¬حال از جمله دلایل مغایرت نتایج تحقیق اژدری با تحقیق حاضر در متغیر IVST می¬توان به اختلاف در نوع پروتکل تمرین (اختلاف در شدت، حجم و مدت استراحت تمرینی) و هم¬چنین سابقه تمرینی آزمودنی¬ها (در تحقیق حاضر ورزشکاران نخبه پرورش اندام استفاده شده بودند) و هم¬چنین استفاده از مکمل¬یاری 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 IVST، PWT، Ladim، Root و LVDD کاهش معنادار یا غیرمعنادار وجود داشت که نشان می¬دهد با افزایش فعالیت بدنی با و بدون مکمل پروتئین وی، هایپرتروفی پاتولوژیک قلب جای خود را به هایپرتروفی فیزیولوژیک قلب می¬دهد؛ زیرا تحقیقات نشان داده¬اند که با انجام فعالیت ورزشی با شدت متوسط و بالا، هایپرتروفی برونگرا و درونگرای بطن چپ، افزایش تکثیر کاردیومیوسیت¬ها و از بین¬رفتن بافت فیبروزی در سلول¬های قلبی، افزایش فعال¬سازی سلول¬های پیش¬ساز برگشت¬پذیر (سلول¬های ماهواره¬ای) و هم¬چنین افزایش حجم پایان دیاستولیک و کاهش حجم پایان سیستولیک می¬تواند اتفاق بیافتد (۱۵) تجمیع این نتایج می¬تواند به بهبود عملکرد قلب کمک کند. هم¬چنین در طول فعالیت ورزشی و پس از آن، عضلات قلب از بسترهای متعددی برای تامین انرژی استفاده می¬کنند. منابع اصلی برای تولید ATP عضلات قلب، اسیدهای چرب، گلوکز و لاکتات هستند. با انجام فعالیت ورزشی و افزایش ضربان قلب، سلول¬های 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 می¬شوند. این عوامل در خون ترشح شده و توسط سلول¬های قلبی جهت تامین انرژی و تولید ATP استفاده می¬شوند. حال آن¬که به¬دنبال این سازگاری ناشی از فعالیت ورزشی، بیوژنز و چگالی میتوکندریایی در سلول¬های قلبی افزایش یافته و در نتیجه از تجمع تری¬گلیسرید و چربی مضاعف در سلول¬های قلبی جلوگیری می¬شود و این نتیجه باعث کاهش مسیرهای سیگنالینگ التهاب، آپپتوز و در نهایت فیبروز سلول¬های قلبی می¬شوند (۱۶). از سوی دیگر با کاهش چربی درون سلول¬های قلبی و افزایش تکثیر سلول¬های قلبی، افزایش توده عضلانی قلب به¬ویژه بطن چپ به¬همراه دارد و این عامل می¬تواند باعث بهبود حجم ضربه¬ای و برون¬ده 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 می¬باشد. از جمله دلایل فیزیولوژیک افزایش توده بدون چربی و ارتباط آن با بهبود عوامل عملکردی و مورفولوژیکی تحقیق حاضر می¬توان 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، سایتوکاین¬ها و آدیپوکاین¬های التهابی کاهش می¬یابند. از جمله این عوامل می¬توان به TNF-α، IL-6، لپتین اشاره کرد. این متغیرها باعث افزایش التهاب در سلول¬های اندوتلیال می¬شوند و به¬دنبال آن اختلالات عروقی از جمله سفتی عروق، آترواسکلروزیس، فشارخون و غیره می¬شوند. با افزایش شیوع این بیماری¬ها توده بطن چپ و اندازه دهلیز چپ افزایش پاتولوژیک می¬یابند و حفره آن¬ها کوچک می¬شود و این باعث افزایش ضربان قلب و کاهش عملکرد قلب می¬شود. حال آن¬که با افزایش توده بدون چربی این مسیر فیزیولوژیک برعکس می¬شود و عملکرد قلب بهبود می¬یابد (۱۸). هم¬چنین با افزایش توده بدون چربی، حجم خون افزایش یافته و این افزایش به موازات افزایش رگ¬زایی است. با افزایش فیزیولوژیک حجم خون، فشار به دیواره¬های بطن چپ افزایش می¬یابد و باعث هایپرتروفی فیزیولوژیک بطن چپ می¬شود. افزایش هایپرتروفی فیزیولوژیک باعث افزایش قطر داخلی بطن چپ شده و ضربان قلب به¬طور دائم کاهش می¬یابد و در نتیجه خطر اختلال عملکرد قلب از بین می¬رود (۱۹-۲۱). در پایان می¬توان گفت پروتکل تمرینی EDT می¬تواند باعث بهبود عوامل مورفولوژیک قلب شود با این وجود به همراه مکمل¬یاری پروتئین وی این آثار مثبت بر قلب چند برابر می¬شود . همان گونه که در تحقیقات بیان شده است برخی از منابع پروتئینی غذایی و پروتئین وی می تواند در بهبود عملکرد فیزیکی و سلامت متابولیک قلبی در افراد موثر باشد(۲۲). بنابراین می توان گفت اگرچه بیشتر مطالعات حول محور تأثیر مکمل‌های پروتئینی بر سنتز عضلانی، هیپرتروفی و عملکرد ورزشی صورت گرفته است اما مطالعاتی که به بررسی نقش پروتئین وی بر

مسیرهای سیگنالی در قلب بپردازد ، محدود است و باید درتحقیقات آینده به این مهم توجه شود.

در تحقیق حاضرعدم کنترل دقیق تغذیه آزمودنی¬ها ، عدم کنترل فعالیت بدنی آزمودنی و عدم اطلاع کامل از میزان فعالیت های روزانه، خواب و استراحت آزمودنی ها در طول دوره تحقیق از محدودیت های طرح تحقیقی حاضر می باشد.

نتیجه گیری کلی

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین پلکانی متراکم (EDT) به همراه مکمل وی برشاخص¬های مورفولوژیک قلب ورزشکاران پرورش اندام انجام شد. پایان می¬توان گفت پروتکل تمرینی EDT می¬تواند باعث بهبود عوامل مورفومتریک قلب شود با این وجود به همراه مکمل¬یاری پروتئین وی این آثار مثبت بر قلب بیشتر می¬شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش حاضر قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافعی 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.

40 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.

50 Mohammadi R, Homaee 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.

60 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 systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. Lipids in health and disease. 2020 Dec;19:1-8.

9. انوشیروانی, سیاه کوهیان, معرفت, بلبلی, لطفعلی, اناری, حسن, صالح. تعیین و مقایسه نیمرخ اکوکاردیوگرافیکی بطن چپ وزنه برداران نخبه ایران با غیر ورزشکاران. مجله مطالعات علوم پزشکی. ۲۰۱۸ 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- آقایی بهمن‌بگلو, ندا, شرافتی مقدم, محمد, دریانوش, شادمهری, ... & شیوا. (۲۰۲۱). تأثیر تمرین تناوبی پرشدت بر سنتز پروتئین از طریق مسیر کمپلکس: یک هدف راپامایسین در پستانداران (mTORC1) در بافت عضله قلب موش‌های صحرایی مبتلا به دیابت نوع ۱. مجله دانشگاه علوم پزشکی سبزوار, ۲۸(۱), ۴۹-۵۵.

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- صفرنژاد, پیری, مقصود, آذربایجانی, & دلفان. (۲۰۲۰). تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید بیان ژن‌های BAX و BCL-2 در بافت بطن چپ موش های صحرائی دیابتی نر ویستار. ماهنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد, ۲۸(۷), ۲۸۳۳-۲۸۴۳.

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.
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 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.
220 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.