http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2022.27812.1471

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Spring/Summer 2022
Volume 9, Number 1
151-163

Original Article **Open Access**

Effect of Resistance Training with Milk Protein Concentrate (MPC) Supplementation on serum levels of Follistatin and myostatin and Muscle Hypertrophy in Beginner Bodybuilders

Reza Karimi[1]، Roghayeh Fakhrpour[*2], Azam Zarneshan [2]

Receive 2022 April 14; Accepted 2022 May 29

Abstract

Aim: The use of resistance training along with dietary supplements are the most widely used methods that improve strength and increase muscle hypertrophy and improve performance in athletes. The aim of this study was to evaluate the effect of resistance training with milk protein concentrate supplementation on serum follistatin and myostatin levels and muscle hypertrophy in novice bodybuilders. **Methods**: The present study is a quasi-experimental study and its statistical population consisted of beginner bodybuilders aged 20 to 35 years who participated in this study as 40 subjects. Subjects were randomly divided into four groups of exercise - supplement, exercise - Placebo, supplement and control were divided. Subjects from both training groups participated in an eight-week resistance training program three sessions per week. The supplement groups consumed a 30-gram pack of milk protein concentrate daily for eight weeks between lunch and dinner meals and immediately after exercise. Data were compared using repeated measures analysis of variance and correlated t-test. **Results**: The results showed that resistance training with and without supplementation led to a significant increase in serum folate levels (p = 0.001), muscle volume (p = 0.001) and muscle strength (p = 0.001) and a significant decrease. Serum myostatin levels (p = 0.002) were higher than the control group. The results also showed that supplementation of milk protein concentrate without exercise had no significant effect on serum folate and myostatin levels, muscle volume and muscle strength in novice bodybuilders (P <0.05). **Conclusion**: Considering the significant effect of resistance training on hypertrophy factors, it can be concluded that resistance training with milk protein supplementation for eight weeks can affect the acquisition of strength and muscle mass of novice bodybuilders.

Keywords: Resistance training, Milk protein concentrate, Folstatin, Myostatin, Muscle hypertrophy.

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1.. MSc in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

2.Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

* Corresponding Author: Email: r.fakhrpour@yahoo.com

Cite as: Reza Karimi، Roghaieh Fakhrpour, Azam Zarneshan. Effect of Resistance Training with Milk Protein Concentrate (MPC) Supplementation on serum levels of Follistatin and myostatin and Muscle Hypertrophy in Beginner Bodybuilders. Applied Health Studies in Sport Physiology. 2022; 9(1): 151-163.

Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University
Journal ISSN (online): 2676-6507
Access Type: Open Access
DOI: 10.22049/JAHSSP.2022.27812.1471
DOR: 20.1001.1.26766507.1401.9.1.13.4

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27812.1471

Extended abstract

Background

Today, athletes in various sports use resistance training to increase physical fitness[1]. One of the most important physiological adaptations resulting from resistance training is the growth and hypertrophy of skeletal muscle, which is characterized by increased protein synthesis in muscle fibers, followed by an increase in the volume or mass of muscle fibers[2]. According to the results of recent studies, the increase in muscle mass due to exercise may be related to the settings related to myostatin and Follistatin [3]. You will also get better results if strength training is combined with the consumption of protein foods that help build muscle[4]. The use of resistance training along with dietary supplements is one of the most widely used methods that improve strength and increase muscle hypertrophy and improve performance in athletes. The aim of this study was to evaluate the effect of resistance training with milk protein concentrate supplementation on serum folate and myostatin levels and muscle hypertrophy in novice bodybuilders.

Methodology

he present study is a quasi-experimental study and its statistical population consisted of beginner bodybuilders aged 20 to 35 years who participated in this study as 40 subjects. The criteria for selecting subjects include not having a history of bodybuilding activity during the past years, not taking milk protein concentrate supplements or other supplements in the last twelve weeks, not smoking and alcohol, not suffering from certain diseases such as cardiovascular disease, liver and diabetes and It was not taking certain drugs. Criteria for excluding subjects from the study also included lack of regular participation in training sessions, injury, and sensitivity to milk protein intake. Subjects were randomly divided into four groups: exercise-supplement, exercise-placebo, supplement and control. Subjects from both training groups participated in an eight-week resistance training program three sessions per week. The supplement groups received a 30-gram packet of milk protein concentrate daily, and the placebo group received a 30-gram packet of placebo daily for eight weeks, with lunch and dinner meals and after exercise. The strength training program included movements involving the chest and forearm muscles, the back and back of the arm, the legs, and the shoulders. The training program increased from four sets of 10-12 repetitions with 60% of a maximum repetition at the beginning of the course to four sets with 10-12 repetitions with 70% of a maximum repetition and with one-minute breaks at the end of the training period[5]. In order to evaluate the biochemical variables, blood samples were taken from the subjects in two stages of pre-test and post-test. To analyze the data, factor analysis of variance test with repeated measures on the effect of each of the factors of training status was used to evaluate the effect within the group of correlated t-test, one-way analysis of variance and Tukey post hoc test for intergroup comparison.

Discussion and conclusion:

The normality of data distribution was investigated by Shapiro-Wilk test. Based on the results of statistical analysis, the data obtained in all four groups in relation to the variables of age, weight, height, muscle mass (arm), muscle mass (thigh), folate and myostatin had a normal distribution ($P < 0.05$). The results of factor analysis of variance with repeated measurements of folate and myostatin showed that in the exercise groups with and without supplementation, the Lambada test was related to the analysis of factor variance was significant. Supplement and exercise group, blood folate and myostatin levels in the post-test increased significantly compared to the pre-test. By comparing the mean of the groups in the pre-test and post-test, it is clear that the largest increase occurred in the supplement-exercise group ($P = 0.001$). Also, based on one-way analysis of variance and Tukey post hoc test, a significant difference in myostatin was observed between exercise-supplement and exercise-placebo groups ($P = 0.001$), but change of folate in the two groups was not significant ($P = 0.315$). Therefore, according to the results, it can be said that resistance training along with milk protein concentrate supplementation has been able to make significant changes in myostatin levels in novice bodybuilders.

The findings of the present study showed that resistance training and milk protein concentrate supplementation have a significant effect on serum folate and myostatin levels in novice bodybuilders. Resistance training with and without supplementation of milk protein concentrate caused a significant increase in folate and a significant decrease in myostatin levels. Based on the results, it seems that the intensity and volume of exercise are two influential factors in the release of

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27812.1471

growth-regulating myokines. Folestatin seems to be one of the most important stimulants of satellite cells, which is very vital and important in the regeneration and growth of muscle tissue [6]. Therefore, an increase in this protein with exercise is not unexpected and in the present study, resistance training showed significant changes in Folestatin.

Getting proper exercise and using healthy exercise supplements is an important factor in achieving athletic success[6]. But the results of the training also depend on the chosen training program. According to the results of the present study, resistance training with milk protein concentrate supplementation has a positive and significant effect on muscle strength in novice bodybuilders, but resistance training alone and milk protein concentration (MPC) supplementation have no significant effect on muscle strength in novice bodybuilders. Also, due to the importance of Follistatin and myostatin in muscle volume and strength, and also according to the results of this study, it is recommended that coaches and athletes use the training protocol of this study and milk protein according to the method and amount stated in this study. To improve the athletic performance of athletes.

Conclusion:
According to the results of the present study, it can be concluded that if the goal of training in non-trained people is to gain strength and muscle volume, the use of resistance training with milk protein supplementation during the first 8 weeks of training is recommended. However, based on the principle of overload and progress, it is likely that after the first period of muscle adaptation, performing more exercise will produce better results.

Copyright ©The authors

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27812.1471

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش
سال نهم، شماره اول ؛
بهار و تابستان ۱۴۰۱؛ صفحات ۱۵۱-۱۶۳

Open Access

مقاله پژوهشی

تاثیر تمرینات مقاومتی به همراه مکمل دهی کنسانتره پروتئین شیر (MPC) بر سطوح سرمی فولستاتین و میوستاتین و هیپرتروفی عضلانی در بدنسازان مبتدی

رضا کریمی[۱]،رقیه فخرپور[۲]*، اعظم زرنشان[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۸

چکیده

هدف: بکارگیری تمرینات مقاومتی به همراه مصرف مکمل‌های غذایی از پرکاربردترین متدهایی است که باعث بهبود قدرت و افزایش هیپرتروفی عضلانی و بهبود عملکرد در ورزشکاران می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی به همراه مکمل‌دهی کنسانتره پروتئین شیر بر سطوح سرمی فولستاتین و میوستاتین و هیپرتروفی عضلانی در بدنسازان مبتدی بود. **روش شناسی:** تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بوده و جامعه آماری آن را مردان بدنساز مبتدی با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۵ سال تشکیل دادند که ۴۰ نفر به عنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی ها به طور تصادفی به چهار گروه، تمرین – مکمل، تمرین – دارونما، مکمل و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های دو گروه تمرینی در یک برنامه هشت هفته‌ای تمرینات مقاومتی هر هفته سه جلسه شرکت کردند. گروه‌های مکمل روزانه یک بسته ۳۰ گرمی کنسانتره پروتئین شیر به مدت هشت هفته در میان وعده‌های غذایی ناهار و شام و بلافاصله بعد از تمرین‌ها مصرف کردند. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس عاملی با اندازه‌گیری مکرر و تی همبسته مقایسه شدند. **یافته‌ها:** نتایج تحقیق نشان داد که تمرین مقاومتی با و بدون مکمل‌دهی منجر به افزایش معنی‌دار سطوح سرمی فولستاتین (p=۰/۰۰۱)، حجم عضلانی (p=۰/۰۰۱) و قدرت عضلانی (p=۰/۰۰۱) و کاهش معنی‌دار سطوح سرمی میوستاتین (p=۰/۰۰۲) نسبت به گروه کنترل شد. همچنین نتایج نشان داد مکمل‌دهی کنسانتره پروتئین شیر بدون تمرین بر سطوح سرمی فولستاتین و میوستاتین، حجم عضلانی و قدرت عضلانی در بدنسازان مبتدی تاثیر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). **نتیجه‌گیری:** با توجه به اثر معنی‌دار تمرینات مقاومتی بر فاکتورهای هایپرتروفی، مـی‌تـوان نتیجـه گرفت که انجام تمرینات مقاومتی با و بدون مکمل‌دهی پروتئین شیر به مدت هشت هفته می‌تواند بر کسب قدرت و حجم عضلانی بدنسازان مبتدی تاثیرگذار باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، کنسانتره پروتئین شیر، فولستاتین، میوستاتین، هیپرتروفی عضلانی.

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www .jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید.

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان،تبریز-ایران

۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان،تبریز-ایران

(نویسنده مسئول):
r.fakhrpour@yahoo.com

نحوه ارجاع: رضا کریمی، رقیه فخرپور، اعظم زرنشان." تاثیر تمرینات مقاومتی به همراه مکمل دهی کنسانتره پروتئین شیر (MPC) بر سطوح سرمی فولستاتین و میوستاتین و هیپرتروفی عضلانی در بدنسازان مبتدی". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۱: ۹ (۱)،۱۵۱-۱۶۳.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۶۵۰۷
نوع دسترسی: آزاد
DOI: 10.22049/JAHSSP.2022.27812.1471
DOR: 20.1001.1.26766507.1401.9.1.13.4

Copyright ©The authors

مقدمه

امروزه ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی از تمرینات متنوعی برای افزایش آمادگی جسمانی بهره می‌برند. یکی از تمرین‌هایی که تقریباً همه‌ی ورزشکاران از آن استفاده می‌کنند، تمرینات مقاومتی است (۱). تمرینات مقاومتی باعث بهبود قدرت و توان عضلانی و افزایش هایپرتروفی عضلانی و بهبود عملکرد در ورزشکاران می‌شود. اثر بخشی تمرینات مقاومتی به چندین متغیر وابسته است که این متغیرها شامل نوع انقباض عضلانی، شدت یا بار تمرین، حجم تمرین، انتخاب حرکت، نوع وسایل مورد استفاده در تمرین، ترتیب حرکات، دوره‌های استراحت، سرعت انقباض عضلانی و تعداد جلسات تمرین در هفته می‌باشد (۲). یکی از مهم‌ترین سازگاری‌های فیزیولوژیکی حاصل از تمرینات مقاومتی، رشد و هیپرتروفی عضله اسکلتی است که با افزایش سنتز پروتئین در تارهای عضلانی و به دنبال آن افزایش حجم یا توده تارهای عضلانی، مشخص می‌شود. سازوکارهای زیادی وجود دارد که سنتز پروتئین و رشد میوفیبریل‌ها را کنترل می‌کند. یکی از مهم‌ترین مسیرهای انتقال پیام تنظیم کننده سنتز پروتئین در تارهای عضله اسکلتی، مسیر پیام رسانی میوستاتین- Smad[1] [2] می‌باشد که توسط دو عامل میوستاتین[3] و فولستاتین[4] تنظیم می‌شود(۳). میوستاتین در عضله اسکلتی تولید می‌شود و به گیرنده‌اش (اکتیوین IIb) [5] در تارهای عضلانی پیوند می‌خورد و به فعال‌سازی مسیر پیام رسانی میوستاتین- Smad[6] منجر می‌شود و رشد عضله اسکلتی را مهار می‌کند (۴). یکی دیگر از سازوکارهای مهار رشد، حفظ و بازسازی عضله اسکلتی ناشی از میوستاتین با مهار فعالیت و تکثیر سلولهای ماهواره‌ای رخ می‌دهد (۵). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که مهار بیان میوستاتین در موش‌ها با افزایش دو تا سه برابری توده عضله اسکلتی همراه است که در نتیجه افزایش اندازه میوفیبریل‌ها به وقوع میپیوندد(۶). با این وجود، مشخص شده است که اعمال میوستاتین می‌تواند تحت تاثیر فاکتور تعاملی دیگری همانند فولستاتین قرارگیرد. فولستاتین گلیکوپروتئینی است که در انسان با کد ژنتیکی FST شناخته شده و تقریباً در تمامی بافت‌های بدن پستانداران بیان می‌شود و به عنوان قوی‌ترین عامل آنتاگونیست میوستاتین می‌تواند با پیوند به گیرنده میوستاتین اکتیوین ، فعالیت میوستاتین را مهارکند. حذف ژن فولستاتین در عضله باعث کاهش توده عضلانی می‌شود، در حالی که بیان بیش از حد ژن آن باعث رشد خارج از حد عضله می‌شود. در تحقیقی نشان داده شده است که حذف میوستاتین به همراه بیان بیش از حد فولستاتین باعث افزایش توده عضلانی به میزان چهار برابر می‌شود. با این وجود، بیان ژن پروتئین میوستاتین و فولستاتین تحت تاثیر شرایط گوناگون فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی از جمله آتروفی عضلانی، سکته قلبی، بی وزنی و فعالیت ورزشی قرار می‌گیرد (۷). از این رو استفاده از راهکارهای متعدد نظیر ماساژ درمانی، یخ درمانی و مصرف برخی داروها و مکمل‌ها متداول می‌باشد. فرزانگی و همکاران (۲۰۲۰) تحقیقی با عنوان تأثیر تمرین مقاومت اندام فوقانی و تحتانی بر سطوح میوستاتین، اندوستاتین و فولستاتین در دانشجویان پسر کم تحرک انجام دادند. بر اساس نتایج، پس از انجام هشت ماه تمرین کاهش معنی‌داری برای میانگین مقادیر میوستاتین پس از تمرین مقاومتی فوقانی و تحتانی مشاهده شد. همچنین در مقایسه با گروه کنترل سطح فولستاتین گروه‌های تمرینی افزایش یافت(۸).

در طی تمرینات مقاومتی سنتز پروتئین موجود در عضلات باعث هایپرتروفی عضلانی می‌شود، ولی این میزان از پروتئین در عضلات برای هایپرتروفی کافی نیست و باید از مواد غذایی حاوی پروتئین استفاده شود (۹). در شرایطی که تمرینات قدرتی با مصرف غذاهای پروتئینی که به سنتز عضله کمک می‌کنند همراه شود، نتایج بهتری حاصل خواهدشد. ثابت شده است که انواع خاصی از پروتئین بر آنابولیسم و رشد کل بدن تأثیرگذار می‌باشد و در نتیجه، دارای توان افزایش قدرت و حجم عضلانی پس از انجام تمرینات مقاومتی است (۱۰). از طرفی پروتئین علاوه بر کمک به رشد عضلات می‌تواند به بازسازی عضلات آسیب دیده کمک کند. در نتیجه ورزشکاران ممکن است از مکمل پروتئین برای افزایش سرعت بهبودی پس از تمرین استفاده‌کنند. مصرف مکمل‌های تجاری و انجام تمرینات مقاومتی سنگین برای افزایش حجم عضلانی با اهداف بهبود ظاهر بدنی مناسب، موفقیت در مسابقه یا کسب قدرت در ورزشکاران رواج یافته است(۱۱). در سال‌های اخیر صدها مکمل غذایی ویژه ورزشکاران در بازار عرضه شده‌است(۱۲). یکی از این مکمل‌های مهم در بین ورزشکاران کنسانتره پروتئین شیر است(۱۳). کنسانتره پروتئین شیر (MPC)[7] از جداسازی شیر گاو و آب به وجود می‌آید. پروتئین شیر حاوی مقدار ۸۰ درصد پروتئین کازئین و مقدار ۲۰ درصد پروتئین وی است[۹, ۱۰]. از این رو هم مزایای کازئین و هم وی را در اختیار می‌گذارد. اکثر ورزشکاران از مکمل پروتئین به منظور افزایش حجم عضلات و روند چربی‌سوزی استفاده می‌کنند، اما پودر پروتئین راهی مناسب به منظور افزایش میزان پروتئین دریافتی برای افرادی که کمبود پروتئین دارند، می‌باشد. مطالعات متعدد نشان داده‌اند ترکیبات مختلف موجود در شیر به ویژه پروتئین‌های شیر علاوه بر ارزش تغذیه‌ای بالا، نقش بسیار مهمی در سنتز عضله ایفا می‌کنند. در مطالعاتی تاثیر مصرف مکمل‌های پروتئین همراه با تمرین مقاومتی بر افزایش حجم عضله و ترکیب بدن مورد بررسی قرار گرفته‌است(۱۴).

قسمت عمده پروتئین موجود در شیر گاو از نوع کازئین است. این پروتئین غنی از اسید آمینه‌ای گلوتامین است که می‌تواند پس از ورزش باعث بهبودی رشد عضلات گردد. بدن این پروتئین را به آرامی هضم می‌کند. بنابراین بهترین زمان مصرف این پروتئین در شب و قبل از خواب می‌باشد تا به آرامی و طی چند ساعت شکسته شود.

1 myostatin/Smad signaling pathway
2 myostatin/Smad signaling pathway
3 myostatin
4 Follistatin
5 activin type IIB receptor
6 myostatin/Smad signaling pathway
7 Milk Protein Concentrate

Copyright ©The authors

همچنین کازئین با افزایش انرژی مصـــرفی یکی از بهترین پودرهای پروتئین برای چربی سـوزی محسـوب می‌شـود. به همین خاطر برای افرادی که به دنبال چربی‌سـوزی و عضـله‌سـازی هسـتند، مناسـب است(۱۵). پـــروتئین وی بخش دیگری از پـــروتئن شـــیر محسوب می‌گردد. پروتئین وی، منبع پروتئینی با کیفیت بالا و مکمـل رایـج در جامعه ورزشی است(۱۱). این پروتئن شـامل غلظـت زیـادی از اسـید آمینه‌های ضروری و منبع غنی از اســید آمینـــه‌هـــای شـــاخه‌دار به ویـــژه لوســـین اسـت (۱۶). اجـزای بیولـوژیکی ایـن پروتئین شامل لـاکـتـوفـریـن[8]، آلـفـا-لـاکـتـا-آلـبومین[9]، گلیکومـاکروپپتیـد[10] و ایمنوگلوبـــولین‌هـــا می‌باشد که باعـــث افـزایش سیسـتم ایمنی بدن می‌شود (۱۷-۱۹). پروتئین وی و مکمل‌های اسید امینه بـــه دلیـــل کیفیـــت ســـاخت پـــروتئین و اســـید آمینـــه در محصولاتشان، موقعیت خوبی در بازار تغذیه ورزش دارند.

بنابراین با توجه به اینکه رشته بدنسـازی و انجام تمرینات مقاومتی در همـه رشته‌های ورزشی کاربرد دارد از طرفی مطالعات گذشته کمترین تمرکز را بر تاثیر تمرینات مقاومتی به همراه مصرف کنسانتره پروتئین شـــیر در افزایش حجم و هایپرتروفی عضـــلانی با بررســـی ســـطوح فولستاتین و میوستاتین داشته‌اند. در همین راستا انجام چنین تحقیقی در زمینه تجویز کنسـانتره پروتئین‌های شیر به عنوان مکمل اطلاعات مهمی را فراهم می‌نماید. همچنین تحقیق حاضـر می‌تواند پیشـرو و زمینه سـاز تحقیقات بیشـتر در آینده با هدف تعیین جزئیات بهترین زمان و دوز مصـرف کنسانتره پروتئین شیر در انجام تمرینات مقاومتی باشد. هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی تاثیر تمرینات مقاومتی به همراه مکمل‌دهی کنسـانتره پروتئین شیر بر سطوح فولستاتین و میوستاتین و شاخص‌های هیپرتروفی عضلانی در بدنسازان مبتدی می‌باشد.

روش پژوهش

جامعه آماری پژوهش حاضر را مردان بدنساز مبتدی (حداکثر یک ماه از شروع تمرینات گذشته باشد) با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۵ سال تشکیل دادند که ۴۰ نفر به صورت داوطلبانه به‌عنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت کردند. ملاک انتخاب آزمودنی‌ها، مواردی شامل نداشتن سابقه فعالیت بدنسازی در طی سالیان گذشته، عدم مصرف مکمل کنسانتره پروتئین شیر و یا سایر مکمل‌ها در دوازده هفته گذشته، عدم استعمال سیگار و الکل، عدم ابتلا به بیماری خاص مانند بیماری‌های قلبی عروقی، کبدی و دیابت و عدم مصرف داروهای خاص بود. معیارهای خروج آزمودنی‌ها از پژوهش نیز عدم شرکت منظم در جلسات تمرینی، آسیب دیدگی و داشتن حساسیت به مصرف پروتئین شیر شامل می شد.

پس از انتخاب آزمودنی‌های حائز شرایط همه آزمودنی‌ها فرم رضایت نامه کتبی آگاهانه و فرم معاینه پزشکی جهت تعیین آمادگی فعالیت بدنی PARmed-X[11] و پرسشنامه آمادگی برای فعالیت بدنی (PAR-Q)[12](هاف و دومک[13]، ۲۰۲۱) را تکمیل کردند(۲۰). برای اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتری مانند قد و وزن آزمودنی‌ها از دستگاه سنجش قد و ترازوی دیجیتالی ساخت کمپانی Seca ساخت کشور آلمان استفاده شد. شاخص توده بدنی (BMI) از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد به متر به دست آمد و حجم عضلانی آزمودنی‌ها در نواحی سینه، بازو و ران از طریق اندازه‌گیری محیط بازو و ران در سمت راست بدن و سینه با استفاده از متر نواری انعطاف‌پذیر اندازه‌گیری و ثبت شد. موارد اندازه‌گیری شده در پیش آزمون، در پس آزمون نیز اندازه‌گیری شد(۲۱). پس از انجام ارزیابی‌های اولیه آزمودنی‌ها به روش تصادفی قرعه کشی ساده به چهار گروه تمرین مقاومتی با مصرف مکمل کنسانتره پروتئین شیر (۱۰نفر)، گروه تمرین مقاومتی و مصرف دارونما (۱۰نفر)، گروه مصرف مکمل کنسانتره پروتئین شیر و بدون تمرین (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

مکمل کنسانتره پروتئین شیر (MPC) مورد استفاده در این پژوهش محصول جدید شرکت پگاه بود، که از سوی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تایید شده است (ترکیبات این محصول شامل مقدار ۸۰ درصد پروتئین کازئین (حاوی تمام اسیدهای آمینه ضروری به خصوص تیروزین و پرولین می‌باشد) و مقدار ۲۰ درصد پروتئین وی (حاوی اسیدآمینه های مهمی مانند لوسین و والین) می‌باشد. دارونمای استفاده شده نشاسته بود، که به هر دو به مقدار مساوی پودر اسانس طعم دهنده وانیل اضافه شد تا هر دو از نظر رنگ و طعم یکسان باشند. گروه مکمل روزانه یک بسته ۳۰ گرمی کنسانتره پروتئین شیر و ۵ گرم اسانس طعم دهنده وانیل و گروه دارونما روزانه یک بسته ۳۰ گرمی دارونما و ۵ گرم اسانس طعم دهنده وانیل به مدت هشت هفته مصرف کردند که در میان وعده‌های غذایی ناهار و شام و بعد از تمرین‌ها مصرف می‌شد (به دلیل وجود درصد بالایی از کازئین دیر هضم در MPC مصرف قبل از تمرین مناسب نمی باشد. و بهترین زمان مصرف یکساعت پس از تمرین می‌باشد). مصرف مکمل و دارونما زیر نظر مربی و به صورت دوسویه کور بوده و تنها در روزهای تعطیل بدون نظارت انجام گرفت. همچنین مجری طرح تعداد بسته‌های مصرف شده توسط افراد را در پایان هفته کنترل کرد. از آزمودنی‌ها درخواست شد تا حد امکان، شیوه غذایی خود را تغییر ندهند؛ با این حال، رژیم غذایی آن‌ها با تکمیل پرسشنامه یادآمد غذایی ۲۴ ساعته[14] کالج آمریکایی طب ورزشی و پرسشنامه بسامد مصرف غذایی[15] (FFQ) در ۳ روز حین تحقیق بررسی گردید(۲۲).

تعیین حداکثر قدرت بیشینه (1RM): تمرینات مقاومتی شامل هشت هفته و هر هفته سه جلسه و مدت هر جلسه تمرین یک ساعت بود. برنامهٔ تمرینی قدرتی شامل حرکات پرس سینه، قفسه سینه با دمبل،

8 Lactoferrin
9 α-Lactalbumin
10 Glycomacropeptide
11 . Physical activity readiness medical examination
12 . Physical activity readiness questionnaire
13 .haff & dumke
14 . 24-hour diet recall
15 . Food frequency questionnaire

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27812.1471

انواع جلو و پشت بازو، بارفیکس، زیربغل پارویی، اسکات، جلو ران و پشت ران با دستگاه، پشت ساق ایستاده، سرشانه با هالتر از پشت و سرشانه دمبل، دربرگیرندهٔ عضلات سینه و جلو بازوپشت و پشت بازو، پاها و شانه‌ها بود. برنامهٔ تمرین از چهار ست ۱۰-۱۲ تکراری با ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه در ابتدای دوره، به چهار ست با تکرار ۱۰-۱۲ با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه و با استراحت‌های یک دقیقه‌ای در پایان دورهٔ تمرینی رسید (۲۳).

یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی به مدت سه جلسه آزمودنی‌ها با ابزار بدنسازی و نحوه کار با دستگاه‌ها آشنا شدند. در جلسات بعدی بعد از تمرین قدرت بیشینهٔ هر کدام از آزمودنی‌ها در حرکات اسکات پا، پرس سینه، زیر بغل کشش ماشین، جلو بازو هالتر، پشت بازو ماشین، سرشانهٔ هالتر از پشت، از طریق آزمون یک تکرار بیشینه با استفاده از فرمول برزیسکی (۲۴) اندازه‌گیری شد تا در طول هشت هفته براساس آن بین ۶۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه متغیر باشد.

نمونه گیری و آنالیز نمونه‌ها: به منظور ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی، نمونه‌گیری خون از آزمودنی‌ها در دو مرحله‌ی پیش آزمون و پس آزمون گرفته شد. بدین صورت که در مرحله پیش آزمون، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در ساعت۸:۳۰ صبح، به میزان ۵ سی سی از سیاهرگ بازویی دست چپ آزمودنی‌ها در حالت نشسته خون‌گیری انجام شد. در پس آزمون به منظور جلوگیری از تاثیر حاد تمرین، ۳۶ ساعت پس از اتمام آخرین برنامه تمرینی بعد از دوازده ساعت ناشتایی به همان میزان خون‌گیری شد. پس از ریختن نمونه‌های خونی در لوله‌های آزمایش، سرم نمونه با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ مدل رتوفیکس ۳۲ (با سرعت ۳۰۰۰ دور/دقیقه و ۱۵ دقیقه) ساخت کشور آلمان جدا شده و در دمای منفی ۸۰ درجه سانتی گراد برای آنالیزهای بعدی فریز[۱۶] گردید.

اندازه‌گیری سطوح سرمی فولستاتین و میوستاتین با استفاده از کیت آزمایشگاهی ZellBio GmbH ساخت کشور آلمان به ترتیب با حساسیت ۲/۵۴ نانوگرم برلیتر و ۲/۵ نانوگرم بر لیتر به روش الایزا سنجیده شد (۲۵).

تجزیه و تحلیل آماری

نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک مورد بررسی قرار گرفت. در پژوهش حاضر جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس عاملی با اندازه‌گیری مکرر در مورد تاثیر هر یک از عامل‌های وضعیت تمرین، برای بررسی اثر درون گروهی از تی همبسته، تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه بین گروهی استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS25 و در سطح معنی‌داری P≤ ۰/۰۵ انجام شد.

جدول ۱. جزئیات برنامه تمرینی به اجرا درآمده

جلسات تمرینی	حرکات تمرینی			
سینه و جلو بازو	پرس سینه، پرس بالای سینه، قفسه سینه با دمبل روی سطح صاف، قفسه سینه با دمبل روی سطح شیبدار، جلو بازو ایستاده، جلو بازو لاری، جلو بازو با دمبل متناوب			
پشت و پشت بازو	بارفیکس، زیربغل پارویی، لت پول، پشت بازو کابل، پشت بازو با هالتر خوابیده، پشت بازو با دمبل نشسته			
پاها و شانه	اسکات، جلو ران با دستگاه، پشت ران با دستگاه، پشت ساق ایستاده، سرشانه با هالتر از پشت، سرشانه دمبل، شراگ، بالا بردن دمبل از طرفین			
هفته اول	۴ ست	۱۲ -۱۰ تکراری	۶۰ % 1RM	یک دقیقه استراحت بین دوره ها
هفته دوم	۴ ست	۱۲-۱۰ تکراری	۶۰ % 1RM	۱دقیقه استراحت بین دوره ها
هفته سوم	۴ ست	۱۰-۸ تکراری	۶۵ % 1RM	۱/۵ دقیقه استراحت بین دوره ها
هفته چهارم	۴ست	۱۰-۸ تکراری	۶۵ % 1RM	۱/۵ دقیقه استراحت بین دوره ها
هفته پنجم	۵ ست	۸-۶ تکراری	۷۰ % 1RM	۲ دقیقه استراحت بین دوره ها
هفته ششم	۴ ست	۱۰-۸ تکراری	۷۰ % 1RM	۲ دقیقه استراحت بین دوره ها
هفته هفتم	۴ ست	۱۲-۱۰ تکراری	۷۰ % 1RM	۱/۵ دقیقه استراحت بین دوره ها
هفته هشتم	۴ ست	۱۲-۱۰ تکراری	۷۰ % 1RM	۱ دقیقه استراحت بین دوره ها

یافته‌ها

قبل بر اساس نتایج تحلیل آماری داده‌های به دست آمده در هر چهار گروه در ارتباط با متغیرهای سن، وزن، قد، حجم عضلانی (بازو)، حجم عضلانی (ران)، فولستاتین و میوستاتین دارای توزیع نرمال بود (**P**>۰/۰۵).

نتایج تحلیل واریانس عاملی اندازه‌گیری مکرر مربوط به فولستاتین و میوستاتین نشان داد که در گروه‌های تمرین با و بدون مکمل، آزمون لامبادا مربوط به تحلیل

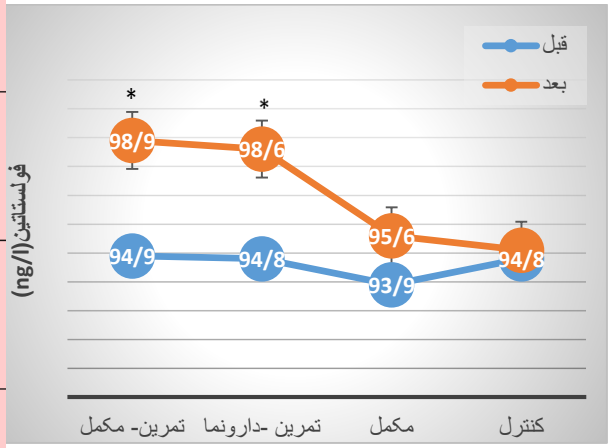
[16]. Freeze

Copyright ©The authors

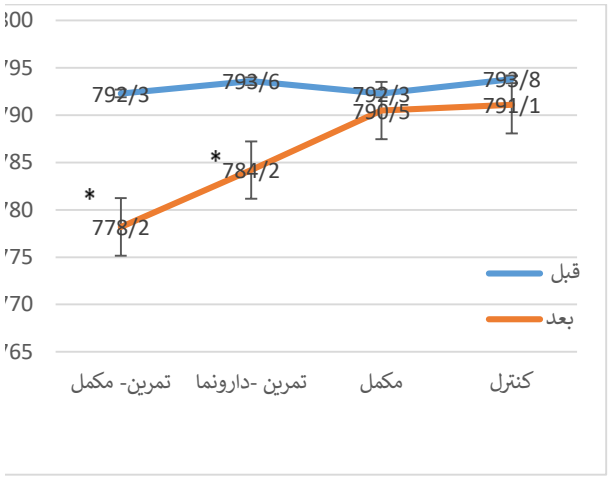
واریانس عاملی معنی‌دار بوده است، به همین دلیل برای بررسی اثر درون گروهی از آزمون t همبسته استفاده شد که نتایج آن درنمودار ۱و۲ ارائه شده است.

با توجه به نمودار ۱و۲، در گروه‌های تمرین+مکمل و گروه تمرین، میزان فولستاتین و میوستاتین خون در پس‌آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش معنی‌داری یافته است. با مقایسه میانگین گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، مشخص می‌گردد که بیشترین افزایش در گروه تمرین–مکمل به وجود آمده است (P=۰/۰۰۱). همچنین بر اساس تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی بین گروه تمرین – مکمل و تمرین –دارونما تفاوت معنی‌داری در میوستاتین مشاهده گردید(P=۰/۰۰۱)، اما تغییر فولستاتین در دو گروه معنی دار نبود (P=۰/۳۱۵). از این‌رو با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد که تمرینات مقاومتی به همراه مکمل‌دهی کنسانتره پروتئین شیر توانسته است تغییرات معنی‌داری را بر سطوح میوستاتین در بدنسازان مبتدی ایجاد کند.

آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و نتایج آزمون لون و تغییرات درون گروهی برای حجم و قدرت عضلانی در جدول ۲ گزارش شده است. بر اساس نتایج پس آزمون گروه‌های تمرین و مکمل–تمرین، حجم عضلانی ران و بازو با تغییرات معنی‌داری مواجه است. همچنین بررسی نتایج مربوط به شاخص‌های قدرت نشان می‌دهد که پس آزمون گروه‌های تمرین و مکمل + تمرین، قدرت عضلانی ران و بازو با تغییرات معنی‌داری مواجه کرده است.



شکل (۱) میزان تغییرات فولستاتین آزمودنی‌های چهار گروه در دو مرحله آزمون.



شکل (۲) میزان تغییرات میوستاتین آزمودنی‌های چهار گروه در دو مرحله آزمون.
*نشانه تفاوت معنادار بین دو گروه در سطح p<۰/۰۵.

جدول ۲. نتایج آزمون لون، تحلیل واریانس یک طرفه و تغییرات درون گروهی برای حجم و قدرت عضلانی.

	گروه‌ها	مراحل تمرین		تغییرات درون گروهی	آزمون لون		واریانس یک طرفه	
		پیش آزمون	پس آزمون	Sig.	آماره	Sig.	F	Sig.
بازو	تمرین-مکمل	۳۹/۱۵/۹۵	۴۱/۱±۰/۹۴	۰/۰۰۱*	۰/۶۹۶	۰/۵۶۰	۲۰/۳	۰/۰۰۱
	تمرین-دارونما	۳۹/۱±۱/۹۱	۳۹/۶±۲/۰۱	۰/۰۱۵*				
	مکمل	۳۹/۲±۲/۶۶	۳۹/۴±۲/۳۷	۰/۱۶۸				
	کنترل	۳۸/۵±۲/۲۷	۳۸/۲±۶/۲۵	۰/۵۶۷				
ران	تمرین-مکمل	۶۹/۶±۲/۵	۷۴/۲±۲/۳۴	۰/۰۰۱*	۰/۳۹۱	۰/۷۶۰	۲۴/۸	۰/۰۰۱
	تمرین-دارونما	۷۰/۰±۱/۵۶	۷۲/۱±۴/۶۴	۰/۰۰۱*				
	مکمل	۶۹/۴±۲/۲۷	۶۹/۸±۲/۰۹	۰/۱۰۴				
	کنترل	۶۸/۰±۱/۸۶	۶۸/۲±۱/۷۷	۰/۱۶۸				
بازو	تمرین-مکمل	۵۹/۴±۲/۰۵	۶۴/۱±۱/۶۶	۰/۰۰۱*	۰/۵۲۹	۰/۶۶۵	۲۳/۸	۰/۰۰۱
	تمرین-دارونما	۵۹/۵±۲/۲۷	۶۱/۱±۷/۷۶	۰/۰۰۱*				
	مکمل	۵۹/۶±۲/۵	۵۹/۹±۲/۴۲	۰/۰۸۱				
	کنترل	۶۰/۵±۲/۴۶	۶۰/۶±۲/۴۶	۰/۷۳۴				
ران	تمرین-مکمل	۱۲۵/۶±۳/۷۴	۱۳۱/۴±۳/۱۳	۰/۰۰۱*	۰/۵۲۸	۰/۶۶۶	۲۵/۶	۰/۰۰۱
	تمرین-دارونما	۱۲۷/۵±۳/۷۴	۱۳۱/۲±۲/۷۳	۰/۰۰۱*				
	مکمل	۱۲۷/۲±۴/۵۸	۱۲۷/۵±۴/۶۲	۰/۰۸۱				
	کنترل	۱۲۶/۹±۳/۳۴	۱۲۷/۱±۳/۳۴	۰/۹۴۱				

(P≤۰/۰۵)

بحث

پرداختن به تمرینات ورزشی مناسب و استفاده از مکمل‌های ورزشی سالم، عامل مهمی در کسب موفقیت‌های ورزشی به شمار می‌رود(۲۶). اما نتایج حاصل از تمرین به برنامهٔ تمرینی منتخب نیز بستگی دارد.

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27812.1471

هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی به همراه مکمل‌دهی کنسانتره پروتئین شیر (MPC) بر سطوح سرمی فولستاتین و میوستاتین و هیپرتروفی و قدرت عضلانی در بدنسازان مبتدی بود.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که تمرین مقاومتی و مکمل‌دهی کنسانتره پروتئین شیر بر سطوح فولستاتین و میوستاتین سرم بدنسازان مبتدی تاثیر معنی‌داری دارد. به طوری که تمرین مقاومتی با و بدون مکمل‌دهی کنسانتره پروتئین شیر باعث افزایش معنی‌دار فولستاتین و کاهش معنی‌دار سطوح میوستاتین گردید. در این راستا نتایج پژوهش متولی و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که تمرین مقاومتی سبب افزایش فولستاتین و همچنین نسبت فولستاتین به میوستاتین در کشتی گیران می‌شود(۲۷). براساس نتایج به نظر می‌رسد شدت و حجم تمرین دو عامل تأثیرگذار در رهایی مایوکاین‌های تنظیم‌کنندهٔ رشدی محسوب می‌شوند. تمرین مقاومتی با افزایش انقباض و کشش سبب ایجاد تعادل مثبت در فاکتورهای مایوژنیک از جمله فولستاتین می‌شود(۲۸). علاوه بر سازوکارهای ذکرشده، آلن و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که افزایش تستوسترون ناشی از تمرینات ورزشی به ویژه تمرین مقاومتی در افزایش مقادیر فولستاتین نقش دارد(۲۹). به نظر می‌رسد فولستاتین از مهم‌ترین عوامل تحریک‌کنندهٔ سلول‌های ماهواره‌ای است که در احیا و رشد بافت عضلانی بسیار حیاتی و مهم محسوب می‌شود(۳۰). بنابراین، افزایش این پروتئین با فعالیت ورزشی دور از انتظار نیست و در مطالعهٔ حاضر تمرین مقاومتی تغییرات معنی‌داری را در فولستاتین نشان دادند. مغایر با این نتایج در تحقیقات نیکول ای. جنسکی که بر روی زنان انجام شد، بیان شده است که انجام تمرینات ورزشی تاثیر چندانی بر روی فولستاتین عضلانی ندارد و علت نتایج این تحقیقات می‌تواند پروتکل تمرینی و به دلیل تفاوت در روش‌های مورد استفاده باشد. در بعضی از مطالعات قبلی که تمرین مقاومتی را مورد بررسی و مقایسه قرار داده‌اند، شدت تمرین(۳۱, ۳۲)، فواصل استراحتی(۳۲) و نوع حرکات تمرینی در هر جلسه (۳۱) بین گروه‌های تمرینی، متفاوت بوده است. همچنین بعضی از مطالعات توجهی به تجربه تمرین مقاومتی آزمودنی‌ها نداشتند(۳۳) گزارش‌های متعددی وجود دارد که افراد دارای تجربه تمرین مقاومتی نسبت به افراد تمرین نکرده به حجم بیشتر تمرین نیاز دارند (۳۳–۳۵). بنابراین، ضروری است که تجربه تمرینی افراد را به هنگام مقایسه اثرات تمرین مقاومتی مورد توجه قرار دهیم. وقتی که هدف بررسی اثرات حجم‌های مختلف تمرین مقاومتی می‌باشد، تمام متغیرهای دیگر از جمله شدت تمرین و فاصله استراحتی بین نوبت‌ها و حرکات باید در تمام گروه‌های تمرینی یکسان باشد و تنها تفاوت، اختلاف در حجم تمرین یا تعداد اجرای نوبت‌ها به ازای هر حرکت باشد(۳۶). البته اثرات هم افزایی مصرف پروتئین به همراه تمرینات مقاومتی سنتز پروتئین عضلانی را تقویت می‌کند. در تحقیقاتی که توسط وینسنت جی دالبو و همکاران(۲۰۱۱) بر روی مردان جوان و میانسال برای نشان دادن تاثیر سن و تمرینات مقاومتی بر ژن‌های میوستاتین و فولستاتین انجام گرفت، نشان داده شد که در مردان مسن تر بیان ژن‌های فولستاتین بیشتر از مردان جوان‌تر بوده است و مردان مسن‌تر پاسخ تمرینی مقاومتی مطلوب تری نسبت به مردان جوان‌تر نشان دادند.

میوستاتین فاکتور رشدی تغییر شکل یافته و تنظیم‌کنندهٔ منفی فرایند مایوژنز در عضلهٔ اسکلتی است(۳۷). که به طور خاص در عضلهٔ اسکلتی بیان می‌شود(۳۸). به نظر می‌رسد تغییرات کاهشی این پروتئین با تمرین مقاومتی را می‌توان به تأثیرات مثبت ژن‌های هایپرتروفی و نقش کنترلی آن‌ها نسبت به میوستاتین نسبت داد. فعال‌سازی میوستاتین به غیرفعال شدن مسیر هایپرتروفی و افزایش بیان آن به آتروفی عضلانی منجر می‌شود. همچنین میوستاتین تکثیر و تمایز میوبلاست‌ها و مسیر هایپرتروفی Akt/mTOR را مهار می‌کند که تنظیم‌کنندهٔ سنتز پروتئین عضلانی است (۳۹). به طوری که در حیواناتی که بیان ژن میوستاتین در عضلهٔ اسکلتی آن‌ها با روش‌های آزمایشگاهی متوقف شده بود، میزان حجم تودهٔ عضلانی، به دلیل هایپرتروفی و هایپرپلازیای شدید به طور معنی‌داری افزایش یافت. به نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی با توجه به درگیری بیشتر مسیرهای متابولیکی گلیکولیزی محیط هایپوکسی موجب کاهش سطوح سرمی میوستاتین می‌شود. بر اساس مطالعات، مهار ژن میوستاتین سبب افزایش ۱۰۰ تا ۲۰۰ درصدی در تودهٔ عضلانی با پروتکل تمرین مقاومتی می‌شود(۴۰). تغییرات کاهشی میوستاتین گروه تمرین مقاومتی پژوهش حاضر از لحاظ درمانی نیز مهم است، زیرا میوستاتین یکی از اهداف درمانی در بیماران دیابتی، سرطانی و... است. از سازوکارهای دیگری که تمرین مقاومتی در کاهش میوستاتین دخیل است، می‌توان به تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای در تارهای عضلانی اشاره کرد(۴۱).

از دیگر نتایج مطالعه حاضر افزایش معنی دار حجم عضلانی تحت تاثیر تمرینات مقاومتی با و بدون مکمل‌دهی کنسانتره پروتئین شیر در بدنسازان مبتدی بود. ولی مکمل‌دهی کنسانتره پروتئین شیر (MPC) به تنهایی تاثیر معنی‌داری بر حجم عضلانی در بدنسازان مبتدی ندارد. مطالعات نشان داده است که پروتکل‌های تمرین مقاومتی در افزایش غلظت هورمون‌های رشد و تستوسترون مؤثر است و استفاده از گروه‌های عضلانی بزرگ و حجم بالای تمرین می‌تواند افزایش بیشتری را در غلظت این هورمون‌ها ایجاد کند و احتمالاً همین امر باعث افزایش بیشتر حجم عضلانی به هنگام استفاده از پروتکل تمرین مقاومتی می‌باشد. در واقع، مطالعات قبلی اهمیت استفاده از تمرینات مقاومتی در ارتباط با دامنه ترشح هورمون رشد و تستوسترون در طی تمرین مقاومتی نشان داده‌اند(۳۱, ۴۲). به نظر می‌رسد در رابطه با تاثیر پروتئین شیر به همراه تمرینات بدنی بر افزایش حجم توده عضلانی بیان می‌شود که پروتئین مبتنی بر شیر پس از تمرین به عنوان عاملی موثر برای افزایش حجم عضله، از دست دادن چربی و به دست آوردن قدرت

Copyright ©The authors

می‌باشد. پروتئین کنسانتره شیر قابل دسترس بودن اسید آمینه بعد از غذا را افزایش می‌دهد و سنتز پروتئین عضله را بیشتر تحریک می‌کند. پروتئین وی حاوی غلظت بالایی از اسیدآمینه لوسین است که سنتز پروتئین عضله اسکلتی را تحریک می‌کند(۴۳). همانطور که سنتز پروتئین عضله پس از ورزش اوج می‌گیرد، فراهم کردن پروتئین کنسانتره شیر پس از ورزش به شکل مکمل که به سرعت هضم و جذب می‌شود و می‌تواند در بهینه‌سازی تجمع پروتئین عضله مهم باشد. در کل ترکیب تمرین مقاومتی با مکمل سازی پروتئین کنسانتره شیر، توده عضلانی را افزایش داد(۴۴). طیف گسترده‌ای از تحقیقات از مردان مسن، زنان قبل از یائسگی، ورزشکاران زن جوان و مقاومت مردان تمرین کرده بسیار قابل توجه است. نتایج همه دلالت بر یک نتیجه‌گیری و حمایت از پروتئین‌های لبنی برتر از دیگران است. با این حال، تحقیقات بیشتری لازم است که این منابع پروتئینی با کیفیت مورد بررسی قرار گیرند(۴۵).

بر اساس مطالعات هارونا و همکاران (۲۰۲۰) مصرف شیر و فراورده‌های مربوط به آن موجب کاهش در مایوستاتین بدن می‌شود، به این ترتیب که اسیدهای چرب شیر بر سطوح میوستاتین تاثیر گذاشته و موجب کاهش آن می‌شوند (۴۶). بر اساس نتایج مطالعات اخیر و مطالعه حاضر افزایش تودهٔ عضلانی ناشی از تمرین ورزشی ممکن است مربوط به تنظیمات مربوط به میوستاتین و فولستاتین باشد. میوستاتین تحت تاثیر پروتئین فولستاتین قرار گرفته و طی مراحلی مهار می‌گردد. یکی از مهم‌ترین وظیفه‌ی فولستاتین، مهارسازی اعمال پروتئین خانواده TGF-β مخصوصا میوستاتین است. میوستاتین در حضور فولستاتین توانایی متصل شدن به گیرنده خود را ندارد و با این وجود عملکرد پروتئین میوستاتین خنثی می‌شود (۳۸). وجود فولستاتین در بدن باعث مهار میوستاتین می‌شود و به مراتب و با تاثیر تمرینات مقاومتی باعث افزایش هیپرتروفی عضلانی می‌گردد (۴۷). نشان داده شده است که بیش بیانی فولستاتین سبب افزایش ۴ برابری تودهٔ عضلانی در نمونهٔ حیوانی می‌شود. طبق نتایج، تحقیق حاضر کنسانتره پروتئین شیر که بر حجم و هیپرتروفی عضلانی تاثیر مثبتی دارد می‌تواند در کنار تمرین مقاومتی بر این دو فاکتور، بخصوص فولستاتین نیز تاثیر مثبت گذاشته و باعث افزایش حجم عضلانی گردد. همچنین بر اساس نتایج تحقیقاتی که در کالج تغذیه آمریکا (۲۰۱۰) انجام شده است به نظر می‌رسد پروتئین شیر به طور عمده به دلیل محتوای لوسین همراه با آمینو اسیدهای زنجیره‌ای (BCAA) قابل جذب می‌شود. لوسین اسید آمینه اولیه در آرایش BCAA و مسئول تولید سنتز پروتئین عضلانی (رشد عضلانی) است (۴۵).

همچنین بر اساس نتایج تحقیق حاضر تمرین مقاومتی با مکمل‌دهی کنسانتره پروتئین شیر بر قدرت عضلانی در بدنسازان مبتدی تاثیر مثبت و معنی‌داری دارد ولی تمرین مقاومتی به تنهایی و مکمل‌دهی کنسانتره پروتئین شیر (MPC) تاثیر معنی‌داری بر قدرت عضلانی در بدنسازان مبتدی ندارد. در واقع قابلیت تولید نیروی بیشینه هم به سیستم عصبی و هم به سیستم عضلانی نسبت داده می‌شود. سازگاری‌های ایجاد شده در نتیجه تمرین مقاومتی که به افزایش قدرت بیشینه منجر میشود، شامل سازگاری‌های عصبی مانند افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، به کارگیری واحدهای حرکتی در عضلات موافق، تحریک واحدهای حرکتی با تواتر بیشتر، مهار خود به خودی و افزایش مهارت و هماهنگی عصبی–عضلانی در انجام حرکات، و سازگاری‌های عضلانی مانند افزایش سطح مقطع عرضی عضله و تغییر در ساختار عضله و همچنین سازگاری‌های متابولیکی می‌باشد (۴۸). در مراحل اولیه (۶–۸ هفته اول) تمرین مقاومتی، سازگاری‌های عصبی مکانیسم غالب برای افزایش قدرت می‌باشد؛ اما در مراحل بعدی (۲۶–۱۲ هفته)، کسب قدرت به افزایش تدریجی در اندازه میوفیبریل‌ها (هایپرتروفی) نسبت داده می‌شود(۴۸, ۴۹). در واقع بعضی از محقّقین معتقدند که با توجه به اینکه افزایش اولیه در قدرت بیشینه به سازگاری‌های عصبی مربوط می‌باشد، اجرای یک نوبت تمرین مقاومتی نیز می‌تواند سازگاری‌های لازم را ایجاد کند و حجم تمرین تأثیری در این مورد ندارد. چنین می‌توان گفت که یکی از محدودیت‌های مطالعهٔ حاضر عدم استفاده از بدنسازان حرفه ای می‌باشد و پیشنهاد می‌شود که مطالعه مشابهی در مورد بدنسازان حرفه‌ای مرد انجام شود و نتایج آن با نتیجه این تحقیق مقایسه شود. هیومبرگ و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش خود که بر روی مردان و زنان تمرین نکرده انجام دادند، نشان دادند که بعد از دو دوره ۹ هفته‌ای در حرکات پایین‌تنه تفاوت معنی‌داری در افزایش قدرت بین دو گروه تمرینی وجود ندارد؛ اما در حرکات بالاتنه، تمرینات مقاومتی قدرت بیشتری را ایجاد می‌کند (۵۰). برنامهٔ تمرینی مورد استفاده در پژوهش هیومبرگ و همکاران شامل دو حرکت بالاتنه و یک حرکت پایین‌تنه بود و شدت تمرین نیز بین ۸–۱۲ تکرار بیشینه متغیر بود.

اریک ویلیامسون در مطالعه‌ای با موضوع اثر مکمل‌دهی پروتئین آب پنیر بر متابولیسم پروتئین بدن و بازیابی عملکرد بعد از ورزش مقاومتی، بیان نمودند که پروتئین آب پنیر می‌تواند آنابولیسم کل بدن را در طول شب و ۲۴ ساعت افزایش دهد و در صورت تداوم مزمن، ممکن است سیگنال دهی آنابولیک و افزایش توده بدون چربی ناشی از تمرین را افزایش دهد و همچنین مکمل پروتئین آب پنیر میزان بازیابی عملکرد حاد را در مردان جوان تمرین کرده افزایش می‌دهد. به طور خاص، اثرات مفید متوسط مکمل پروتئین برای افزایش حداکثر قدرت،

Copyright ©The authors

بی‌هوازی و عملکرد عصبی عضلانی در ۱۰ ساعت و حداکثر قدرت، قدرت بی‌هوازی در ۲۴ ساعت ریکاوری وجود داشت(۵۱).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج پژوهش حاضر، انجام می‌توان نتیجه گرفت که اگر هدف تمرین در افراد تمرین نکرده، کسب قدرت و حجم عضلانی است، استفاده از تمرین مقاومتی با و بدون مکمل‌دهی پروتئین شیر طی ۸ هفتهٔ اول تمرین پیشنهاد می‌شود. با این حال، بر اساس اصل اضافه بار و پیشرفت، این احتمال وجود دارد که بعد از دوره اول سازگاری در عضلات، اجرای حجم بیشتر تمرین نتایج بهتری را ایجاد کند.

تعارض منافع

در این مقاله هیچگونه تعارض منافعی بین نویسندگان وجود ندارد.

قدردانی و تشکر

از تمامی کسانی که در این طرح شرکت داشتند و ما را در انجام این طرح یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

Refrence

1. Waldron, J., et al., *C*oncurrent creatine monohydrate supplementation and resistance training does not affect markers of hepatic function in trained weightlifters. Journal of Exercise Physiology Online, 2002. **5**(1).
2. Nasiri Hooshmand M, Hosseini Kakhk SA. Comparison of the effects of three training programs of stretch-resistance, elastic-resistance and plyometric-resistance on muscle function and body composition in male bodybuilders. Journal of Applied Exercise Physiology. 2019 Jan 21;14(28):71-88. [In Persian].
3. Schiaffino, S., et al., *Mechanisms regulating skeletal muscle growth and atrophy.* The FEBS journal, 2013. **280**(17): p. 4294-4314.
4. McCroskery, S., et al., *Myostatin negatively regulates satellite cell activation and self-renewal.* Journal of Cell Biology, 2003. **162**(6): p. 1135-1147.
5. Lee, S.-J., *Quadrupling muscle mass in mice by targeting TGF-ß signaling pathways.* PloS one, 2007. **2**(8): p. e789.
6. Hansen, J., et al., *Exercise induces a marked increase in plasma follistatin: evidence that follistatin is a contraction-induced hepatokine.* Endocrinology, 2011. **152**(1): p. 164-171.
7. Estes, R.R., et al., *The effect of high intensity interval run training on cross-sectional area of the vastus lateralis in untrained college students.* International journal of exercise science, 2017. **10**(1): p. 137.
8. Farzanegi P, Zamani M, Khalili A, Dehghani H, Fotohi R, Ghanbarpour MR, Hosseini SA, Peeri M, Rahmati-Ahmadabad S, Azarbayjani MA. Effects of upper-and lower-extremity resistance training on serum vascular endothelial growth factor, myostatin, endostatin and follistatin levels in sedentary male students. Science & Sports. 2021 Apr 1;36(2):139-e1.
9. Faezi, G., et al., *The effect of 4 weeks high-intensity interval training (HIIT) on the content of downstream and upstream mTORC1 pathways gastrocnemius muscle of type 2 diabetic rats.* Medical Science Journal of Islamic Azad Univesity-Tehran Medical Branch, 2020. **30**(2): p. 120-127. [In Persian]
10. Nabuco, H.C., et al., *Effects of pre-or post-exercise whey protein supplementation on oxidative stress and antioxidant enzymes in older women.* Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2019. **29**(8): p. 1101-1108.
11. DeNysschen, C.A., et al., *Resistance training with soy vs whey protein supplements in hyperlipidemic males.* Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2009. **6**(1): p. 1-9.
12. Delecluse, C., R. Diels, and M. Goris, *Effect of creatine supplementation on intermittent sprint running performance in highly trained athletes.* Journal of strength and conditioning research, 2003. **17**(3): p. 446-454.
13. Aimutis, W.R., *Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis.* The Journal of nutrition, 2004. **134**(4): p. 989S-995S.
14. Calvello, R., et al., *Bovine and soybean milk bioactive compounds: Effects on inflammatory response of human intestinal Caco-2 cells.* Food Chemistry, 2016. **210**: p. 276-285.
15. Gad, A.S., et al., *Antioxidant activity and hepatoprotective effects of whey protein and Spirulina in rats.* Nutrition, 2011. **27**(5): p. 582-589.
16. Traverso, N., et al., *Oxidative stress in the animal model: the possible protective role of milk serum protein.* Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism, 2010. **3**(2): p. 173-178.
17. Ha, E. and M.B. Zemel, *Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms*

Copyright ©The authors

wrestlers. International journal of sports physiology and performance, 2015. **10**(2): p. 139-146. [In Persian].
28. Motevalli MS, Dalbo VJ, Attarzadeh RS, Rashidlamir A, Tucker PS, Scanlan AT. The effect of rate of weight reduction on serum myostatin and follistatin concentrations in competitive wrestlers. International journal of sports physiology and performance. 2015 Mar 1;10(2):139-46. [In Persian].
29. Allen, D.L., D.S. Hittel, and A.C. McPherron, *Expression and function of myostatin in obesity, diabetes, and exercise adaptation.* Medicine and science in sports and exercise, 2011. **43**(10): p. 1828.
30. Schoenfeld, B.J., *The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training.* The Journal of Strength & Conditioning Research, 2010. **24**(10): p. 2857-2872.
31. Marx, J.O., et al., *Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women.* Medicine & Science in Sports & Exercise, 2001. **33**(4): p. 635-643.
32. Sanborn, K., et al., *Short-term performance effects of weight training with multiple sets not to failure vs. a single set to failure in women.* The Journal of Strength & Conditioning Research, 2000. **14**(3): p. 328-331.
33. Wolfe, B.L., L.M. Lemura, and P.J. Cole, *Quantitative analysis of single-vs. multiple-set programs in resistance training.* The Journal of Strength & Conditioning Research, 2004. **18**(1): p. 35-47.
34. Otto, R.M. and R.N. Carpinelli, *A CRITICAL ANALYSIS OF THE SINGLE VERSUS MULTIPLE SET DEBATE.* Journal of Exercise Physiology Online, 2006. **9**(1).
35. Paulsen, G., D. Myklestad, and T. Raastad, *The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training.* The Journal of Strength & Conditioning Research, 2003. **17**(1): p. 115-120.
36. Englund, D.A., et al., *Nutritional supplementation with physical activity improves muscle composition in mobility-limited older adults, the VIVE2 study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial.* The Journals of Gerontology: Series A, 2018. **73**(1): p. 95-101.
37. Ríos, R., et al., *Myostatin is an inhibitor of myogenic differentiation.* American *underlying health benefits for active people.* The Journal of nutritional biochemistry, 2003. **14**(5): p. 251-258.
18. Seyedi, A. and S.R. Attarzadeh Hosseini, *Effects of one session of progressive training after whey protein consumption on the mfo, fatmax, and insulin resistance in overweight women.* The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility, 2018. **21**(1): p. 60-69.
19. Keri Marshall, N., *Therapeutic applications of whey protein.* Alternative medicine review, 2004. **9**(2): p. 136-156.
20. Haff, G.G. and C. Dumke, *Laboratory manual for exercise physiology*. 2021: Human Kinetics.
21. Jensky, N.E., et al., *Exercise does not influence myostatin and follistatin mRNA expression in young women.* Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association, 2010. **24**(2): p. 522.
22. Figueroa, A., et al., *Influence of L-citrulline and watermelon supplementation on vascular function and exercise performance.* Current opinion in clinical nutrition and metabolic care, 2017. **20**(1): p. 92-98.
23. Ahmadi Kani Golzar F, Sheikholeslami Vatani D, Kashkooli V, Moradi H, Farhangian M. The effects of whey protein isolate supplement and strength training on weight loss, body composition, strength and muscle hypertrophy in overweight young men. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2012;7(2):37-46.
24. Diel, P., et al., *Analysis of the effects of androgens and training on myostatin propeptide and follistatin concentrations in blood and skeletal muscle using highly sensitive immuno PCR.* Molecular and cellular endocrinology, 2010. **330**(1-2): p. 1-9.
25. Sâmpelean, D., et al., *The prognosis of glycoregulation disturbances and insulin secretion in alcoholic and C virus liver cirrhosis.* Romanian journal of internal medicine= Revue roumaine de medecine interne, 2009. **47**(4): p. 387-392.
26. Aghda, A.K., et al., *Evaluation of military optimal performance challenge (mopc) test in military students at a training center, Tehran, Iran.* Journal of Military Medicine, 2018. **20**(2): p. 181-188.
27. Motevalli, M.S., et al., *The effect of rate of weight reduction on serum myostatin and follistatin concentrations in competitive*

Copyright ©The authors

for healthy adults. Medicine and science in sports and exercise, 2002. **34**(2): p. 364-380.
50. Humburg, H., et al., *1-set vs. 3-set resistance training: a crossover study.* Journal of Strength and Conditioning Research, 2007. **21**(2): p. 578.
51. Williams, M., *Dietary supplements and sports performance: herbals.* Journal of the international society of sports nutrition, 2006. **3**(1): p. 1-6.

Journal of Physiology-Cell Physiology, 2002. **282**(5): p. C993-C999.
38. Attarzadeh Hosseini, S.R., N. Moeinnia, and M. Motahari Rad, *The effect of two intensities resistance training on muscle growth regulatory myokines in sedentary young women.* Obesity Medicine, 2017. **5**. [In Persian].
39. Latres, E., et al., *Myostatin blockade with a fully human monoclonal antibody induces muscle hypertrophy and reverses muscle atrophy in young and aged mice.* Skeletal Muscle, 2015. **5**(1): p. 1-13.
40. Lee, S.-J. and A.C. McPherron, *Regulation of myostatin activity and muscle growth.* Proceedings of the National Academy of Sciences, 2001. **98**(16): p. 9306-9311.
41. Amthor, H., et al., *Muscle hypertrophy driven by myostatin blockade does not require stem/precursor-cell activity.* Proceedings of the National Academy of Sciences, 2009. **106**(18): p. 7479-7484.
42. BORST, S.E., et al., *Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins.* Medicine & Science in Sports & Exercise, 2001. **33**(4): p. 648-653.
43. Bohannon, R.W., *Considerations and practical options for measuring muscle strength: a narrative review.* BioMed Research International, 2019. **2019**.
44. Yang, N.-P., et al., *Relationship between muscle strength and fall episodes among the elderly: the Yilan study, Taiwan.* BMC geriatrics, 2018. **18**(1): p. 1-7.
45. Gad, A.S., *Use of skim milk after resistance training in young men, novices, male weightlifters.* American Journal of Nutrition College, 2010. **1**(1): p. 45-63.
46. Haruna, I.L., et al., *Associations between the bovine Myostatin gene and milk fatty acid composition in New Zealand Holstein-Friesian× Jersey-cross cows.* Animals, 2020. **10**(9): p. 1447.
47. Bagheri L, Faramarzi M, Bani Talebi E, Azimiyan A. The effect of sequence order of combined training (strength and endurance) on Myostatin, Follistatin and Follistatin/Myostatin ratio in older women. Sport Physiology. 2015 Aug 23;7(26):143-64.
48. Ahtiainen JP. Physiological and molecular adaptations to strength training. InConcurrent Aerobic and Strength Training 2019 (pp. 51-73). Springer, Cham.
49. Kraemer, W.J., et al., *American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training*

Copyright ©The authors