

# The Effect of Sequence of Concurrent Exercises on Physical Fitness, Fatigue Index and Spike Performance of Female Volleyball Players

Z. Zariyeh<sup>1</sup>, Sh. Masoumi<sup>2</sup>, H. Arazi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> M.S in Sport Physiology, Department of physical education. Faculty of Humanities. Anzali Islamic Azad University. Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor. Department of physical education. Faculty of Humanities. Islamic Azad University of Rasht. Iran

<sup>3</sup> Professor. Department of Physiology, Faculty of Physical Education, Gilan University. Iran

Received: 14 July 2023; Accepted: 07 November 2023

---

## Abstract

**Purpose:** Recently, the effect of concurrent endurance - strength exercises on different physical indicators as well as on the performance in different types of sport has been the interest of the researchers. A new perspective of concurrent exercise is the "sequence" of this type of exercise. So, the purpose of present research was to study the effect of "sequence" of concurrent exercise on some factors of physical fitness, fatigue index and performance of spike skills of female volleyball players.

**Material and Methods:** 36 female volleyball players (mean age  $27.63 \pm 1.53$  years, body mass index  $20.07 \pm 1.73$  mm/kg/m<sup>2</sup>) were divided into 3 groups (N=12) including endurance-strength group, strength- endurance group and control group. Dependent T-test ( $P < 0.05$ ) and ANOVA test were used to measure the effect of sequence of strength and endurance exercises performing 3 times per week for 8 weeks by experimental groups. The evaluated variables were: fatigue index by RAST test, agility by Illinois test, muscular endurance by sit and reach test, aerobic power by 20-meter shuttle run test, hand muscle strength by hand grip dynamometer and spike skill.

**Results:** Compared to the control group, aerobic power, muscular endurance, muscular strength, agility, fatigue index, and spike skill in both experimental groups significantly improved after 8 weeks training ( $p < 0.001$ ). There was no significant difference between the two experimental groups ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** So, there is no priority in the sequence of concurrent exercises in order to more impressed evaluated variables in female volleyball players.

**Key words:** sequence of concurrent exercises, physical fitness, fatigue index, spike

## تأثیر ترتیب اجرای تمرینات موازی بر برخی عوامل آمادگی جسمانی، شاخص خستگی و اجرای مهارت اسپک در دختران والیبالیست

زهرا زریه<sup>۱</sup>، شهرزاد معصومی<sup>۲\*</sup>، حمید اراضی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی انزلی، ایران

<sup>۲</sup> استادیار بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی رشت، ایران

<sup>۳</sup> استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه گیلان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۶

### چکیده

**هدف:** در سال‌های اخیر میزان اثرگذاری تمرینات همزمان استقامتی و مقاومتی تحت عنوان "تمرینات موازی استقامتی - قدرتی" بر شاخص‌های زیست حرکتی، فیزیولوژیک و همچنین اجرای مهارت‌های ورزشی مورد توجه پژوهشگران است. یک چشم‌انداز جدید از تمرینات موازی "ترتیب" انجام تمرینات است که تحقیق حاضر به آن پرداخته است.

**ابزار و روش اجرا:** ۳۶ زن والیبالیست (میانگین سن  $1/53 \pm 27/63$  سال، شاخص توده بدن  $20/07 \pm 1/73$  کیلوگرم بر متر مربع) در ۳ گروه ۱۲ نفری شامل گروه قدرتی- استقامتی، گروه استقامتی - قدرتی و گروه کنترل مورد مطالعه قرار گرفتند. گروه‌های تجربی، برنامه‌های تمرینی خود را ۳ جلسه در هفته اجرا نمودند. قبل و بعد از ۸ هفته تمرین، شاخص خستگی با استفاده از آزمون رست، چابکی با کمک آزمون الی نوپز، استقامت عضلانی با کمک آزمون دراز و نشست، توان هوازی با استفاده از آزمون شاتل ران ۲۰ متر و قدرت عضلات پنجه با کمک دینامومتر و مهارت اسپک مورد ارزیابی قرار گرفت. برای مقایسه نتایج از آزمون آماری t همبسته، آزمون ANOVA و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری  $P < 0/05$  استفاده شد.

**یافته‌ها:** یافته‌های تحقیق نشان داد شاخص‌های توان هوازی، استقامت عضلانی، قدرت پنجه دست، چابکی، شاخص خستگی و مهارت اسپک پرشی در گروه‌های تجربی بعد از ۸ هفته تمرین تغییرات معنی‌داری داشته است ( $p < 0/001$ ) درحالی‌که تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تجربی مشاهده نشد ( $P < 0/05$ ). بنابراین ترتیب اجرای تمرینات موازی در والیبالیست‌ها فاکتور تأثیرگذاری بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده نیست هرچند که تمامی متغیرها بهبودی معنی‌داری داشتند.

**واژه‌های کلیدی:** ترتیب تمرینات موازی، عوامل آمادگی جسمانی، شاخص خستگی، مهارت اسپک

## مقدمه

سازگاری‌های حاصل از تمرین به نوع برنامه تمرینی منتخب بستگی دارد، یعنی بیشترین اثر بر قدرت از برنامه تمرینی قدرتی و بیشترین اثر بر بهبود عملکرد دستگاه قلبی عروقی از برنامه تمرین استقامتی ایجاد می‌شود. بنابراین هرکدام از برنامه‌های تمرین استقامتی یا قدرتی باعث سازگاری‌های ویژه می‌شود. اما مشاهده نتایج متضاد ناشی از تمرینات استقامتی و مقاومتی تردیدهایی را برای برخی از افراد به ویژه ورزشکاران استقامتی و مقاومتی در بکارگیری روش‌های متفاوت به خاطر ترس از به خطر افتادن سازگاری‌های تمرینی مطلوب به وجود آورده است (فلک و کرامر ۲۰۱۴). در سال‌های اخیر میزان اثرگذاری تمرینات همزمان استقامتی و مقاومتی تحت عنوان "تمرینات موازی استقامتی - قدرتی" بر شاخص‌های زیست حرکتی، فیزیولوژیک و همچنین اجرای مهارت‌های ورزشی مورد توجه پژوهشگران است (شاوندی و همکاران ۲۰۰۷). استانزل و همکارانش<sup>۱</sup> (۲۰۱۷) تأثیر تمرینات قدرتی با مقادیر مختلف را در کنار تمرینات هوازی بر روی ترکیب بدن، توان اندام تحتانی، اکونومی دویدن و حداکثر اجرای استقامتی دوندگان استقامتی بررسی کردند. بدین ترتیب که گروه اول ۳ ساعت در هفته فقط تمرین دویدن استقامتی را انجام دادند. گروه دوم ۲/۵ ساعت در هفته تمرین دویدن همراه با ۳۰ دقیقه تمرینات قدرتی و گروه سوم ۲ ساعت در هفته تمرین دویدن و دو ست تمرین قدرتی ۳۰ دقیقه‌ای انجام دادند. نتایج تحقیق نشان داد که گروه دوم و سوم که تمرینات موازی انجام دادند توانستند حداکثر اجرای استقامتی (دویدن) را به طور معنی‌داری بهبود بخشند. این در حالی است که بین دو گروهی که تمرینات موازی انجام دادند از این نظر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. از این تحقیق می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که اضافه کردن تمرینات قدرتی به تمرینات استقامتی به طور معنی‌داری مفید خواهد بود ولی افزایش میزان تمرینات قدرتی مزیت بیشتری را بدنبال نخواهد داشت. اگر بپذیریم که این الگوی تمرینی برای رشته‌های ورزشی استقامتی پاسخگو خواهد بود پس باید بدنبال الگوی مناسب برای سایر رشته‌های ورزشی باشیم. خزهل و همکارانش<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) تأثیر تمرینات ترکیبی قدرتی - استقامتی بر روی حداکثر اکسیژن مصرفی، شاخص‌های آمادگی بدنی و اجرای مهارت اسپک در زنان والیبالیست را بررسی کردند. نتایج بررسی نشان داد که میزان حداکثر اکسیژن مصرفی، قدرت، توان و مهارت اسپک در گروه تجربی نسبت به پیش‌آزمون و گروه شاهد تغییر معنی‌داری داشته است. به عبارتی هشت هفته تمرین ترکیبی توانست فاکتورهای مورد نیاز بازیکنان والیبالیست را بهبود بخشد. از آنجا که والیبالیست یک رشته تیمی چند وجهی است دامنه وسیعی از فاکتورهای جسمانی را طلب می‌کند. از دیدگاه فیزیولوژیکی والیبالیست ورزشی است که به توان بالایی نیازمند است و از ورزش‌های بی‌هوازی به شمار می‌رود (شاوندی ۲۰۰۷). با توجه به نقش و اهمیت مهارت‌های قدرتی و توان در والیبالیست، این متغیرها را اساسی‌ترین بخش آمادگی جسمانی ورزشکاران رشته والیبالیست دانسته‌اند. قدرت عضلانی، توان انفجاری، چابکی و در کنار آنها استقامت قلبی - عروقی از جمله فاکتورهایی است که هر والیبالیستی باید بر روی توسعه آنها تمرکز کند. نحوه توسعه این فاکتورها، چالش بزرگ مربیان، بویژه در فصل پیش از مسابقات است. تحقیقی در سال ۱۳۹۱ اثر یک دوره تمرین موازی بر عملکرد قدرتی و بی‌هوازی بسکتبالیست‌های نوجوان را بررسی کرد. ۲۸ بسکتبالیست نوجوان انتخاب و به صورت تصادفی در ۴ گروه ۷ نفره استقامتی، مقاومتی، موازی و کنترل قرار گرفتند. یافته‌های تحقیق نشان داد پس از ۶ هفته تمرین در مقایسه بین گروهی تفاوت معنی‌داری در سرعت، پرش عمودی، قدرت بالاتنه و پایین‌تنه افراد در گروه‌های استقامتی، مقاومتی و موازی مشاهده شد. در حالیکه در استقامت بی‌هوازی و چابکی تفاوت معناداری دیده نشد. در مقایسه درون‌گروهی، در گروه استقامتی هیچ یک از متغیرها تغییر معناداری نسبت به پیش‌آزمون نداشتند در حالیکه در گروه مقاومتی افزایش معناداری در قدرت بالاتنه و پایین‌تنه بوجود آمد. در گروه تمرینات موازی نیز افزایش معناداری در سرعت، پرش عمودی و قدرت بالاتنه و پایین‌تنه مشاهده شد (الوندیان و همکاران ۲۰۱۳). دور از ذهن نیست که تمرینات استقامتی نمی‌تواند تغییر معنی‌داری در

<sup>1</sup> - Štohanzl et al.

<sup>2</sup> - Kahazh et al.

سرعت، قدرت، توان و چابکی ورزشکاران بوجود آورد و یا تمرینات قدرتی تغییر معنی داری در قدرت اندام فوقانی و تحتانی را باعث شود ولی جالب است که ترکیب این دو نوع تمرین توانسته علاوه بر بهبود در قدرت، به بهبود در توان و سرعت هم بیانجامد. تأثیر تمرینات موازی علاوه بر "مدت" اجرای هر بخش ممکن است تحت تأثیر "شدت" هم باشد. فایفه جی و همکارانش<sup>۱</sup> (۲۰۱۶) تأثیر تمرینات موازی که شدت بخش تمرینات استقامتی در آن متفاوت بود را بر قدرت حداکثر اندام تحتانی ۲۳ مرد بررسی کردند. آزمودنی ها که بطور تفریحی فعالیت بدنی داشتند در ۳ گروه قرار گرفتند. گروه اول تمرینات موازی استقامتی - قدرتی را انجام دادند. تمرینات استقامتی در این گروه از شدت بالایی برخوردار بود. گروه دوم نیز تمرینات موازی استقامتی - قدرتی انجام دادند با این تفاوت که شدت تمرینات استقامتی در این گروه متوسط بود. گروه سوم تنها تمرینات قدرتی انجام دادند. ظرفیت هوازی، قدرت، توان اندام تحتانی و ترکیب بدن به عنوان متغیرهای تحقیق، قبل و بعد از ۸ هفته بررسی شدند. نتایج نشان داد که تمرینات موازی با هر شدتی از تمرین استقامتی نمی تواند به اندازه تمرینات قدرتی به تنهایی بر توسعه قدرت اندام تحتانی و توان اندام تحتانی تأثیرگذار باشد. دامنه تحقیقات در مورد تمرینات موازی به ورزشکاران محدود نشده و به سمت سایر افراد هم کشیده شده است. گارسیا- پی نی لوس و همکارانش<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) تأثیر ۱۲ هفته تمرینات موازی قدرتی - استقامتی را بر ترکیب بدن، قدرت عضلانی اندام فوقانی، قدرت عضلانی اندام تحتانی و تعادل در افراد سالم غیر ورزشکار بررسی کردند. در این تحقیق ۹۰ فرد سالم بزرگسال در قالب ۲ گروه کنترل و تجربی قرار گرفته و تمرین کردند. نتایج نشان داد که در گروه تجربی بهبودی معنی داری در متغیرها حاصل شده ولی در گروه کنترل هیچ تغییر معنی داری مشاهده نشده است. لانس و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) به بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی - هوازی متوسط بر مقاومت انسولینی، قدرت و استقامت عضلانی افراد مسن پرداخته و گزارش کردند که تمرینات ترکیبی مقاومتی - هوازی بهترین استراتژی برای بهبود شاخص مقاومت به انسولین و شاخص های آمادگی جسمانی در افراد با چاقی شکمی می باشد.

اثر گذاری تمرینات موازی با کمک "پدیده تداخل" توضیح داده می شود. نویسندگان فرضیه های متفاوتی را برای توضیح پدیده تداخل بیان کرده اند؛ فرضیه هایی مثل یک ناتوانی در سازگاری به عنوان نتیجه تمرینات متضاد از نظر شدت، یک ناسازگاری هورمونی یا ناسازگاری در سیگنال های مولکولی، توالی یا دستور تمرین، زمان بازیافت بین تمرینات و تکرار تمرینات هوازی (گنورگی وایت ۲۰۱۳). یکی از سازگاری های مهم فیزیولوژیک پس از فعالیت بدنی، سازگاری هورمونی است. پاسخ هورمونی به فعالیت بدنی تابع شدت، مدت، نوع برنامه تمرینی و سطح آمادگی جسمانی آزمودنی ها است (پاورز و هاولی ۲۰۱۵). اصل اختصاصی بودن تمرین، مؤید تأثیر بر تارهای عضلانی فعال و درگیر است. تارهای عضلانی به طور ویژه و اختصاصی با نوع فعالیت سازگار می شوند. سازگاری های میتوکندریایی و عروقی در پاسخ به تمرین استقامتی یا سازگاری پروتئین های انقباضی در پاسخ به تمرین مقاومتی گزارش شده است (رابرگز و کتیان ۲۰۱۴). تمرین قدرتی موجب افزایش غلظت تستوسترون و کورتیزول و تمرین استقامتی موجب کاهش غلظت تستوسترون و افزایش غلظت کورتیزول می شود. نسبت تستوسترون به کورتیزول به عنوان یک شاخص مناسب برای نشان دادن روند آنابولیک و کاتابولیک مطرح است (موران و مک گیل ۲۰۱۰) تمرینات موازی، تعادل آنابولیک و کاتابولیک هورمون ها را تغییر می دهد و احتمالاً از افزایش هیپرتروفی عضلانی حاصل از تمرین قدرتی می کاهد. تمرینات موازی می توانند در نسبت تستوسترون و کورتیزول تغییر ایجاد کرده و فرد را به سمت روند آنابولیک پیش برند. بخش استقامتی تمرینات موازی می تواند برتری سیستم کاتابولیک را موجب شود که این امر می تواند توسعه قدرت عضلانی را محدود سازد. تمرینات موازی می توانند در مراحل پایانی تمرین سطح کورتیزول را افزایش دهند (رابرگز و کتیان ۲۰۱۴). زمان استراحت نیز در طول تمرینات موازی از اهمیت بالایی برخوردار است چرا که میزان ضربان قلب،

<sup>1</sup> - Fyfe JJ et al.

<sup>2</sup> - García-Pinillos et al.

<sup>3</sup> - Lance et al.

فشار خون و میزان فشار تولیدی به طور متناوب افزایش و کاهش می‌یابد و حتی در سطح بالایی ثابت می‌ماند. کاهش زمان استراحت در طول تمرینات موازی می‌تواند فشار مضاعفی بر افراد وارد کرده و به عنوان عاملی در تغییر میزان بار اثرگذر شود (بومپا ۲۰۱۴).

یک چشم انداز جدید از تمرینات موازی "ترتیب" انجام تمرینات استقامتی - قدرتی است. به این نحو که آیا ابتدا باید تمرین مقاومتی و سپس استقامتی انجام شود یا ابتدا تمرین استقامتی و به دنبال آن تمرین مقاومتی. نتایج پژوهشی نشان داده است که ترتیب اجرای تمرینات قدرتی - استقامتی تأثیری بر نتایج تمرین ندارد (جعفری و همکاران ۲۰۱۳). اما برخی دیگر از تحقیقات بیان کرده‌اند که اتخاذ هر ترتیبی در اجرای تمرینات، مزایای ویژه ای دارد (شاوندی و همکاران ۲۰۰۷). مورلاسیس و همکارانش<sup>۱</sup> (۲۰۱۷) اثر ترتیب تمرینات موازی قدرتی - استقامتی بر برخی شاخص های فیزیولوژیک و پارامترهای اجرایی مثل قدرت اندام تحتانی و آمادگی هوازی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که قدرت اندام تحتانی در گروهی که اول تمرینات قدرتی انجام داده بودند و سپس تمرینات استقامتی به طور معنی داری بالاتر از قدرت اندام تحتانی در گروهی بود که اول تمرینات استقامتی را انجام داده بودند. اما در مورد آمادگی هوازی، هیچ تفاوتی ناشی از ترتیب اجرای تمرینات استقامتی و قدرتی گزارش نشد. هوواتسون جی جونز و همکارانش<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) نیز اثر ترتیب اجرای تمرینات موازی و تمرینات قدرتی بر اندوکراین و لاکتات خون را به عنوان یک شاخص خستگی بررسی کردند. در این تحقیق ۳۰ مرد که تمرینات قدرتی انجام می‌دادند در قالب ۴ گروه شرکت کردند. گروه اول فقط تمرینات قدرتی، گروه دوم اول تمرینات قدرتی سپس تمرینات استقامتی، گروه سوم اول تمرینات استقامتی سپس تمرینات قدرتی و گروه چهارم گروه کنترل بودند که تمرینی انجام ندادند. نتایج نشان داد که سطح اسید لاکتیک خون که به عنوان شاخص خستگی بررسی می‌شود در گروهی که تمرینات قدرتی انجام دادند و در گروهی که اول تمرینات استقامتی و سپس تمرینات قدرتی را انجام دادند بیشتر از گروهی بود که اول تمرینات قدرتی و سپس استقامتی را اجرا کردند. طبق نتایج این تحقیق، اجرای تمرینات استقامتی قبل از تمرینات قدرتی، اثر منفی بر اجرای تمرینات قدرتی می‌گذارد. در سال ۱۳۹۰ تحقیقی با هدف بررسی اثر نوع و ترتیب تمرین موازی بر روی برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی شامل توان هوازی، توان بی‌هوازی، چابکی، استقامت و ترکیب بدنی دانشجویان دختر انجام شد. آزمودنی‌ها در چهار گروه ۱۰ نفری استقامتی، قدرتی، موازی استقامتی - قدرتی و موازی قدرتی - استقامتی بصورت تصادفی قرار گرفتند. یافته‌های پژوهش بیانگر آن بود که بعد از ۸ هفته تمرین استقامتی، قدرتی، موازی(استقامتی-قدرتی) و موازی(قدرتی-استقامتی) تفاوت معنی‌داری در توان هوازی بیشینه، توان بی‌هوازی، چابکی و ترکیب بدنی دیده نشد. استقامت بین گروه‌های قدرتی و استقامتی تفاوت معناداری داشت ولی در بین گروه‌های دیگر اختلاف معنی‌داری گزارش نشد (ناظمی و همکاران ۲۰۱۲).

از آنجا که اصول متعددی را باید در طراحی برنامه‌های تمرینی در نظر گرفت، جمع‌بندی و صدور یک تئوری درباره نوع خاصی از تمرینات یعنی تمرینات موازی هنوز نیازمند مطالعه بیشتری است. پژوهش حاضر با هدف مطالعه تأثیر ترتیب اجرای تمرینات موازی بر برخی عوامل آمادگی جسمانی، شاخص خستگی و اجرای مهارت اسپک در دختران والیبالیست در پی آن است گامی هرچند کوچک در جهت رسیدن به صدور تئوری نهایی درباره تمرینات موازی بردارد.

## روش شناسی

از میان زنان والیبالیست شهر رشت با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال، تعداد ۳۶ نفر نمونه در دسترس بر اساس ملاک‌های تحقیق انتخاب شدند. ملاک‌ها عبارت بودند از: ۱- عدم سابقه بیماری زمینه‌ای، ۲- عدم سابقه عمل جراحی بر روی ساختار اسلکتی عضلانی، ۳- دارا بودن حداقل ۲ سال سابقه فعالیت و تمرین مداوم در رشته ورزشی والیبالیست. بر اساس رکوردهای بدست آمده

<sup>1</sup> - Murlasits et al.

<sup>2</sup> - Howatson G Jones et al.

در مرحله پیش آزمون، آزمودنی‌ها به سه گروه ۱۲ نفری شامل گروه تجربی قدرتی - استقامتی، گروه تجربی استقامتی - قدرتی و گروه کنترل تقسیم شدند.

جدول شماره ۱ - ویژگی‌های آزمودنی‌های پژوهش

متغیرها				گروه‌های تحقیق
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	وزن(کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	سن (سال)	
۲۰/۷۸±۱/۷۸	۶۴/۵۷±۲/۹۳	۱۷۰/۶۵±۴/۸۶	۲۸/۱۱±۱/۷۸	گروه قدرتی - استقامتی
۱۹/۳۹±۱/۸۹	۶۳/۳۲±۲/۷۱	۱۶۷/۲۸±۳/۴۴	۲۷/۷۸±۱/۳۸	گروه استقامتی - قدرتی
۲۰/۰۵±۱/۵۲	۶۲/۵۳±۲/۹۱	۱۶۹/۷۶±۳/۲۱	۲۷/۰۱±۱/۴۴	گروه کنترل

پس از اندازه‌گیری قد و وزن بدن، اطلاعات مربوط به ترکیب بدن به وسیله شاخص توده بدن، چابکی بوسیله آزمون الی نویز و قدرت پنجه دست با دینامومتر A132 ساخت کشور تایوان جمع‌آوری و ثبت شد. استقامت عضلانی توسط دراز و نشست ارزیابی گردید. برای انجام این آزمون، فرد با زانوی خم روی زمین دراز کشیده، دستها را بالای سر کشیده و روی زمین قرار داده و همزمان با بالا آوردن تنه، دستها را به روی انگشتان پا می‌رساند. شاخص خستگی بوسیله آزمون RAST ارزیابی شد. این آزمون شامل ۶ تکرار دوی سرعت با تمام توان در مسافت ۳۵ متری با زمان استراحت ۱۰ ثانیه بین هر تکرار است. برای نتیجه‌گیری مطلوب، از آزمودنی‌ها خواسته شد که از تقسیم انرژی بین تکرارها خودداری کرده و هر فعالیت را با حداکثر تلاش خود انجام دهند. مقدار توان برای هر تکرار با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{زمان (ثانیه) به توان ۳} / \text{مسافت (متر) به توان ۲} \times \text{جرم بدن آزمودنی (کیلوگرم)} = \text{توان (وات)}$$

در نهایت شاخص خستگی با استفاده از فرمول زیر بدست آمد:

$$\text{زمان کل ۶ تکرار} / (\text{توان حداقل} - \text{توان حداکثر}) = \text{شاخص خستگی (وات بر ثانیه)}$$

توان هوازی بوسیله آزمون شاتل ران ۲۰ متر ارزیابی گردید. طبق استاندارد این آزمون، ۲۰ متر اول با سرعت  $8.5 \text{ km.hr}^{-1}$  طی شد و بعد از آن سرعت به طور پیش‌رونده ای با نرخ  $0.5 \text{ km.hr}^{-1}$  برای هر ۲۰ متر افزایش یافت. در نهایت با توجه به شماره آخرین مرحله طی شده، طبق فرمول زیر توان هوازی (میلی لیتر در کیلوگرم در دقیقه) فرد محاسبه گردید:

$$[\text{سرعت (کیلومتر در ساعت)} \times \text{سن (سال)} \times 0.1536] + (\text{سن} \times 3.248) - (\text{سرعت} \times 3.238) + 31.025 = \text{توان هوازی}$$

سرعت آخرین مرحله با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{شماره مرحله} \times 0.5 + 1 = \text{سرعت}$$

برای سنجش مهارت ضربه اسپک والیبال از آزمون ویژه‌ای استفاده شد. بدین ترتیب که هر آزمودنی در منطقه یک سوم، پنج پاس سالم را از پاسور دریافت کرده و به سمت زمین حریف اسپک می‌زند. به ازای هر ضربه سالم یک امتیاز گرفته و در نهایت مجموع امتیازات در ۵ ضربه، به عنوان امتیاز نهایی آزمودنی ثبت می‌شود. در آزمون فوق از سه داور دارای مدرک داوری درجه یک برای امتیازدهی به آزمودنی‌ها استفاده شد (صفاری و شریعتی ۲۰۰۸).

برنامه‌های تمرینی سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته اجرا شد. پروتکل تمرین به گونه‌ای بود که هر سه گروه در روزهای فرد تمرینات ویژه والیبال را اجرا نموده و گروه‌های تجربی در روزهای زوج برنامه‌های تمرینی ویژه گروه خود را انجام دادند. تمرینات مقاومتی دایره‌ای در هر جلسه به مدت ۶۰ تا ۷۵ دقیقه انجام شد. این برنامه شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن (دویدن آرام، حرکات کششی و نرمش) و سپس انجام ده حرکت با وزنه، در سه ایستگاه و به صورت دایره‌ای بود که آزمودنی‌ها در هر هفته تنوع تمرینات را با تمرینات مختلف تجربه نمودند. ایستگاه‌ها به ترتیب شامل (۱) حرکات پرس سینه با هالتر (۲)

بالاسینه با هالتر ۳) زیربغل قایقی ۴) جلو بازو با هالتر ۵) پشت بازو زنجیر ۶) لیفت مرده ۷) سرشانه با هالتر از جلو ۸) پشت پا با دستگاه ۹) اسکات پا ۱۰) دراز و نشست بود که هر جلسه شامل چهار ست با ۱۲ تکرار و با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد تکرار بیشینه بود. زمان استراحت بین ایستگاه‌ها ۳۰ ثانیه و زمان استراحت بین هر ست (پایان هر دور دایره) ۱۰۰ ثانیه در نظر گرفته شده بود. اصل اضافه بار به گونه‌ای طراحی شده بود تا بعد از هر هفته تمرین، آزمون یک تکرار بیشینه برای هر فرد در هر ایستگاه انجام و مقدار وزنه بر اساس آن تنظیم شود. برنامه تمرینی هوازی شامل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم کردن با انواع حرکات کششی، نرمشی و جاگینگ بود. سپس دویدن مداوم با روند ثابت و شدت ۶۵ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها بر روی تردمیل بود که با استفاده از ضربان سنج انجام گرفت و از آنها خواسته شد تا فعالیت خود را در دامنه ضربانی که از طرف محقق اعلام می‌شود حفظ نمایند. مدت دویدن در جلسه اول ۱۵ دقیقه بود که در هر جلسه به صورت پله‌ای یک دقیقه به زمان دویدن افزوده می‌شد. در انتهای هر جلسه عمل سرد کردن با استفاده از حرکات کششی به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه انجام می‌گرفت (فلک و کرامر ۲۰۱۴). گروه قدرتی - استقامتی، بعد از گرم کردن ابتدا تمرینات قدرتی را انجام می‌دادند و سپس تمرینات استقامتی و گروه استقامتی - قدرتی بعد از گرم کردن ابتدا تمرینات استقامتی را انجام دادند و بعد از آن تمرینات قدرتی و در نهایت مرحله سرد کردن انجام می‌شد. برای به حداقل رساندن آثار حاد تمرین و خستگی از آزمودنی‌ها خواسته شد تا دو روز قبل از اندازه‌گیری متغیرهای وابسته در مرحله پیش آزمون، تمرین ورزشی نداشته باشند. از آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی، پراکندگی و ترسیم جداول و در بخش آمار استنباطی از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و برای مطالعه معنی‌داری درون گروهی و بین گروهی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ترتیب از آزمون t همبسته و ANOVA و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. کلیه عملیات آماری توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

## نتایج

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق به همراه نتایج آزمون t همبسته در جدول شماره ۲ آورده شده است. شاخص‌های آمار توصیفی نشان می‌دهد که تمرینات موازی استقامتی - قدرتی و قدرتی - استقامتی منجر به کاهش شاخص خستگی و افزایش توان هوازی، استقامت عضلانی، قدرت پنجه دست، چابکی و امتیاز مهارت اسپک شده است. شاخص استنباطی t همبسته و بررسی درون گروهی نشان داد که در گروه تمرینات موازی استقامتی - قدرتی و قدرتی - استقامتی تمام متغیرهای پژوهش در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون به طور معنی‌داری تغییر کرده اند ( $p < 0/05$ ). در گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در متغیرها در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده نشد ( $p < 0/05$ ).

جدول شماره ۲ - آزمون t همبسته متغیرهای پژوهش

گروه ها	متغیر تحقیق	پیش آزمون	پس آزمون	مقدار آماره	سطح معنی داری
قدرتی - استقامتی	شاخص خستگی (W/s)	۴/۳۴±۱/۳۷	۴/۱۱±۱/۵۰	۸/۰۵۷	* /۰/۰۰۱
		۴/۴۱±۱/۵۳	۴/۰۷±۱/۷۱	۷/۳۹۰	* /۰/۰۰۲
		۴/۵۵±۱/۲۷	۴/۵۴±۱/۲۵	۱/۰۹۸	۰/۲۹۶
قدرتی - استقامتی	توان هوازی MI/kg/min <sup>-1</sup>	۳۷/۷۴±۶/۸۵	۳۹/۰۲±۳/۲۷	۸/۰۵۷	* /۰/۰۰۱
		۳۶/۷۲±۷/۰۲	۳۹/۳۱±۱/۱۱	۷/۳۹۰	* /۰/۰۰۱
		۳۶/۳۷±۶/۴۱	۳۶/۵۰±۱/۲۱	۱/۰۹۸	۰/۶۵۱
قدرتی - استقامتی	استقامت عضلانی (تعداد)	۴۶/۸۲±۱۱/۵۷	۵۳/۸۰±۹/۴۳	۷/۲۸۹	* /۰/۰۰۲
		۴۸/۴۱±۸/۶۷	۵۵/۵۷±۱۰/۲۷	۶/۱۹۰	* /۰/۰۰۱
		۴۷/۷۹±۹/۲۳۹	۴۷/۶۱±۹/۳۰۱	۱/۲۹۰	۰/۱۱۲
قدرتی - استقامتی	قدرت پنجه دست (کیلوگرم)	۳۴/۲۳±۸/۶۱	۳۷/۶۴±۷/۷۸	۷/۱۲۱	* /۰/۰۰۱
		۳۵/۱۵±۹/۴۴	۳۸/۸۶±۱۰/۱۱	۸/۲۶۶	* /۰/۰۰۱
		۳۳/۴۵±۷/۷۸	۳۳/۲۲±۱/۲۱	۰/۴۵	۰/۱۱۹
قدرتی - استقامتی	چابکی (ثانیه)	۲۰/۰۸±۱/۱۹	۱۸/۲۵±۱/۲۹	۱۰/۲۹۰	* /۰/۰۰۱
		۲۰/۷۵±۱/۵۹	۱۸/۱۲±۱/۳۵	۹/۴۵۶	* /۰/۰۰۱
		۱۹/۴۵±۱/۳۰	۱۹/۴۱±۱/۱۱	۰/۲۷۸	۰/۱۱۸
قدرتی - استقامتی	امتیاز مهارت اسپیک (امتیاز)	۳/۶۶±۱/۳۳	۴/۳۳±۰/۸۸	۱۱/۲۵۶	* /۰/۰۰۱
		۳/۰۸±۱/۶۲	۴/۳۹±۱/۴۳	۱۰/۱۸۹	* /۰/۰۰۱
		۳/۷۵±۱/۳۵	۳/۵۶±۱/۲۷	۰/۹۲	۰/۱۹۹

\*: معنی داری در سطح  $p < 0.05$

در جدول شماره ۳، نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه ارائه شده است. مقایسه بین سه گروه نشان داد که تفاوت معنی دار در متغیرهای پژوهش وجود دارد ( $p < 0.05$ ).



جدول شماره ۳ - نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه متغیرهای پارامتریک پژوهش

P	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	ANOVA	متغیر
.001*	۸۶/۴۵۴	۳۰۴۱/۴۴۴	۲	۶۰۸۳/۷۹۹	درون گروهی	شاخص خستگی (W/s)
		۸/۰۹۹	۳۳	۲۵۸/۸۸۵	بین گروهی	
			۳۵	۶۳۴۲/۶۸۴	کل	
.001*	۶۴/۱۵۰	۸۹۸/۴۴۴	۲	۱۷۹۶/۱۵۲	درون گروهی	توان هوازی $ml/kg/min^{-1}$
		۵/۳۰۹	۳۳	۱۷۵/۲۰۸	بین گروهی	
			۳۵	۱۹۷۱/۳۶۰	کل	
.001*	۳۶/۰۵۷	۶/۰۰۹	۲	۲۱۴۵/۰۱۷	درون گروهی	استقامت عضلانی (تعداد)
		۰/۱۶۷	۳۳	۴۲۳/۴۹۹	بین گروهی	
			۳۵	۲۵۶۸/۵۱۶	کل	
.001*	۸۰/۸۸۷	۲۸/۴۵۲	۲	۳۲۱۴/۹۰۴	درون گروهی	قدرت پنجه دست (کیلوگرم)
		۶/۶۶۳	۳۳	۵۴۳/۸۹۲	بین گروهی	
			۳۵	۳۶۶۵/۷۹۶	کل	
.001*	۶۲/۸۰۲	۶۴۳/۱۱۱	۲	۱۶۳۲/۲۲۲	درون گروهی	چابکی (ثانیه)
		۳۲/۰۹۳	۳۳	۸۲۴/۰۸۳	بین گروهی	
			۳۵	۲۴۵۶/۳۰۵	کل	
.001*	۱۶/۹۲۹	۱۰/۱۱	۲	۳۲/۵۴۳	درون گروهی	امتیاز مهارت اسپیک (امتیاز)
		۳/۵۱۵	۳۳	۱۸/۲۷۸	بین گروهی	
			۳۵	۵۰/۸۲۱	کل	

\*: معنی‌داری در سطح  $p < 0.05$

نتایج آزمون تعقیبی توکی در جدول شماره ۴ آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌داری در متغیرهای پژوهش بین گروه‌های تجربی با گروه کنترل وجود دارد ( $p < 0.05$ ) ولی بین دو گروه تجربی تفاوت معنی‌داری گزارش نشده است.

جدول شماره ۴ - نتایج آزمون توکی متغیرهای پارامتریک پژوهش

متغیر	گروه ها	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	معنی داری
شاخص خستگی (W/s)	قدرتی - استقامتی با استقامتی - قدرتی	۰/۶	۱/۱۶۱	۰/۲۶۷
	قدرتی - استقامتی با کنترل	۰/۳۴	۱/۱۸۷	۰/۰۰۱*
	استقامتی - قدرتی با کنترل	۱/۳۷	۱/۱۸	۰/۰۰۱*
توان هوازی $ML/kg/min^{-1}$	قدرتی - استقامتی با استقامتی - قدرتی	۰/۲۹	۱/۷۲۱	۰/۳۷۸
	قدرتی - استقامتی با کنترل	۳/۵۳۷	۱/۷۲۱	۰/۰۰۱*
	استقامتی - قدرتی با کنترل	۲/۸۱	۱/۷۲۱	۰/۰۰۲*
استقامت عضلانی (تعداد)	قدرتی - استقامتی با استقامتی - قدرتی	۱/۷۰	۱/۳۷۸	۰/۱۷۸
	قدرتی - استقامتی با کنترل	۶/۲۱	۱/۳۷۸	۰/۰۰۱*
	استقامتی - قدرتی با کنترل	۷/۹۶	۱/۳۷۸	۰/۰۰۱*
قدرت پنجه دست (کیلوگرم)	قدرتی - استقامتی با استقامتی - قدرتی	۱/۲۲	۱/۱۰۹	۰/۱۰۸
	قدرتی - استقامتی با کنترل	۴/۴۲	۱/۱۰۹	۰/۰۰۱*
	استقامتی - قدرتی با کنترل	۵/۶۴	۱/۱۰۹	۰/۰۰۱*
چابکی (ثانیه)	قدرتی - استقامتی با استقامتی - قدرتی	۰/۱۳	۱/۴۰۵	۰/۲۰۲
	قدرتی - استقامتی با کنترل	۱/۸۹	۱/۴۰۵	۰/۰۰۱*
	استقامتی - قدرتی با کنترل	۲/۲۹	۱/۴۰۵	۰/۰۰۱*
امتیاز مهارت اسپک (امتیاز)	قدرتی - استقامتی با استقامتی - قدرتی	۰/۶	۱/۲۳۸	۰/۱۱۰
	قدرتی - استقامتی با کنترل	۰/۷۷	۱/۲۳۸	۰/۰۰۱*
	استقامتی - قدرتی با کنترل	۰/۸۳	۱/۲۳۸	۰/۰۰۲*

\*: معنی داری در سطح  $P < 0.05$

### بحث و نتیجه گیری

نتایج و یافته‌های تحقیق نشان داد که شاخص خستگی در هر دو گروه تجربی کاهش معنی داری داشته است. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات مارتین (۲۰۱۰)، بالانتین (۲۰۱۷) و کالا (۲۰۱۵) همسوست. از دلایل فیزیولوژیکی که می‌تواند توجیه‌کننده کاهش شاخص خستگی در هر دو گروه تمرین موازی باشد نتایج تحقیقاتی است که بیان می‌کند تمرین قدرتی با بارهای بیشینه با تغییر فعالیت عصبی عضله موجب بهبود در قدرت می‌شود. سازگاری عصبی به طور طبیعی هنگامی رخ می‌دهد که سیستم عصبی تحت فشار ناشی از جابجایی بار ناآشنا، دچار خستگی و عدم فعالیت عضلانی شود. این خستگی عصبی عضلانی، با کاهش در نیروی تولیدی عضله، توسط انقباض ارادی ایزومتریک بیشینه، بلافاصله پس از جابجایی بار قابل اندازه‌گیری است (فیلیپس ۲۰۱۸). چندین مطالعه، پاسخ‌های حاد مانند خستگی عصبی عضلانی و تجمع متابولیت‌ها، در یک جلسه تمرین مقاومتی را به سازگاری‌های درازمدت در قدرت، به همراه تمرین مقاومتی منظم نسبت داده‌اند. نتایج مطالعات مذکور ممکن است پیشنهاد کنند که پروتکل تمرینی که عدم فعالیت عضلانی و تقاضای گلیکولیتیک بیشتری را در پاسخ به یک جلسه تمرین مقاومتی به همراه داشته باشد، پروتکل تمرینی مناسب برای افزایش بهینه قدرت و هایپرتروفی عضلانی است (حاتمی و اسلامی ۲۰۱۵). همچنین توان هوازی در هر دو گروه تجربی افزایش معنی داری داشته است. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات پیترو و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی دارد. از دلایل افزایش توان هوازی می‌توان به تغییرات ایجاد شده در سیستم قلبی عروقی و سازگاری‌های آنزیمی اشاره نمود که با افزایش در حجم خون و میزان قدرت انقباضی، سبب افزایش حجم خون شده و لذا اکسیژن بیشتری را در اختیار بافت‌ها قرار می‌دهد که با سازگاری‌های اندوکراین و عوامل آنزیمی توانایی استفاده از کربوهیدرات به عنوان سوخت افزایش پیدا می‌کند (رابرگز و کتیان ۲۰۱۴). از دیگر نتایج بدست آمده در این تحقیق

بهبود معنی‌دار استقامت عضلانی در هر دو گروه تجربی بعد از ۸ هفته تمرین می باشد که البته تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تجربی گزارش نشد. به نظر می‌رسد که بهبود در استقامت عضلانی در اثر سازوکارهای عصبی-عضلانی اتفاق افتاده است که منجر به توسعه قدرت عضلانی متعاقب تمرین همزمان می‌گردد (فرخانی و همکاران، ۱۴۰۰). در واقع می‌توان به این موضوع اشاره کرد که به دلیل اینکه تمرینات مقاومتی در مطالعه حاضر در ابتدای جلسه تمرین انجام شده‌اند، افزایش استقامت عضلانی در دو گروه به شکل معنی‌داری در اثر ایجاد سازوکارهای تمرینات مقاومتی ایجاد شده است. مرحله‌ی اولیه‌ی سازوکاری به تمرینات مقاومتی در وهله اول به سازوکارهای عصبی از جمله افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، هماهنگی عصب و عضله و همچنین همزمانی واحدهای حرکتی مربوط می‌شود (همامی و همکاران ۲۰۱۸، لی و همکاران ۲۰۱۹).

قدرت عضلانی نیز در هر دو گروه تجربی بعد از اجرای تمرین ۸ هفته‌ای بهبود معنی‌داری نشان داده است و از اینرو با نتایج پژوهش یکتاپور و همکاران (۱۳۹۰)، استوهنزل<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۱۷) همسو است. قدرت عضلانی نیز در هر دو گروه تجربی بعد از اجرای تمرین ۸ هفته‌ای بهبود معنی‌داری نشان داده است. ضمن این که تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تجربی در قدرت عضلانی گزارش نشده است. نتایج تحقیق اخیر با نتایج پژوهش گارسیا و همکاران (۲۰۱۷) و همینطور جعفری و همکاران (۱۳۹۰) همخوانی دارد. شکاف عظیمی در ادبیات منتشر شده در مورد نقش متغیرهای تمرینی برای افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی وجود دارد. با وجود این، بدیهی است که چگونگی کاربرد متغیرهای تمرینی در ساختار برنامه تمرین مقاومتی بر قدرت، توان، هایپرتروفی و دامنه سازوکارهای عصبی کسب شده اثرگذار است (موران و مک گیل ۲۰۱۰). مکانیزم افزایش قدرت ناشی از تمرین قدرتی به واسطه افزایش در تعدادی از ایمپالس‌های عصبی واحدهای حرکتی، افزایش در اندازه تار عضلانی نوع I و II و افزایش در هورمون‌های آنابولیکی می‌باشد. مکانیزم‌های احتمالی افزایش قدرت ناشی از تمرین استقامتی می‌تواند با سازوکارهای عصبی عضلانی و بهبود در توزیع جریان خون عضلانی مرتبط باشد که در نتیجه انجام تمرین استقامتی اتفاق می‌افتد (مردان پور و همکاران ۲۰۱۶). فاکتور چابکی نیز در هر دو گروه تجربی بهبود پیدا کرد و تفاوت معنی‌داری در بین دو گروه دیده نشد. نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر با نتایج کلوندی و همکاران (۱۳۹۲) و همینطور کالا و همکاران (۲۰۱۵) همخوانی دارد. بحث در مورد بهبود چابکی نوشته نشده است. یافته‌های تحقیق نشان داد که توانایی در اجرای مهارت اسپک والیبال در هر دو گروه تجربی نسبت به قبل از اجرای تمرین ۸ هفته‌ای با بهبودی معنی‌داری همراه بوده است و تفاوت معنی‌داری در بین دو گروه وجود نداشت. تعادل به عنوان یک عامل مهم در بسیاری از مهارت‌های رشته‌های ورزشی مانند ژیمناستیک، بسکتبال و والیبال و به ویژه در اجرای اسپک والیبال شناخته می‌شود. تمرینات قدرتی که در هر دو گروه تجربی پژوهش استفاده شده است اجرای مهارت اسپک والیبال را شاید از طریق بهبود تعادل ارتقا بخشیده‌اند. از جمله دلایل در افزایش تعادل ناشی از تمرینات قدرتی، تسهیل و همزمان‌سازی واحدهای حرکتی تند انقباض و بزرگ، تحریک دوک-های عضلانی، کاهش اثر خود مهاری اندام‌های وتری گلژی و همچنین افزایش در هماهنگی عضلات درگیر در فعالیت‌های هم-انقباضی بیان شده است. با تحریک دوک‌های عضلانی، انقباض عضلانی باعث افزایش فعالیت اعصاب و ابران گامای موجود در دوکها می‌شود و افزایش این حساسیت در دوک‌ها حس وضعیت مفصل را بهبود می‌بخشد که در کنترل مفصل تأثیر بسزایی دارد (شاوندی ۲۰۰۷). یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که تمامی متغیرهای تحقیق نسبت به پیش‌آزمون در گروه‌های تجربی که به تناوب از تمرینات استقامتی و قدرتی استفاده کرده بودند، تغییرات مثبت معنی‌داری داشته است. نتایج تحقیق حاضر با تحقیق کالا، و ادیب پور همسو بوده است. از دلایل احتمالی تناقضات ایجاد شده با سایر تحقیقات (فایفه و همکاران ۲۰۱۶، مازانی و همکاران ۲۰۱۷) می‌توان به شدت تمرینات، مدت زمان انجام تمرینات، سطح متفاوت آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها اشاره نمود. با توجه به این که در این مطالعه از آزمودنی‌های فعال استفاده شده و آزمودنی‌ها تحت شرایط تمرین قرار داشتند،

<sup>1</sup> - stohanzl

قابل استنتاج است که این آزمودنی‌ها می‌توانستند بازده عملکردی بالایی حین اجرای پروتکل داشته باشند و افراد فعال از توده عضلانی بیشتری برخوردارند، در حالیکه افراد غیر فعال از لحاظ توده عضلانی و توانایی تمرین در شدت‌های بالا نسبت به افراد فعال در سطح پایین‌تری هستند. این یافته‌ها نشان داد که "ترتیب" تمرینات استقامتی و قدرتی در بهبود متغیرهای مورد بحث، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته است.

بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، تمرین قدرتی با توجه به طرح تمرینی می‌تواند موجب روند افزایشی وضعیت آنابولیکی والیبالیست‌های دختر شود. از طرفی تمرین استقامتی موجب افزایش وضعیت کاتابولیکی و کاهش وضعیت آنابولیکی می‌شود، بنابراین تمرین موازی می‌تواند با افزایش وضعیت آنابولیکی اثرات کاتابولیکی تمرین استقامتی که ناشی از افزایش کورتیزول می‌باشد را کاهش دهد. با توجه به اهمیت کاهش وضعیت کاتابولیکی که در تمرینات موازی نسبت به تمرینات استقامتی ایجاد می‌شود، ترکیب تمرینات قدرتی و استقامتی می‌تواند از کاهش آمادگی عضلانی ناشی از تمرین استقامتی در والیبالیست‌های دختر جلوگیری کند.

## تشکر و قدردانی

از مسئولان دانشکده تربیت معلم رشت به‌دلیل همکاری‌های بی‌دریغ آن‌ها در اجرای طرح پژوهش تشکر و قدردانی می‌نماییم.

## منابع

- Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). *Designing resistance training programs*, 4E. Human Kinetics.
- Shavandi, N., Nikbakht, H., Sadeghi, H., Ebrahimi, E., Talebian, S, The effect of progressive endurance-strengthening training and electrical stimulation on nerve conduction velocity in volleyball players with Infraspinatus syndrome (2007) 43-55. [In Persian]
- Štohanzl, M., Baláš, J., & Draper, N. (2017). Effects of minimal dose of strength training on running performance in female recreational runners. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(9), 1211-1217. [Doi: 10.23736/s0022-4707.17.07124-9 ]
- Hama, K. K., & Magied, A. (2014). Effect of concurrent training on vo<sub>2</sub>max certain physical variables and spike performance for young female volleyball players. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*. 14(2), 437-441.
- Shavandi N. (2007). *Volleyball Physiology*, 1E. National Olympic Committee Publications. [In Persian]
- Alvandian, M., Piri, M., & Homai, H. M. (2013). The effect of a parallel training course on the anaerobic performance and strength of teen male basketball players, *Master's Thesis in Islamic Azad university of Tehran Markaz*. [In Persian]
- Fyfe, J. J., Bartlett, J. D., Hanson, E. D., Stepto, N. K., & Bishop, D. J. (2016). Endurance training intensity does not mediate interference to maximal lower-body strength gain during short-term concurrent training. *Frontiers in physiology*, 7, 487. [Doi: 10.3389/fphys.2016.00487]
- García-Pinillos, F., Laredo-Aguilera, J. A., Muñoz-Jiménez, M., & Latorre-Román, P. A. (2019). Effects of 12-week concurrent high-intensity interval strength and endurance training program on physical performance in healthy older people. *The*

- *Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(5), 1445-1452. [Doi: 10.1519/JSC.0000000000001895]
- Davidson, L. E., Hudson, R., Kilpatrick, K., Kuk, J. L., McMillan, K., Janiszewski, P. M., ... & Ross, R. (2009). Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. *Archives of internal medicine*, 169(2), 122-131. [Doi: 10.1001/archinternmed.2008.558]
- Arazi, H., Lotfi, N., & Garaghian, Y. (2013). *Exercise Physiology, 1E*. Gregory White. Guilan University Press.
- Elmiye, A., & Abdi, S. (2015). *Powers Key Sport physiology. Theory and application in preparation and performance, 1E*. Scott, Hawley T Edward. Abdi Publishing. [In Persian]
- Gaeini, A., & Dabidy Roshan, V. (2014). *Fundamental Principles of Exercise Physiology Performance Measurement and Specific Sport Activity, 7E*. Robergs Robert A., & Keteyian Steven, J. Samt Publishing. [In Persian]
- Rahmaninia, F. (2010). *Physiological Concepts of Power Exercise. 2E*. Moran Gray, McGlin George. Guilan University Press. [In Persian]
- Khajavi, N., & Tehrani, T. (2014). *Exercise Science: A Guide for Team Exercise Coaches, 1E*. Bomp, Theodore. Science and Motion.
- Jafari, A., & Ramezani, A. (2013). The effect of eight weeks of concurrent endurance interval and resistance training and concurrent endurance continuous and resistance training on strength, body composition and lipid profiles in non-athlete 14-17-Year-Old Overweight Boys. *Journal of Sport Biosciences*, 4(15), 5-22. [Doi: 10.22059/jsb.2013.29775] [In Persian]
- Murlasits, Z., Kneffel, Z., & Thalib, L. (2018). The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences*, 36(11), 1212-1219. [Doi: 10.1080/02640414.2017.1364405]
- Jones, T. W., Howatson, G., Russell, M., & French, D. N. (2017). Effects of strength and endurance exercise order on endocrine responses to concurrent training. *European journal of sport science*, 17(3), 326-334. [Doi: 10.1080/17461391.2016.1236148]
- Nazemi, Z., Agha-Ali Nejad, H., & Azarbaijani, M, A. (2012). The effect of the type and arrangement of parallel exercises on some physical fitness factors (aerobic capacity, anaerobic power, agility, strength and muscular endurance), and the composition of the body of female students. *Master's thesis. Islamic Azad University Tehran Branch*. [In Persian]
- Saffari S, H., & Shariati E. (2008). *Learning volleyball skills, familiarity and physical fitness with balls, initial learning techniques 4E*. Ferdowsi University Press. [In Persian]
- Martin, V., Kerhervé, H., Messonnier, L. A., Banfi, J. C., Geysant, A., Bonnefoy, R., ... & Millet, G. Y. (2010). Central and peripheral contributions to neuromuscular fatigue induced by a 24-h treadmill run. *Journal of applied physiology*, 108(5), 1224-1233. [Doi: 10.1152/jappphysiol.01202.2009]
- Ballantyne, J. (2017). The Effect of Exercise Order on Same Day Concurrent Training: Implications for the Development of Maximal Strength, Power, Force and Changes in Body Composition in Recreationally Trained Men Following 5 Weeks of a Concurrent versus Resistance-Only Training Program. *Bachelor Thesis. College of Sport and Exercise Science, Victoria University*.

- Kala, C., & Gokolakrishnan, D. (2018). Effect of yogic practices with resistance training and yogic practices with plyometric training on resting heart rate among volleyball players. Thesis, *ganesar college of arts and science in India*, 164.
- Gaeini, A., Rajabi, H., & Ghaffarian Sarkandi, F. (2018). *Fatigue in sports and sports activities 1E*. Sean Phillips. Samt Publishing.
- Hatami Joushghan Z., & Islami M. (2015). The effect of fatigue on stiffness of the leg, wrist and knee joints in performing a 30 second successive vertical jump test in female volleyball players. *Journal of Sport Biomechanics*, 1(2),15-23. [Available from: <http://biomechanics.iauh.ac.ir/article-1-31-en.html>] [In Persian]
- Davidson, L. E., Hudson, R., Kilpatrick, K., Kuk, J. L., McMillan, K., Janiszewski, P. M., ... & Ross, R. (2009). Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. *Archives of internal medicine*, 169(2), 122-131. [Doi: 10.1001/archinternmed.2008.558]
- Mostafa Farkhani, B., Asghari, H., Razavi, H., Behradnasab, M., & Mogharnasi, M. (2021). Effect of 4 weeks concurrent resistance-endurance training with continuous and interval methods on muscular power, strength and maximal oxygen consumption in young men soccer players. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 9(19), 20-32. [Doi: 10.22077/jpsbs.2020.3435.1561] [In Persian]
- Hammami, M., Negra, Y., Billaut, F., Hermassi, S., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2018). Effects of lower-limb strength training on agility, repeated sprinting with changes of direction, leg peak power, and neuromuscular adaptations of soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 37-47. [Doi: 10.1519/JSC.0000000000001813]
- Yektakar, M., & Mohammadi, S. (2011). Comparison of the effects of resistance, endurance and combination exercise exercises on the lipid profiles of non-athlete middle aged men. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*, 16, 36 -26. [In Persian]
- Li, F., Wang, R., Newton, R. U., Sutton, D., Shi, Y., & Ding, H. (2019). Effects of complex training versus heavy resistance training on neuromuscular adaptation, running economy and 5-km performance in well-trained distance runners. *PeerJ*, 7, e6787. [Doi: 10.7717/peerj.6787]
- MardanPour, S., Kordie, Z., Banitalebi, E., Faramarzi, M., Bagheri, L., MardanPour Shahr-e-Kordie, E. (2016). The effect of combined exercise (strength and endurance) on muscle strength, aerobic power and body composition in elderly women. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 17(3), 1-12. [In Persian]
- Kalvandi, F., Tofighi, A., & Mohammad Zadeh Salamat, K. (2011). The effect of elastic, pliaometric and resilient training on the anaerobic performance of elite volleyball players in Kurdistan province. *Sports Physiology*, 12, 13-26. [In Persian]