

## تأثیر شش هفته تمرین منتخب تاباتا به همراه مصرف مکمل کراتین بر ترکیب بدن و برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی زنان والیبالیست

ناصر رستم زاده<sup>۱</sup>✉، فائزه سلیمی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

### چکیده

۱- دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه آموزش تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

[naserrostamzadeh806@gmail.com](mailto:naserrostamzadeh806@gmail.com)

۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه کردستان.

**هدف:** هدف از پژوهش حاضر تأثیر شش هفته تمرین منتخب تاباتا به همراه مصرف مکمل کراتین بر ترکیب بدن و برخی متغیرهای آمادگی جسمانی زنان والیبالیست بود.

**روش شناسی:** ۳۲ زن والیبالیست (با میانگین و انحراف استاندارد سن:  $23 \pm 1/7$  سال، وزن  $64/25 \pm 1/74$  کیلوگرم و شاخص توده بدنی  $22/49 \pm 0/91$  کیلوگرم بر مترمربع) به صورت تصادفی در چهار گروه هشت نفری (تمرین+ مکمل، تمرین+ دارونما، مکمل کراتین و کنترل) قرار گرفتند. تمرین والیبالیست و تاباتا به همراه مکمل دهی (چهار وعده در روز، هر وعده ۵ گرم) به مدت ۶ هفته به صورت سه جلسه در هفته و جلسه ای ۶۰ دقیقه برگزار شد. متغیرهای وزن، شاخص توده بدنی، WHR، تعادل پویا، اوج توان پا و قدرت پا بصورت پیش آزمون و پس آزمون اندازه گیری شدند.

**یافته ها:** نتایج آزمون درون گروهی کاهش معناداری در وزن، BMI و WHR و افزایش معناداری در تعادل پویا، اوج توان پا، قدرت پا در گروه های تمرین و تمرین+ مکمل در پس آزمون نسبت به پیش آزمون ( $p \leq 0.05$ ) نشان داد. همچنین نتایج آنوا نشان داد که همه متغیرها در پس آزمون در گروه های تمرین و تمرین+ مکمل نسبت به گروه های کنترل و دارونما ( $p \leq 0.05$ ) بالاتر بود اما تفاوتی بین گروه تمرین با گروه تمرین+ مکمل مشاهده نشد.

**نتیجه گیری:** نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیب تمرین تاباتا و مکمل کراتین و همچنین تمرین تاباتا به تنهایی منجر به بهبود شاخص های آمادگی جسمانی و ترکیب بدن در آزمودنی ها شد.

**واژگان کلیدی:** تمرین تاباتا، مکمل کراتین، زنان والیبالیست، آمادگی جسمانی، توان بی هوازی

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه کردستان

شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

نوع دسترسی: آزاد

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.142917.1070>

ارجاع دهی:

Rostamzadeh N, Salimi F. the effect of six weeks of selected Tabata training with creatine supplementation on body composition and some physical fitness variables in female volleyball players. *Research in Exercise Nutrition* 2024;3(1):47-58.. <https://doi.org/10.22034/ren.2025.142917.1070> .



## the effect of six weeks of selected Tabata training with creatine supplementation on body composition and some physical fitness variables in female volleyball players

Naser Rostamzadeh<sup>1</sup>✉, Faezeh Salimi<sup>2</sup>

Received: 2025/01/07

Accepted: 2025/02/04

### Abstract

**Aim:** The aim of the present study was to investigate the effect of six weeks of selected Tabata training with creatine supplementation on body composition and some physical fitness variables in female volleyball players

**Method:** 32 female volleyball player (age:  $23 \pm 1.7$  year, weight:  $64.25 \pm 1.74$  kg and BMI:  $22.49 \pm 0.91$  kg/m<sup>2</sup>) were randomly assigned to four groups of eight (training + supplementation, training + placebo, creatine supplementation and control). Volleyball and Tabata training with supplementation (four servings per day, each serving was 5 grams) was conducted for 6 weeks, three sessions per week, each session lasting 60 minutes. Weight, body mass index, WHR, dynamic balance, peak leg power, and leg strength were measured pre- and post-test.

**Results:** The results of within group test showed a significant decrease in weight, BMI, and WHR and a significant increase in dynamic balance, peak leg power and leg strength in the training and training + supplement groups in the post-test compared to the pre-test ( $p \leq 0.05$ ). The results of ANOVA also showed that all variables in the post-test were higher in the training and training + supplement groups compared to the control and placebo groups ( $p \leq 0.05$ ), but no difference was observed between the training group and the training + supplement group.

**Conclusion:** The results of this study showed, the combination of Tabata training and creatine supplements, as well as Tabata training alone, led to improvements in physical fitness and body composition indicators in Subjects.

**Keywords:** Tabata training, Creatine supplement, Female volleyball players, Physical fitness, Anaerobic power

1. PhD in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Farhangian University, PO Box 14665-889, Tehran, Iran.

✉ **Corresponding author:**  
[naserrostamzadeh806@gmail.com](mailto:naserrostamzadeh806@gmail.com)

2. Msc in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Faculty of Human Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

Journal ISSN (online): 2980-8960

Access Type: Open Access

DOI: <https://doi.org/10.22034/ren.2025.142917.1070>

### Citation:

Rostamzadeh N, Salimi F. the effect of six weeks of selected Tabata training with creatine supplementation on body composition and some physical fitness variables in female volleyball players. **Research in Exercise Nutrition** 2024;3(1):47-58.. <https://doi.org/10.22034/ren.2025.142917.1070> .

## مقدمه

ورزش والیبال را می‌توان به‌عنوان یک ورزش اینتروال شامل دوره‌های کوتاه مدت فعالیت و استراحت تعریف کرد. چهار حرکت اساسی مخصوص والیبال در زمان تمرین و مسابقه وجود دارد که شامل: پرش، ضربه‌زدن، بلوکه‌کردن و پائین‌آمدن است (۱). در این رشته که شامل فعالیت‌های هوازی و بی‌هوازی متوالی است، سرعت‌های کوتاه، تغییر جهت، تعادل، نیرو، قدرت و توان عضلانی نقش برجسته‌ای دارند بطوری‌که توان و قدرت مهمترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد در والیبال هستند (۲). در یک مسابقه (مجموع پنج ست) حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ حرکت با قدرت بالا مورد نیاز است بنابراین داشتن عضلات چهارسر ران قوی به ورزشکاران والیبال توانایی پرش‌های بهتری حین دفاع و حمله می‌دهد (۳). از طرفی بالا بودن سطح تعادل به ویژه تعادل یویایی ورزشکاران در پیشگیری از آسیب‌های مچ پا و زانو تأثیر بسزایی داشته و باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی و بهبود تکنیک ورزشکاران می‌شود (۴). در مسابقات و تمرینات والیبال ورزشکاران به‌طور مکرر بعضی مهارت‌ها را با شدت بالا در حداقل زمان ممکن انجام می‌دهند و این مستلزم داشتن توان بی‌هوازی خوبی است (۵). علاوه بر ویژگی‌های عملکردی، ترکیب بدنی نیز یکی دیگر از عوامل تعیین‌کننده موفقیت در رشته ورزشی والیبال است و می‌تواند در پیشگیری از آسیب و سلامت کلی نقش داشته باشد، زیرا چربی اضافی بدن و رشد ضعیف عضلات می‌تواند خطر آسیب را افزایش دهد و بر سلامت کلی تأثیر منفی بگذارد (۶). یکی از شیوه‌های تمرینی که امروزه به‌طور چشمگیری رواج پیدا کرده است تمرینات تناوبی شدید است. تاباتا یکی از انواع این نوع تمرینات است که در رشته ورزشی والیبال می‌تواند به‌ویژه برای افزایش عملکرد بدنی و ورزشی مفید باشد (۷). اصطلاح تاباتا که برای اولین بار در سال ۱۹۹۶ توسط دانشمند ژاپنی ایزومی تاباتا استفاده شد، یک تمرین اینتروال با شدت بالا است که هدف آن بهبود ظرفیت هوازی و بی‌هوازی در ورزشکاران است و در سال‌های اخیر محبوبیت بیشتری پیدا کرده است و به‌طور کلی شواهد پژوهشی نشان داده است که این نوع از تمرینات می‌تواند باعث بهبود عملکردهای ورزشی و جسمانی در والیبالیست‌ها شود (۷).

## روش‌شناسی

مطالعه حاضر از نوع تجربی با اندازه‌گیری پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. بدین منظور ۳۲ نفر از زنان والیبالیست (با میانگین و انحراف استاندارد سن:  $23 \pm 1/7$  سال، قد  $168/25 \pm 5/71$  سانتی‌متر، وزن  $64/1 \pm 25/74$  کیلوگرم و شاخص توده بدنی  $22/49 \pm 0/91$  کیلوگرم بر مترمربع) شهر جوانرود که حدود دو سال بصورت حرفه‌ای در باشگاه والیبال کار می‌کنند، با استفاده از شیوه نمونه‌گیری در دسترس به‌صورت تصادفی در چهار گروه ۸ نفری (مکمل + تمرین، گروه دارونما + تمرین، گروه مکمل و گروه کنترل) قرار گرفتند. دو گروه تمرینی تاباتا به همراه مکمل و دارونما علاوه بر تمرینات روتین والیبال، شش هفته تمرین تاباتا داشتند اما گروه مکمل کراتین فقط تمرین والیبال به همراه

حیوانی) مصرف می‌شود و مصرف متوسط آن برای افرادی که به‌عنوان بخشی از یک رژیم غذایی مختلط گوشت می‌خورند فقط حدود یک گرم در روز است (۹). در طی فعالیت ورزشی با شدت بالا و مدت زمان کم، سیستم کراتین فسفات، سیستم اولیه و غالب برای تامین انرژی در عضلات فعال است و هنگامی که کراتین فسفات تخلیه می‌شود، عملکرد کاهش می‌یابد زیرا ATP نمی‌تواند با سرعت مورد نیاز دوباره سنتز شود لذا این امر باعث شده است که برخی از نویسندگان پیشنهاد کنند که افزایش سطوح استراحتی کراتین فسفات پس از مصرف مکمل کراتین ممکن است کاهش کراتین فسفات را به تأخیر بیاندازد و کاهش ATP را در طول ورزش شدید کاهش دهد یا ممکن است سرعت سنتز مجدد کراتین فسفات را پس از تمرین مکرر شدید تسریع کند (۱۰). در مورد اثر مکمل کراتین بر کاهش وزن نتایج برخی از مطالعات نشان می‌دهد که مکمل کراتین ممکن است به بهبود ترکیب بدن کمک کند (۱۱-۱۴)، در حالی که ارنست و همکاران (۱۹۹۵) دریافتند که مکمل کراتین هیچ تأثیر قابل توجهی بر ترکیب بدن، از جمله وزن بدن و درصد چربی بدن ندارد (۱۵). مطالعات زیادی اثر تمرین تاباتا و همچنین اثر مصرف مکمل کراتین را بر ترکیب بدن و عملکرد ورزشی به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار داده‌اند، ولی بررسی اثر همزمان تمرین تاباتا و مصرف مکمل کراتین بر ترکیب بدن و برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی زنان والیبالیست مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا این پرسش مطرح شد که آیا تمرینات منتخب تاباتا و مصرف مکمل کراتین به صورت همزمان می‌تواند تأثیر هم‌افزایی بر ترکیب بدن و میزان آمادگی جسمانی زنان والیبالیست داشته باشند؟

دارونما) علاوه بر برنامه هفتگی مربوط به والیبال (سه جلسه در هفته)، تمرین تاباتا را به روش زیر دو بار در هفته در روزهای فرد انجام دادند. در تمرین تاباتا ۴ حرکت انتخابی (شنای کوهنوردی، اسکات با وزن بدن، برپی و پرش در جا) که هر حرکت انتخابی ۸ بار (هر بار به مدت ۲۰ ثانیه با حداکثر بار و تکرار انجام و سپس ۱۰ ثانیه استراحت فعال) و در مجموع هر حرکت ۴ دقیقه طول کشید و بعد از یک دقیقه استراحت فعال حرکت بعدی را به همان شیوه شد (۱۶).

### روش مصرف مکمل و دارونما

به منظور مکمل دهی ابتدا مکمل مصرفی برند ساپلند ساخت کشور آلمان با مجوز رسمی وزارت بهداشت و درمان در بسته‌های ۱۰۰ گرمی و ۳۰۰ گرمی از داروخانه‌های معتبر به مقدار مورد نیاز تهیه شد. سپس تعداد بطری برای ارائه محلول‌های حاوی کراتین تهیه گردید که حجم نیم لیتری داشتند. محول تهیه شده حاوی آب شکر اسانس آناناس بود تا از نمایان بودن کراتین از نظر رنگ و مزه جلوگیری شود. شرکت کنندگان مکمل کراتین را با حجم ۲۰ گرم کراتین به صورت محلول در شکر و آب میوه و ۴ وعده در روز و هر وعده ۵ گرم کراتین به صورت محلول (قبل از صبحانه، قبل از ناهار، قبل از شام، قبل از خواب) مصرف می‌کردند که این روال تا ۶ هفته ادامه داشت که پس از آن در مرحله نگهداری به مدت ۲ روز و به میزان ۱ گرم کراتین و شکر طی ۲ وعده در روز به مصرف مکمل می‌پرداختند تا اتمام پژوهش این روال ادامه یافت (۱۷). گروه دارونما هم همین موارد رعایت شد با این تفاوت که به جای اضافه کردن مکمل کراتین در بطری‌های مخصوص برای هر فرد، از (مالتودکسترین) استفاده شد (۱۷).

### یافته‌ها:

نتایج نشان داد که در مراحل پیش از آزمون تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در هیچ یک از متغیرهای تحقیق وجود نداشت (جدول ۱) ( $P > 0.05$ )

مصرف مکمل کراتین و گروه کنترل فقط تمرین والیبال داشته‌اند. معیارهای ورود به پژوهش شامل سلامتی کامل بازیکنان و عدم ابتلا به بیماری خاص، عدم مصرف مکمل کراتین در یک سال قبل از شروع تحقیق، نداشتن تمرینات مشابه با مداخله‌ی تمرینی مطالعه حاضر بود. پس از توصیف فرایند کلی طرح تحقیق و اخذ رضایت نامه و پرسشنامه‌های مربوط به سلامت ۴۸ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرین اندازه‌گیری‌های مورد نظر شامل قد (با استفاده از متر نواری)، وزن (با استفاده از ترازوی دیجیتالی)، شاخص توده بدن (از تقسیم وزن برحسب کیلوگرم بر مجذور قد برحسب مترمربع)، نسبت دور کمر به باسن (با استفاده از متر نواری)، توان عضلانی پاها (با استفاده از تست سارجنت)، تست تعادل (با استفاده از روش تعادل لک‌لک) و قدرت پا (با استفاده از آزمون یک تکرار بیشینه) اندازه‌گیری شد. سپس مداخلات تمرینی مورد نظر و مکمل‌ها به گروه‌های مربوط اعمال شد. بعد از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرینی، مشابه با پیش‌آزمون دوباره اندازه‌گیری‌ها انجام گرفت).

اوج توان با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$1.308 - 3.15 \times \text{قد (سانتی‌متر)} - 60.3 \times \text{وزن بدن (کیلوگرم)} + 78.6 \times \text{ارتفاع پرش (سانتی‌متر)} = \text{اوج توان (وات)}$$

جهت تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول زیر استفاده شد.  
یک تکرار بیشینه = وزنه جابجا شده (کیلوگرم)  $\times 1/0.2$   
تعداد تکرار

### روش تمرین تاباتا

گروه‌های (کنترل و مکمل) طی این مدت فقط برنامه هفتگی مربوط به تمرینات والیبال (سه جلسه در هفته در روزهای زوج) را انجام دادند؛ اما دو گروه تمرینی (تمرین + مکمل و تمرین +

### روش آماری:

از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و از آزمون لوین برای بررسی همگنی واریانس‌ها استفاده شد. آزمون آنوا دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی جهت بررسی تغییرات درون گروهی و بین گروهی استفاده گردید. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ مورد تحلیل قرار گرفت.

### ترکیب بدن (وزن، شاخص توده بدن و نسبت دور کمر به باسن)

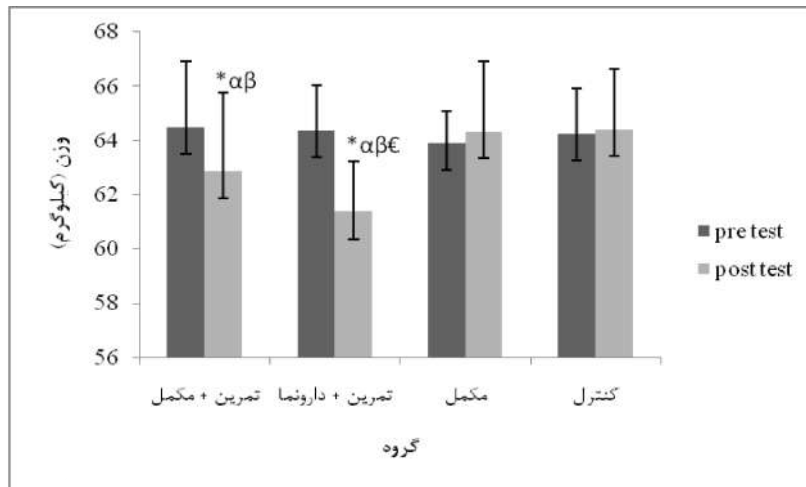
در خصوص تاثیر شش هفته تمرین تاباتا به همراه مکمل کراتین بر وزن آزمودنی‌ها اثرزمان ( $F=57.20, P=0.000$ ) و تعامل زمان در گروه ( $F=29.79, P=0.000$ ) معنی‌دار و اثر گروه ( $F=1.49, P=0.237$ ) بی معنی، برای BMI آزمودنی‌ها، اثرزمان ( $F=64.28, P=0.000$ )، تعامل زمان - گروه ( $F=31.65, P=0.034$ ) و اثر گروه ( $F=3.32, P=0.034$ ) معنی‌دار و برای WHR اثرزمان ( $F=51.87, P=0.000$ )، تعامل زمان - گروه ( $F=22.19, P=0.000$ ) معنی‌دار و اثر گروه ( $F=1.76, P=0.177$ ) بی معنی بودند. بررسی تفاوت درون‌گروهی نشان می‌دهد در گروه‌های تمرین + دارونما ( $p=0.000$ ) کاهش معناداری در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در متغیرهای وزن، BMI و WHR مشاهده گردید ( $P \leq 0.05$ ) اما در گروه‌های مکمل کراتین و کنترل تفاوت معناداری نسبت به پیش‌آزمون مشاهده نشد. نتایج آنوا برای وزن ( $F=5.41, P=0.013$ )، BMI ( $F=4.27, P=0.013$ ) و WHR ( $F=5.04, P=0.006$ ) نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌ها در مرحله پس‌آزمون بین گروه‌ها مشاهده شد بطوریکه بررسی آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌های تمرین + کراتین و تمرین + دارونما با گروه‌های کنترل ( $P \leq 0.05$ ) و مکمل کراتین ( $P \leq 0.05$ ) مشاهده گردید بطوریکه تعادل پویا، اوج توان پا و قدرت پا در پس‌آزمون در گروه‌های تمرین + کراتین و تمرین + دارونما نسبت به گروه‌های کنترل و مکمل کراتین بیشتر بود اما در گروه تمرین + کراتین نسبت به گروه‌های تمرین + دارونما ( $P=1.000$ ) تفاوت معناداری در متغیرهای تعادل پویا، اوج توان پا و قدرت پا مشاهده نگردید. همچنین تفاوت معناداری در متغیرهای تعادل پویا، اوج توان پا و قدرت پا در پس‌آزمون بین دو گروه کنترل و مکمل کراتین مشاهده نگردید (شکل ۱: الف - ج).

### فاکتورهای آمادگی جسمانی (تعادل پویا، اوج توان پا و قدرت پا)

در خصوص تاثیر شش هفته تمرین تاباتا به همراه مکمل کراتین بر تعادل پویای آزمودنی‌ها اثرزمان ( $P=0.000$ )

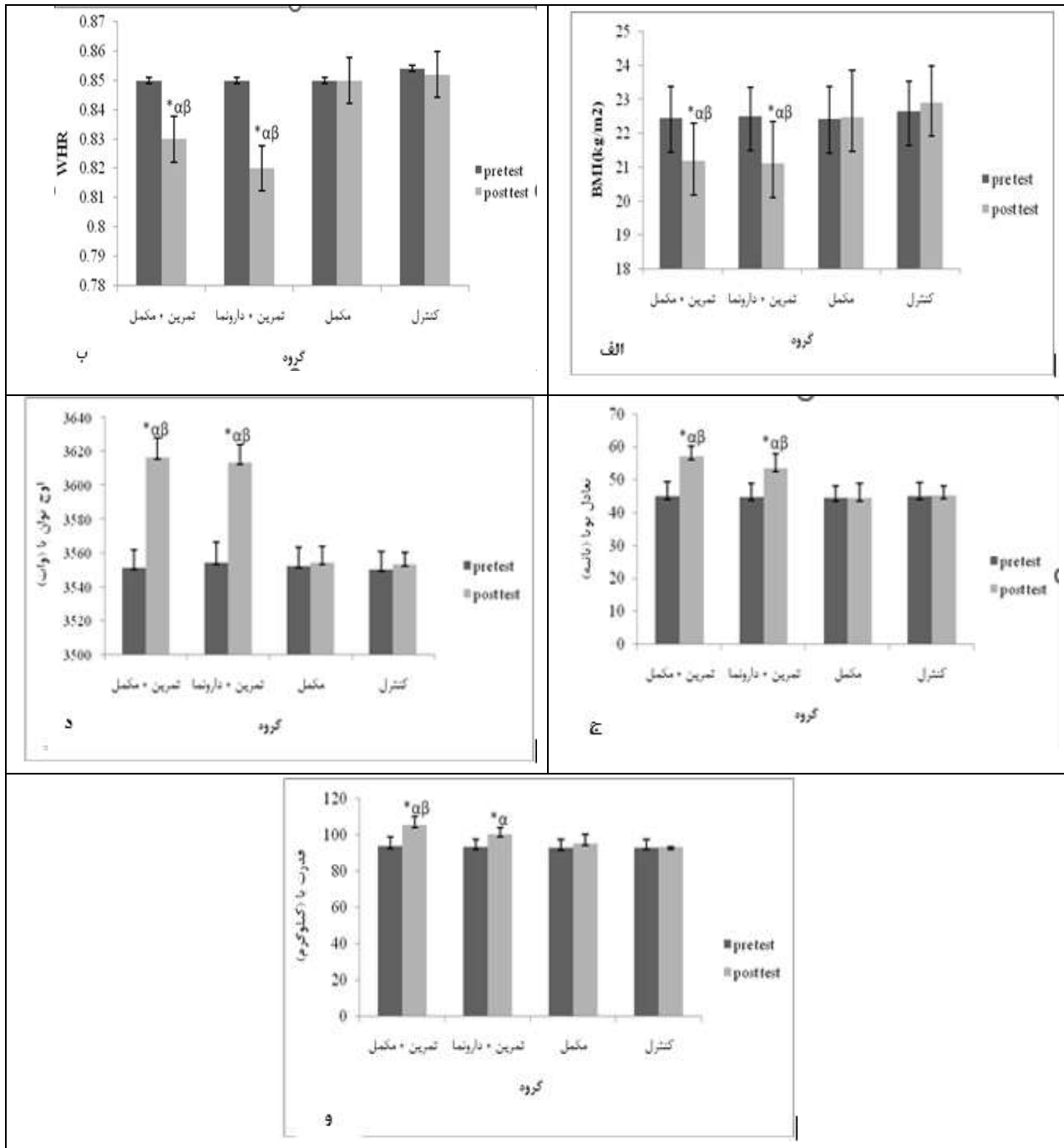
( $F=121.25, P=0.000$ )، تعامل زمان در گروه ( $F=32.13, P=0.000$ ) و اثر گروه ( $F=6.34, P=0.002$ ) معنی‌دار، برای متغیر اوج توان پای آزمودنی‌ها اثرزمان ( $F=361.13, P=0.000$ )، تعامل زمان در گروه ( $F=113.93, P=0.000$ ) و اثر گروه ( $F=25.70, P=0.000$ ) معنی‌دار و برای متغیر قدرت پای آزمودنی‌ها اثرزمان ( $F=164.63, P=0.000$ )، تعامل زمان در گروه ( $F=33.30, P=0.015$ ) و اثر گروه ( $F=4.16, P=0.015$ ) معنی‌دار بودند. بررسی تفاوت درون‌گروهی نشان می‌دهد در گروه‌های تمرین + کراتین ( $p=0.000$ ) و تمرین + دارونما ( $p=0.000$ ) افزایش معناداری در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در متغیرهای تعادل پویا، اوج توان پا و قدرت پای آزمودنی‌ها مشاهده گردید ( $P \leq 0.05$ ) اما در گروه‌های مکمل کراتین و کنترل تفاوت معناداری نسبت به پیش‌آزمون مشاهده نشد. نتایج آنوا برای تعادل پویا ( $F=20.94, P=0.000$ )، اوج توان پا ( $F=85.67, P=0.000$ ) و قدرت پا ( $F=13.64, P=0.000$ ) نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌ها در مرحله پس‌آزمون بین گروه‌ها مشاهده شد بطوریکه بررسی آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌های تمرین + کراتین و تمرین + دارونما با گروه‌های کنترل ( $P \leq 0.05$ ) و مکمل کراتین ( $P \leq 0.05$ ) مشاهده گردید بطوریکه تعادل پویا، اوج توان پا و قدرت پا در پس‌آزمون در گروه‌های تمرین + کراتین و تمرین + دارونما نسبت به گروه‌های کنترل و مکمل کراتین بیشتر بود اما در گروه تمرین + کراتین نسبت به گروه‌های تمرین + دارونما ( $P=1.000$ ) تفاوت معناداری در متغیرهای تعادل پویا، اوج توان پا و قدرت پا مشاهده نگردید. همچنین تفاوت معناداری در متغیرهای تعادل پویا، اوج توان پا و قدرت پا در پس‌آزمون بین دو گروه کنترل و مکمل کراتین مشاهده نگردید (شکل ۲: الف - ج).

تفاوت بین گروهی (مقدار P)	گروه‌ها) انحراف استاندارد ± میانگین				زمان اندازه گیری	متغیرها
	تمرین + دارونما	تمرین + کراتین	مکمل کراتین	کنترل		
۰/۴۸۱	۶۴/۳۷ ± ۱/۶۸	۶۴/۵۰ ± ۲/۴۴	۶۳/۹۰ ± ۱/۱۸	۶۴/۲۵ ± ۱/۶۶	پیش‌آزمون	وزن
* ۰/۰۱۳	۶۱/۳۷ ± ۱/۸۴	۶۲/۸۷ ± ۲/۹۰	۶۴/۳۲ ± ۲/۶۲	۶۴/۴۳ ± ۲/۲۲	پس‌آزمون	(کیلوگرم)
	* ۰/۰۰۰	* ۰/۰۰۰	۰/۶۲۶	۰/۵۴۹		تفاوت درون گروهی (مقدار P)
۰/۱۵۱	۲۲/۵۰ ± ۰/۸۶	۲۲/۴۴ ± ۰/۹۴	۲۲/۴۱ ± ۰/۹۸	۲۲/۶۴ ± ۰/۸۹	پیش‌آزمون	BMI
* ۰/۰۰۵	۲۱/۱۱ ± ۱/۲۳	۲۱/۱۸ ± ۱/۱۳	۲۲/۴۷ ± ۱/۳۸	۲۲/۹۱ ± ۱/۰۸	پس‌آزمون	(kg/m <sup>2</sup> )
	* ۰/۰۰۰	* ۰/۰۰۰	۰/۷۴۳	۰/۵۳۶		تفاوت درون گروهی (مقدار P)
۰/۹۳۶	۸۵/۰ ± ۰/۱۵/۰	۸۵/۰ ± ۰/۳۳/۰	۸۵/۰ ± ۰/۲۷/۰	۸۵/۰ ± ۰/۲۰/۰	پیش‌آزمون	WHR
* ۰/۰۰۶	۸۲/۰ ± ۰/۲۳/۰	۸۳/۰ ± ۰/۲۲/۰	۸۵/۰ ± ۰/۱۹/۰	۸۵/۰ ± ۰/۱۱/۰	پس‌آزمون	
	* ۰/۰۰۰	* ۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۴۵۱		تفاوت درون گروهی (مقدار P)
۰/۷۸۱	۴۴/۷۵ ± ۴/۲۰	۴۵/۰۲ ± ۴/۳۸	۴۴/۵۰ ± ۳/۶۶	۴۵ ± ۴/۰۲	پیش‌آزمون	تعادل پویا
* ۰/۰۰۰	۵۳/۵۰ ± ۴/۳۷	۵۷ ± ۳/۲۵	۴۴/۴۰ ± ۴/۴۷	۴۵/۱۲ ± ۲/۹۹	پس‌آزمون	(ثابته)
	* ۰/۰۰۰	* ۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۷۵		تفاوت درون گروهی (مقدار P)
۰/۹۵۲	۳۵۵۴ ± ۱۲/۴۵	۳۵۵۱ ± ۱۰/۸۸	۳۵۵۲ ± ۱۱/۲۸	۳۵۵۰ ± ۱۰/۷۴	پیش‌آزمون	اوج توان پا
* ۰/۰۰۰	۳۶۱۳ ± ۱۰/۵۸	۳۶۱۶ ± ۱۱/۷۴	۳۵۵۴ ± ۹/۸۸	۳۵۵۳ ± ۷/۱۹	پس‌آزمون	(وات)
	* ۰/۰۰۰	* ۰/۰۰۰	۰/۲۵۲	۰/۸۵۰		تفاوت درون گروهی (مقدار P)
۰/۹۰۹	۹۳ ± ۴/۵۰	۹۳/۳۷ ± ۵/۲۵	۹۲/۵ ± ۴/۷۸	۹۲/۷۵ ± ۴/۷۳	پیش‌آزمون	قدرت پا
* ۰/۰۰۰	۹۹/۸۷ ± ۴	۱۰۵ ± ۴/۹۸	۹۴/۸۷ ± ۵/۲۵	۹۳ ± ۴/۲۰	پس‌آزمون	(کیلوگرم)
	* ۰/۰۰۰	* ۰/۰۰۰	۰/۰۶۱	۰/۵۶۳		تفاوت درون گروهی (مقدار P)



شکل ۱: نمودار تغییرات وزن در گروه‌های مختلف تحقیق

- \*: تفاوت معنادار با پیش‌آزمون
- α: تفاوت معنادار با گروه کنترل
- β: تفاوت معنادار با گروه مکمل کراتین
- €: تفاوت معنادار با گروه تمرین + کراتین



شکل ۲: نمودار تغییرات BMI (الف)، WHR (ب)، تعادل پویا (ج)، اوج توان یا (د) و قدرت پا (و) در گروه‌های مختلف تحقیق

\*: تفاوت معنادار با پیش‌آزمون  
 α: تفاوت معنادار با گروه کنترل  
 β: تفاوت معنادار با گروه مکمل کراتین



## بحث و نتیجه گیری

مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت و مصرف مکمل کراتین می‌تواند بهبود فاکتورهای آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی مورد نیاز والیبالیست‌ها از جمله: وزن، BMI، قدرت عضلانی، تحمل و میزان انرژی مورد نیاز در طول بازی را افزایش دهند بنابراین هدف از پژوهش حاضر تأثیر شش هفته تمرین منتخب تاباتا به همراه مصرف مکمل کراتین بر ترکیب بدن و برخی متغیرهای آمادگی جسمانی زنان والیبالیست بود. نتایج پژوهش حاضر در مورد تأثیر شش هفته تمرین تاباتا با مصرف مکمل کراتین کاهش معناداری را در وزن، شاخص توده بدنی و WHR نشان داد. نتایج تحقیق فقط در مولفه وزن تفاوت معناداری بین دو گروه تمرین تاباتا و گروه ترکیب تمرین تاباتا و کراتین نشان داد به طوری که گروه ترکیبی کاهش وزن کمتری نشان دادند. به طور کلی نتایج اکثر بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهند که انواع فعالیت بدنی نقش مؤثری در بهبود ترکیب بدن دارد (۱-۳) که با نتایج تحقیق حاضر همسو هستند. یکی از مکانیسم‌های مهمی که با آن فعالیت با شدت بالا باعث تغییر در ترکیب بدن می‌شود، افزایش مصرف انرژی است. در حین فعالیت با شدت بالا، بدن برای پاسخ‌گویی به نیازهای فعالیت به انرژی بیشتری نیاز دارد. این افزایش تقاضای انرژی منجر به افزایش مصرف اکسیژن و مصرف کالری می‌شود که به نوبه خود می‌تواند منجر به تعادل منفی انرژی و کاهش وزن شود (۴). مکانیسم موثر دیگر در این رابطه، افزایش سرعت متابولیسم است. نشان داده شده است که ورزش با شدت بالا سرعت متابولیسم را برای ساعت‌ها پس از ورزش افزایش می‌دهد که منجر به افزایش کالری سوزی حتی در حالت استراحت می‌شود (۱). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مصرف مکمل کراتین به تنهایی تأثیر معنی‌داری در تغییرات وزن، شاخص توده بدنی و WHR ندارد؛ اما مصرف این مکمل با ترکیب با تمرینات تناوبی تاباتا منجر به کاهش وزن شد اما این تغییر نسبت به تمرین به تنهایی کمتر بود. شواهد در مورد اثر مکمل کراتین بر کاهش وزن متفاوت است. برخی از مطالعات نشان می‌دهد که مکمل کراتین ممکن است به بهبود ترکیب بدن کمک کند و یا با افزایش جیس آب در عضلات باعث افزایش وزن گردد، در حالی که برخی دیگر نشان می‌دهند که هیچ تأثیری ندارد که در این رابطه می‌توان به مطالعه ارنست و همکاران (۱۹۹۵) اشاره کرد (۵). از طرفی

برنج<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی سیستماتیک دریافتند که مصرف مکمل کراتین علاوه بر بهبود شاخص های امدگی جسمانی و عملکردی تأثیری کمی بر وزن دارد که با نتایج مطالعه حاضر ناهمسو است (۶). یک توضیح احتمالی برای یافته‌های مختلط این است که اثرات مکمل کراتین بر تغییر در ترکیب بدن ممکن است به عواملی مانند دوز، زمان مصرف مکمل و تغییرات فردی در پاسخ به مکمل بستگی داشته باشد. علاوه بر این، اثرات مکمل کراتین بر ترکیب بدن ممکن است از طریق بهبود عملکرد ورزش، قدرت عضلانی و عملکرد متابولیک، به جای تأثیر مستقیم بر چربی سوزی یا مصرف انرژی باشد. به طور کلی، شواهد در مورد اثرات مکمل کراتین بر ترکیب بدن قطعی نیست و تحقیقات بیشتری برای درک کامل مکانیسم‌ها و مزایای بالقوه مکمل کراتین برای کاهش وزن مورد نیاز است (۷).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شش هفته تمرین تاباتا به همراه مصرف مکمل کراتین تأثیر معناداری در متغیرهای آمادگی جسمانی (قدرت، توان، تعادل) داشت بطوریکه باعث بهبود این متغیرها گردید. در همین راستا شواهد پژوهشی نشان داده است که تمرینات ورزشی یکی از اجزای کلیدی آمادگی جسمانی است و می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر متغیرهای مختلف آمادگی جسمانی از جمله قدرت، توان و تعادل داشته باشد (۸). در این راستا کرامر<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی دریافتند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی منجر به افزایش قابل توجهی در حداکثر قدرت و توان در ورزشکاران مرد جوان شد (۹). تمرینات تاباتا می‌تواند یک استراتژی تمرینی مفید برای بازیکنان والیبالیست باشد؛ زیرا می‌تواند به بهبود جنبه‌های مختلف آمادگی جسمانی و عملکرد ورزشی که برای والیبالیست مهم هستند کمک کند (۱۰). در همین راستا شواهد پژوهشی نشان داده است که تمرینات تاباتا می‌تواند سرعت، قدرت عضلانی و ظرفیت حیاتی را بهبود ببخشد (۱۱). علاوه بر این مطالعه خاصی در رابطه عدم تأثیر تمرینات تاباتا بر قدرت وجود ندارد. تمرین تاباتا از طریق افزایش سازگاری عصبی - عضلانی (از طریق افزایش استخدام واحد حرکتی)، قدرت و توان پا را بهبود می‌بخشد (۱۲). سازگاری‌های عضلانی مانند رشد فیبر عضلانی (هیپرتروفی)، دگرگونی‌های نوع فیبر و الگوهای استخدام

1 - Branch  
2 - Kraemer



به‌طورکلی یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که ترکیب تمرین تاباتا با مصرف مکمل کراتین می‌تواند منجر به بهبود در ترکیب‌بدن و شاخص‌های آمادگی جسمانی شود. با این حال، نتایج ما همچنین نشان می‌دهد که مکمل کراتین به‌تنهایی تأثیر قابل‌توجهی بر این شاخص‌ها ندارد. به‌طورکلی مطالعه حاضر، اهمیت ترکیب تمرینات تناوبی با شدت بالا مانند تاباتا را به همراه مصرف مکمل کراتین در یک برنامه تمرینی برای آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی بهینه نشان می‌دهد.

### پیام مقاله:

پژوهش حاضر نشان می‌دهد که ترکیب تمرین تاباتا به‌همراه مصرف مکمل کراتین باعث بهبود ترکیب بدنی و برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی در زنان والیبالیست می‌شود.

### تشکر و قدردانی

از تمامی افرادی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند، کمال تشکر را داریم.

**تعارض منافع:** نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی در خصوص این مقاله وجود ندارد.

### منابع:

- [1] Akramjonovich YI, Ismailovna YF. Development and Improvement of The Motor Qualities of Volleyball Players Based on The Educational and Training Process. *Journal of Advanced Zoology*. 2023;44. Doi: 10.17762/jaz.v44is6.2504
- [2] Ramirez-Campillo R, García-de-Alcaraz A, Chaabene H, Moran J, Negra Y, Granacher U. Effects of plyometric jump training on physical fitness in amateur and professional volleyball: a meta-analysis. *Frontiers in Physiology*. 2021;12:636140. Doi: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.636140>
- [3] Sattler T, Hadžic V, Dervišević E, Markovic G. Vertical jump performance of professional male and female volleyball players: Effects of playing position and competition level. *The*

اصلاح‌شده نیز به این افزایش ظرفیت‌های عضلانی کمک می‌کنند(۱۳).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل کراتین به‌تنهایی تأثیر معنی‌داری متغیرهای آمادگی جسمانی (قدرت، توان، تعادل) ندارد درحالی‌که با ترکیب تمرین تاباتا و استفاده از مکمل کراتین باعث بهبود این فاکتورها شد که با نتایج پژوهش وولک<sup>۳</sup> و همکاران(۲۰۱۳) که نشان دادند مکمل کراتین به‌تنهایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ورزشی نداشت، اما مصرف آن همزمان با تمرینات مقاومتی منجر به بهبود عملکرد شد، همسو است (۱۴). همچنین، مطالعه راوسون<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۱) نیز حاکی از آن بود که ترکیب مصرف کراتین و تمرین قدرتی، سبب افزایش بیشتر قدرت و توده بدون چربی نسبت به تنها مصرف کراتین یا تنها انجام تمرین می‌شود(۱۵). از سوی دیگر، مطالعاتی همچون پژوهش ویزه<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۲) بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در توان بی‌هوازی با مصرف مکمل کراتین در مقایسه با دارونما بوده است که با یافته‌های پژوهش حاضر ناهمسو می‌باشد(۱۶). تمرینات تاباتا و مصرف کراتین، می‌تواند به افزایش ظرفیت بافری عضلانی، تغییر هورمون رشد، و افزایش جریان خون عضلانی منجر شده که باعث بهبود رشد و ترمیم بافت‌ها و به دنبال آن بهبود عملکرد عضلانی می‌شود(۱۷). با این حال احتمال دارد نتایج تحقیق حاضر با نتایج برخی از مطالعات متناقض باشد که، ممکن است به دلیل تفاوت در روش‌های تمرینی باشد. برخی از پژوهش‌ها از روش‌های تمرینی مختلف استفاده کرده‌اند که ممکن است به نتایج مختلفی منجر شود. از طرفی شیوه‌های بارگیری و دوز مصرف مکمل و همچنین جمعیت‌هایی که در پژوهش شرکت کرده‌اند نیز می‌تواند عوامل تأثیرگذار در اختلاف نتایج باشد. یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم کنترل تغذیه آزمودنی‌ها بود که ممکن است به عنوان یک متغیر در نتایج آزمون از جمله ترکیب بدنی موثر بوده باشد لذا به محققان توصیه می‌گردد که در تحقیقات آتی این متغیر را کنترل نمایند.

### نتیجه‌گیری:

<sup>3</sup> - Volek

<sup>4</sup> - Rawson

<sup>5</sup> - Wyss

- 2010;38:31-44. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00726-009-0263-6> .
- [10] Dahal M, Dahal KR, Pokhrel NR, Kutal D. Creatine Supplements: What the Research Says about How It Can Help Healthy Athletes. *Global Journal of Health Science*. 2024 Jan 23;16(2). Doi: <https://doi.org/10.5539/gjhs.v16n2p48> .
- [11] Balsom P, Ekblom B, Söerlund K, Sjödln B, Hultman E. Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1993;3(3):143-9. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1993.tb00378.x> .
- [12] Branch JD .Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2003;13(2):198-226. Doi: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.13.2.198> .
- [13] Rahmanpour AM, Afroundeh R. Comparing the effects of creatine malate, betaine and bata- alanine supplements on the performance of boxing athletes. *Research in Exercise Nutrition*, 2023;2(2):p37-46. (in persian), Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2024.140199.1040> .
- [14] Jalal Rashid B, Saedmocheshi S. The effect of creatine supplementation on factors related to morphological, speed-power, agility and anaerobic power indices of female futsal players. *Research in Exercise Nutrition*, 2023. 2(3): p.1-10. (in persian), Doi: <https://doi.org/10.22034/ren.2024.140069.1022> .
- [15] Earnest CP, Snell P, Rodriguez R, Almada A, Mitchell T. The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular Journal of Strength & Conditioning Research. 2015;29(6):1486-93. Doi: 10.1519/JSC.0000000000000781
- [4] Achilleopoulos I, Sotiropoulos K, Tsakiri M, Drikos S, Zacharakis E, Barzouka K . The effect of a proprioception and balance training program on balance and technical skills in youth female volleyball players. *Journal of Physical Education and Sport*. 2022;22(4):840-7. Doi: 0.7752/jpes.2022.04106
- [5] Bora H, Dağlıoğlu Ö. Effect of core strength training program on anaerobic power, speed and static balance in volleyball players. *European Journal of Physical Education and Sport Science*. 2022 Jun 28;8(5). Doi: <https://oapub.org/edu/index.php/ejep/article/view/4355> .
- [6] Kutáč P, Sigmund M. Assessment of body composition of female volleyball players of various performance levels. *Journal of Physical Education and Sport*. 2017;17(2):556. DOI:10.7752/jpes.2017.02084 .
- [7] Afyon YA, Mülazimoğlu O, Altun M. THE EFFECT OF 6 WEEKLY TABATA TRAINING ON SOME PHYSICAL AND MOTOR CHARACTERISTICS ON FEMALE VOLLEYBALL PLAYERS. *European Journal of Physical Education and Sport Science*. 2018. Doi: <https://oapub.org/edu/index.php/ejep/article/view/2169> .
- [8] Froiland K, Koszewski W, Hingst J, Kopecky L. Nutritional supplement use among college athletes and their sources of information. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2004;14(1):104-20. Doi: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.14.1.104> .
- [9] Gualano B, Artioli GG, Poortmans JR, Lancha Junior AH. Exploring the therapeutic role of creatine supplementation. *Amino acids*.

- weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(2):459-71. Doi: <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181949333>
- [22] Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*. 2011;2011. Doi: <https://doi.org/10.1155/2011/868305>
- [23] Earnest CP, Snell PG, Rodriguez R, Almada AL, Mitchell TL. The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1995 Feb 1;153(2):207. DOI: 10.1111/j.1748-1716.1995.tb09854
- [24] Branch JD. Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2003;13(2):198-226. Doi: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.13.2.198>
- [25] Gualano B, de Salles Painelli V, Roschel H, Lugaresi R, Dorea E, Artioli GG, et al. Creatine supplementation does not impair kidney function in type 2 diabetic patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled, clinical trial. *European journal of applied physiology*. 2011;111:749-56. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1676-3>
- [26] Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN. Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. *Research quarterly for exercise and sport*. 2002;73(4):485-8. Doi: <https://doi.org/10.1080/02701367.2002.10609050>
- [27] Kraemer WJ, Hakkinen K, Triplett-McBride NT, Fry AC, Koziris LP, Ratamess NA, et al. Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Medicine and science in sports and strength and body composition*. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1995;153(2):207. DOI: 10.1111/j.1748-1716.1995.tb09854.x
- [16] Tabata I. Tabata training :one of the most energetically effective high-intensity intermittent training methods. *The Journal of Physiological Sciences*. 2019;69(4):559-72. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12576-019-00676-7>
- [17] Chrusch MJ, Chilibeck PD, Chad KE, Davison KS, Burke DG. Creatine supplementation combined with resistance training in older men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001;33(12):2111-7. Doi: <https://paulogentil.com/pdf/Creatine%20supplementation%20combined%20with%20RT%20in%20older%20men.pdf>
- [18] Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International journal of obesity*. 2008;32(4):684-91.
- [19] Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International journal of obesity*. 2008;32(4):684-91. Doi: <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803781>
- [20] Swift DL, Johannsen NM, Lavie CJ, Earnest CP, Church TS. The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. *Progress in cardiovascular diseases*. 2014;56(4):441-7. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2013.09.012>
- [21] Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for

- [32] Volek J. Creatine supplementation enhances muscular perform. 1997. Doi: <https://sponet.de/Record/4002329>
- [33] Rawson ES, Conti MP, Miles MP. Creatine supplementation does not reduce muscle damage or enhance recovery from resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2007;21(4):1208-13. Doi: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2007/11000/Creatine\\_Supplementation\\_Does\\_Not\\_Reduce\\_Muscle.39](https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2007/11000/Creatine_Supplementation_Does_Not_Reduce_Muscle.39)
- [34] Wyss M, Schulze A. Health implications of creatine: can oral creatine supplementation protect against neurological and atherosclerotic disease? *Neuroscience*. 2002;112(2):243-60. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0306-4522\(02\)00088-X](https://doi.org/10.1016/S0306-4522(02)00088-X)
- [35] Cooper R, Naclerio F, Allgrove J, Jimenez A. Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2012;9(1):33. Doi: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-33>
- exercise. 2003;35(1):157-68. Doi: <https://doi.org/10.1097/00005768-200301000-00024>
- [28] Neto MG, Duraes AR, Conceição LSR, Saquetto MB, Ellingsen Ø, Carvalho VO. High intensity interval training versus moderate intensity continuous training on exercise capacity and quality of life in patients with heart failure with reduced ejection fraction: A systematic review and meta-analysis. *International journal of cardiology*. 2018;261:134-41. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.02.076>
- [29] Brezze MR, Kumar MS. Effect Of Cluster Training And Tabata Training On Speed Muscular Strength And Vital Capacity Among Men Kabaddi Players. *Korean Journal of Physiology and Pharmacology*. 2023;27(2):123-6. Doi: [https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as\\_sdt=0%2C5&q=%5B11%5D%09Brezze+MR%2C+Kumar+MS.+Effect+Of+Cluster+Training+And+Tabata+Training+On+Speed+Muscular+Strength+And+Vital+Capacity+Among+Men+Kabaddi+Players.+Korean+Journal+of+Physiology+and+Pharmacology.+2023%3B27%282%29%3A123-6.&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=%5B11%5D%09Brezze+MR%2C+Kumar+MS.+Effect+Of+Cluster+Training+And+Tabata+Training+On+Speed+Muscular+Strength+And+Vital+Capacity+Among+Men+Kabaddi+Players.+Korean+Journal+of+Physiology+and+Pharmacology.+2023%3B27%282%29%3A123-6.&btnG=)
- [30] Paavolainen L, Häkkinen K, Hämmäläinen I, Nummela A, Rusko H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of applied physiology*. 1999. Doi: <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.86.5.1527>
- [31] Franchi MV, Longo S, Mallinson J, Quinlan JI, Taylor T, Greenhaff PL, Narici MV. Muscle thickness correlates to muscle cross-sectional area in the assessment of strength training-induced hypertrophy. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2018;28(3):846-53. Doi: <https://doi.org/10.1111/sms.12961>