پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۳
ص ص : ۱۶۲ – ۱۵۳

مقایسه اثر تمرینات پلایومتریک همراه با مصرف مکمل ویتامین D بر برخی شاخص‌های آمادگی و عملکرد ویژه جسمانی دختران ژیمناست کار

رویا عسکری* [۱] – زهرا زیدآبادی [۲] – امیرحسین حقیقی [۳] – سیدمیلاد اسدی فریزی [۴]

۱. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران ۳. استاد گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران ۴. دانشجوی دکتری گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

(تاریخ دریافت : ۱۷/ ۱۱/ ۱۴۰۳ ، تاریخ تصویب : ۱۲/۱۹/ ۱۴۰۳)

چکیده

ژیمناستیک یکی از ورزش‌های مورد علاقه در بین کودکان است. به نظر می‌رسد تمرینات پلایومتریک همراه با مصرف مکمل ویتامین D بر عملکرد این گروه سنی تأثیر گذار است. لذا هدف از این تحقیق، مقایسه اثر تمرینات پلایومتریک همراه با مصرف مکمل ویتامین D بر برخی شاخص‌های آمادگی جسمانی و عملکردی در دختران ژیمناست کار ۱۵-۱۲ سال بود. بدین‌منظور ۳۰ ژیمناستیک‌کار دختر ۱۵-۱۲ سال به‌صورت هدفمند انتخاب و در تحقیق شرکت کردند و به‌طور تصادفی به دو گروه تمرینی پلایومتریک با و بدون مصرف مکمل ویتامین D (در هر گروه ۱۵ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرینی پلایومتریک همراه با مصرف مکمل ویتامین D هفته‌ای یک‌بار کپسول ویتامین D با دوز ۵۰۰۰ Iu مصرف کردند و گروه دیگر از دارونما استفاده کردند. تمرینات در شش هفته و هر هفته سه جلسه به‌مدت ۹۰ دقیقه اجرا شد. پیش‌آزمون و پس‌آزمون شامل آزمون‌های چابکی، انعطاف‌پذیری، توان کل بدن، توان عضلانی بالاتنه، توان عضلانی پایین‌تنه، توان بی هوازی ویژه، توان انفجاری، آزمون عملکردی سه‌گانه و آزمون عملکرد ویژه GOT ژیمناستیک‌کاران بود. داده‌ها از طریق آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر تجزیه و تحلیل شد ($P<0.05$). ویتامین D تنها در شاخص‌های انعطاف‌پذیری و توان عضلانی پایین‌تنه بهبود معناداری نسبت به گروه تمرینات پلایومتریک به‌تنهایی نشان داد. در بهبود سایر شاخص‌های آمادگی جسمانی (چابکی، توان کل بدن، توان عضلانی بالاتنه، توان بی‌هوازی ویژه، توان انفجاری) و عملکردی (آزمون عملکردی سه‌گانه، آزمون عملکردی -GOT) بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت احتمالاً انجام تمرینات پلایومتریک به‌تنهایی می‌تواند سبب بهبود عملکرد نوجوانان ژیمناستکار ۱۵-۱۲ سال باشد. گرچه استفاده از مکمل ویتامین D در کنار تمرینات پلایومتریک احتمالاً می‌تواند تغییرات بهینه‌ای در انعطاف‌پذیری و توان عضلانی پایین‌تنه این ورزشکاران ایجاد نماید.

واژه‌های کلیدی

تمرینات پلایومتریک، عملکرد ویژه، دختران ژیمناست کار، ویتامین D.

* نویسندهٔ مسئول : پست الکترونیکی: askari7581@gmail.com

مقدمه

امروزه ورزش و فعالیت بدنی بخش جدایی‌ناپذیر زندگی انسان بوده و پیشرفت‌های چشم‌گیری در زمینه علوم ورزشی و به‌خصوص توسعه آمادگی جسمانی صورت گرفته است (۱). تمرینات پلایومتریک یکی از راهبردها برای بهبود قدرت عضلانی و توان انقباضی بیشینه که نیازمند موفقیت در بسیاری از ورزش‌ها هستند؛ شناخته شده است (۲) که می‌توان از این نوع تمرینات ایمن برای نوجوانان استفاده کرد (۳). در ورزش ژیمناستیک، پرش‌ها نقش مهمی در اجرای حرکات آکروباتیک دارند و به سه دسته پرش‌های روبه‌جلو، پرش‌های رو به عقب و پرش‌های به پهلو تقسیم می‌شوند و هر پرش نیز شامل بلند شدن از زمین، پرواز و فرود است (۴). در رشته ورزشی ژیمناستیک نیز حرکات و مهارت‌های جهشی و انعطاف‌پذیری در کلیه حرکات این رشته وجود داشته و بدون برخورداری از ظرفیت انفجاری و توان بالای ورزشکار، موفقیت در این رشته چندان میسر نمی‌شود؛ همچنین، تمرینات پلایومتریک می‌تواند سبب ارتقا توان و نیروی عضلانی و انعطاف‌پذیری عضلات مورد نیاز در ژیمناستیک‌کاران شود و هم زمان با آن چابکی آن‌ها را نیز افزایش دهد (۷-۵). نشان داده شده است، وضعیت بهینه ویتامین D به حفظ یا بهبود عملکرد کلی ورزشکاران و تسهیل ترمیم عضلات کمک می‌کند؛ همچنین گزارش شده است، وضعیت کافی ویتامینD ممکن است نقش حیاتی در بازسازی عضلات داشته باشد (۸, ۹). علاوه بر این گفته‌می‌شود، میزان بروز آسیب‌های عضلانی در بین ورزش کارانی که کمبود ویتامین D داشتند، نسبتاً بالاتر بود (۱۰). قابل توجه است که ارتباط مثبتی بین سطوح ویتامین D با قدرت و توده عضلانی وجود دارد (۱۱). با این حال کمبود این ویتامین در بین ورزشکاران شایع است (۱۲). در مجموع این شواهد نشان می‌دهند، ویتامین D در رشد توده عضلانی و حفظ قدرت نقش مهمی دارد (۸). پگرفی و همکاران (۲۰۲۴) با بررسی بین وضعیت ویتامین D با عملکرد ورزشی و نشانگرهای خونی در ورزشکاران ارتباط مثبتی را نشان دادند (۱۳). تحقیقات فوق نشان می‌دهد، با وجود بالا بودن پژوهش‌ها در زمینه تمرینات پلایومتریک و اثر آن بر بهبود عملکردهای مورد نیاز برای رشته‌های ورزشی مختلف، پژوهش چندانی در این زمینه در ورزش ژیمناستیک و به ویژه در گروه سنی ۱۵-۱۲ سال با مصرف مکمل ویتامین D صورت نگرفته است. لذا این پژوهش با هدف بررسی تفاوت بین تاثیر شش هفته تمرینات پلایومتریک با و بدون مصرف مکمل ویتامین D بر شاخص‌های آمادگی جسمانی و عملکردی ژیمناستیک‌کاران انجام گرفت.

روش‌شناسی پژوهش

پس از رضایت نامه کتبی از والدین، جامعه آماری این پژوهش را ژیمناستیک‌کاران دختر شهرستان سبزوار با دامنه سنی ۱۲ تا ۱۵ سال که حداقل شش ماه سابقه شرکت منظم در تمرینات را داشتند و هیچ‌گونه بیماری متابولیکی نداشتند، تشکیل دادند. سپس ۳۰ نفر به‌عنوان نمونه‌ی هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی به دو گروه تمرینات پلایومتریک (۱۵ نفره) با مصرف مکمل ویتامین D و دارونما تقسیم شدند. معیارهای ورود شامل ۱) کسب رضایت‌نامه از والدین ۲) نداشتن سابقه بیماری متابولیکی ۳) فرم تأیید پزشک برای شرکت در برنامه تمرینی ۴) دامنه سنی ۱۲-۱۵ و ۵) شش ماه سابقه تمرینی منظم بود. معیارهای خروج شامل ۱) ورزشکارانی که در حین تمرینات، بیش از سه جلسه غیر متوالی و دو جلسه متوالی غیبت داشته‌باشند، ۲) افرادی که به‌طور منظم از مکمل ویتامین D استفاده نمی‌کردند و ۳) افرادی که دچار بروز آسیب‌های احتمالی شوند، بود. اندازه‌گیری متغیرهای

آمادگی جسمانی شامل: چابکی (تست ربع مربع)، انعطاف‌پذیری (آزمون ولز)، توان کل بدن (بالانس قدرتی)، توان عضلانی بالاتنه (بارفیکس)، توان عضلات پایین‌تنه (اسکات تک‌پا)، توان بی‌هوازی ویژه ژیمناستیک‌کاران[1] (SAGAT)، **آزمون عملکردی هشت‌گانه ژیمناستیک[2] GOT دختران ژیمناستیک‌کار و آزمون مهارت سه‌گانه (پرش خرک، موازنه و حرکات زمینی) بود (۱۴-۱۷).**

تست ربع مربع: این آزمون جهت سنجش چابکی بدون نیاز به دویدن است که در محیط‌های کوچک با کم‌ترین تجهیزات قابلیت اجرا دارد (۱۸). آزمون ولز: جهت اندازه‌گیری انعطاف، بر روی زمین با پاهای صاف انجام می‌شود. زانوها به‌صورت کشیده و کف پاها نیز بایستی به جعبه انعطاف چسبیده باشد. برای اجرای تست، دست‌ها مستقیماً به‌طرف جلو برده شد و سپس آزمودنی به‌طرف جلو خم شد و با نوک انگشت، شاخص جعبه را تا جایی که ممکن بود به جلو راند (۱۹). آزمون بالانس قدرتی: جهت برآورد توان کل بدن استفاده شد. ورزش‌کار حرکت را روی زمین آغاز کرده و تعداد تکرارها تا رسیدن به خستگی به عنوان رکورد فرد ثبت می‌شود (۲۰). آزمون کشش بارفیکس: جهت ارزیابی توان عضلانی بالاتنه ورزشکاران، از این آزمون استفاده شد. پس از آویزان شدن ورزشکار از بارفیکس تعداد حرکات صحیح آن‌ها در ۳۰ ثانیه به‌عنوان رکوردشان محسوب می‌شد (۲۰). آزمون اسکات تک‌پا: جهت ارزیابی توان عضلانی پایین‌تنه ورزشکاران از این آزمون استفاده شد. ورزش‌کار یک‌پا را به‌صورت تپانچه در جلو قرار داده و روی پای دیگر حرکت نشست و برخاست را تا خستگی انجام داده است. تعداد تکرارها با پای چپ و با پای راست به‌عنوان رکورد فرد ثبت شد (۲۰). آزمون توان بی‌هوازی ویژه ژیمناستیک‌کاران (SAGAT): این تست شامل حرکاتی همچون، دویدن (به جلو و عقب)، پرش و شنای سوئدی است (۲۰). آزمون عملکردی هشت‌گانه ژیمناستیک (GOT): این آزمون دارای هشت حرکت است. چهار دور اول بر روی هشت‌ضلعی‌ها و چهار دور دوم خارج از آن‌ها انجام گرفت. حرکات دورها عبارتنداز: ۱- چهار دست و پا روی دو هشت‌ضلعی، ۲- تعادلی رو به جلو روی هشت‌ضلعی داخلی، ۳- تعادلی رو به جلو پا باز روی دو هشت ضلعی، ۴- پا بوکس روی هشت ضلعی خارجی، ۵- پا باز قدرتی برطرفین دو هشت ضلعی، ۶- غلتاندن دو دستی توپ تنیس، ۷- لی لی با پای راست و ۸- لی لی با پای چپ. بایستی تمام حرکات در یک جهت انجام گیرد (۲۱). آزمون عملکرد سه‌گانه: مهارت ژیمناست با انجام برنامه مشخص در سه ماده رقابتی ژیمناستیک (پرش خرک، موازنه، حرکات زمینی) و بر اساس قضاوت سه داور رسمی فدراسیون ژیمناستیک مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین نمرات کسب شده در طی اجرا به عنوان نمره ژیمناستیک‌کار ثبت شد. هر آزمودنی دو بار آزمون را اجرا نمود (۲۲).

پروتکل تمرین

هر دو گروه تمرینات معمول ژیمناستیک (جدول شماره ۱) خود را انجام دادند. گروه تجربی (تمرینات پلایومتریک) علاوه بر تمرینات ژیمناستیک که شامل حرکات غلت‌های جلو و عقب، بالانس، چرخ و فلک دو دست و یک دست و نیم‌پشتک بود، تمرینات پلایومتریک هم انجام دادند (جدول شماره ۲). این برنامه به‌مدت شش هفته، هر هفته سه جلسه و به‌مدت ۳۰ دقیقه به‌علاوه ۱۰ دقیقه گرم کردن انجام شد. گرم کردن به‌صورت سه دور دوی نرم دور زمین ژیمناستیک و حرکات کششی و جنبشی بود. سپس،

1 .Specific aerobic gymnastics anaerobic test

2. Gymnastics Octopus Test

آزمودنی‌ها تمرینات پلایومتریک را طبق برنامه اجرا کردند. استراحت بین تکرارها ۱۵-۱۰ ثانیه و بین ست‌ها ۳-۲ دقیقه بود. شدت تمرینات از طریق افزایش تکرارها و ست ها کنترل شد که در دو هفته ابتدایی شدت تمرین پایین، سه هفته بعدی شدت متوسط و دو هفته آخر هم شدت تمرینات بالا بود (۲۳).

جدول ۱. برنامه تمرینی ژیمناستیک طی شش هفته

گرم کردن معمولی	تمرینات پلایومتریک؛ تمرینات قدرتی، چابکی، توان عضلانی، توان بی‌هوازی، انعطاف‌پذیری و انواع پرش‌ها	تمرینات معمول ژیمناستیک	سرد کردن
۱۰ دقیقه	۳۰ دقیقه	۴۰ دقیقه	۵ دقیقه
راه رفتن آهسته، راه رفتن تند و گام های جانبی و به دنبال آن کشش‌های پویا	تمرینات بالا تنه: پرتاب توپ مدیسن بال، انقباض شکم در حالت خوابیده به پشت، حرکت شترگربه تنه: کشش فلکسور مفصل ران، کشش تمرینات پایین صورت خوابیده به پشت همسترینگ، بالا بردن باسن به و بازوها در کنار بدن، پرش طول، پرش عمودی	گهواره پا جمع، گهواره پا باز، پا راست، غلت جلو، غلت عقب، گهواره یک چرخ و فلک دو دست، پل، شمع و چرخ و فلک یک دست، بالانس غلت، چرخ و فلک پشتک، پشتک‌پیچ، نیم	راه رفتن آرام، حرکات کششی

جدول ۲. برنامه تمرینی پلایومتریک

هفته‌های تمرینی	حرکات پلایومتریک	تکرار × ست	شدت تمرین
هفته اول	پرش به طرفین جفت‌پا	۲×۱۰	کم
	پرش از مانع به جلو (۵ مانع)	۴×۵ (۳۰ cm)	کم
	پرش از مانع به جلو و عقب جفت‌پا	۲×۱۰	کم
هفته دوم	پرش به طرفین جفت‌پا	۲×۱۲	کم
	پرش از مانع به جلو و عقب جفت‌پا	۲×۱۲ (۳۰ cm)	کم
	زیگزاگ جفت‌پا (۶ مانع)	۴×۶	کم
	اسکات پرش	۲×۸	کم
	پرش عمقی	۲×۱۰	کم
هفته سوم	پرش به طرفین تک‌پا	۲×۱۵	متوسط
	زیگزاگ جفت‌پا (۶ مانع)	۵×۶	متوسط
	پرش از مانع به جلو (۵ مانع)	۵×۵ (۳۰ cm)	کم
	اسکات پرش	۲×۱۰	متوسط
	پرش عمقی	۲×۱۲	متوسط
	پرش از مانع با ۱۸۰ درجه چرخش	۲×۸	کم
هفته چهارم	پرش به طرفین تک‌پا	۳×۱۵	کم
	پرتاب توپ به عقب	۲×۶	متوسط
	زیگزاگ تک‌پا (۶ مانع)	۵×۶	متوسط
	پرش از مانع به جلو (۵ مانع)	۷×۵ (۴۰ cm)	کم
	پرش قیچی	۲×۱۰	کم
	پرش از مانع با ۱۸۰ درجه چرخش	۳×۸	کم
	اسکات پرش	۳×۱۰	متوسط
هفته پنجم	پرتاب توپ به عقب	۲×۸	متوسط
	اسکات پرش	۳×۱۲	متوسط
	پرش قیچی	۲×۱۲	متوسط
	پرش عمقی	۳×۱۲	متوسط
	پرش از مانع با ۱۸۰ درجه چرخش	۳×۱۲	متوسط
	پرش از مانع به جلو (۵ مانع)	۸×۵ (۴۰ cm)	بالا

هفته ششم	پرتاب توپ به عقب	۲×۱۰	بالا
	پرش از مانع با ۱۸۰ درجه چرخش	۳×۱۵ (۴۵ cm)	بالا
	زیگزاگ تک‌پا (۸ مانع)	۳×۱۵	بالا
	پرش عمقی	۳×۱۵	بالا
	اسکات پرش	۳×۱۲	بالا
	پرش قیچی		بالا

مصرف ویتامین D

گروه‌های مصرف کننده ویتامینD هفته‌ای یک‌بار کپسول IU ۵۰۰۰ ویتامینD از شرکت خوارزمی را مصرف کردند (۲۴).

یافته‌ها

در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار spss نسخه‌ی ۲۰، داده‌ها تجزیه و تحلیل‌شده‌اند. از روش آمار توصیفی برای بررسی میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای تن سنجی و آزمون‌های آمادگی و عملکرد جسمانی دختران ژیمناست کار قبل و بعد از انجام شش هفته تمرینات پلایومتریک، از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. برای بررسی تفاوت میانگین متغیرها در دو گروه در زمان‌های قبل و بعد از آزمون آنوا با اندازه گیری مکرر استفاده شد. همچنین سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. در ادامه نتایج مربوط به تأثیر شش هفته تمرینات پلایومتریک با و بدون مصرف مکمل ویتامین Dبر توان عضلانی بالاتنه، پایین‌تنه (پای راست و پای چپ)، چابکی، انعطاف‌پذیری، توان بی‌هوازی (SAGAT)، آزمون عملکردی ویژه ژیمناستیک‌کاران (GOT) و آزمون عملکرد سه‌گانه ویژه ژیمناستیک‌کاران آورده شده است.

جدول ۳. مقایسه توان عضلانی پایین‌تنه (پای راست و پای چپ) و انعطاف‌پذیری قبل و بعد از شش هفته تمرینات پلایومتریک به تفکیک دو گروه در نوجوانان ژیمناست

متغیر	گروه	میانگین تفاوت (بعد از شش هفته تمرینات پلایومتریک - قبل از شش هفته تمرینات پلایومتریک)	خطا	سطح معناداری بین دو گروه
توان عضلانی پایین‌تنه (پای راست) (تکرار)	با ویتامین D	۱/۲۶۷	۰/۲۶۱	۰/۰۰۰
	بدون ویتامین D	۰/۱۳۳	۰/۲۶۱	۰/۶۱۴
توان عضلانی پایین‌تنه (پای چپ) (تکرار)	با ویتامین D	۱/۴۰۰	۰/۲۷۶	۰/۰۰۰
	بدون ویتامین D	۰/۲۰۰	۰/۲۷۶	۰/۴۷۵
انعطاف‌پذیری (سانتی‌متر)	با ویتامینD	۴/۲۰۰	۰/۵۳۳	۰/۰۰۰
	بدون ویتامین D	۰/۹۳۳	۰/۵۳۳	۰/۰۹۱

جدول ۴. مقایسه تأثیر شاخص‌های آمادگی جسمانی و عملکردی قبل و بعد از تمرینات پلایومتریک در نوجوانان ژیمناست

متغیر	میانگین تفاوت (بعد از شش هفته تمرینات پلایومتریک - قبل از شش هفته تمرینات پلایومتریک)	خطا	سطح معناداری قبل و بعد
توان عضلانی بالاتنه (تکرار)	۴/۱۶۷	۰/۳۶۷	۰/۰۰۰۱
توان عضلانی پایین‌تنه (پای راست) (تکرار)	۰/۷۰۰	۰/۱۸۵	۰/۰۰۱
توان عضلانی پایین‌تنه (پای چپ) (تکرار)	۰/۸۰۰	۰/۱۹۵	۰/۰۰۰۱
چابکی (ثانیه)	۰/۶۰۰	۰/۱۲۵	۰/۰۰۰۱
انعطاف‌پذیری (سانتی‌متر)	۲/۵۶۷	۰/۳۷۷	۰/۰۰۰۱
توان بی‌هوازی (SAGAT) (ثانیه)	-۰/۵۹۲	۰/۰۷۴	۰/۰۰۰۱
آزمون عملکرد ویژه ژیمناستیک‌کاران (GOT)	۸	۰/۴۴۱	۰/۰۰۰۱
آزمون عملکرد سه‌گانه	۸/۵۳۳	۰/۴۵۹	۰/۰۰۰۱

سطح معناداری اثر تعاملی تأثیر شش هفته تمرینات پلایومتریک با و بدون مصرف مکمل ویتامین D برای متغیرهای توان عضلانی پایین‌تنه (پای راست و پای چپ) و انعطاف‌پذیری در جدول شماره چهار کمتر از ۰/۰۵ است، لذا می‌توان گفت تفاوت معناداری در میزان توان عضلانی پایین‌تنه (پای راست و پای چپ) و انعطاف‌پذیری افراد قبل و بعد از انجام شش هفته تمرینات پلایومتریک به تفکیک دو گروه (با و بدون مصرف مکمل ویتامین D) وجود دارد که با توجه به نتایج، گروه مصرف کننده ویتامین D با افزایش معناداری نسبت به قبل از مداخله (شش هفته تمرینات پلایومتریک) رو به رو بوده است؛ در حالی که این افزایش در گروه بدون مصرف ویتامین D معنادار نبود. با توجه به نتایج جدول شماره چهار شش هفته تمرینات پلایومتریک سبب بهبود توان عضلانی بالاتنه، پایین‌تنه (پای راست و پای چپ) و فاکتورهای آمادگی جسمانی (چابکی، انعطاف‌پذیری، SAGAT، GOT و آزمون عملکرد سه‌گانه) آمده است؛ لذا می‌توان گفت، شش هفته تمرینات پلایومتریک بر توان عضلانی بالاتنه، پایین‌تنه (پای راست و پای چپ)، چابکی، انعطاف‌پذیری، توان بی‌هوازی (SAGAT)، آزمون عملکردی ویژه ژیمناستیک‌کاران (GOT) و آزمون عملکرد سه‌گانه ویژه ژیمناستیک‌کاران نسبت به قبل از مداخله (شش هفته تمرینات پلایومتریک) شده است (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، توان عضلانی پایین‌تنه (پای راست و چپ) و انعطاف‌پذیری در گروه تمرین پلایومتریک با مصرف ویتامین D نسبت به گروه تمرین پلایومتریک بدون مصرف ویتامین D بهبود معناداری داشت. همچنین، در شاخص‌های توان عضلانی بالا تنه، چابکی، توان بی‌هوازی (SAGAT)، آزمون عملکرد ویژه ژیمناستیک‌کاران (GOT) و آزمون عملکرد سه‌گانه ژیمناستیک‌کاران تنها قبل و بعد از انجام شش هفته تمرینات پلایومتریک تفاوت معناداری وجود داشت. اما در شاخص‌های تن‌سنجی (قد، وزن و نمایه توده بدن) تفاوتی بین دو گروه مشاهده نشد. نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر با یافته‌های الکساندر زاگرودنا و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی دارد؛ در صورتی که با یافته‌های می‌ونگ و ون سئو و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی ندارد. به نظر می‌رسد موارد اختلاف بیشتر مربوط به نوع رشته ورزشی، مدت و شدت تمرین، دوز ویتامین D و سن افراد است. الکساندر

زاگرودنا و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی تأثیر سطح ویتامین D بر عملکرد ورزشکاران (عملکرد عضلات اسکلتی و ورزشی) آنان پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد، کمبود ویتامین D به‌صورت سطوح سرمی زیر ۲۰ نانوگرم در ۵۰ میلی‌لیتر (نانومول در لیتر) ممکن است سبب کمبود قدرت و توان شود و مشخص شده است که با عملکرد بدنی ارتباط دارد (۲۵). می‌ونگ و ون سئو و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی ارتباط وضعیت ویتامین D با عملکرد ورزشی ۴۷ تکواندوکار پرداختند. نتایج نشان داد، وضعیت ویتامین D هیچ اثر قابل توجهی بر فاکتورهای عملکردی تکواندوکاران نشان نداد (۲۶). توان عضلانی بیانگر ترکیب قدرت و سرعت عمل عضله است. افزایش در هر یک از این عناصر می‌تواند سبب افزایش در برون‌ده توان شود (۲۷). مارینا و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند، برنامه‌ی تمرینی پلایومتریک برای ژیمناستیک‌کاران قبل از بلوغ جهت رسیدن به سطح بالایی از آمادگی بسیار مؤثر خواهد بود (۲۸). احتمالاً این افزایش بعد از تمرینات پلایومتریک به‌علت، سازگاری عصبی (همچون آماده‌سازی قابلیت زیست حرکتی بیشتر)، تحریک واحدهای حرکتی با فرکانس بالاتر، استفاده انتخابی از واحدهای حرکتی در عضلات سازگار شده، انقباض هم زمان برخی عضلات، تغییر در سرعت مرحله انقباض خارجی و داخلی و افزایش در قدرت و مقاومت عضلانی است (۲۹). کوندوراکیس و همکاران (۲۰۱۴)، رابطه مثبت و معناداری بین سطوح ویتامین D و پرش عمودی در بازیکنان فوتبال را گزارش نمودند که هم در دوره انتقال خارج از فصل و هم در پایان دوره مسابقه اندازه‌گیری شد (۳۰). بر اساس شواهد، یافته‌های ما تأثیر احتمالی ویتامین D بر بهبود برخی عملکرد ورزشی را نشان‌می‌دهد. اثرات ویتامین D ممکن است مربوط به تنظیم سنتز پروتئین عضله باشد که به‌دلیل وجود گیرنده‌های ویتامین D [1] (VDR) در سلول‌های عضلانی می‌تواند بر توده عضلانی تأثیر بگذارد. علاوه بر این، سطح ویتامین D نیز در سطح بیان و فعال‌سازی بر روی گیرنده‌های آن تأثیر می‌گذارد؛ بنابراین بر توده عضلانی، هماهنگی عصبی عضلانی و تعداد نسبی و سطح مقطع الیاف عضلات نوع II تأثیر می‌گذارد (۳۱). از آنجا که به‌خوبی ثابت شده است، مهم‌ترین عامل تعیین کننده توانایی پرش، توان عضله، فیبرهای عضلانی نوع دو و هماهنگی عصبی عضلانی است؛ هرگونه تأثیر ویتامین D بر روی این پارامترها به نوبه خود بر ظرفیت پرش نیز تأثیر می‌گذارد (۱۰). براساس نتایج پژوهش، به‌طور کلی تمرین همراه با مکمل ویتامین D بیشترین تأثیر را بر افزایش انعطاف‌پذیری داشته است. اخیراً در برخی مطالعات چندین سازوکار برای اثرات ویتامین D بر افزایش رشد عضله اسکلتی پیشنهاد شده است؛ از جمله اینکه ویتامین D موجب کاهش بیان میوستاتین (تنظیم کننده منفی رشد عضله اسکلتی) و افزایش تمایز سلول‌های میوژنیک خواهد شد (۳۲).

براساس نتایج حاضر می‌توان گفت دختران ژیمناستیک‌کار احتمالاً می‌توانند برای بهبود برخی از شاخص‌های آمادگی جسمانی و عملکردی خود از برنامه تمرینات پلایومتریک بهره ببرند. همچنین، احتمالاً مکمل‌یاری ویتامینD در کنار تمرین بر بهبود قدرت عضلانی پایین‌تنه و انعطاف‌پذیری آن‌ها می‌تواند تأثیر مثبتی داشته باشد و مربیان رشته ژیمناستیک می‌توانند از این تمرینات همراه با مصرف مکمل جهت تقویت این عوامل در ورزشکاران استفاده نمایند. از محدودیت‌های این پژوهش، عدم استفاده از گروه کنترل، عدم کنترل سطح فعالیت بدنی روزانه، تغذیه و سنجش میزان خواب

1. Vitamin D receptors

آزمودنی‌ها بوده است. انجام مطالعات کنترل شده در آینده، اطلاعات دقیق تری را در این زمینه ارائه خواهد داد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از خانواده‌های نوجوانان ژیمناست‌کار و حوزه‌ی پژوهشی دانشگاه حکیم سبزواری جهت انجام این پژوهش قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

در این پژوهش تعارض منافعی برای نویسندگان وجود ندارد.

References

1. Nigg CR, Tilp M, Amesberger G, Garber CE, Finkenzeller T, Keller M, et al. Current Issues in Sport Science: Highlighted research directions. Current Issues in Sport Science. 2022;8(1).
2. Falch HN, Rædergård HG, van den Tillaar R. Association of strength and plyometric exercises with change of direction performances. PLoS One. 2020;15(9): e0238580.
3. Wang Y-C, Zhang N. Effects of plyometric training on soccer players. Experimental and therapeutic medicine. 2016;12(2):550-4.
4. Leite I, Goethel M, Conceição F, Ávila-Carvalho L. How Does the Jumping Performance Differs between Acrobatic and Rhythmic Gymnasts? Biomechanics. 2023;3(4):457-68.
5. Boligon L, Deprá PP, Rinaldi IPB. <b> Influence of flexibility in the execution of movements in rhythmic gymnastics. Acta Scientiarum Health Sciences. 2015;37(2):141-5.
6. Santos AB, Lebre E, Carvalho LÁ. Explosive power of lower limbs in rhythmic gymnastics athletes in different competitive levels. Revista brasileira de educação física e esporte. 2016;30:41-50.
7. Huang H, Huang W-Y, Wu C-E. The Effect of Plyometric Training on the Speed, Agility, and Explosive Strength Performance in Elite Athletes. Applied Sciences. 2023;13(6):3605.
8. Agoncillo M, Yu J, Gunton JE. The Role of Vitamin D in Skeletal Muscle Repair and Regeneration in Animal Models and Humans: a Systematic Review. Nutrients. 2023;15(20):4377.
9. Iolascon G, Moretti A, Paoletta M, Liguori S, Di Munno O. Muscle regeneration and function in sports: a focus on vitamin D. Medicina. 2021;57(10):1015.
10. De la Puente Yagüe M, Collado Yurrita L, Ciudad Cabañas MJ, Cuadrado Cenzual MA. Role of vitamin D in athletes and their performance: current concepts and new trends. Nutrients. 2020;12(2):579.
11. Halfon M, Phan O, Teta D. Vitamin D: a review on its effects on muscle strength, the risk of fall, and frailty. BioMed research international. 2015;2015.

12. Ip TS-T, Fu S-C, Ong MT-Y, Yung PS-H. Vitamin D deficiency in athletes: Laboratory, clinical and field integration. Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology. 2022;29:22-9.

13. Pegreffi F, Zeppa SD, Gervasi M, Fernández-Peña E, Annibalini G, Bartolacci A, et al. A Snapshot of Vitamin D Status, Performance, Blood Markers, and Dietary Habits in Runners and Non-Runners. Nutrients. 2024;16(22):3912.

14. Oleksy Ł, Królikowska A, Mika A, Kuchciak M, Szymczyk D, Rzepko M, et al. A Compound Hop Index for Assessing Soccer Players' Performance. Journal of Clinical Medicine. 2022;11(1):255.

15. Sheikh NBSNM. The effect of seven weeks of hamstring static stretching movements on flexibility and speed of young football players. 2019.

16. Markovic G, Mikulic P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. Sports medicine. 2010;40:859.۹۵-

17. Alves CRR, Borelli MTC, Paineli VdS, Azevedo RdA, Borelli CCG, Lancha Junior AH, et al. Development of a specific anaerobic field test for aerobic gymnastics. PloS one. 2015;10(4):e0123115.

18. Kirby RF. Kirby's guide to fitness and motor performance tests. (No Title). 1991.

19. Batten B, Polagye BL. NNMREC Accomplishments and Impacts 2009-2013. 2013.

20. Mehrtash M, Rohani H, Farzaneh E, Nasiri R. The effects of 6 months specific aerobic gymnastic training on motor abilities in 10–12 years old boys. Science of gymnastics Journal. 2015;7(1):51-60.

21. Mitchell D, Davis B, Lopez R. Teaching fundamental gymnastics skills: Human kinetics; 2002.

22. Omorczyk J, Ambroży T, Bujas P, Puszczałowska-Lizis E. The Level of technical and specific skill efficiency in youth class female artistic gymnasts. Kinesiology. 2014;25:33-40.

23. Davies G, Riemann BL, Manske R. Current concepts of plyometric exercise. International journal of sports physical therapy. 2015;10(6):760.

24. Hollams EM, Teo SM, Kusel M, Holt BJ, Holt KE, Inouye M, et al. Vitamin D over the first decade and susceptibility to childhood allergy and asthma. Journal of Allergy and Clinical Immunology. 2017;139(2):472-81. e9.

25. Książek A, Zagrodna A, Słowińska-Lisowska M. Vitamin D, skeletal muscle function and athletic performance in athletes—A narrative review. Nutrients. 2019;11(8):1800.

26. Seo M-W, Song JK, Jung HC, Kim S-W, Kim J-H, Lee J-M. The associations of vitamin D status with athletic performance and blood-borne markers in adolescent athletes: A cross-

sectional study. International journal of environmental research and public health. 2019;16(18):3422.

27. Faller JM, Thompson B, Sotir S, Ives S. The acute impacts of resistance training performed with and without blood flow restriction on lower body muscular power. International Journal of Exercise Science. 2023;16(6):1320.

28. Marina M, Jemni M. Plyometric training performance in elite-oriented prepubertal female gymnasts. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2014;28(4).15-25.

29. Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB, Straub SJ. Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. Journal of athletic training. 2004;39(1):24.

30. Koundourakis NE, Androulakis NE, Malliaraki N, Margioris AN. Vitamin D and exercise performance in professional soccer players. PloS one. 2014;9(7):e101659.

31. Bass JJ, Nakhuda A, Deane CS, Brook MS, Wilkinson DJ, Phillips BE, et al. Overexpression of the vitamin D receptor (VDR) induces skeletal muscle hypertrophy. Molecular metabolism. 2020;42:101059.

32. Braga M, Simmons Z, Norris KC, Ferrini MG, Artaza JN. Vitamin D induces myogenic differentiation in skeletal muscle derived stem cells. Endocrine Connections. 2017;6(3):139-50.