مقاله پژوهشی

تأثیر ۸ هفته تمرین اختصاصی و مکمل‌یاری ویتامین D بر مؤلفه‌های زیست‌حرکتی و عوامل التهاب کبدی فوتسالیست‌های تیم ملی ناشنوا

روح الله محمدی میرزایی [1*]، ناصر غلامی [2]

۱- استادیار فیزیولوژی ورزش دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهید چمران، تهران، ایران

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهید باهنر اصفهان، اصفهان، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: تهران، حکیمیه، بلوار بهار، پردیس شهید چمران، دانشگاه فرهنگیان

Email: Dr.mohamadi@cfu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۴/۱۱ **پذیرش:** ۱۴۰۱/۴/۲۴

چکیده

مقدمه و هدف: مکمل‌یاری ویتامین D باالقای پاسخ‌های فیزیولوژیکی عضله اسکلتی و بهبود عملکرد همراه است. پژوهش حاضر با هدف تأثیر ۸ هفته مکمل‌یاری ویتامین D بر مؤلفه‌های زیست‌حرکتی و عوامل التهابی کبدی فوتسالیست‌های زن تیم‌ملی ناشنوا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: بدین‌منظور ۱۶ فوتسالیست زن تیم ملی ناشنوایان (سن ۳/۱۴±۲۵/۵۰ سال، قد ۳/۶۳±۱۵۴/۹۵ سانتی‌متر، وزن ۳/۴۶±۵۷/۵۸ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۱/۰۷±۲۴/۱۱ کیلوگرم بر مترمربع) به صورت داوطلبانه با آرایش تصادفی به دو گروه مکمل (۸ نفر) و دارونما (۸ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها ۱۲۰ دقیقه قبل از فعالیت ویتامین D و دارونما را به روش دوسوکور مصرف کردند. از آزمودنی‌ها آزمون‌های قدرت بیشینه عضلات‌پا، توان بی‌هوازی و هوازی، سرعت، چابکی و۵ سی‌سی خون ناشتا از وریدآنتی‌کوبیتال قبل و بعد از آزمون گرفته شد. برنامه تمرینی شامل یک دوره برنامه تمرینات تداومی، پلایومتریک، مقاومتی و اختصاصی بود. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های شاپیروویلک، تحلیل کوواریانس یک‌راهه استفاده شد.

یافته‌ها: تحلیل‌کوواریانس یک‌راهه نشان داد، بین میانگین باقیمانده نمرات ویتامین D (نانوگرم/میلی‌لیتر)، قدرت‌پا (کیلوگرم) و ارگوجامپ (توان) برحسب عضویت گروه (مکمل و کنترل) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P≤۰/۰۵). بین میانگین باقیمانده نمرات توان‌هوازی، سرعت، آلانین‌ترانسفراز، آسپارتات آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز تفاوت معنی‌داری در گروه (مکمل و کنترل) وجود ندارد (P≥۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: یافته‌های تحقیق حاکی از افزایش سرمی ویتامین D (۱۹نانوگرم/میلی‌لیتر) است. مطلوب‌ترین نتیجه پژوهش حاضر اینست که سطح ویتامین D برای عملکرد عضله اسکلتی حیاتی است. حفظ سطح مطلوب ویتامین D مانع از بروز عوامل التهابی کبدی ناشی از تخریب بافت عضلانی می گردد. بنابراین، ورزشکاران باید در طول سال ارزیابی 25-(OH)D شوند، در صورت بروز مشکل مکمل‌یاری صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارگوجامپ، توان‌هوازی، فوتسال، قدرت بیشینه، ویتامین D.

مقدمه

ویتامین D یکی از مکمل‌های رژیمی شناخته شده در بین ورزشکاران است و شیوع فقر ویتامین D و ارتباط آن با اختلال در عملکرد ورزشی از سوی پژوهش‌های زیادی مورد بررسی قرار گرفته است (۱). مطابق دستورالعمل، غلظت سرمی ویتامین D، پایین‌تر از ۲۰ نانوگرم/میلی‌لیتر به عنوان فقر؛ بین ۲۰ تا ۳۰ به عنوان کمبود؛ بین ۵۰ تا ۱۰۰ نانوگرم/میلی‌لیتر بهینه محسوب می‌گردد (۲). ویتامین D در تنظیم عملکرد فیزیولوژی عضله اسکلتی نقش مهمی ایفا می‌کند (۳). افزایش غلظت سرمی 25-(OH)D[1] منجر به بهبود قدرت و عملکرد عضله اسکلتی در بیماران استئومالاسیا[2] (تحلیل‌رفتگی و نرم شدن استخوان‌ها) می‌گردد. ویتامین D به عنوان تنظیم‌کننده حمل و

1. 25-hydroxy vitamin D
2. osteomalacia

انتقال کلسیم، متابولیسم فسفات، بیان پروتئین عضله و فعال‌کننده میتوژن مسیرهای سیگنالینگ پروتئین کیناز[1] (MAPK) در عضلات اسکلتی است (٤). ارتباط بین غلظت پایین سطح سرمی 25-D(OH) و کاهش قدرت عضلانی و در پی آن ضعف عضلانی گزارش شده است (٥). افزایش غلظت سرمی 25-D(OH) می‌تواند یک رویکرد مکمل‌یاری برای افزایش قدرت (عضله اسکلتی) به‌دنبال تمرین شدید باشد و مانع از تحلیل‌رفتگی و سبب کاهش قدرت عضلانی می‌گردد. در ورزشکاران، غلظت سرمی 25-D(OH) کمتر از ٣٠ نانوگرم در میلی‌لیتر ممکن است بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی، غلظت هورمون آندروژن و توده چربی تأثیر منفی بگذارد (٧، ٦).

از آن‌جا که فوتسال ترکیبی مداوم از سرعت‌های کوتاه، شتاب سریع/کند، سرعت و تغییر جهت ناگهانی در حین پرش، لگد زدن، سرخوردن و زمان های غیر مشخص جهت ریکاوری است؛ دویدن در فواصل مختلف در طول بازی که با شدت‌های مختلف همراه است قادر به تحریک سیستم‌های تأمین‌کننده انرژی در قالب هوازی و بی‌هوازی است (٨). همبستگی بالایی بین ظرفیت هوازی و غلظت بالای ویتامین D، هم به صورت طبیعی و هم در نتیجه مکمل یاری مشاهده شده است (٦). با در نظرگرفتن مدت زمان فوتسال (٣٠-١٥دقیقه) و مقادیر بیشینه اکسیژن‌مصرفی، فوتسال وابسته به سیستم‌های تمرینی بسیار تخصصی با ترکیبی از حجم‌ها و شدت‌های مختلف است (٨). لذا اعمال تمرینات حاد خیلی شدید با شدت و مدت زمان بیشتر از وضعیت طبیعی و یا شدیدتر از سطح سازگاری بدن، منجر به استرس اکسیداتیو و آسیب عضلانی در بازیکنان فوتبال و فوتسال می‌گردد (٩).

به دلیل اینکه فوتسال (٤٠ دقیقه فعال) ترکیبی مداوم از سرعت‌های متناوب با شتاب متغیر بدون زمان بازیابی مشخص است، قادر به افزایش تحریک سیستم‌های استرس اکسیداتیو می‌باشد. بنابراین افزایش کراتین کیناز٢(CK)، لاکتات دهیدروژناز٣(LDH)، آسپارتات آمینوترانسفراز٤(AST)، آلانین آمینوترانسفراز٥(ALT) می تواند نشانگر آسیب غشای پلاسمای عضله ناشی از پراکسیداتیو و رهاسازی پروتئین‌های عضلانی، پراکسیداسیون لیپیدهای غشای عضلانی، از بین رفتن یکپارچگی سارکولما و کاهش تولید نیروی عضله اسکلتی باشد (١٠). پال و همکاران (٢٠١٨) افزایش استرس اکسیداتیو پس از تمرین حاد شدید با افزایش در پراکسیداسیون لیپید سرم و افزایش کاتالاز و نشان گرهای آسیب عضلات اسکلتی (CK، LDH، ALT و AST) را نشان دادند (١٠). مایکل زیک و همکاران (٢٠٢٠) افزایش سطح سرمی 25-D(OH) روزانه ٨ ساعت در طی ١٠ روز قرار گرفتن در معرض آفتاب و همچنین ٦ هفته مصرف مکمل ویتامین D را گزارش کردند (١١). کرزی وانسکی و همکاران (٢٠١٦) و ویسینسکی (٢٠١٩) نشان دادند که کمبود سطح سرمی ویتامین D در بازیکنان فوتبال در طول زمستان، بیانگر کاهش سنتز پوست و عدم رژیم غذایی مناسب جهت تأمین ویتامین D است (١٢، ٧). در همین راستا ویسینسکی (٢٠١٩) و کسیزک (٢٠١٩) نشان دادند که کاهش سطح ویتامین D می‌تواند با کاهش قدرت، توان و استقامت عضلانی همراه شود. همچنین ممکن است منجر به تخریب فیبرهای عضلانی نوع II و کاهش سرعت ریکاوری پس از تمرین شود (١٣، ١٢). مصرف مکمل ویتامین D با دوزهای بالای ٥٠٠٠ IU در روز در بهبود آسیب‌های ورزشکاران و افزایش سطح 25-D(OH) مؤثر است (٣،١٤).

با توجه به کلیه تحقیقات انجام‌گرفته و این‌که نتایج روشن و واضحی در خصوص تأثیر مکمل‌یاری ویتامین D بر مؤلفه‌های زیست‌حرکتی و آنزیم‌های کبدی فوتسالیست‌ها وجود ندارد و از آنجا که ورزشکاران سالنی کمتر در معرض پرتو فرابنفش قرار می‌گیرند، لذا دستیابی به عملکرد بهینه از طریق سطوح مطلوب ویتامین D اهمیت فراوان دارند. بنابراین ضرورت انجام پژوهش در این زمینه احساس می‌شد. لذا در تحقیق حاضر سؤال اصلی این است که ٨ هفته مکمل‌یاری ویتامین D چه تأثیری بر مؤلفه‌های زیست‌حرکتی از قبیل قدرت بیشینه، توان بی‌هوازی، توان‌هوازی، سرعت، چابکی و آنزیم‌های کبدی ناشی از آسیب‌های عضلانی در پی تمرینات تخصصی فوتسالیست‌های نخبه دارد؟

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و به شکل آزمایشگاهی انجام شد. نمونه آماری این پژوهش ١٦ فوتسالیست زن تیم ملی ناشنوایان (سن ٣/١٤±٢٥/٥٠ سال، قد ٣/٦٣±١٥٤/٩٥ سانتی‌متر، وزن ٣/٤٦±٥٧/٥٨کیلوگرم و شاخص توده بدنی

1. Mitogen-activated protein kinase
2.creatin kinase
3.lactate dehydrogenase
4.Aspartate transaminase
5.Alanine aminotransferase

۲٤/۱۱±۱/۰۷ کیلوگرم بر مترمربع) بود (جدول ۱). آزمودنی‌ها با آرایش تصادفی به دو گروه مکمل (۸ نفر) و دارونما (۸ نفر) تقسیم شدند. تمامی آزمودنی‌ها برگه‌های رضایت‌نامه فردی و پرسشنامهٔ پزشکی را تکمیل کردند و نسبت به تداوم شرکت در برنامه و دقت در اجرای موارد توصیه شده متعهد شدند. آزمودنی‌ها از سلامتی کامل (نداشتن بیماری دیابت، پرفشاری خون، بیماری‌های قلبی ـ عروقی یا متابولیکی و چربی خون) برخوردار بودند. قد و وزن آزمودنی‌ها به‌وسیله قدسنج و ترازوی دیجیتال سکا ساخت آلمان با دقت (۰/۱ کیلوگرم) اندازه‌گیری شد. این مقاله دارای تأییدیه کد اخلاق به شماره ۱۳۹۵۵۸۲ از دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی می‌باشد.

ویتامین D در قالب قرص‌های با دوز ۵۰۰۰ واحدی توسط شرکت شهر دارو تهیه گردید. هر یک آزمودنی‌ها بدون اطلاع از محتوای کپسول تهیه شده (مطالعه دو سوکور) گروه مکمل: ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D در هفته و گروه شبه دارو: کپسول دکستروز طعم داده شده، کپسول مورد نظر را به مدت ۸ هفته و ۱۲۰ دقیقه قبل از انجام فعالیت ورزشی مصرف کردند. مقادیر ویتامین D مصرفی در پژوهش حاضر، بر اساس نتایج مطالعات قبلی مورد نیاز برای ارتقای سطح سرمی و بهبود عملکرد ورزشکاران در نظر گرفته شد (٦،۱۵).

نمونه‌های خونی در دو مرحله (مرحله اول: قبل از مصرف مکمل و شبه‌دارو در حالت ناشتا؛ مرحله دوم پس از ۸ هفته مصرف و ۲٤ پس از آخرین اجرای فعالیت ورزشی به منظور حذف آثار حاد آخرین جلسهٔ تمرین) به میزان پنج میلی‌لیتر از ورید پیش آرنجی چپ آزمودنی‌ها برای اندازه‌گیری تغییرات سطح سرمی گرفته شد. نمونه‌های با ۳۲۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و تا زمان تجزیه و تحلیل نهایی در دمای منفی ۸۰ درجه سانتیگراد نگه‌داری شدند. غلظت سرمی ویتامین D با روش الکتروکیملومنسانس و با کیت ساخت شرکت Roche آلمان با دقت اندازه گیری (۱نانوگرم/میلی‌لیتر)، غلظت ALT، AST، ALPH از روش IFCC و دستگاه اتو آنالیزر BT-3000 (ساخت ایتالیا) اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری در ساعت ۱۱-۷/۳۰ صبح، دمای ۲۷-۲۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۵۰-۵۵ درصد، تهویه و نور محیطی یکسان انجام شد.

تمامی آزمودنی‌ها قبل و بعد از ۸ هفته مکمل‌یاری و تمرین، آزمون‌های حداکثر قدرت عضلات پا، حداکثر توان بی‌هوازی و هوازی، چابکی و سرعت را در ٤ روز متوالی به منظور بازگشت به حالت اولیه انجام دادند. هر دو گروه تمرینی ۳ روز در هفته در روزهای غیر متوالی به مدت هشت هفته تمرین کردند.

پروتکل تمرین هوازی شامل ۸ هفته متوالی از برنامه تمرین تناوبی شدید یا تداومی متوسط بود. برنامه تمرین تناوبی شامل ۱۰-٦ تکرار دویدن ۱۰-۵۵ ثانیه با شدت حداکثر و با فاصله استراحت ٤-۳ دقیقه بین هر تکرار بود که سه جلسه در هفته برگزار می‌شد و تمرینی تداومی نیز شامل ۱۵-۳۰ دقیقه دویدن با شدت ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (با استفاده از آزمون چرخ کارسنج آستراند) هر آزمودنی بود که سه جلسه در هفته برگزار می‌شد. شدت تمرین به وسیله دستگاه ضربان سنج در طول اجرای برنامه تمرینی کنترل شد. اصل اضافه بار پیش‌رونده، حجم، شدت و تنوع تمرینات براساس پروتکل تمرینی R2M (طراحی شده توسط محقق و مورد تأیید فدراسیون جهانی دو و میدانی)[1] رعایت می‌گردید (۱٦،۱۷).

پروتکل تمرین مقاومتی به‌صورت۳ نوبت با تکرارهای ۱۲- ۱۵تایی و فاصله استراحتی ۲-۳ دقیقه استراحت فعال با ٦۰-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه برای حرکت اسکات پا، پرس سینه، سرشانه و دوقلو با وزنه‌های آزاد انجام گرفت. اصل اضافه‌بار پیشرونده به این صورت بود که آزمودنی‌ها هم‌زمان با افزایش قدرت عضلانی، مقدار وزنه را افزایش می‌دادند. در خلال تمرینات مقاومتی و به شکل ترکیبی تمرینات پلایومتریک انجام شد. در پروتکل تمرین پلایومتریک حرکت پرش واکنشی[2] با جعبه و پرش سقوطی و بلافاصله پرش عمودی به‌صورت ٦ دور با ۱۰ تکرار انجام گرفت (۱۸). در واقع، تمرین شامل فرود از یک جعبه و سپس پرش به طور عمودی با سرعت و تا ارتفاع ممکن بود. پرش از موانع با ارتفاعات مختلف (بلند و کوتاه) و با تنوع حرکات تک‌پا و جفت‌پا انجام گرفت (۱۹) (جدول۲).

قدرت پایین‌تنه، توان هوازی و بی‌هوازی در سه روز متوالی اندازه‌گیری شد. در روز اول، آزمون اندازه‌گیری قدرت (یک تکرار بیشینهٔ حرکت اسکات‌پا) به وسیله وزنه‌های آزاد انجام گرفت. برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی از آزمون پرش تواتری ارگوجامپ (ساخت شرکت دانش‌سالار ایرانیان[3]) در روز بعد از اندازه‌گیری قدرت استفاده شد. در آزمون پرش

1. world athletics
2. Reactive Box Jumps
3. Ergo Jump Test Company DSI, Iran

تواتری ارگوجامپ، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا حد ممکن، توالی‌های مداوم پرش را بدون وقفه به مدت ۱۵ ثانیه اجرا کنند. روز بعد جهت برآورد توان هوازی از آزمون آستراند با استفاده از دوچرخه کارسنج مدل (BG-7230) استفاده شد. به این منظور، ابتدا زمان سنج چرخ کارسنج بر روی ٦ دقیقه و بار کار ٤٠ وات به عنوان شروع تنظیم شد. آزمودنی با این فشار کار شروع به رکاب زدن کرد (٦٠رکاب در هر دقیقه) و پس از هر یک دقیقه، ۱۰ وات بار کار افزایش یافت. پس از پایان ٦ دقیقه، تعداد ضربان قلب آزمودنی در ناحیه شریان کاروتید شمارش و ثبت گردید و در نمودار آستراند برای تعیین توان هوازی (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) قرار داده شد (۲۰). برای اندازه‌گیری چابکی از آزمون ایلی‌نویز و به منظور اندازه‌گیری سرعت از آزمون دو سرعت ۳۵ متر استفاده شد (۲۰).

تحلیل آماری

برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های شاپیروویلک و تحلیل کوواریانس یک‌راهه در سطح معناداری P≤۰/۰۵ و نرم افزار SPSS نسخه ۲٦ استفاده شد.

جدول ۱. توصیف آماری مشخصات فردی آزمودنی‌ها در هر گروه (میانگین± انحراف معیار)

شاخص	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)
گروه مکمل	۲۶/۰۰±۳/۱٤	۱۵۵/۲۵±٤/۲۳	۵۷/۱۷±۳/٤۶	۲۳/۷۵±۰/۳۵
گروه کنترل	۲۵/۰۰±۳/۱٤	۱۵٤/۶۶±۳/۳۸	۵۸/۰۰±۳/۳۹	۲٤/٤۷±۱/۰۲
کل	۲۵/۵۰±۳/۱٤	۱۵٤/۹۵±۳/۶۳	۵۷/۵۸±۳/٤۶	۲٤/۱۱±۱/۰۷

جدول۲. برنامه تمرینات مقاومتی و پلیومتریک

زمان	حرکت	دور	تکرار	استراحت (دقیقه)
۸ هفته	اسکات پا	۳	۱۵-۱۲	۳-۲
	پرس سینه	۳	۱۵-۱۲	۳-۲
	پرس دوقلو پا	۳	۱۵-۱۲	۳-۲
	پرس سرشانه	۳	۱۵-۱۲	۳-۲
	پرش واکنشی جعبه	۶	۱۰	۳-۲
	پرش از روی موانع	۸	۱۰	۳-۲
	دوی سرعت	٤	(۲۰-۸۰متر)×۱۰-٤	۳-۲

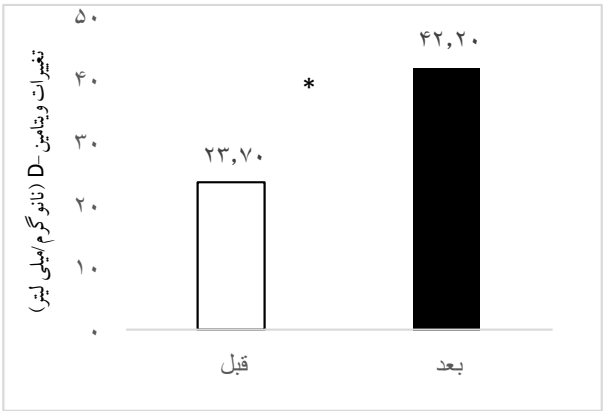
یافته‌ها

نتایج تحلیل کوواریانس یک‌راهه نشان می‌دهد، بین میانگین باقیمانده نمرات ویتامین D، قدرت پایین‌تنه (یک تکرار بیشینه) و پرش تواتری ارگوجامپ شرکت‌کنندگان برحسب عضویت گروه (گروه مکمل و کنترل) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P≤۰/۰۵). میزان این تأثیر به ترتیب ۷٤، ٤٤ و ٦۸ درصد بوده است، توان آماری به ترتیب برابر با ۰/۹۹۹، ۰/۹۹۸و۰/۸٤٦ حاکی از دقت آماری بسیار بالای این آزمون و کفایت حجم نمونه است. لذا می‌توان گفت گروه مکمل عملکرد بهتری در مؤلفه مذکور داشته است. بین میانگین باقیمانده نمرات توان‌هوازی، سرعت، ALT، AST، ALPH آزمودنی‌ها برحسب برحسب عضویت گروه‌ها (مکمل و کنترل) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (P≤۰/۰۵). در جدول ۳، نتایج تحلیل کوواریانس متغیرهای پژوهش در پاسخ به مکمل‌یاری ویتامین D در گروه مکمل و دارونما ارائه شده است.

همچنین نتایج نمودار ۱ و ۲ نشان می‌دهند بین میانگین گروه‌های مکمل و دارونما در میزان اثرگذاری مکمل‌یاری بر تغییرات سطح سرمی ویتامین D، عملکرد ارگوجامپ (توان) و قدرت پایین‌تنه فوتسالیست‌های تیم‌ملی ناشنوا تفاوت معناداری وجود دارد.

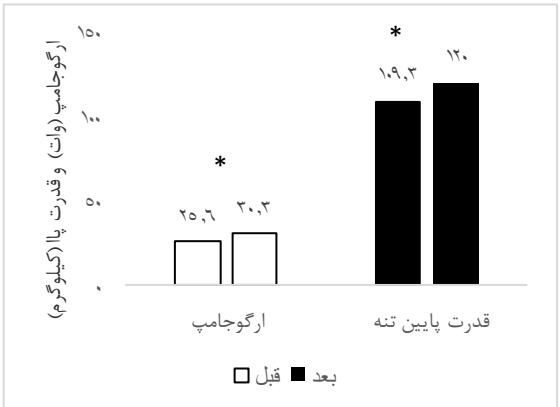
جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس در مقایسه ویتامینD، قدرت پایین‌تنه و ارگوجامپ گروه‌ها

متغیرها		درجه آزادی	F	P	میزان تاثیر	توان آماری
ویتامین D (نانوگرم/میلی لیتر)	پیش آزمون	۱	۳۸،۵۱۵	۰/۰۰۱	۰/۷۴۸	۰/۹۹۹
	عضویت گروه	۱	۳۸،۵۶۴	۰/۰۰۱	۰/۷۴۸	۰/۹۹۹
قدرت پایین‌تنه (۱تکرار بیشینه) (کیلوگرم)	پیش آزمون	۱	۱۱،۲۸۰	۰/۰۰۱	۰/۴۶۵	۰/۹۹۹
	عضویت گروه	۱	۱۰۳۸۶	۰/۰۰۱	۰/۴۴۴	۰/۹۹۹
ارگوجامپ (وات)	پیش آزمون	۱	۴،۷۹۴	۰/۰۴۷	۰/۲۶۹	۰/۵۲۷
	عضویت گروه	۱	۳۱،۴۷۱	۰/۰۰۱	۰/۷۰۸	۰/۹۹۹
ALT (U/L)	پیش آزمون	۱	۰،۲۸	۰/۸۶۹	۰/۰۰	۰/۰۵۳
	عضویت گروه	۱	۰،۰۰	۰/۹۷۵	۰/۰۰	۰/۰۵۰
AST (U/L)	پیش آزمون	۱	۲،۱۱	۰/۱۷۰	۰/۱۴۰	۰/۲۷۰
	عضویت گروه	۱	۰،۰۱	۰/۹۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۵۱
ALPH (U/L)	پیش آزمون	۱	۷،۷۵۰	۰/۰۱۵	۰/۳۷۴	۰/۷۳۱
	عضویت گروه	۱	۰،۰۱۹	۰/۸۹۳	۰/۰۰۱	۰/۰۵۲
توان‌هوازی (لیتر در دقیقه)	پیش آزمون	۱	۶،۲۱۱	۰/۰۲۷	۰/۳۲۳	۰/۶۳۵
	عضویت گروه	۱	۰،۰۰۷	۰/۹۳۷	۰/۰۰۱	۰/۰۵۱
سرعت (ثانیه)	پیش آزمون	۱	۴،۷۹۳	۰/۰۴۷	۰/۲۶۹	۰/۵۲۷
	عضویت گروه	۱	۰،۷۱۱	۰/۴۱۵	۰/۰۵۲	۰/۱۲۲
چابکی (ثانیه)	پیش آزمون	۱	۰،۱۰۸	۰/۷۴۷	۰/۰۰۸	۰/۰۶۱
	عضویت گروه	۱	۲،۲۱۱	۰/۱۶۱	۰/۱۴۵	۰/۲۸۱



نمودار ۱. میانگین تغییرات ارگوجامپ (وات) و قدرت پا (کیلوگرم) از قبل تا بعد در گروه مکمل و کنترل نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه مکمل می‌باشد.

* اختلاف معنادار پس‌آزمون در دو گروه مکمل و دارونما



نمودار ۲. میانگین تغییرات ویتامین D (نانوگرم/میلی‌لیتر) از قبل تا بعد در گروه مکمل و کنترل نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه مکمل می‌باشد.

* اختلاف معنادار پس‌آزمون در دو گروه مکمل و دارونما

بحث

هم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر که به منظور تأثیر ۸ هفته مکمل‌یاری ویتامین D بر مؤلفه‌های زیست‌حرکتی و آنزیم‌های کبدی فوتسالیست‌های نخبه انجام گرفت، افزایش معنادار غلظت سرمی ویتامین D، قدرت پایین‌تنه (1RM) و پرش تواتری ارگوجامپ در گروه مکمل بود. اما در این ارتباط تغییر معناداری در سطح آنزیم‌های کبدی و سایر مؤلفه‌های زیست‌حرکتی مشاهده نگردید. پژوهش‌های زیادی در خصوص تأثیر مکمل‌یاری ویتامین D بر تغییرات سطوح سرمی انجام شده است که با توجه به مقدار مصرف مکمل، نوع آزمودنی و روش پژوهش نتایج متفاوتی برداشته است. نتایج برخی مطالعات نشان دادند که ٦ هفته مکمل‌یاری ویتامین D غلظت خون 25-D(OH) را (از ۳۲ به ٥٤ نانوگرم در میلی‌لیتر) افزایش می‌دهد. همچنین ۱۰ روز قرار گرفتن در معرض آفتاب به مدت ۸ ساعت غلظت ویتامین D را از (۲۳ به ۳۲ نانوگرم/میلی‌لیتر) افزایش می‌دهد (۱۱). در پژوهشی دیگر مصرف مکمل یاری ویتامین D بر روی ۳٦ بازیکن نخبه فوتبال در قالب ۲ گروه دارونما و مکمل، اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد (۲۱). در پژوهش حاضر میزان غلظت سرمی ویتامین D در گروه مکمل از ۲۳/۷ به ٤۲/۲ نانوگرم/میلی‌لیتر رسید و با افزایش (۷۸/۱ درصد) در گروه مکمل و کاهش (۱۷/۵ درصد) در گروه دارونما همراه بود که با نتایج پژوهش مایکل سزیک و همکاران (۲۰۲۰) همخوانی دارد که میزان غلظت سرمی ویتامین D پس از ۸ هفته مکمل‌یاری از ۳۰ به ٥٤ نانوگرم/میلی‌لیتر را گزارش کردند (۱۱). دلیل عدم افزایش چشم‌گیر غلظت ویتامین D از سطح پایه را می‌توان به محدودیت زمانی مکمل‌یاری در پژوهش حاضر در مقایسه با سایر پژوهش‌ها نسبت داد (۲۲، ٦). در این راستا نتایج پژوهش حاضر با نتایج کلوز (۲۰۱۳) همسو است هر چند سطح سرمی ویتامین D بعد از یک دوره مکمل‌یاری به بیش از ۱۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر بهبود یافت، این امر محتمل است که دوز مصرفی (۵۰۰۰ واحد ویتامین D در هفته) برای القای پاسخ فیزیولوژیک عضله اسکلتی و ارتقاء عملکرد ورزشکاران کافی نبوده و به همین دلیل نیاز به سطح سرمی بالاتری است (۳).

در صورت ادامه دار بودن دوره مکمل‌یاری به مدت ۲ هفته احتمالاً به ما امکان می‌داد که مانند سایر مطالعات به مقادیر بالاتری از 25-D(OH) دست پیدا کنیم (۲۳، ٦). نتایج پژوهش‌های جاسترزبسکا و همکاران (۲۰۱۸) و تیکسیرا و همکاران (۲۰۱۹) با نتایج پژوهش حاضر همسو است. آن‌ها نشان دادند که پس از ۸ هفته مکمل‌یاری ویتامین D در بازیکنان فوتبال، سطح 25-D(OH) به طور قابل توجهی افزایش یافته است (٦). همچنین تیکسیرا و همکاران (۲۰۱۹) افزایش در 25-D(OH) از ۱۰ نانوگرم در میلی‌لیتر به ٤۳ نانوگرم/میلی‌لیتر پس از ۸ هفته مکمل‌یاری را گزارش کردند. از گزارش‌های آنها در تفسیر یافته‌های تحقیق حاضر چنین می‌توان استفاده کرد که دلیل عدم افزایش چشم‌گیر 25-D(OH) را به میزان دوز مصرفی پایین ویتامین D نسبت داد (۲٤).

نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهند که مصرف مکمل ویتامین D3 با دوزهای بالای ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ واحد در روز در بهبود آسیب‌های ورزشکاران و افزایش سطح 25-D(OH) موثر است (۳،۱٤). اگرچه انتظار می‌رفت که میزان تغییرات آنزیم‌های کبدی معنادار باشد؛ اما گروه‌های پژوهش حاضر در این بخش هیچ‌گونه تفاوت معناداری را نشان ندادند. این امر محتمل است که میزان دوز مصرفی (۵۰۰۰ واحد ویتامین D در هفته) و یا مدت زمان مکمل‌یاری برای القای پاسخ فیزیولوژیک کبدی ورزشکاران کافی نبوده و به سطح سرمی بالاتر و مدت زمان بیشتری نیاز است. در این راستا نتایج پژوهش حاضر با نتایج استراتوس و همکاران (۲۰۱۳) همسو نیست. آن‌ها در نتایج خود عنوان کردند که مکمل‌یاری ویتامین D مانع از آسیب عضلانی می‌شود و همچنین سطوح ALT و AST را تعدیل نموده و سبب تسریع در روند بازیابی قدرت عضلانی می‌گردد (۲۵). علاوه بر در نظر گرفتن نتایج پژوهش‌های گذشته، نکته مهم که باید در تفسیر نتایج پژوهش حاضر و پژوهش‌های صورت گرفته مورد توجه قرار گیرد، این است که عواملی از قبیل ترکیب میکروبیوتا[1] یا عوامل التهابی روده‌ها می‌تواند بر جذب ویتامین D از دستگاه گوارش تأثیر داشته باشد و این عوامل التهابی به صورت جداگانه منجربه کاهش جذب ویتامین D می‌گردند. هر چند در این پژوهش این عوامل اندازه‌گیری نشده است (۲۳، ٦). مصرف ویتامین D پس از تمرین شدید ورزشی در موش‌ها باعث کاهش سطوح پلاسمایی CK و برخی آنزیم‌های کبدی (۲٦) و تسریع در بهبود عضلات آسیب دیده می‌شود (۲۵). ویتامین D با تحریک بافت‌های هدف مانند

1. microbiot

روده، کلیه، غدد پاراتیروئید، استخوان و عضلات اسکلتی باعث تنظیم همئوستازی کلسیم و فسفات بدن می‌شود و از این طریق بر فرآیندهای حیاتی، مانند تنظیم سوخت‌وساز الکترولیت‌ها، پاسخ سیگنال ژن، سنتز هورمون، همچنین انتقال و بازسازی سلول، تنظیم رشد و عملکرد سلولی عضلات اسکلتی دخالت دارد (۲۷،۲۸). براساس یافته‌های پیشین، مکمل‌یاری ویتامین D به طور سیستمیک باعث کاهش نشان‌گرهای زیستی ناشی از آسیب عضلانی می‌شود. علاوه براین کاهش سطح ویتامین D در پی تمرینات شدید باعث افزایش ALT و AST پلاسما می‌شود. همان‌طور که عنوان شد ALT و AST از جمله آنزیم‌هایی هستند که در پی آسیب عضلانی حاد در عضله اسکلتی در خون آزاد می‌شوند (۲۹). آن‌جا که افزایش CK، ALT و AST پس از تمرین نشان‌گر آسیب غشای پلاسمای عضله ناشی از پراکسیداتیو است و سبب آزادشدن پروتئین‌های درون عضلانی در خون می‌گردد. معمولاً آسیب عضلانی با افزایش کراتین کیناز CK، ALT و AST در گردش خون و در پی آن کاهش در تولید نیروی عضله اسکلتی همراه است (۳۰).

نتایج پژوهش حاضر بیان‌گر این واقعیت که مکمل‌یاری ویتامین D منجر به افزایش قدرت عضلات پایین‌تنه و بهبود عملکرد پرش تواتری ارگوجامپ از قبل تا پس از مکمل‌یاری ویتامین D می‌شود. گر چه در مؤلفه‌های سرعت و چابکی تغییرات معنادار نبود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج تیلربارکر (۲۰۱۳) همسو است. نتایج نشان داد که میزان بازیابی پس از تمرینات شدید ایزومتریک در گروه مکمل‌یاری ویتامین D سریع‌تر است (۳۱). از گزارش تیلربارکر و همکاران در تفسیر یافته‌های این تحقیق چنین می توان استفاده کرد که ویتامین D مکانیسم‌های ضعف عضلانی را تعدیل می‌کند و ویتامین D می‌تواند در پی تمرین شدید با تغییر در متابولیسم یا تجمع فسفات در عضله اسکلتی بهبود قدرت را به همراه داشته باشد.

با در نظر گرفتن نتایج پژوهش‌های گذشته و مقایسه آن با پژوهش حاضر به نظر می‌رسد افزایش معنادار توان بی‌هوازی ارگوجامپ بعد از یک دوره مکمل‌یاری ویتامین D و تمرین در گروه مکمل با نتایج پژوهش‌های بارکر (۲۰۱۳) مبنی بر این‌که ویتامین D به عنوان یک مکانیسم تنظیم‌کننده در عضله مانع از خستگی ناشی از آسیب عضلانی و در پی آن افزایش قدرت و توان عضله می‌گردد همسو است (۳۱). کاهش سطح سرمی ویتامین D (زیر ۳۰ نانوگرم در میلی‌لیتر) در طول زمستان، نشان می‌دهد که سنتز پوست و رژیم غذایی مناسب جهت تأمین ویتامین D در فوتبالیست‌ها کافی نیست (۱۲). کاهش در این سطح ممکن است باعث کاهش قدرت، توان و استقامت عضلانی شود. همچنین ممکن است منجر به تخریب فیبرهای عضلانی نوع II و کاهش سرعت ریکاوری پس از تمرین شود (۱۲). از آن‌جا که فوتسال ترکیبی مداوم از سرعت‌های کوتاه، شتاب سریع/ کند سرعت و تغییر جهت ناگهانی در حین پرش، لگدزدن، سرخوردن و زمان غیرمشخص جهت ریکاوری است (۳۲)؛ دویدن در فواصل مختلف که با شدت‌های مختلف است قادر به تحریک سیستم‌های هوازی و بی هوازی است (۳۲). با در نظر گرفتن مدت زمان بازی (٤٠ دقیقه) و مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی، بازی فوتسال وابسته به سیستم هوازی و بی‌هوازی است (۳۲). چنین به نظر می‌رسد که همبستگی بالایی بین ظرفیت هوازی و بی‌هوازی و غلظت بالای ویتامین D به صورت طبیعی و هم در نتیجه مکمل یاری وجود دارد (٦). بنابراین، افزایش سطح ویتامین D با بهبود عملکرد استقامتی و قدرتی همراه است (١٤). مصرف دوز بالای مکمل ویتامین D (روزانه ۵۰۰۰ واحد) به مدت هشت هفته منجر به بهبود سرعت و قدرت انفجاری می‌شود (٦).

نتیجه‌گیری

آنچه هدف اجرای مکمل‌یاری ویتامین D به همراه تمرین است، بهبود وضعیت فیزیولوژیک ورزشکار است و در این زمینه تعریف دقیق و قطعاً تخصصی‌تر پروتکل مکمل‌یاری و تمرینی متناسب با رشته ورزشی مورد نظر، می‌تواند محقق را بهتر به هدفش برساند. پس از ۸ هفته مکمل ویتامین D، هنگامی که غلظت خون (OH)D-25 افزایش یافت، بازیکنان فوتسال در قدرت پایین‌تنه و توان بی‌هوازی نتیجه بهتری کسب کردند. همچنین یافته‌های تحقیق می‌تواند در هدف‌گذاری تمرینات تخصصی ورزشکاران رشته‌های سالنی به‌ویژه در فصل زمستان، مورد استفاده قرار گیرد. مطلوب‌ترین نتیجه پژوهش حاضر این است که سطح ویتامین D برای عملکرد عضله بسیار مهم است. بنابراین، ورزشکاران باید در طول سال به طور مرتب تحت ارزیابی (OH)D-25 قرار گیرند و در صورت بروز مشکل و یا کمبود، بایستی مکمل‌یاری صورت گیرد. تحقیقات در آینده نیازمند اندازه‌گیری تعداد نمونه‌های بیشتر، توجه به جنسیت، استفاده از ورزشکاران در رشته‌های گوناگون و پروتکل‌های مختلف تمرینی می‌باشد.

منابع

1. Madden RF, Shearer J, Legg D, Parnell JA. Evaluation of dietary supplement use in wheelchair rugby athletes. *Nutrients*. 2018;10(12):1958.
2. Dzik KP, Kaczor JJ. Mechanisms of vitamin D on skeletal muscle function: oxidative stress, energy metabolism and anabolic state. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2019;119(4):825-39.
3. Close GL, Russell J, Cobley JN, Owens D, Wilson G, Gregson W, et al. Assessment of vitamin D concentration in non-supplemented professional athletes and healthy adults during the winter months in the UK: implications for skeletal muscle function. *J. Sports Sci*. 2013;31(4):344-53.
4. Srikuea R, Zhang X, Esser KA. VDR and CYP27B1 are expressed in C2C12 cells and regenerating skeletal muscle: potential role in suppression of myoblast proliferation. *Am. J. Physiol. Cell Physiol*. 2012;303(4): 396-405.
5. Pojednic RM, Ceglia L, Olsson K, Gustafsson T, Lichtenstein AH, Dawson-Hughes B, et al. Effects of 1, 25-dihydroxyvitamin D 3 and vitamin D 3 on the expression of the vitamin D receptor in human skeletal muscle cells. *Calcif. Tissue Int*. 2015;96(3):256-63.
6. Jastrzębska M, Kaczmarczyk M, Michalczyk M, Radziminński Ł, Stępień P, Jastrzębska J, et al. Can supplementation of vitamin D improve aerobic capacity in well trained youth soccer players? *J. Hum. Kinet.* 2018;61(1):63-72.
7. Krzywanski J, Mikulski T, Krysztofiak H, Mlynczak M, Gaczynska E, Ziemba A. Seasonal vitamin D status in Polish elite athletes in relation to sun exposure and oral supplementation. *PLoS One.* 2016;11(10):e0164395.
8. Di Giminiani R, Visca C. Explosive strength and endurance adaptations in young elite soccer players during two soccer seasons. *PLoS One.* 2017;12(2):e0171734.
9. Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *Physiol. J*. 2001;537(2):333-45.
10. Pal S, Chaki B, Chattopadhyay S, Bandyopadhyay A. High-intensity exercise induced oxidative stress and skeletal muscle damage in postpubertal boys and girls: A comparative study. *J. Strength Cond. Res. J*. 2018;32(4):1045-52.
11. Michalczyk MM, Gołaś A, Maszczyk A, Kaczka P, Zając A. Influence of sunlight and oral D_3 supplementation on serum 25 (oh) d concentration and exercise performance in elite soccer players. *Nutrients*. 2020;12(5):1311.
12. Wiciński M, Adamkiewicz D, Adamkiewicz M, Śniegocki M, Podhorecka M, Szychta P, et al. Impact of vitamin D on physical efficiency and exercise performance—A review. *Nutrients*. 2019;11(11):2826.
13. 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.
14. Carswell AT, Oliver SJ, Wentz LM, Kashi DS, Roberts R, Tang JC, et al. Influence of vitamin D supplementation by sunlight or oral D3 on exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2018;50(12):2555.
15. Cassity EP, Redzic M, Teager CR, Thomas DT. The effect of body composition and BMI on 25 (OH) D response in vitamin D-supplemented athletes. *Eur J Sport Sci*. 2016;16(7):773-9.
16. Mirzaei RM, Mirzaei MM. Responses to altitude training in terms of hematological parameters and performance in elite endurance runners. *Med. dello Sport*. 2019;72(4):498-512.
17. Mirzaei RM, Mirdar S. The effect of inspiratory muscle training at high altitude on arterial oxygen saturation and performance of endurance runners. *Med. dello Sport.* 2016;69:405-14.
18. Bompa Tudor O. Periodization Training for Sports. Programs for Peak Strength in 35 Sports. *J Hum Kinet*; 1999.
19. Faigenbaum AD, McFarland JE, Keiper FB, Tevlin W, Ratamess NA, Kang J, et al. Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *J. Sports Sci. Med*. 2007;6(4):519.
20. Wood R. Plank Core Strength and Stability Test. Topend Sports Website. 2019.
21. Rolf L, Damoiseaux J, Huitinga I, Kimenai D, van den Ouweland J, Hupperts R, et al. Stress-axis regulation by vitamin D3 in multiple sclerosis. *Front. Neurol*. 2018;9:263.
22. Saha S, Goswami R, Ramakrishnan L, Vishnubhatla S, Mahtab S, Kar P, et al. Vitamin D and calcium supplementation, skeletal muscle strength and serum testosterone in young healthy adult males: Randomized control trial. *Clin. Endocrinol*. 2018;88(2):217-26.
23. Skalska M, Nikolaidis PT, Knechtle B, Rosemann TJ, Radziminński Ł, Jastrzębska J, et al. Vitamin D supplementation and physical activity of young soccer players during high-intensity training. *Nutrients*. 2019;11(2):349.
24. Teixeira P, Santos AC, Casalta-Lopes J, Almeida M, Loureiro J, Ermida V, et al. Prevalence of vitamin D deficiency amongst soccer athletes and effects of 8 weeks supplementation. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019;59(4):693.
25. Stratos I, Li Z, Herlyn P, Rotter R, Behrendt A-K, Mittlmeier T, et al. Vitamin D increases cellular turnover and functionally restores the skeletal muscle after crush injury in rats. *Am. J. Clin. Pathol*. 2013;182(3):895-904.
26. Choi M, Park H, Cho S, Lee M. Vitamin D3 supplementation modulates inflammatory responses from the muscle damage induced by high-intensity exercise in SD rats. *Cytokine*. 2013;63(1):27-35.
27. Ceglia L, Harris SS. Vitamin D and its role in skeletal muscle. *Calcif. Tissue Int*. 2013;92(2):151-62.
28. Buitrago C, Pardo VG, Boland R. Role of VDR in 1α, 25-dihydroxyvitamin D3-dependent non-genomic activation of MAPKs, Src and Akt in skeletal muscle cells. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol*. 2013;136:125-30.
29. Bruunsgaard H, Galbo H, Halkjaer-Kristensen J, Johansen T, MacLean D, Pedersen B. Exercise- induced increase in serum interleukin- 6 in humans is related to muscle damage. *Physiol. J*. 1997;499(3):833-41.
30. Paulsen G, Ramer Mikkelsen U, Raastad T, Peake JM. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exerc. Immunol. Rev*. 2012;18.
31. Barker T, Schneider ED, Dixon BM, Henriksen VT, Weaver LK. Supplemental vitamin D enhances the recovery in peak isometric force shortly after intense exercise. *Nutr. Metab*. 2013;10(1):1-10.
32. Moran DS, McClung JP, Kohen T, Lieberman HR. Vitamin D and physical performance. Sports Med.2013;43(7):601-11.

The effect of 8 weeks specific training and vitamin D supplementation on biomotor components and liver inflammatory factors in futsal player's deaf national team

Roohollah Mohammadi Mirzaei[1*], Naser Gholami[2]

1. Assistant Professor, Department of Physical Education & Sports Sciences, Farhangian University, Shahid Chamran Campus, Tehran, Iran
2. Faculty Member, Farhangian University, Shahid Bahonar Campus, Esfahan, Iran

Received: 2022/07/02 **Accepted:** 2022/07/15

∗Correspondence:
Email:
Dr.mohamadi@cfu.ac.ir

Abstract

Introduction and purpose: Vitamin D supplementation is associated with inducing physiological skeletal muscle responses and improving performance. The aim of this study was to determine the effect of 8 weeks of vitamin D supplementation on biomotor components and liver inflammatory factors in female futsal player's deaf national team.

Materials and Methods: For this purpose,16 female futsal players deaf national team (age 25.50±3 years, height 154.95±3 cm, weight 57.58±3 kg and BMI 24.11±1 kg/m^2) were selected and were randomly divided into two groups supplementation (n=8) and placebo (n=8). Subjects took vitamin D and placebo 120 minutes before the activity in a double-blind manner. Subjects were tested for maximal leg strength, anaerobic and aerobic power, speed, agility and 5cc of fasting blood from the anticubital vein before and after the tests. The training program included of continuous, plyometric, resistance and specific training. Statistical analysis was done by one-way analysis of covariance (ANCOVA) using.

Results: According to the results of ANCOVA, there was a significant difference between the mean residual scores of vitamin (ng/ml), leg strength (kg) and ergoujmp (power) in groups ($P<0.05$). There was no significant difference between the mean scores of aerobic power, speed, ALT, AST, ALPH ($P\geq0.05$).

Discussion and Conclusion: Findings indicate an increase in serum vitamin D (19ng/ml). The most favorable outcome of the present study is that vitaminD levels are critical for skeletal muscle function. Maintaining the optimal level of vitamin D prevents the occurrence of liver inflammatory factors caused by the destruction of muscle tissue. Therefore, athletes should be evaluated 25(OH)D during the year, in case of supplementation problems.

Key words: ErgoJump, Aerobic power, Futsal, Maximum strength, Vitamin D