مقاله پژوهشی

تأثیر تمرین و مکمل‌گیری ویتامین D بر تغییرات هورمونی و عملکردی فوتبالیست‌های نخبه

روح‌الله محمدی میرزایی

استادیار فیزیولوژی ورزشی، پردیس شهید چمران، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

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

Email: Dr.mohamadi@cfu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۴/۲۹ **پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲۱**

چکیده

مقدمه و هدف: کمبود ویتامین D با افزایش سطوح هورمون پاراتیروئید پلاسما همراه است که منجر به افزایش تأثیرات منفی و مخرب بر ارگانیسم و کاهش عملکرد عضلانی می گردد. پژوهش حاضر با هدف تأثیرمکمل‌گیری ویتامینD بر تغییرات هورمونی و عملکردی فوتبالیست‌های نخبه زن تیم-ملی ناشنوا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: بدین‌منظور ۲۲ فوتبالیست زن تیم ملی ناشنوایان (سن ۳/۲٤±۲٦/۲۰ سال، قد ۳/۲۳±۱۵۵/۱۵ سانتی‌متر، وزن ۲/٤٦±٥٦/٦٨ کیلوگرم و شاخص توده بدن ۱/۰۷±۲۳/٦۱ کیلوگرم/مجذورقد) به صورت داوطلبانه با آرایش تصادفی به دو گروه مکمل (۱۱نفر) و دارونما (۱۱نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها ۱۲۰ دقیقه قبل از فعالیت، ویتامین D و دارونما را به روش دوسوکور مصرف کردند. از آزمودنی‌ها قدرت بیشینه عضلات‌پا، توان بی‌هوازی و هوازی، سرعت، چابکی و ۵ سی‌سی خون ناشتا قبل و بعد از آزمون گرفته شد. برنامه تمرینی شامل یک دوره برنامه تمرینات تداومی، پلیومتریک، مقاومتی و اختصاصی بود. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های شاپیروویلک، تحلیل کوواریانس یک‌راهه استفاده شد (P≤۰/۰۵).

یافته‌ها: تحلیل‌کوواریانس یک راهه نشان داد، بین میانگین ویتامینD (نانوگرم/میلی‌لیتر)، قدرت‌پا (کیلوگرم) و توان بی‌هوازی (وات) برحسب عضویت گروه (مکمل وکنترل) تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود (P≤۰/۰۵). بین میانگین باقیماندهٔ نمرات توان‌هوازی، سرعت، پاراتیروئید و کلسیم تفاوت معنی‌داری در گروه مکمل و کنترل مشاهده نشد (P≥۰/۰۵).یافته‌های تحقیق حاکی از افزایش معنی‌دار سرمی ویتامینD (۱۹/۵۸ نانوگرم/ میلی‌لیتر) در گروه مکمل نسبت به کنترل شد (P≤۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: مطلوب‌ترین نتیجه پژوهش حاضر اینست که سطح مطلوب ویتامینD منجر به بازجذب کلسیم توسط کلیه‌ها و دستگاه گوارش و کنترل سطح هورمون‌های پاراتیروئیدی برای عملکرد بهینه عضله اسکلتی می‌شود. بنابراین، حفظ سطوح 25-(OH)D می تواند بازیابی را جهت تولید نیروی عضلانی در حین اجرای تمرینات شدید تسریع کند. ورزشکاران باید در طول سال مورد ارزیابی قرار گیرند و در صورت بروز مشکل مکمل‌گیری انجام پذیرد.

واژه‌های کلیدی: تمرین، پاراتیروئید، توان بی‌هوازی، فوتبال، کلسیم، ویتامین D

مقدمه

برخی از هورمون ها از جمله هورمون پاراتیروئید (PTH)[1] در عملکرد عضلانی – اسکلتی نقش مهمی ایفا می‌کنند. پاراتیروئید با افزایش جذب روده ای کلسیم، کاهش دفع کلیوی و افزایش فعالیت استخوان‌خوار (استئوکلاست‌ها)[2] جهت تخریب بافت استخوانی موجب افزایش سطح کلسیم خون می شود (۱). این هورمون با افزایش جذب کلسیم از روده، به واسطه ویتامین D با تنظیم میزان کلسیم سبب عملکرد صحیح سیستم عصبی و عضلانی می‌گردد (۱). کمبود ویتامین D ممکن است باعث افزایش سطح هورمون پاراتیروئید پلاسما شود که این امر منجر به افزایش تأثیرات منفی و مخرب PTH بر ارگانیسم و کاهش عملکرد عضلانی می‌گردد (۲). فراتر از نقش کلاسیک ویتامین

1. Parathyroid Hormone
2. Osteoclast

D در متابولیسم استخوان و مواد معدنی، کمبود ویتامین D اثرات منفی بر عملکرد عضلات اسکلتی دارد (۳) که با کاهش قدرت عضلانی، عملکرد بدنی و ثبات وضعیت قامتی همراه است. برخی از، متاآنالیزها افزایش قدرت عضلانی و افزایش جذب کلسیم (٤، ٥) را در پاسخ به مکمل‌گیری ویتامین D نشان داده‌اند اما برخی از آن‌ها عدم تغییر را پس از مکمل‌گیری گزارش کرده‌اند (٦، ٧). به نظر می‌رسد کمبود ویتامین D مشکلی برجسته در بین ورزشکاران است (٨، ٩). نتایج یک متاآنالیز نشان داد که در فصول زمستان و بهار ٥٦٪ از ورزشکاران از جمله ورزشکاران سالنی با کمبود ویتامین D همراه هستند (١٠). آیدین و همکاران (٢٠١٩) کمبود قابل توجهی در غلظت ویتامین D در ٥٩٪ از ورزشکاران فضای باز و ٦٤٪ از ورزشکاران داخل سالن در فصل زمستان را نشان دادند (١١). نتایج پژوهش کلوز و همکاران (٢٠١٣) حاکی از افزایش معناداری در غلظت ویتامین D، بهبود ١٠متر سرعت و پرش عمودی فوتبالیست‌ها در پی مصرف روزانه ٥٠٠٠ واحد است (١٢، ١٣). از سوی دیگر، اسکالسکا و همکاران (٢٠١٩)، تفاوت معناداری در شاخص‌های فعالیت‌بدنی (پارامترهای سرعت، توان و ضربان قلب) و تغییرات سطوح٢٥-هیدروکسی گروه مکمل و دارونما مشاهده نکردند (١٤). اوریسیکا و همکاران (٢٠١٨) عدم ارتباط معناداری بین غلظت سرم ٢٥(OH)D و قدرت ایزومتریک عضلات، عملکرد پرش عمودی و حداکثر سرعت دوهای تکراری[1] در بازیکنان هاکی را گزارش کردند (١٥).

از آنجا که فوتبال ترکیبی از سرعت‌های کوتاه، شتاب‌های گوناگون و تغییر جهت ناگهانی در زمان‌های بازیابی نامشخص است. لذا توانایی انجام تمرینات کوتاه مدت با حداکثر قدرت مانند دو سرعت، حرکات جهشی، تغییر سریع حرکت، تغییر جهت یا توقف جهت دستیابی به عملکرد بهینه در این رشته پرطرفدار و جذاب حایز اهمیت است. همچنان در مورد تغییرات غلظت ویتامین D بر هورمون‌های بالادستی و اختلال عملکرد ورزشی اختلاف نظر وجود دارد. از این رو درک تغییرات غلظت ویتامین D بر عملکرد در تعیین الگوی تمرینی مناسب و پیش بینی عملکرد فوتبالیست ها از اهمیّت ویژه‌ای برخوردار است. از طرفی کاهش غلظت ویتامین D سلامت ورزشکاران را با خطر مواجه می‌سازد. اگرچه پیشینه کافی تأثیرات هورمون پاراتیروئید ناشی از مکمل‌گیری ویتامینD و تمرین بر عملکرد فوتبالیست‌ها که کمتر در معرض پرتو فرابنفش قرار می‌گیرند در دسترس نیست بنابراین ضرورت انجام پژوهش در این زمینه احساس می‌شد. لذا با توجه به نقش و اهمیت ویتامین D بر عملکرد ورزشی، پژوهش حاضر در پی آنست که تأثیر مکمل‌گیری ویتامینD بر تغییرات سرمی هورمون پاراتیروئید،کلسیم و مؤلفه‌های زیست‌حرکتی از قبیل قدرت‌بیشینه، توان بی‌هوازی، توان‌هوازی، سرعت، چابکی در پی تمرینات تخصصی فوتبالیست‌های نخبه را بررسی کند.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و به شکل آزمایشگاهی انجام شد. نمونه آماری این پژوهش ٢٢ فوتبالیست زن تیم ملی ناشنوایان (سن ٢٦/٢٠±٣/٢٤ سال، قد ١٥٥/١٥±٣/٢٣ سانتی‌متر، وزن ٥٦/٦٨±٢/٤٦ کیلوگرم و شاخص توده بدن ٢٣/٦١±١/٠٧ کیلوگرم بر مترمربع) بود که با آرایش تصادفی به دو گروه مکمل (١١ نفر) (٥٠٠٠ واحد ویتامین D درهفته) و دارونما (١١ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها ١٢٠دقیقه قبل از فعالیت، ویتامین D و دارونما را به روش دو سوکور گروه مکمل: ٥٠٠٠ واحد بین المللی ویتامین D در هفته و گروه دارونما: ٥٠٠٠ واحد بین المللی دکستروز طعم داده شده مصرف کردند. از آزمودنی‌ها آزمون‌های حداکثر قدرت عضلات پا، حداکثر توان بی‌هوازی و هوازی، چابکی، سرعت و نیز ٥ سی‌سی نمونه خون ناشتا از ورید آنتی‌کوبیتال به منظور اندازه گیری تغییرات سطوح ویتامینD، PTH و کلسیم قبل و بعد از آزمون گرفته شد. برنامه تمرینی شامل یک دوره برنامه تمرینات مشابه تداومی، تناوبی، مقاومتی و اختصاصی فوتبال برای هر دو گروه بود. همچنین، تمامی آن‌ها 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. علاوه براین آزمودنی‌ها از سلامتی کامل (نداشتن بیماری دیابت، پرفشاری خون، بیماریهای قلبی ـ عروقی یا متابولیکی و چربی خون) برخوردار بودند. داده‌های مربوط به قد و وزن آزمودنی‌ها به وسیله قدسنج و ترازوی دیجیتال سکا ساخت آلمان با دقت (٠/١ کیلوگرم) اندازه‌گیری شد. مشخصات آزمودنی‌های پژوهش (سن، قد، وزن، شاخص توده بدن) در جدول ١ آورده شده است.

1. Maximum speed of repetitive runs

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 متر مربع)
گروه مکمل	۲۵/۰۰±۳/۱٤	۱۵۶/۲۵±٤/۲۳	۵۵/۸۶±۳/٤۶	۲۳/۱۱±۰/۳۵
گروه کنترل	۲۷/٤۰±۳/۱٤	۱۵٤/۳۰±۳/۳۸	۵۷/۵۰±۳/۳۹	۲٤/۱۱±۱/۰۲
کل	۲۶/۲۰±۳/۲٤	۱۵۵/۱۵±۳/۲۳	۵۶/۶۸±۲/٤۶	۲۳/۶۱±۱/۰۷

مکمل‌یاری ویتامین D: ویتامینD 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 بین المللی 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 (١٦).

نمونه‌های خونی در دو مرحله (مرحله اول: قبل از مصرف مکمل و شبه‌دارو در حالت ناشتا؛ مرحله دوم پس از ۸ هفته مصرف و ٢٤ 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 ۳۲۰۰دور در دقیقه سانتریفوژ و تا زمان تجزیه و تحلیل نهایی در دمای ۸۰- نگه‌داری شدند. غلظت سرمی ویتامین D با روش الکتروکیملومنسانس و با کیت ساخت شرکت Roche آلمان، 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.

طرح تجربی و برنامه تمرینی

قبل و بعد از ۸ هفته مکمل‌یاری و تمرین، هم آزمودنی‌ها 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 غیرمتوالی به مدت هشت هفته تمرین کردند.

پروتکل تمرین هوازی شامل ۸ هفته متوالی از برنامه تمرین تناوبی شدید یا تداومی متوسط بود. برنامه تمرینی تناوبی شامل ۱۰-٦ تکرار دویدن ۱۰-۵۵ ثانیه‌ای با شدت تمام و با فاصله استراحت ۳-٤ دقیقه بین هر تکرار بود که سه جلسه در هفته برگزار می‌شد و تمرین تداومی نیز شامل ۱۵-۳۰ دقیقه دویدن با شدت ۷۰ درصد VO_{2max} 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 رعایت می‌گردید (۱۷، ۱۸).

پروتکل تمرین مقاومتی به صورت ۳نوبت با تکرارهای ۱۲- ۱۵تایی و فاصله استراحتی ۲-۳ دقیقه استراحت فعال با ۶۰-۷۰ درصد 1-RM برای حرکت اسکات پا، پرس سینه، سرشانه و دوقلو با وزنه‌های آزاد انجام گرفت. اصل اضافه بار پیشرونده به این صورت بود که آزمودنی‌ها هم‌زمان با افزایش قدرت عضلانی، مقدار وزنه را افزایش می‌دادند. فاصلهٔ استراحت بین دورها ۵-٤ دقیقه بود (۱۹). در خلال تمرینات مقاومتی و به شکل ترکیبی تمرینات پلیومتریک انجام شد. در پروتکل تمرین پلیومتریک حرکت پرش واکنشی[1] با جعبه و پرش سقوطی و بلافاصله پرش عمودی بصورت ٦ دور با ۱۰ تکرار انجام گرفت. در واقع، تمرین شامل فرود از یک جعبه و سپس پرش به طور عمودی با سرعت و تا ارتفاع ممکن بود. اصل اضافه بار در تمرینات از طریق افزایش ارتفاع جعبه و موانع صورت می‌گرفت (جدول ۲).

قدرت پایین‌تنه، توان هوازی و بی‌هوازی در سه روز متوالی اندازه‌گیری شد. در روز اول، آزمون اندازه‌گیری قدرت (یک تکرار بیشینهٔ حرکت اسکات‌پا) به وسیلهٔ وزنه‌های آزاد انجام گرفت. برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی از آزمون پرش

1. Reactive Box Jumps

تواتری توان بی‌هوازی (ساخت شرکت دانش‌سالار ایرانیان)[1] در روز بعد از اندازه‌گیری قدرت استفاده شد (۱۹).

در روز بعد از اندازه‌گیری توان بی‌هوازی، آزمون آستراند با استفاده از دوچرخه کارسنج مدل (BG-7230) جهت آزمون هوازی 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 (٦٠ رکاب در هر دقیقه) و پس از هر یک دقیقه، ١٠ وات بار کار افزایش یافت. برای اندازه‌گیری چابکی از آزمون ایلی‌نویز استفاده شد (۱۹، ۲۰) و برای اندازه‌گیری سرعت از آزمون دو سرعت ۳۵ متر استفاده شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد سه بار آزمون را تکرار کند؛ سریعترین سرعت (کمترین زمان) برای مقایسهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده گردید (۱۹، ۲۱).

روش‌های آماری

جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از آزمون‌های توصیفی و استنباطی استفاده شد. در آزمون توصیفی از میانگین و انحراف استاندارد و در آزمون استنباطی جهت نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های شاپیروویلک و برای بررسی مؤلفه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس یک‌راهه در سطح معناداری (P≤۰/۰۵) استفاده شد. انجام محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ استفاده شد.

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 یک راهه نشان داد، بین میانگین باقیمانده نمرات ویتامینD، قدرت پایین‌تنه (یک تکرار بیشینه) و پرش تواتری توان بی‌هوازی شرکت‌کنندگان برحسب عضویت گروه (دو گروه مکمل و کنترل) تفاوت معنی‌داری در گروه مکمل وجود دارد (P≤۰/۰۵). میزان این تأثیر به ترتیب ٧٤، ٤٤ و ٦٨ درصد بوده است، توان آماری به ترتیب برابر با ۰/۹۹۹، ۰/۹۹۸ و ۰/۸٤٦ حاکی از دقت آماری بسیار بالای این آزمون و کفایت حجم نمونه است لذا می‌توان گفت که گروه مکمل عملکرد بهتری در مؤلفه های مذکور داشته است. بین میانگین باقیمانده نمرات توان هوازی، چابکی، سرعت، کلسیم و PTH شرکت‌کنندگان برحسب عضویت گروه (دو گروه مکمل و کنترل) تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (P≥۰/۰۵).

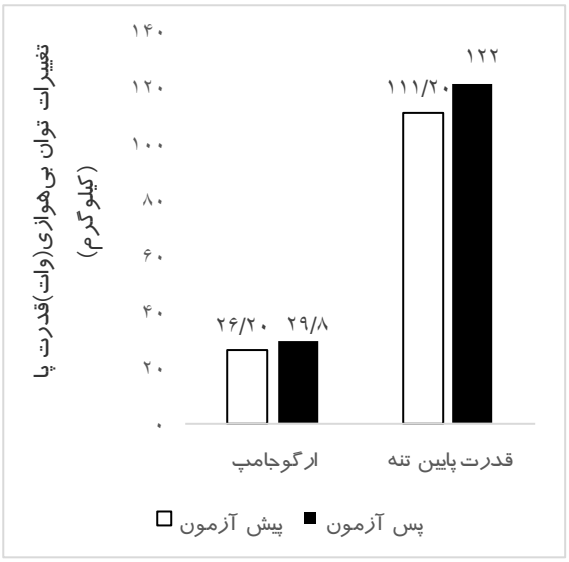
جدول ۳، نتایج تحلیل کوواریانس متغیرها را در پاسخ به مکمل‌گیری ویتامین D در گروه مکمل و دارونما نشان می‌دهد.

نتایج نمودار ۱ و ۲، نشان می‌دهد که بین میانگین گروه‌های مکمل و دارونما در میزان اثرگذاری مکمل‌گیری بر تغییرات سطح سرمی ویتامین D، عملکرد توان بی‌هوازی و قدرت پایین‌تنه فوتبالیست‌های تیم ملی ناشنوا تفاوت معناداری وجود دارد.

1. Ergo Jump Test Company DSI, Iran

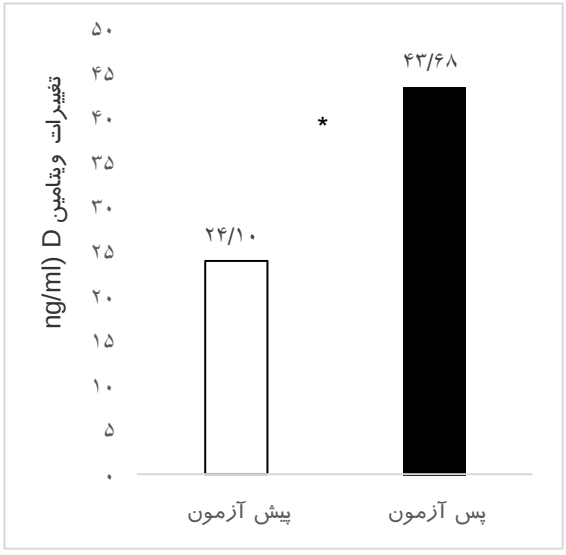
جدول۳. نتایج تحلیل کوواریانس در مقایسه ویتامینD، قدرت پایین‌تنه و توان بی هوازی گروه‌ها

متغیر ها		درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	میزان تاثیر	توان آماری
ویتامینD	پیش آزمون	۱	۱۹۹۶,۶۶٤	۳۸,۵۱۵	/۰۰۱	۰/۷٤۸	۰/۹۹۹
(نانوگرم/میلی‌لیتر)	عضویت گروه	۱	۱۹۹۹,۲۰۶	۳۸,۵٦٤	/۰۰۱	۰/۷٤۸	۰/۹۹۹
قدرت پایین تنه	پیش آزمون	۱	۷٦۸,۸٦۲	۱۱,۲۸۰	/۰۰۱	۰/۸۷۳	۰/۹۹۹
(۱تکرار بیشینه) (کیلوگرم)	عضویت گروه	۱	۷۰۷,۹۷۷	۱۰۳۸٦	/۰۰۱	۰/۸٤٦	۰/۹۹۹
توان بی‌هوازی	پیش آزمون	۱	۳٦,٤۷۱	٤,۷۹٤	/۰٤۷	۰/۲٦۹	۰/۵۲۷
(وات)	عضویت گروه	۱	۲۳۹,٤۳۲	۳۱,٤۷۱	/۰۰۱	۰/۶۸۳	۰/۹۹۹
پاراتیروئید	پیش آزمون	۱	۱۱,۵۱۰	۱,۵۸۶	/۲۳۰	۰/۱۰۹	۰/۲۱۵
(pg/ml)	عضویت گروه	۱	۰,۲۵۷	۰,۰۳۵	/۸۵٤	۰/۰۰۳	۰/۰۵٤
کلسیم	پیش آزمون	۱	۰,۶٤	۲,۳۹۶	/۱٤۶	۰/۱۵۶	۰/۳۰۰
(mg/dl)	عضویت گروه	۱	۰,۰۰۹	۰,۳۳۲	/۵۷٤	۰/۰۲۵	۰/۰۸۳



شکل ۱. میانگین تغییرات ویتامین-D (نانوگرم/میلی لیتر) از قبل تا بعد در گروه مکمل و کنترل نشان‌دهنده اختلاف معناداری پیش آزمون و پس آزمون گروه مکمل می باشد.

* نشان‌دهنده اختلاف معنادار پس‌آزمون در دو گروه مکمل و دارونما



شکل ۲. میانگین تغییرات توان بی‌هوازی (وات) و قدرت پا (کیلوگرم) از قبل تا بعد در گروه مکمل و کنترل نشان‌دهنده اختلاف معناداری پیش آزمون و پس آزمون گروه مکمل می باشد.

* نشان‌دهنده اختلاف معنادار پس‌آزمون در دو گروه مکمل و دارونما

بحث

مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر که به منظور تأثیر۸ هفته مکمل‌گیری ویتامین D بر تغییرات هورمون پاراتیروئید و کلسیم و مؤلفه‌های زیست‌حرکتی فوتبالیست‌های نخبه انجام گرفت، با افزایش معنادار غلظت سرمی ویتامینD ، قدرت پایین‌تنه (۱RM) و توان بی‌هوازی از قبل تا بعد از مکمل‌گیری ویتامین D در گروه مکمل همراه بود. اما در این ارتباط تغییر معناداری در سطح سرمی کلسیم، PTH و مؤلفه‌های سرعت، چابکی و بیشینه اکسیژن مصرفی مشاهده نگردید. برخی مطالعات نشان دادند که پس از ۸ هفته (۵۰۰۰واحد روزانه) مکمل‌گیری ویتامین D در بازیکنان فوتبال، سطح ۲۵(OH)D به طور قابل توجهی از ٤۸ نانوگرم/میلی‌لیتر به ۱۰٦ نانوگرم/میلی‌لیتر افزایش یافته است (۱٦). در پژوهشی دیگر پس از ۸ هفته مکمل‌گیری، سطح ۲۵(OH)D از ۱۰ نانوگرم/میلی‌لیتر به ٤۳ نانوگرم/میلی‌لیتر افزایش یافت (۲۲). از طرف دیگر، نتایج

برخی پژوهش‌ها عدم بهبود عملکرد ورزشی و عدم تغییر سطح ویتامین D در پی مصرف ویتامین D را نشان می‌دهند (۱۳). در پژوهشی که بر روی ۳٦ فوتبالیست نخبه انجام شد، تفاوت معناداری در ۲۵-هیدروکسی ویتامین D گروه مکمل و دارونما مشاهده نگردید (۱٤). در پژوهش حاضر میزان غلظت سرمی ویتامینD در گروه مکمل از ۲٤/۱ به ٤۳/٦۸ نانوگرم/میلی‌لیتر رسید و با افزایش (۷٦/۱٪) در گروه مکمل و کاهش (۱۷/۵٪) در گروه دارونما همراه بود که نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش جاسترزبسکا و همکاران (۲۰۱۸) و کلوز و همکاران (۲۰۱۳) همسو است. جاسترزبسکا و همکاران در پژوهشی بر روی ۳٦ بازیکن فوتبال (۱٦ دارونما) و (۲۰ مکمل)، نشان دادند که پس از مصرف ویتامین D سطح پلاسمایی ۲۵(OH)D در گروه مکمل به طور معنی‌داری (از ٤۸ نانوگرم/میلی‌لیتر به ۱۰٦ نانوگرم/میلی‌لیتر) تغییر یافت (۱٦). در پژوهش حاضر انتظار می‌رفت که غلظت ویتامینD از سطح پایه با افزایش بیشتری همراه باشد اما دلیل عدم افزایش چشم‌گیر آن را می‌توان به محدودیت زمانی مکمل‌گیری پژوهش حاضر در مقایسه با پژوهش‌های که زمان مکل‌گیری طولانی‌تر و دوز مصرفی بالاتر داشتند عنوان نمود (۱٦، ۲۳، ۲٤). هر چند نتایج پژوهش حاضر حاکی از افزایش سطح سرمی ویتامینD بعد از یک دوره مکمل‌گیری به بیش از ۱۹ نانو گرم بر میلی‌لیتر بود، اما این افزایش با عدم تغییر برخی متغیرهای فیزیولوژیکی از قبیل بهبود زمان دوی ۳۵متر سرعت، چابکی و بیشینه اکسیژن مصرفی همراه بود. در این راستا نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش جاسترزبسکا و همکاران (۲۰۱۸) در تناقض است. آن‌ها در نتایج پژوهش خود نشان دادند که مکمل‌گیری ویتامین D با تغییرات معناداری در متغییر های فیزیولوژیکی در گروه مکمل همراه است (۱٦). این امر محتمل است که دوز مصرفی (۵۰۰۰ واحد ویتامینD درهفته) برای القاء پاسخ فیزیولوژیک عضله اسکلتی و ارتقاء عملکرد ورزشکاران کافی نبوده لذا به سطح سرمی بالاتری نیاز است (۱۲). گرچه انتظار می رفت که نتایج پژوهش ما با افزایش معنادار سطح سرمی کلسیم و کاهش معنادار PTH از قبل تا پس از مکمل‌گیری همراه باشد. اما نتایج پژوهش حاضر با افزایش ناچیز سطح سرمی کلسیم و PTH همراه بود هرچند که این میزان تغییرات از قبل تا بعد از مکمل‌گیری ویتامین D معنادار نبود. در این راستا نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش ویت و همکاران (۲۰۰۱) همسو است. آن‌ها نشان دادند که مکمل‌گیری ویتامین D با دوز مصرفی (روزانه ٤۰۰۰ واحد) قادر به متعادل ساختن میزان کلسیم پلاسما نمی‌باشد (۲۵). این امر محتمل است که دوز مصرفی ویتامین D ٤۰۰۰ واحد روزانه در پژوهش ویت و همکاران نسبت به دوز مصرفی ویتامین D ۵۰۰۰-٦۰۰۰ واحد روزانه سایر مطالعات که در پژوهش حاضر اشاره شده است، پایین‌تر است. از گزارش‌های ویت و همکاران در تفسیر یافته‌های این تحقیق چنین می‌توان استفاده کرد که عدم تغییرات معنادار کلسیم و PTH در پژوهش حاضر را می‌توان به سطح آمادگی آزمودنی‌های پژوهش نسبت داد از آنجا که آزمودنی‌ها ورزشکاران حرفه‌ای بودند لذا انتظار می‌رود که کمترین پاسخ و سازگاری را در سطح هورمونی و به اعمال هرگونه متغیر بیرونی نشان دهند.

مطالعات نشان می دهند که شکل فعال ویتامین D (کلسیتریول)[1] منجر به بازجذب کلسیم از طریق کلیه‌ها و دستگاه گوارش، کاهش مقدار زیاد فسفات خون و کنترل سطح هورمون‌های پاراتیروئید می‌گردد. کلسیتریول پس از اتصال به گیرنده غشای سلولی به طور غیرمستقیم چندین مسیر پیام رسان ثانویه را فعال می‌کند. در نتیجه طی چند ثانیه تا چند دقیقه باعث تأثیر نقش ۲۵(OH)D و تعدیل انقباض عضلانی می‌شود (۱۹). مشخص شده است که این مسیر غیرژنومی منجر به هجوم یون‌های کلسیم به درون سلول، تنظیم سطح داخل و خارج سلولی یون کلسیم، هموستازی ترکیبات حاوی فسفر و تحریک هورمون پاراتیروئید می شود. این امر منجر به تولید نیروی عضلانی بیشتر، افزایش قدرت و سرعت انقباض عضلات می شود (۱۷). همچنین ویتامین D ممکن است بر روی قطر و تعداد عضلات نوع II تأثیر بگذارد. نشان داده شده است که کمبود ویتامین D می‌تواند منجر به کاهش غلظت VDR[2] درون هسته سلول، کاهش سطح بیان ژن VDR و در نهایت به میوپاتی ناشی از آتروفی عضله نوع IIA کمک کند. کلسیتریول سنتز پروتئین های عضلانی خاص را تحریک می‌کند، که ممکن است منجر به افزایش توده عضلانی و قدرت شود. هیپرتروفی فیبرهای عضلات نوع IIB ممکن است بر ظرفیت ورزشی ورزشکاران تأثیر گذار باشد. شایان ذکر است که فیبرهای عضلانی نوع II انقباض عضلانی سریعتر و نیروی بیشتری نسبت به نوع I تولید می‌کنند (۱٤). از این رو توانایی

1. Calcitriol
2. Vitamin D Receptors

انجام تمرینات کوتاه مدت با قدرت بالا مانند دو سرعت، جهش، تغییر سریع حرکت، جهت یا توقف، با فیبرهای نوع II مرتبط است. کمبود ویتامین D ممکن است بر آتروفی عضله نوع II تأثیرگذار باشد که در پی آن با کاهش سرعت انقباض عضلانی و کاهش تولید نیرو همراه است (٤، ٢٢).

در مطالعه حاضر افزایش غلظت سرمی ویتامین D بر تغییرات غلظت PTH و کلسیم تأثیر معناداری نداشت. این نکته جای تأمل دارد که دوز مصرفی ۵۰۰۰واحد در هفته جهت اعمال پاسخ های فیزیولوزیکی کافی نبوده و احتمال می‌رود جهت القای پاسخ‌ها و سازگاری‌ها در سطح سلولی و مولکولی به دوزهای بالاتر از ۵۰۰۰ واحد در هفته نیاز باشد. این امر محتمل است که مدت زمان مکمل‌گیری به اندازه ای ادامه دار نبوده است که منجر به سازگاری و تأثیرات معناداری بر متغیرها در پایان پژوهش حاضر گردد. ویتامین D پس از اتصال به گیرنده غشایی، با فعال کردن چندین مسیر پیام رسان-ثانویه سلول را تحت تأثیر قرار می‌دهد و منجر به تأثیر مثبت ۲۵(OH)D بر انقباض عضلانی می گردد (٢٦). مشخص شده است که این مسیر غیر ژنومی منجر به هجوم یون‌های کلسیم به درون سلول، تنظیم سطح داخل و خارج سلولی این یون، هموستاز ترکیبات حاوی فسفر و تحریک هورمون پاراتیروئید می شود. این امر منجر به تولید بیشتر نیروی عضلانی، افزایش قدرت و سرعت انقباض عضلات می‌شود (٢٦). نتایج پژوهش حاضر بیانگر این واقعیت که مکمل‌گیری ویتامینD منجر به افزایش قدرت عضلات پایین‌تنه و بهبود عملکرد توان بی‌هوازی از قبل تا پس از مکمل‌گیری ویتامینD می‌شود. گرچه در سایر مؤلفه‌های سرعت، چابکی و بیشینه اکسیژن مصرفی تغییرات معنادار نبود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج یون و همکاران (٢٠١٤) همسو است (٢٧)، آن‌ها نشان دادند که ٤ ماه مکمل‌گیری ویتامین D باعث افزایش نیروی ایزومتریک و ارتفاع پرش عمودی در مسابقات رقص ورزشی[1] می‌شود. اکنون مشخص شده است که ویتامین D از طریق تنظیم سنتز پروتئین عضلانی، تمایز سلول و تکثیر سلولی، و همچنین انتقال کلسیم و فسفات از طریق غشای سلول عضلانی، ضمن تعدیل متابولیسم فسفولیپید، عملکرد عضله را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، ویتامین D ممکن است عملکرد میتوکندری، عملکرد آنزیم‌های فعال را در سلول‌های عضلانی تنظیم کند (٢٨، ٢٩). داده‌ها نشان می‌دهد که کمبود ویتامین D بر عملکرد عضلات تأثیر منفی می گذارد و با کاهش تخریب پروتئین های فیبرهای عضلات نوع II به ضعف عضلانی کمک می کند (٣٠) مکمل ویتامین D منجر به افزایش اندازه عضله، درصد VDR (گیرنده‌های ویتامین D در سلول) در گروه عضلات نوع II و غلظت VDR درون هسته ای می شود (٣١). علاوه بر این، مکمل ویتامین D با افزایش عملکرد میتوکندری و مهار آتروفی عضله ممکن است اثرات مثبتی بر قدرت عضله داشته باشد (٢٩).

نتیجه‌گیری

در پایان یادآوری می‌شود هدف از مکمل‌گیری ویتامین D در ورزشکاران بهبود وضعیت فیزیولوژیک آن‌ها است. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مکمل‌گیری ویتامین D می‌تواند سرعت بازگشت به حالت اولیه جهت تولید نیروی عضلانی بیشتر پس از تمرین شدید و پیرو آن قدرت و چابکی افزایش دهد. بر اساس این یافته‌ها، ممکن است مکمل ویتامین D به عنوان یک روش مکمل‌گیری جذاب برای بهبود بازیابی و قدرت عضلات اسکلتی در پی تمرین شدید محسوب شود. این اطلاعات ممکن است برای ارتقاء عملکرد فوتبالیست‌ها و محققین علوم ورزش، مربیان و سایر رشته‌های ورزشی با ارزش باشد و بر مصرف مکمل ویتامینD تأکید کنند. بنابراین، ورزشکاران باید در طول سال به طور مرتب تحت ارزیابی ۲۵(OH)D قرار گیرند و در صورت بروز مشکل و یا کمبود بایستی مکمل‌یاری صورت پذیرد. تحقیقات در آینده نیازمند اندازه‌گیری تعداد نمونه‌های بیشتر، توجه به جنسیت، استفاده از ورزشکاران در رشته‌های گوناگون و پروتکل‌های مختلف تمرینی می‌باشد.

تشکر و قدردانی

در پایان مراتب سپاس و قدردانی خود را از ریاست محترم فدارسیون ناشنوایان آقای دکتر علیمرادی، ورزشکاران که با حمایت از پژوهش‌گران علوم‌ورزشی، فرصت انجام این مطالعه را فراهم آوردند، اعلام می‌نماییم.

1. DanceSport

منابع

1. De Souza Genaro P, de Medeiros Pinheiro M, Szejnfeld VL, Martini LA. Secondary hyperparathyroidism and its relationship with sarcopenia in elderly women. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2015;60 (2):349-53.
2. Vickers NJ. Animal communication: when i'm calling you, will you answer too? *Current biology*. 2017;27 (14): 713-5.

   Rejnmark L, Bislev LS, Cashman KD, Eiríksdottir G, Gaksch M, Grübler M, et al. Non-skeletal health effects of vitamin D supplementation: A systematic review on findings from meta-analyses summarizing trial data. *PLoS One*. 2017;12 (7):e0180512.
3. Muir SW, Montero-Odasso M. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59 (12):2291-300.
4. Bischoff-Ferrari H. wson-Hughes B, Staehelin HB, Orav JE, Stuck AE, Theiler R, et al. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*. 2009;339.
5. Stockton KA, Mengersen K, Paratz JD, Kandiah D, Bennell KL. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2011;22 (3):859-71.
6. Rosendahl-Riise H, Spielau U, Ranhoff AH, Gudbrandsen OA, Dierkes J. Vitamin D supplementation and its influence on muscle strength and mobility in community-dwelling older persons: a systematic review and meta-analysis. *J Hum Nutr Diet*. 2017;30 (1):3-15.
7. Desbrow B, Burd NA, Tarnopolsky M, Moore DR, Elliott-Sale KJ. Nutrition for special populations: Young, female, and masters athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2019;29 (2):220-7.
8. Aspell N, Laird E, Healy M, Shannon T, Lawlor B, O'Sullivan M. The prevalence and determinants of vitamin D status in community-dwelling older adults: results from the English Longitudinal Study of Ageing (ELSA). *Nutrients*. 2019;11 (6):1253.
9. Kleine C-E, Obi Y, Streja E, Hsiung J-T, Park C, Holick MF, et al. Seasonal variation of serum 25-hydroxyvitamin D and parameters of bone and mineral disorder in dialysis patients. *Bone*. 2019;124:158-65.
10. Aydın CG, Dinçel YM, Arıkan Y, Taş SK, Deniz S. The effects of indoor and outdoor sports participation and seasonal changes on vitamin D levels in athletes. *SAGE Open Medicine*. 2019;7:20503.
11. 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.
12. Owens DJ, Allison R, Close GL. Vitamin D and the athlete: current perspectives and new challenges. *J Sports Sci*. 2018;48 (1):3-16.
13. Skalska M, Nikolaidis PT, Knechtle B, Rosemann TJ, Radzimiński Ł, Jastrzębska J, et al. Vitamin D supplementation and physical activity of young soccer players during high-intensity training. *Nutrients*. 2019;11 (2):349.
14. Orysiak J, Mazur-Rozycka J, Fitzgerald J, Starczewski M, Malczewska-Lenczowska J, Busko K. Vitamin D status and its relation to exercise performance and iron status in young ice hockey players. *PLoS One.* 2018;13 (4):e0195284.
15. Jastrzębska M, Kaczmarczyk M, Michalczyk M, Radzimiński Ł, Stępień P, Jastrzębska J, et al. Can supplementation of vitamin D improve aerobic capacity in well trained youth soccer players? *J Hu. Kinet.* 2018;61 (1):63-72.
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. Wood R. Plank Core Strength and Stability Test. *Topend Sports Website*. 2019.
19. Getchell B. Physical fitness: A way of life. 1979.
20. Chimera NJ, Swanik KA, Swanik CB, Straub SJ. Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *J Athl Train*. 2004;39 (1):24.
21. 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.
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. Heijboer AC, Oosterwerff M, Schroten NF, Eekhoff EM, Chel VG, De Boer RA, et al. Vitamin D supplementation and testosterone concentrations in male human subjects. *Clin Endocrinol*. 2015;83 (1):105-10

24. Vieth R, Chan P-CR, MacFarlane GD. Efficacy and safety of vitamin D3 intake exceeding the lowest observed adverse effect level. *AJCN*. 2001;73 (2):288-94.

25. 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.

26. Wyon MA, Koutedakis Y, Wolman R, Nevill AM, Allen N. The influence of winter vitamin D supplementation on muscle function and injury occurrence in elite ballet dancers: a controlled study. *J Sci Med Sport.* 2014;17 (1):8-12.

27. Girgis CM, Clifton-Bligh RJ, Hamrick MW, Holick MF, Gunton JE. The roles of vitamin D in skeletal muscle: form, function, and metabolism. *Endocr Rev*. 2013;34 (1):33-83.

28. Zhang L, Quan M, Cao Z-B. Effect of vitamin D supplementation on upper and lower limb muscle strength and muscle power in athletes: A meta-analysis. *Plos one*. 2019;14 (4):e0215826.

29. Ceglia L, Harris SS. Vitamin D and its role in skeletal muscle. *Calcif Tissue Int*. 2013;92 (2):151-62.

30. Ceglia L, Niramitmahapanya S, da Silva Morais M, Rivas DA, Harris SS, Bischoff-Ferrari H, et al. A randomized study on the effect of vitamin D3 supplementation on skeletal muscle morphology and vitamin D receptor concentration in older women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98 (12): 1927-35.

The effect training and vitamin D supplementation on hormonal and functional changes of elite futsal layer's

Roohollah Mohammadi Mirzaei

Assistant Professor, Department of Sports Sciences, Shahid Chamran Campus, Farhangian University, Tehran, Iran

Received: 2022/07/20 **Accepted:** 2022/09/12

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

Abstract

Introduction and purpose: Vitamin D deficiency is associated with an increase in plasma parathyroid hormone levels, which leads to an increase in negative and destructive effects on the organism and a decrease in muscle function. The present study was conducted with the aim of the effect of vitamin D supplementation on the hormonal and functional changes of elite deaf national team female futsal players.

Materials and methods: For this purpose,16 female football players deaf national team (age 26.20±3 years,height 155.15±3 cm, weight 56.68±2 kg and BMI 23.61±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 capacity, 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 (P≤0.05).

Results: According to the results of ANCOVA, there was a significant difference between the mean residual scores of vitamin D, leg strength and ergojump in groups (P≤0.05). There was no significant difference between the mean scores of aerobic power, speed, parathyroid, Calcium (P≥0.05). Findings indicate an increase in serum vitamin D (19.58 ng/ml) in supplementation group than control (P≤0.05).

Discussion and Conclusion: The most favorable result of the current research is that the optimal level of vitamin D is vital for the optimal functioning of skeletal muscle. Therefore, maintaining (OH)D-25 levels can accelerate recovery for muscle power generation during intense exercise. Athletes should be evaluated throughout the year and supplemental assistance should be provided in case of problems.

Key words: Training, Parathyroid, Anaerobic power, Futsal, Calcium, Vitamin D