مطالعات کاربردی
علوم زیستی در ورزش

مقایسه هشت هفته تمرین پلایومتریک روی سطوح سالن و چمن بر بیومارکرهای آسیب عضلانی در بازیکنان فوتبال

محمد علی کیالی کوشک قاضی [1]، محمد فرامرزی *[2]، ساناز میرزایان شانجانی [3]، یاسر کاظم زاده [3]

1. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران.
2. استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
3. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران.

*نویسنده مسئول: آدرس ایمیل: شهرکرد، بلوار رهبر، دانشگاه شهرکرد، دانشکده تربیت بدنی؛
md_faramarzy2000@yahoo.com

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

چکیده

زمینه و هدف: فوتبال به عنوان محبوب‌ترین رشته ورزشی در جهان شناخته می‌شود و با توجه به ماهیت این رشته ورزشی و آسیب‌های آن محققین هنوز تاثیر تمرینات ورزشی بر سطوح مختلف را به خوبی نشناخته‌اند. لذا هدف از تحقیق حاضر مقایسه اثر یک دوره تمرین پلایومتریک روی سطوح سالن و چمن بر بیومارکرهای نوین آسیب عضلانی در بازیکنان فوتبال بود. **روش تحقیق**: در این مطالعه نیمه تجربی 36 بازیکن فوتبال لیگ دست یک و دست دو رده جوانان و امید کشوری با محدوده سنی 18-22 سال به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. سپس به طور تصادفی در سه گروه شامل: تمرین پلایومتریک بر روی چمن (12 نفر)، تمرین پلایومتریک در سالن (12 نفر) و گروه کنترل (12 نفر) تقسیم شدند. تمرینات منتخب پلایومتریک روی سطوح سالن و چمن به مدت هشت هفته، دو جلسه در هفته و هر جلسه 60 دقیقه انجام شد. در ابتدا و انتهای دوره تحقیق مقادیر تروپونین T ویژه عضلات اسکلتی (sTnT) و DNA میتوکندریایی (mtDNA) در سه گروه اندازه‌گیری شد. جهت تجزیه تحلیل یافته‌ها از آزمون‌های آماری t وابسته و آنالیز واریانس یک‌راهه همراه با آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. **یافته‌ها**: یافته‌های این تحقیق نشان داد که تفاوت معنی داری در مقادیر sTnT در گروه های تحقیق وجود ندارد (p=0/47)؛ اما مقادیر mtDNA در گروه‌های تمرین در چمن (p=0/001) و تمرین در سالن (p=0/001) به طور معنی‌داری بالاتر از گروه کنترل بود. همچنین این مقادیر در گروه تمرین در چمن به طور معنی‌داری بالاتر از گروه تمرین در سالن بود (p=0/001). **نتیجه‌گیری**: به نظر می‌رسد تمرین پلایومتریک در هر دو سطح (چمن و سالن) با افزایش بیان mtDNA می‌گردد؛ ولی اثر تمرین در چمن نسبت به تمرین در سالن مطلوب‌تر است. همچنین با توجه به سطح آمادگی بازیکنان به نظر می‌رسد انجام مطالعات بیشتر با طیف وسیع‌تری از شاخص‌های آسیب عضلانی برای تبیین میزان آسیب عضلانی در فوتبالیست ها مورد نیاز است.

واژه‌های کلیدی: تمرین، تروپونین T ویژه عضله اسکلتی، DNA میتوکندریایی، فوتبال .

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport

Comparison of a plyometric training course on indoor and grass environments on novel biomarkers of muscle damage in soccer players

Mohammad Ali Keyali Kushlghazi [1], Mohammad Faramarzi *[2], Sanaz Mirzayan Shanjani [3], Yaser Kazemzadeh [3]

1. Ph.D Student in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran
2. Professor at Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Letters and Humanities, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3. Assistant Professorat Department of Exercise Physiology, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran

* Corresponding Author; Adress; Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Letters and Humanities, Shahrekord University, Shahrekord, Iran; Email: md_faramarzy2000@yahoo.com

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

Abstract

Background and Aim: Football is known as the most popular sport in the world, and due to the nature of this sport and its injuries, researchers still do not know the effect of sports training on different levels. The aim of the current research is to compare the effect of a plyometric training course on indoor and grass environments on new biomarkers of muscle damage in soccer players **Materials and Methods**: In this semi-experimental and applied study, 36 youth soccer players were selected and divided into three groups (1) plyometric training on grass environments (number = 12 people), (2) Plyometric training on indoor environments (number=12 people) and (3) control (number=12 people) were divided. Plyometric trainings were performed on indoor and grass environments for eight weeks, two sessions per week and each session lasted 60 minutes. In order to analyze the findings, independent sample t- test, one-way analysis of variance with Tukey's post hoc tests were used ($p \leq 0.05$). **Results**: There is no significant difference in sTnT values in research groups; However, mtDNA values in the training on grass environments (p=0.001) and training on indoor environments (p=0.001) groups were significantly higher than the control group. Also, these values were significantly higher in the training on grass environments than in the training on indoor environments (p=0.001). **Conclusion**: Although training in both grass and indoor environments leads to an increase in mtDNA serum levels, nevertheless, the effects of training in grass environments are greater than in indoor environments.

Keywords: Training, sTnT, mtDNA, Soccer players

مقدمه

فوتبال از محبوب ترین ورزش های قرن اخیر است که طرفداران بسیاری را در سراسر جهان به خود جذب کرده است، به گونه ای که در سطوح حرفه ای این بازی پیچیده و پر برخورد با آسیب های زیادی همراه است (مارتینز[1] و دیگران، 2022؛ محتشم و دیگران، 2018). محققین بر این عقیده اند که آسیب عضلانی متعاقب یک مسابقه فوتبال به دلیل نیاز به تماس فیزیکی شدید، کاهش و افزایش سرعت در سریع ترین زمان، افزایش شتاب و به کار گیری قدرت و استقامت عضلانی طی 90 یا بعضا 120 دقیقه بازی، به عنوان چالشی برای بازیکنان این رشته ورزشی شناخته می شود (مانسینی[2] و دیگران، 2019). فعالیت های ورزشی حاد و چالش تامین انرژی حین ورزش فوتبال منجر به افزایش فشار اکسایشی و نشانگر های آن مانند مالون دی آلدئید[3] (MDA)، پروتئین کربونیل[4] (PC)، نیتریک اکسید[5] (NO)، کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی تام[6] (TAC)، سوپراکسید دیسموتاز[7] (SOD) و گلوتاتیون پراکسیداز[8] (GPx) می شوند (نالکاکان[9] و دیگران، 2011)، که این امر به آسیب عضلات اسکلتی، تخریب ساختار پروتئین های انقباضی، آسیب به میتوکندری و در نهایت کاهش عملکرد عضلانی می گردند، هر چند تمرینات بلند مدت و منظم می تواند از فعال سازی بیان آنتی اکسیدانی و ضد التهابی عضله اسکلتی را در مقابله با نشانگر های آسیب زا مقاوم کند (هاگمن[10] و دیگران، 2021؛ بوسکست-کورتس[11] و دیگران، 2017). مطالعات نشان می دهند رهایش Ca^{2+} متعاقب تمرینات ورزشی به عنوان یک تنظیم گر مسیر های بیولوژیکی می باشد. به گونه ای که با افزایش گونه های فعال اکسیژن[12] (ROS) متعاقب فعالیت ورزشی شدید به جایگاه اتصال یون Ca^{2+} به تروپومیوزین و تروپومیوزین متصل می شوند و به فیلامان های نازک[13] آسیب می زنند و در نهایت موجب افزایش سطوح سرمی تروپونین T عضلانی (sTNT) به عنوان یک نشانگر آسیب عضلانی گردد (راسموسان و جین[14]، 2021). همچنین بر اساس اطلاعات موجود ورزش تا حد خستگی با افزایش ROS موجب بر هم خوردن هموستاز کلسیم می گردد و در نهایت به آسیب به محتوای DNA سلول و DNA میتوکندریایی (mtDNA) منجر می شود (شی[15] و دیگران، 2022). به عبارتی mtDNA یک مولکول حلقوی دو رشته ای با 16569 جفت باز است آلی که به طور اختصاصی در روند فسفریلاسیون اکسایشی نقش دارند و در میتوکندری برای تکثیر و تمایز آن اهمیت فراوان دارد (میرزایی و دیگران، 2005).

با توجه به بالا بودن میزان آسیب در بازی فوتبال و نیاز به ارائه تمریناتی که بتواند آمادگی ورزشکاران را برای پیشگیری از این آسیب ها به ویژه آسیب های سلولی مولکولی محافظت کند به چالشی برای محققین تبدیل شده است. البته این نکته قابل ذکر است که تمرین در سطوح مختلف نیز اثرات متفاوتی بر سازگاری عضلانی، میزان آسیب و عملکرد ورزشی در ورزشکاران دارد. اعتقاد بر این است که تفاوت در مقاومت سطح، تفاوت در مقدار اینرسی و اصطکاک سطح، تفاوت در نرمی یا سختی سطوح تمرین می تواند اثرات

[1] Martins
[2] Mancini
[3] Malondialdehyde
[4] Protein carbonyl
[5] Nitric oxide
[6] Total antioxidant capacity
[7] Superoxide dismutase
[8] Glutathione peroxidase
[9] Nalçakan
[10] Hagman
[11] Busquets-Corté
[12] Reactive oxygen spaces
[13] Tropomyosin-binding and thin filament anchoring subunit
[14] Rasmussen & Ji
[15] Shi

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

متفاوتی بر سازگاری های عضلانی داشته باشد (ایمپلیزری[1] و دیگران، 2008). اگرچه در مطالعات پیشین اکثرا عملکرد ورزشی متعاقب تمرین در سطوح مختلف مورد توجه بوده است. اما مقایسه تاثیر تمرین در سطوح مختلف بر نشانگر های سلولی-مولکولی عضلانی کمتر مورد توجه بوده است. علاوه بر این تمرین پلایومتریک یکی از اشکال مختلف تمرین برای تقویت عضلانی است (چیمرا[2] و دیگران، 2004). محققین نشان دادند که تمرینات پلیومتریک به مدت شش هفته موجب بهبود عملکرد ورزشی در زنان ورزشکار شده است (چیمرا و دیگران، 2004). این نوع تمرین که شامل حرکات سریع و توانمند درگیر در انقباض برونگرا هستند و بلافاصله پس از آن انقباضات درون گرای انفجاری دارند، می توانند سازگاری های مناسبی در سیستم عصبی عضلانی ایجاد کنند؛ به طوری که در مطالعه ای محققین بهبود عملکرد عصبی-عضلانی را متعاقب اینگونه تمرینات عنوان کرده اند (مومنی[3] و دیگران، 2017). از سویی به نظر می رسد ناهموار بودن زمین چمن نسبت به زمین فوتبال داخل سالن از دیگر دلایل آسیب عضلانی است که محققین در مطالعات تفاوت میزان آسیب را در این دو سطح بررسی نموده اند (وولوشینا[4] و دیگران، 2013). مطالعاتی نیز در زمینه مقایسه تاثیر تمرینات پلیومتریک در سطوح مختلف انجام شده است؛ به طوری که محقیین نشان دادند تمرینات پلیومتریک در شن تاثیر بیشتری بر افزایش چابکی، تست پرش طول و توان انفجاری در فوتبالیست ها نسبت به تمرین در چمن داشت (باناوولنتا[5] و دیگران، 2021). همچنین مطالعه ای نشان داد تمرین در زمین چمن و تمرین در شن هر دو موجب بهبود سرعت و پرش سارجنت[6] در فوتبالیست ها گردید؛ اما در گروه تمرین در چمن مقادیر پرش درجا (طولی) و قابلیت انقباض اسنتریک مطلوب تر از تمرین در گروه تمرین در سطح شن بود؛ اما در گروه تمرین در شن بازیکنان درد عضلانی کمتری نسبت به گروه تمرین در چمن داشتند (ایمپلیزری و همکاران، 2008). در مطالعه ای دیگر نیز محققین نشان دادند که تمرین در شن و چوب پارکت هر دو موجب بهبود سرعت و چابکی در بسکتبالیست ها گردید (اوزن[7] و دیگران، 2020). علی رغم گزارش ها مبنی بر بروز آسیب عضلانی در فعالیت های ورزشی و نبود اطلاعات کافی در مورد راهکار مناسب برای پیشگیری از بروز آسیب عضلانی و همچنین تفاوت تمرین در سطوح مختلف و سازگاری ناشی از آن برای مقابله با تمرینات ورزشی که در تحقیقات کمتر توجهی به آن شده است؛ انجام مطالعات اینچنینی می تواند اطلاعات جامع تر و کاربردی تری به ورزشکاران برای پیشگیری از آسیب های سلولی-مولکولی ارائه نماید. همچنین به نظر می رسد بررسی نشانگر های آسیب شناختی متعاقب تمرینات پلیومتریک در سطوح مختلف می تواند اطلاعات جامع تری به محققین حوزه علوم ورزشی ارائه نماید تا بتوانند با روش تمرینی مناسب میزان آمادگی خود را افزایش دهند و از آسیب های جدی در مسابقات ورزشی پیشگیری نمایند. لذا مطالعه حاضر به مقایسه اثر یک دوره تمرین پلایومتریک روی سطوح سالن و چمن بر مقادیر sTnT و mtDNA در بازیکنان فوتبال پرداخته است.

روش تحقیق

در این مطالعه نیمه تجربی و از نوع تحقیقات تجربی که با طرح پیش آزمون – پس آزمون همراه با گروه کنترل انجام شد. از بین تمام بازیکنان فوتبال لیگ دست یک و دست دو رده جوانان و امید کشوری با استفاده از روش نمونه گیری خوشه ای، و سپس بصورت نمونه گیری در دسترس، 36 نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. این نکته قابل ذکر است که ملاک های ورود به مطالعه

[1] Impellizzeri
[2] Chimera
[3] Momeni
[4] Voloshina
[5] Bonavolontà
[6] Squat jump
[7] Ozen

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

داشتن سابقه ورزش فوتبال حداقل به مدت 5 سال، سطح آمادگی جسمانی یکسان از دیدگاه مربی، سن تقریبی 18 تا 22 سال، حضور در لیگ دسته 1 و 2 کشوری بود و ملاک خروج از مطالعه آسیب دیدگی، مصرف مکمل و داروهای نیروزا، انصراف شخص از ادامه روند تحقیق و مصرف دخانیات بود. برای انجام تحقیق فرم رضایتنامه تحقیق پس از تشریح روند کامل تحقیق، خطرات و مزیت ها توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد. در ادامه نمونه‌های آماری به طور تصادفی به سه گروه (1) تمرین پلایومتریک بر روی چمن (تعداد= 12 نفر)، (2) تمرین پلایومتریک در سالن (تعداد= 12 نفر) و (3) گروه کنترل (تعداد= 12 نفر) تقسیم شدند. این نکته قابل ذکر است که گروه کنترل در طی دوره صرفا تمرینات معمولی خود را زیر نظر مربی انجام می دادند و گروه های تمرین پلیومتریک در چمن و سالن علاوه بر تمرین معمولی هفته ای دو جلسه تمرینات منتخب را انجام می دادند. پس از گروه‌بندی آزمودنی‌ها در ساعت مشخص، بدون هیچ گونه فعالیت بدنی از 48 ساعت قبل، راس ساعت 10 صبح در محل آزمایشگاه حاضر شدند و نمونه خونی آنها توسط متخصص از ورید بازویی دست چپ گرفته شد.

تمرینات پلیومتریک : برنامه تمرین پلیومتریک به مدت هشت هفته، دو جلسه در هفته و هر جلسه 60 دقیقه تمرین به شرح زیر بود و همچنین برنامه تمرینی پلایومتریک برای افزایش قدرت و توان انفجاری بازیکنان فوتبال به شرح جدول یک بود.

1.حرکات پرشی که تاکید روی عضلات ناحیه لگن و پاها دارد.

2.لی لی کردن تاکید روی حداکثر ارتفاع عمودی و حداکثر سرعت پاها است.

3.در پرش ها تاکید روی بدست آوردن حداکثر ارتفاع می باشد و سرعت در مرحله بعد قرار دارد.

4.جهیدن: که تمرین با حداکثر پرش عمودی و حداکثر مسافت افقی به دو صورت یک پا و دو پا صورت می گیرد.

5- پرش عمقی: ورزشکار از ارتفاع بر روی سطوح (سخت و نرم) فرود می آید (ماکیجکزیک[1] و دیگران، 2021).

جدول 1. برنامه تمرینی پلایومتریک برای افزایش قدرت و توان انفجاری بازیکنان فوتبال

هفته اشکال تمرین	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم و ششم	هفته هفتم و هشتم	شدت (ضربان قلب بیشینه)
جهش ها جست وخیز کوتاه	2 ✻ 4-6	2 ✻ 4-6	2 ✻ 4-6	2 ✻ 4-6	--	--	شدت کم
پرش بطرف جلو بصورت لی لی	3 ✻ 10	3 ✻ 10	3 ✻ 10	3 ✻ 10	---	--	شدت کم
جهش روی یک پله با یک پا	----	---	2 ✻ 4-6	2 ✻ 4-6	2 ✻ 4-6	2 ✻ 4-6	شدت متوسط
پرش همراه با جمع کردن زانوها	----	---	---	3 ✻ 4-6	3 ✻ 4-6	3 ✻ 4-6	متوسط

[1] Maciejczyk

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport

پرش عمقی	-----	----	-----	4 * 8	4 * 8	4 * 8 شدت زیاد
لی لی متوالی جفت پای	3 * 4-6	3 * 4-6	3 * 4-6	----	3 * 4-6	3 * 4-6 شدت زیاد

روش اندازه گیری متغیر ها : در ادامه 48 ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی پس از هشت هفته تمرین آزمودنی ها در ساعت و زمان مشخص، مشابه با حالت پیش آزمون آزمودنی ها مجدد در محل آزمایشگاه حاضر شدند و نمونه خونی از ورید بازویی سمت چپ آزمودنی ها گرفته شد. سپس نمونه های خونی به سرعت به آزمایشگاه منتقل شدند و نمونه ها برای تجزیه و تحلیل داده ها ابتدا به مدت 10-15 دقیقه با سرعت 3000 دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. این نکته قابل ذکر است که برای اندازه گیری متغیر sTnT از کیت الایزا ساخت شرکت CUSABIO با کد اقتصادی CSB-EL024015RA با مقیاس 0/97 ng/ml استفاده شد؛ همچنین برای mtDNA از روش quantitative real-time PCR استفاده شد. برای این روش ابتدا از نمونه خونی RNA با استفاده از کیت ویژه و بر اساس دستور العمل موجود در کیت (Rnr2) 16S RNA با درجه خلوص بالا استخراج شد، پس از آن cDNA با استفاده از کیت BioRad iCycler و راهنمای آن استخراج گردید و برای واکنش رونویسی از پرایمر های از پیش طراحی شده که توالی آن در زیر آمده است استفاده شد. پس از اطمینان از اتمام کار دستگاه برای کمی سازی سیکل آستانه بیان از روش فولد چنج و با کمک ژن کنترل داخلی GAPDH استفاده شد.

جدول 2. توالی پرایمر های مورد استفاده در تحقیق

نام ژن	موقعیت	توالی پرایمر	اندازه محصول (bp)
Rnr2	Forward	5 -AGC TAT TAA TGG TTC GTT TGT-3	132
	Reverse	5-AGG AGG CTC CAT TTC TCT TGT-3	
GAPDH	Forward	5 -GGA AAG ACA GGT GTT TTG CA-3	129
	Reverse	5-AGG TCA GAG TGA GCA GGA CA-3	

روش تجزیه و تحلیل آماری: ابتدا برای بررسی نحوه توزیع داده ها از آزمون کالموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای بررسی تغییرات پیش آزمون و پس آزمون هر گروه از آزمون t وابسته استفاده شد و برای بررسی تفاوت بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس یک راهه استفاده شد و در صورت وجود تفاوت معنی دار برای تعیین محل تفاوت بین گروه ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. داده های تحقیق حاضر با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 22 تجزیه و تحلیل شدند. برای طراحی نمودار ها از نرم افزار میکروسافت آفیس اکسل 2019 استفاده شد. همچنین سطح معنی داری برای تمام آزمون ها ($p<0/05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول سه میانگین و انحراف استاندارد ویژگی های جمعیت شناختی آزمودنی ها ارائه شده است. نتایج آزمون t وابسته نشان داد تفاوت معنی داری در مقادیر sTnT در پیش آزمون و پس آزمون گروه کنترل ($p=0/43$) و سالن ($p=0/063$) وجود ندارد. با این حال

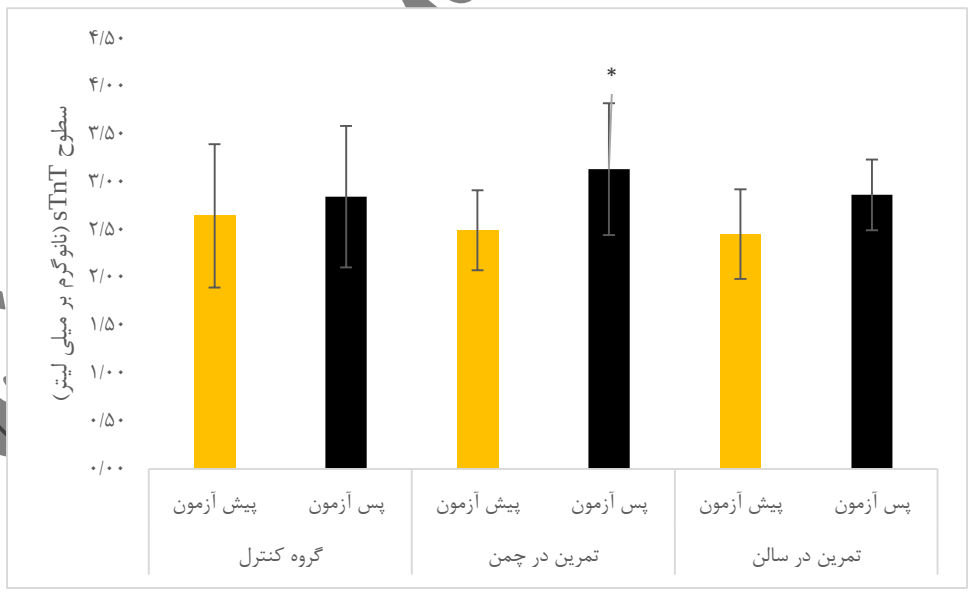
نسخه پیش از انتشار

مقادیر sTnT در پس آزمون گروه تمرین در چمن به طور معنی‌داری بالاتر از گروه پیش آزمون آن می باشد (p=0/02). همچنین نتایج آزمون آنالیز واریانس یک راهه نشان داد تفاوت معنی‌داری در مقادیر پس آزمون sTnT در گروه‌های تحقیق وجود ندارد (p=0/47) (شکل 1).

تفاوت معنی داری در مقادیر پیش آزمون و پس آزمون mtDNA در گروه کنترل مشاهده نشد (p=0/78)، با این حال در مقادیر پس آزمون mtDNA در گروه های تمرین چمن (p=0/001) و تمرین در سالن (p=0/001) به طور معنی‌داری بالاتر از مقادیر پیش آزمون این گروه‌ها بود. نتایج آزمون آنالیز وایانس یک راهه نشان داد تفاوت معنی‌داری در مقادیر mtDNA در گروه‌های تحقیق وجود دارد (p=0/001). در ادامه نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد مقادیر mtDNA در گروه‌های تمرین در چمن (p=0/001) و تمرین در سالن (p=0/001) به طور معنی داری بالاتر از گروه کنترل بود. همچنین این مقادیر در گروه تمرین در چمن به طور معنی داری بالاتر از گروه تمرین در سالن بود (P=0/001) (شکل 2).

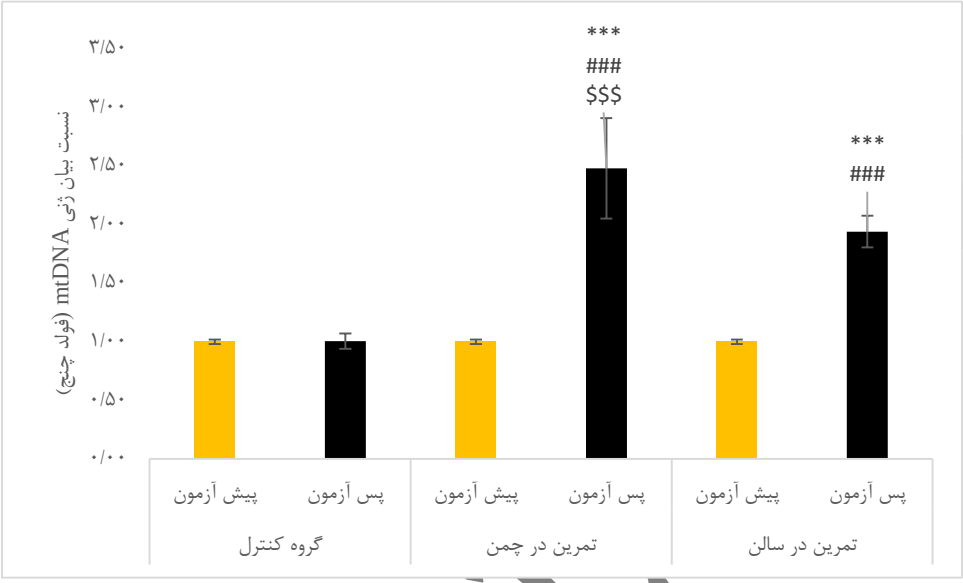
جدول 3. ویژگی های جمعیت شناختی آزمودنی ها در گروه های تحقیق

	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)
گروه کنترل	20/18 ± 3/14	169/19 ± 18/41	66/22 ± 6/21
تمرین در چمن	21/14 ± 2/11	168/22 ± 11/13	65/31 ± 4/35
تمرین در سالن	21/50 ± 3/18	169/38 ± 11/36	65/35 ± 5/31



شکل 1. مقادیر پلاسمایی sTnT در پیش آزمون و پس آزمون گروه های مورد مطالعه؛ * نشانه تفاوت معنی دار نسبت به پیش آزمون در سطح p≤0/05.

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport



شکل 2. نسبت بیان ژنی mtDNA در پیش آزمون و پس آزمون گروه های مورد مطالعه؛ *** نشانه افزایش در زمان پس آزمون گروه های تمرین در چمن و تمرین در سالن نسبت به زمان پیش آزمون آن ها در سطح p≤0/001 ؛ ### نشانه افزایش نسبت به گروه کنترل ذز سطح p≤0/001؛ $$$ نشانه افزایش نسبت به گروه تمرین در سالن در سطح p≤0/001.

بحث

مطالعه حاضر نشان داد تفاوت معنی داری در مقادیر sTnT در گروه های تحقیق وجود ندارد؛ اما مقادیر mtDNA در گروه های تمرین در چمن و تمرین در سالن به طور معنی داری بالاتر از گروه کنترل بود. همچنین این مقادیر در گروه تمرین در چمن به طور معنی داری بالاتر از گروه تمرین در سالن بود. تروپونینT (TnT) عاملی است که نقش ساختاری دارد و به کمپلکس تروپومیوزین متصل می شود. TnT همچنین، در فعال کردن اکتیومیوزین- ATP نقش دارد. TnT عاملی است که با تروپومیوزین در ارتباط است و در تنظیم انقباض عضله نقش مهمی ایفا می‌کند (کردی[1] و دیگران، 2018). نشان داده شده است که تمرینات ورزشی مختلف با هر گونه ویژگی (شدت، مدت، زمان و نوع) تاثیرات متفاوتی بر سطوح sTnT می‌گذارد و محققان با توجه به این ویژگی‌ها نتایج متعددی به دست آورده اند. برای مثال در مطالعه حاضر آبریو[2] و دیگران (2022) گزارش نمودند که پرداختن به تمرینات ترکیبی می تواند منجر به افزایش sTnT گردد (آبریو و دیگران، 2022). با این وجود در مطالعه ای دیگر آبریو و دیگران (2014) نشان دادند پرداختن به ورزش مقاومتی می تواند منجر به کاهش سطوح سرمی sTnT گردد (آبریو و دیگران، 2014). تناقض در یافته ی این مطالعه با یافته مطالعه حاضر می تواند ناشی از تفاوت نوع تمرین و سن آزمودنی ها باشد. از موارد دیگر می توان به تفاوت در اندازه گیری متغیر ها در خون

[1] Kordi
[2] Abreu

یا بافت اشاره نمود. تناقض در نتایج مطالعات گزارش شده اظهار نظر قطعی درخصوص بروز آسیب یا خستگی موقتی را با تردید مواجه می کند. چرا که در بسیاری از تحقیقات با ماهیت فعالیت یکسان نتایج ضد و نقیض را گزارش نموده اند. اگرچه دلیل اصلی اختلاف نتایج مطالعات منتشر شده در مورد تغییر TnT متعاقب فعالیت ها به طور کامل مشخص نیست، احتمالاً دلیل این اختلاف، نوع فعالیت و سطح آمادگی آزمودنی‌ها باشد که هر کدام، نیازهای فیزیولوژیکی خاصی را ایجاد می‌کنند و عضلات جهت برآورد نیازهای متابولیکی متفاوت در شرایط گوناگون ذکر شده، فشارهای مختلفی را تحمل می‌کنند. برای مثال در تحقیقی کردی و همکاران اشاره کردند که زمان اندازه گیری پس از فعالیت از دیگر عوامل موثر می‌باشد، چرا که اوج غلظت تروپونین های سرم سه تا شش ساعت پس از فعالیت می باشد که بعد از 24 ساعت به وضعیت پایه برمی گردد. بنابرین تفاوت در زمان اندازه گیری، میزان TnT را در پژوهش های مختلف، متفاوت نشان می‌دهد (کردی و دیگران، 2018).

مطالعه حاضر نشان داد هشت هفته تمرین در چمن و سالن منجر به افزایش سطوح سرمی mtDNA می گردد همچنین تمرین در چمن نسبت به تمرین در سالن اثر بیشتری بر افزایش سطوح سرمی mtDNA دارد. برای اولین بار فرضیه بروز جهش در mtDNA عضله اسکلتی متعاقب تمرین شدید، در سال 1999 ارائه شد. اطلاعات نشان می دهد یک جلسه فعالیت بدنی شدید می تواند منجر به جهش های منفی و مضر در mtDNA میتوکندریایی در عضله نعلی شود. با این وجود در رابطه با آسیب های اکسایشی mtDNA می بایست ویژگی تارهای عضلانی را نیز در نظر گرفت (میرزایی[1] و دیگران، 2010). مطالعات حاکی از آن است که تمرینات سنگین بدنی با برهم زدن تعادل بین میزان ROS و سیستم دفاع ضد اکسایشی می تواند در بروز آسیب اکسایشی و در نهایت متعاقب سازگاری بلند مدت در افزایش mtDNA نقش داشته باشد. از طرفی نشان داده شده است که فعالیت ورزشی دراز مدت باعث افزایش تنظیم عمل برخی آنزیم های ضد اکسایشی در بافت های فعال می شود (میرزایی و دیگران، 2010). همسو با یافته های مطالعه حاضر المر[2] و همکاران (2011) نشان دادند هشت هفته تمرین با دوچرخه کارسنج منجر به افزایش معنی دار mtDNA در مردان دوچرخه سوار می گردد (المر و دیگران، 2011)؛ همچنین مطالعه ای دیگر نشان می دهد تمرینات ورزشی بلند مدت به افزایش mtDNA در بافت عضله می گردد (کی[3] و دیگران، 2022)؛ با این وجود در تناقض با یافته های مطالعه حاضر میرزایی و همکاران بیان نمودند که هشت هفته تمرینات هوازی اثر معنی داری بر mtDNA دانشجویان پسر غیر ورزشکار ندارد (میرزایی و دیگران، 2010). همچنین در مطالعه ای دیگر محققین پس از یک جلسه تمرین هوازی با شدت متوسط نیز افزایش معنی داری را در mtDNA لکوسیت خون مردان غیر ورزشکار گزارش ندادند (جعفری[4] و دیگران، 2005). گزارش شده است که افزایش فراوان مصرف اکسیژن میتوکندریایی هنگام ورزش می‌تواند به علت تولید ROS موجب آسیب به mtDNA تحت شرایط استرس گردد (میرزایی و همکاران، 2010). این امر خود موجب اختلال در روند تولید انرژی در مسیر فسفوریلاسیون اکسایشی می شود. از طرفی، کاهش مداوم تامین انرژی بر عملکردهای سلول آسیب وارد کرده و باعث پیری زودرس و افزایش خطر ابتلا به بیماری های مختلف می گردد (میرزایی و دیگران، 2010). در این راستا میرزایی و دیگران در سال 2005 نشان دادند که تمرین هوازی تا سر حد واماندگی موجب افزایش بروز جهش و حذف mtDNA در لکوسیت دانشجویان غیر ورزشکار می گردد (میرزایی و همکاران، 2005). با توجه به اینکه میرزایی و همکاران این متغیر را در لکوسیت ها به عنوان سیستم دفاعی بدن ارزیابی کرده اند، به نظر می رسد محل اندازه گیری mtDNA (خون یا بافت)، نوع تار عضلانی و تفاوت در نوع آزمودنی ها از مهمترین دلایل برای توجیه تغییرات و تناقض در نتایج است (میرزایی و دیگران، 2010). با توجه به

[1] Mirzae
[2] Elmer
[3] Qi
[4] Jafari

تفاوت عملکرد mtDNA در خون و بافت به نظر می رسد عدم اندازه گیری این متغیر در بافت از محدودیت های مطالعه حاضر باشد. بنابراین پیشنهاد می گردد در مطالعات آتی تفاوت محل اندازه گیری این متغیر مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین با توجه به نقش استرس اکسیداتیو در عملکرد mtDNA، به نظر می رسد عدم ارزیابی این شاخص ها از دیگر محدودیت های مطالعه حاضر است. از این رو پیشنهاد می گردد در مطالعات آتی شاخص های اکسیدان-آنتی اکسیدان نیز مورد ارزیابی قرار گیرند.

نتیجه گیری: تمرین پلایومتریک در چمن و سالن با افزایش بیان mtDNA در سلول های لکوسیت خون می‌گردد؛ اما اثر تمرین در چمن نسبت به تمرین در سالن مطلوب‌تر بود. همچنین با توجه به سطح آمادگی، بازیکنان به نظر می‌رسد انجام مطالعات بیشتر با طیف وسیع‌تری از شاخص‌های آسیب عضلانی برای تبیین میزان آسیب عضلانی در بازیکنان فوتبال مورد نیاز است.

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله هیچ گونه تعارض منافعی را گزارش نکرده اند.

قدردانی و تشکر

این مقاله مستخرج از رساله دکتری آقای علی کیالی کوشک قاضی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر می باشد. بدین وسیله از تمامی آزمودنی های شرکت کننده در این تحقیق و تمام افرادی که در انجام این تحقیق ما را یاری نموده اند تقدیر و تشکر به عمل می آید.

منابع

Abreu, E. L., Cheng, A.-L., Kelly, P. J., Chertoff, K., Brotto, L., Griffith, E., … & Brotto, M. (2014). Skeletal muscle troponin as a novel biomarker to enhance assessment of the impact of strength training on fall prevention in the older adults. *Nursing Research,* **63(2), 75–82**. doi: 10.1097/NNR.0000000000000018

Abreu, E. L., Vance, A., Cheng, A.-L., & Brotto, M. (2022). Musculoskeletal Biomarkers Response to Exercise in Older Adults. *Frontiers in Aging*, **3: 867137**. doi: 10.3389/fragi.2022.867137

Bonavolontà, V., Carvutto, R., Di Gioia, A., & De Candia, M. (2021). Plyometric training on sand versus grass: Effects on sprinting, jumping, agility and balance in soccer players. *Journal of Human Sport and Exercise*. 1**6(3): 1104-S1113**. https://doi.org/10.14198/jhse.2021.16.Proc3.27

Busquets-Cortés, C., Capó, X., Martorell, M., Tur, J. A., Sureda, A., & Pons, A. (2017). Training and acute exercise modulates mitochondrial dynamics in football players' blood mononuclear cells. *European Journal of Applied Physiology*, **117(10), 1977–1987**. DOI: 10.1007/s00421-017-3684-z

Chimera, N. J., Swanik, K. A., Swanik, C. B., & Straub, S. J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of Athletic Training*, **39(1): 24–31**. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC385258/

Elmer, S. J. (2011). Fatigue during multijoint exercise: Biomechanical central, peripheral, and age-related aspects. The University of Utah. **19(7): 3909**.

Hagman, M., Fristrup, B., Michelin, R., Krustrup, P., & Asghar, M. (2021). Football and team handball training postpone cellular aging in women. *Scientific Reports*, **11(1), 1–11.** https://doi.org/10.1038/s41598-021-91255-7

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Martino, F., Fiorini, S., & Wisloff, U. (2008). Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *British journal of sports medicine*, ***42*****(1), 42-46.** DOI: 10.1136/bjsm.2007.038497

Jafari, A., Hosseinpourfaizi, M. A., Houshmand, M., & Ravasi, A. A. (2005). Effect of aerobic exercise training on mtDNA deletion in soleus muscle of trained and untrained Wistar rats. *British journal of sports medicine*, ***39*****(8), 517-520**. doi: 10.1136/bjsm.2004.014068

Koltai, E., Hart, N., Taylor, A. W., Goto, S., Ngo, J. K., Davies, K. J. A., & Radak, Z. (2012). Age-associated declines in mitochondrial biogenesis and protein quality control factors are minimized by exercise training. *Integrative and Comparative Physiology*, **303(2), 127–134**. https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.07.003

Kordi, M. R., Khodayari, B., Gaeini, A., & Reza, N. (2018). The comparison of three exercise protocols on specific biochemical markers of cardiac cells in overweight men. *Journal of Applied Exercise Physiology*, ***13*****(26), 41–54. [In persian]**. DOI: 10.22080/jaep.2017.1675

Maciejczyk, M., Błyszczuk, R., Drwal, A., Nowak, B., & Strzała, M. (2021). Effects of short-term plyometric training on agility, jump and repeated sprint performance in female soccer players. *International journal of environmental research and public health*, ***18*****(5), 2274**. DOI: 10.3390/ijerph18052274

Mancini, A., Vitucci, D., Randers, M. B., Schmidt, J. F., Hagman, M., Andersen, T. R., …Krustrup, P. (2019). Lifelong football training: effects on autophagy and healthy longevity promotion. *Frontiers in Physiology*, **19:10:132.** https://doi.org/10.3389/fragi.2023.1146058

Martins, F., França, C., Marques, A., Iglesias, B., Sarmento, H., Henriques, R., … Gouveia, É. R. (2022). Sports injuries of a Portuguese professional football team during three consecutive seasons. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, ***19*****(19), 12582.** DOI: 10.3390/ijerph191912582

Mirzaei, B., Salami, F., Rahmanian, F., Jafari, A., Houshmand, M., & Shafa, M. (2005). Correlation between lactate and mtDNA deletion in blood leukocytes after an exhaustive aerobic exercise. *HARAKAT*, **14: 21-29. [In persian].**

Mirzaei, B., Salami, F., Rahmani-Nia, F., Jafari, A., Houshmand, M., Shafa Shariat Panahi, M., & Rahimi, R. (2010). Does aerobic exercises induce mtDNA mutation in human blood leucocytes? *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, ***32*****(1), 99–106.** https://hdl.handle.net/10520/EJC108913

Mohtasham, H. M., Shahrbanian, S., & Khoshroo, F. (2018). Epidemiology and history of knee injury and its impact on activity limitation among football premier league professional referees. *Journal of Injury and Violence Research*, ***10*****(1), 45.** DOI: 10.5249/jivr.v10i1.963

Momeni, S., Barati, A., Letafatkar, A., Jamshidi, A., & Hovanlo, F. (2017). The effects of plyometric training on performance and the feed-forward activation of calf muscles in active females with functional ankle instability in

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

single leg drop landing. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*, ***25*(2), 42–54**. http://sjimu.medilam.ac.ir/article-1-3776-en.html

Nalçakan, R., Nalçakan, M., Var, A., Taneli, F., Ulman, C., Güvenç, Y., Onur, E., & Karamizrak, O. (2011). Acute oxidative stress and antioxidant status responses following an American football match. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, ***51*(3), 533–539**. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21904294/

Ozen, G., Atar, O., & Koc, H. (2020). The Effects of A 6-Week Plyometric Training Programme on Sand Versus Wooden Parquet Surfaces on the Physical Performance Parameters of Well-Trained Young Basketball Players. *Montenegrin Journal of Sports Science & Medicine*, ***9*(1): 1-6.** DOI: 10.26773/mjssm.200304

Qi, Z., He, J., Zhang, Y., Shao, Y., & Ding, S. (2011). Exercise training attenuates oxidative stress and decreases p53 protein content in skeletal muscle of type 2 diabetic Goto-Kakizaki rats. *Free radical biology and medicine*, ***50*(7), 794-800.** DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2010.12.022

Rasmussen, M., & Jin, J.-P. (2021). Troponin variants as markers of skeletal muscle health and diseases. *Frontiers in Physiology*, **27:12:747214**. DOI: 10.3389/fphys.2021.747214

Shi, M., Dong, Z., Zhao, K., He, X., Sun, Y., Ren, J., & Ge, W. (2022). Novel insights into exhaustive exercise-induced myocardial injury: Focusing on mitochondrial quality control. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **9: 1015639**. doi: 10.3389/fcvm.2022.1015639

Voloshina, A. S., Kuo, A. D., Daley, M. A., & Ferris, D. P. (2013). Biomechanics and energetics of walking on uneven terrain. *Journal of Experimental Biology*, **216(21), 3963–3970**. DOI: 10.1242/jeb.081711

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

مطالعات کاربردی
علوم زیستی در ورزش

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده