Arch
10.22037/JRM.2020.111928.2129 Research Article

Comparison of the Functional Lower Extremity Evaluation Scores in Active and Inactive Male Teenagers with Normal and Pes Cavus Foot

Abed Taghavi Asl[1], Seyed Sadredin Shogaedin*[2], Ali Reza Torabi[1], Abolfazl Khezri[1]

1. MSc, School of Sport Corrective Exercise, Kharazmi University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, School of Sport Biomechanics and Corrective Exercise Kharazmi University, Tehran, Iran

Received: 2019.May.12 **Revised:** 2020.March.22 **Accepted:** 2020.March.26 **Published Online:** 2020.April.26

ABSTRACT

Background and Aims: Muscular imbalance followed by musculoskeletal abnormality may result in weakness in athletic functions and ultimately lead to injury and reduce the level of health and ability of individuals to perform sports activities. The purpose of the present study was to compare the effect of pes cavus foot abnormality on functional lower extremity evaluation scores in active and inactive male teenagers in two groups of normal and pes cavus foot.

Materials and Methods: In the present study, 80 students aged 13-15 (in active and inactive groups, 20 with normal foot and 20 with pes cavus foot) were recruited. To determine the pes cavus foot, navicular drooping technique and to evaluate the function of the lower extremity, the functional lower extremity evaluation, including the control sequence, hop test sequence, and endurance sequence, were used. For data analysis, descriptive statistics (mean and standard deviation) and T-test were used ($p < 0.05$).

Results: The results of the present study showed that there were significant differences between the two groups of normal and pes cavus foot in active and inactive male teenagers in all functional tests of the lower extremity ($p < 0.05$). Comparison of Functional Lower Extremity Evaluation revealed that pes cavus foot group had weaker scores compared with the normal foot.

Conclusion: According to our results, pes cavus foot abnormality leads to weakness in the performance of Functional Lower Extremity Evaluation as well as athletic activities and competitions. So, iIndividuals with pes cavus foot abnormality, regardless of being active or inactive, scored lower than those with normal foot on the Functional Lower Extremity Evaluation. Therefore, pes cavus foot abnormality is one of the most important risk factors and reasons for poor performance in exercise.

Keywords: Lower extremity function; Active and inactive teenagers; Normal and pes cavus foot

How to cite this article: Abed Taghavi Asl, Seyed Sadredin Shogaedin, Ali Reza Torabi, Abolfazl Khezri. Comparison of the functional lower extremity evaluation scores in active and inactive male teenagers with normal and pes cavus foot. J Rehab Med. 2021, 9(4): 152-162.

***Corresponding Author**: Seyed Sadredin Shogaedin. Assistant Professor, School of Sport Biomechanics and Corrective Exercise Kharazmi University
Email: sa_shojaedin@yahoo.com

www.SID.ir

Arch
10.22037/JRM.2020.111928.2129 مقاله پژوهشی

مقایسه نمرات آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی در نوجوانان پسر فعال و غیرفعال دارای کف پای طبیعی و گود

عابد تقوی اصل[1]، سید صدرالدین شجاع‌الدین[2*]، علی‌رضا ترابی[1]، ابوالفضل خضری[1]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. دانشیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

دریافت مقاله ۱۳۹۸/۰۳/۰۷ بازنگری مقاله ۱۳۹۸/۱۲/۱۶ پذیرش مقاله ۱۳۹۸/۱۲/۲۹

چکیده

مقدمه و اهداف: عدم توازن عضلانی و به دنبال آن ناهنجاری عضلانی و اسکلتی ممکن است سبب بروز ضعف در عملکردهای ورزشی و نهایتا به ایجاد آسیب منجر شود و سطح سلامت و توانایی افراد را در اجرای فعالیت‌های ورزشی کاهش دهد. هدف از مطالعه‌ی حاضر، مقایسه تاثیر ناهنجاری کف پای گود بر نمرات آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی نوجوانان پسر فعال و غیرفعال دارای کف پای گود و طبیعی بود.

مواد و روش‌ها: در مطالعه‌ی حاضر تعداد ۸۴ دانش‌آموز ۱۵-۱۳ (هر گروه فعال و غیرفعال، ۲۱ نفر کف پای گود و ۲۱ نفر کف پای طبیعی) شرکت داشتند. تشخیص کف پای گود به روش افتادگی استخوان ناوی و ارزیابی عملکرد اندام تحتانی با آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی شامل سکانس کنترل، سکانس لی‌لی کردن و سکانس استقامت انجام گردیده است. تجزیه‌وتحلیل یافته‌های تحقیق با کمک آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و روش آمار استنباطی t دو نمونه مستقل صورت گرفته است ($p<۰/۰۵$).

یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر مشخص کرد بین دو گروه کف پای گود و طبیعی در نوجوانان پسر فعال و غیرفعال در همه‌ی آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی اختلاف معناداری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). مقایسه آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی مشخص نمود که گروه کف پای گود نسبت به گروه کف پای طبیعی نمرات ضعیف‌تری را به خود اختصاص داده‌اند.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ناهنجاری کف پای گود باعث ضعف در اجرای آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی و همچنین فعالیت‌های ورزشی و رقابت‌ها می‌شود، به‌گونه‌ای که افراد دارای کف پای گود، فارغ از فعال یا غیرفعال بودن، در آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی نمرات ضعیف‌تری را در مقایسه با افراد دارای کف پای طبیعی کسب نموده‌اند؛ بنابراین کف پای گود به‌عنوان یکی از عوامل خطرآفرین و ضعف عملکرد در ورزش حائز اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: عملکرد اندام تحتانی؛ نوجوانان فعال و غیرفعال؛ کف پای گود و طبیعی

نویسنده مسئول: سید صدرالدین شجاع‌الدین، دانشیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
آدرس ایمیل: sa_shojaedin@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و اهداف

در ساختار اسکلتی-عضلانی انسان اساس و پایه‌ی اندام تحتانی، پا می‌باشد؛ بنابراین وجود قوس‌ها در کف پا برای انتقال مناسب وزن بدن به زمین و جذب نیروهای عکس‌العمل آن حین دویدن، پریدن و راه رفتن امری ضروری می‌باشد، چرا که ساختار ارتجاعی و منعطف قوس‌ها راه رفتن را موزون و پیشروی را آسان می‌کند.[۱] قوس‌های کف پا به‌عنوان یک پایه مناسب و حمایتی برای کل بدن عمل می‌کند.[۲] علاوه بر آن، قوس‌ها، محلی را برای عبور اعصاب و عروق فراهم می‌کنند که این امر خود سبب تسهیل جریان خون و کاهش خستگی در افراد می‌گردد.[۱] تغییر در وضعیت‌های پا مثل پای صاف و پای گود به سبب حرکات تغییریافته در اندام تحتانی، می‌تواند یک عامل مهم خطرآفرین در آسیب‌ها باشد.[۳] عموماً روش‌ها و طبقه‌بندی‌های مختلفی برای بررسی این موضوع وجود دارد؛ یکی از روش‌های طبقه‌بندی، بر اساس قوس طولی-داخلی کف پا است که یکی از خصوصیات ساختاری پا محسوب می‌شود که با آسیب‌ها در ارتباط است.[۴] بر این اساس، در یک پای طبیعی ارتفاع قوس طولی-داخلی در هنگام راه رفتن به‌صورت مکرر کم و زیاد می‌شود که بیانگر یک ساختار پویا است[۵]، اما هنگامی که مقدار ارتفاع قوس طولی-داخلی در حین راه رفتن از انعطاف‌پذیری کافی برخودار نباشد، ساختارهای کف پا دچار تغییراتی شده‌اند که با توجه به روش افتادگی استخوان ناوی ممکن است دارای ارتفاع زیاد قوس (کف پای گود) یا ارتفاع کم قوس (کف پای صاف) باشد.[۶]

کف پای گود یک واژه‌ی توصیفی است که طیفی از ناهنجاری‌های پا را نشان می‌دهد که ارائه‌های بالینی و انواع مختلفی دارد. در این وضعیت قوس طولی-داخلی پا افزایش یافته و باعث توزیع نامتقارن وزن می‌شود. به‌طور معمول، این عارضه در ۸ تا ۱۵ درصد افراد وجود دارد و در ۶۰ درصد موارد با احساس درد در ناحیه‌ی پا و مچ همراه است.[۷] قوس طولی-داخلی زیاد به علت افزایش استحکام و سفتی در ساختمان پا منجر به کاهش جذب ضربات می‌شود.[۸] با توجه به نظریه‌ی سیلر (۲۰۰۱)[1] می‌توان فرض کرد که افراد با پای گود یک انحراف جانبی در محور مفصل ساب‌تالار دارند که این انحراف می‌تواند طول بازوی عضلات را کاهش دهد و بنابراین فعالیت عضلات را افزایش دهد.[۹] ناهنجاری‌های کف پای صاف و کف پای گود از مشکلات جدی سلامت هستند که باعث نقص در پوسچر و راه رفتن در تمام سنین می‌شوند و از جمله موارد آسیب‌های شایع در رویدادهای ورزشی، آسیب اندام تحتانی می‌باشد.[۱۰] ورزشکاران اغلب ممکن است صدماتی شامل استرس فراکچر، تاندونیت و سندرم پاتلوفمورال را تجربه کنند؛ از طرفی دیگر نیز، خطر آسیب استفاده‌ی بیش‌ازحد[2] در ورزشکار توسط بیومکانیک ضعیف اندام تحتانی در طول حرکات ورزشی افزایش می‌یابد. الگوهای آسیب‌های اوریوز که به دلیل ارتفاع زیاد و کم قوس کف پا به وجود می‌آیند، در عملکرد اندام تحتانی در پاسخ به بارهای واردشده به ناحیه پا در فعالیت‌های دینامیک خود را نشان می‌دهند که این آسیب‌ها ناشی از فشار تکراری در اندام تحتانی است.[۱۱]

تحقیقات پیشین الگوهای مختلف آسیب‌دیدگی اندام تحتانی بدن در ورزشکاران با پای گود و پای صاف را نشان می‌دهند که در هر دو وضعیت، نسبت به افراد با کف پای نرمال بیشترین آسیب اندام تحتانی را دارند.[۱۲] ورزشکاران با کف پای گود دارای آسیب‌های استخوانی بیشتری مانند استرس فراکچر درشت‌نی و پنجمین استخوان متاتارسال می‌باشند و تمایل دارند این آسیب‌ها را در قسمت جانبی اندام تحتانی قرار دهند. این افراد در هنگام دویدن و راه رفتن از سوپینیشن بیشتر و انعطاف‌پذیری کمتری برخوردار هستند. ارتفاع زیاد قوس برای تعدیل ضربات هنگام حرکات مناسب نیست. این کاهش جذب فشار ضربات در هنگام دویدن منجر به وارد آمدن فشار بیشتری به اندام تحتانی می‌شود.[۱۱] دارا بودن یک ساختار مناسب اسکلتی-عضلانی در نوجوانان از اهمیت بالایی برخودار می‌باشد، چرا که سن نوجوانی پایه‌ای برای سلامت جسمانی در ادامه زندگی و سال‌های بزرگسالی می‌باشند و سلامت آن‌ها بر سلامت نسل بعدی اثر می‌گذارد. ضرورت ساختار مناسب اسکلتی-عضلانی نوجوانان به‌عنوان عامل مؤثری برای بهبود عملکرد در فعالیت‌های ورزشی، رقابت‌ها، ارتقای کیفیت زندگی و پیشگیری از آسیب‌ها از اهمیت به‌سزایی برخودار می‌باشد[۱۳]؛ بنابراین با توجه به موارد ذکرشده و در نظر گرفتن اهمیت وضعیت قوس‌های کف پا و همچنین تاثیر آن بر عملکرد اندام تحتانی که ممکن است منجر به کاهش عملکرد اندام تحتانی ساختار بدن و مفاصل که همانند یک زنجیره‌ی حرکتی بسته عمل می‌کنند و از طرفی دیگر نیز، باعث ایجاد ناهنجاری یا افزایش احتمال آسیب شود، ضروری می‌باشد که عملکرد اندام تحتانی به‌عنوان یک عامل حائز اهمیت در افزایش سطح سلامتی، بهبود کیفیت زندگی و بالا بردن توانایی افراد در اجرای فعالیت‌های ورزشی مورد توجه قرار گیرد. از طرفی دیگر، مطالعه‌ای که تاثیر کف پای گود بر افراد فعال و غیرفعال را باهم مقایسه کرده باشد که نشان داده باشد کف پای گود بر افراد فعال تاثیر بیشتری دارد یا بر افراد غیرفعال، وجود ندارد؛ بنابراین با توجه به اهمیت اینکه کدام گروه از افراد بیشتر تحت تاثیر ناهنجاری کف پای گود قرار می‌گیرند، مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی

[1] Saler

[2] Overuse

www.SID.ir

عملکردی اندام تحتانی در دو گروه نوجوانان ۱۳ تا ۱۵ ساله‌ی فعال و غیرفعال در وضعیت‌های کف پای طبیعی و گود انجام شد.

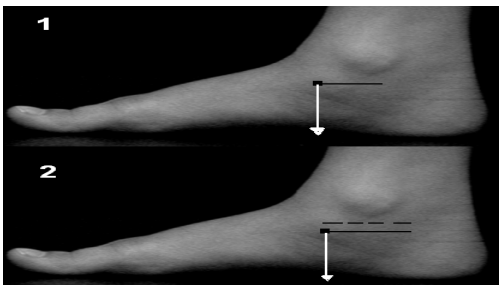
مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع علی-مقایسه‌ای است. جامعه آماری این تحقیق دانش‌آموزان مقطع راهنمایی با دامنه سنی ۱۳ تا ۱۵سال بوده که در سطح شهرستان دهدشت واقع در استان کهگیلویه‌وبویراحمد مشغول به تحصیل بودند. با استفاده از نرم‌افزار G POWER، $\alpha=0.05$، Effect Size=0.8، Power=0.8 تعداد ۲۱ نفر برای هر گروه تعیین شد. از بین جامعه‌ی مورد مطالعه، تعداد ۸۴ نفر (۴۲ نفر برای هر گروه نوجوانان فعال و غیرفعال که در هر گروه ۲۱ نفر برای کف پای گود و ۲۱ نفر برای کف پای طبیعی) به‌صورت هدفمند انتخاب شدند و به‌عنوان نمونه مورد مطالعه قرار گرفتند. معیارهای ورود به مطالعه حاضر شامل نوجوانان ۱۳ تا ۱۵ سال، و شاخص توده بدنی بین ۱۸/۵ تا ۲۵ بود، همچنین آزمودنی‌های فعال (دارای فعالیت ورزشی حداقل دوبار در هفته در ساعات خارج از مدرسه و استفاده از پرسشنامه بک[1])، عدم وجود سابقه آسیب‌دیدگی قبلی در اندام تحتانی و تنه، دارای نمره افت ناوی بین ۴ تا ۱۰ میلی‌متر برای گروه کف پای طبیعی و کمتر از ۴ میلی‌متر برای گروه کف پای گود و سلامت عمومی بود.

معیارهای خروج شامل عدم موفقیت در به انجام رساندن آزمون‌های عملکردی، افراد دارای بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، آسم، ناهنجاری‌های تاثیرگذار اندام تحتانی از جمله زانوی پرانتزی (فاصله‌ی بین دو کندیل بیشتر از ۳ سانتی‌متر) زانوی ضربدری (فاصله دو قوزک بیشتر از ۳ سانتی‌متر) زانوی عقب‌رفته، گرفتگی و اسپاسم عضلانی در اندام تحتانی بود.[14] همچنین سابقه‌ی شکستگی، عمل جراحی در اندام تحتانی و استفاده از کفی یا هرگونه وسیله کمکی را نداشته باشند.[15]

پس از کسب رضایت کتبی با استفاده از روش اندازه‌گیری افت استخوان ناوی، وضعیت پای دانش‌آموزان مدارس مورد نظر مورد ارزیابی قرار گرفت و آزمودنی‌ها با توجه به شرایط ورود و خروج در دو گروه کف پای گود و طبیعی قرار گرفتند. سپس توضیحات شفاهی لازم در مورد روش اجرای آزمون‌ها قرار داده شد. پیش از شروع اندازه‌گیری آزمون‌های عملکردی از آزمودنی‌ها خواسته شد که به مدت ۵ دقیقه به گرم کردن بدن و خصوصا در اندام تحتانی و زانو بپردازند و سپس آزمون‌ها را اجرا کنند. برای تعیین پای غالب از آزمون شوت کردن توپ استفاده شد. در این آزمون پایی که برای ضربه زدن به توپ مورد استفاده قرار می‌گرفت، به‌عنوان پای غالب تعیین شد.

دو روش از شیوه‌های مشخص کردن نوع ساختار کف پایی، افتادگی استخوان ناوی و شاخص استاهلی می‌باشند که از ضریب همبستگی بالایی (r=0.633) برخوردار هستند. با توجه به اینکه روش افتادگی استخوان ناوی یک روش رایج و کم‌هزینه است و مضرات کمتری[16] دارد و از طرفی دیگر، همبستگی بالایی با روش استاهلی دارد[17]، بنابراین برای مشخص کردن نوع ساختار کف پایی، از روش افتادگی استخوان ناوی استفاده شده است؛ به این صورت که آزمودنی ضمن نشستن روی یک صندلی، کف پایش را بدون تحمل وزن روی زمین قرار می‌داد، سپس آزمونگر با لمس دو طرف استخوان قاپ یا تالوس توسط شست دست و انگشت اشاره، پای آزمودنی را به‌آرامی به سمت داخل و خارج حرکت می‌داد، به‌طوری‌که انگشت اشاره و شست آزمونگر در یک راستا قرار گیرد (حالت خنثی مفصل ساب‌تالار). در این وضعیت ابتدا زایده استخوان ناوی را علامت زده و سپس فاصله بین برجستگی استخوان ناوی تا سطح زمین با خط‌کش اندازه‌گیری می‌شد (شکل ۱ حالت ۱). سپس از آزمودنی خواسته شد تا در حالت طبیعی روی پاها بایستد که ارتفاع برجستگی استخوان ناوی تا سطح زمین دوباره اندازه‌گیری شود. اختلاف بین دو اندازه-گیری به میلی‌متر محاسبه و به‌عنوان میزان افتادگی استخوان ناوی در نظر گرفته شد (شکل ۱ حالت ۲). با توجه به نتیجه حاصله اگر اختلاف به‌دست‌آمده بین ۵ تا ۹ میلی‌متر باشد، کف پای فرد طبیعی در نظر گرفته می‌شود، اما اگر اختلاف بیش از ۱۰ میلی‌متر باشد، کف پای فرد صاف و کمتر از ۴ میلی‌متر، کف پای فرد گود است. روش اندازه‌گیری استخوان ناوی به‌عنوان یک روش کلینیکی معتبر در تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته است و روایی و پایایی این روش را به‌ترتیب ۰/۸۸ و ۰/۸۲ گزارش کرده‌اند.[18]



شکل ۱. روش اندازه‌گیری نوع ساختار کف پا (افتادگی استخوان ناوی)

۱. فاصله‌ی بین برجستگی استخوان ناوی تا سطح زمین در وضعیت خنثی مفصل ساب‌تالار

۲. فاصله‌ی بین برجستگی استخوان ناوی تا سطح زمین در وضعیت ایستاده روی پا

[1] Beck

www.SID.ir

Archive of SID

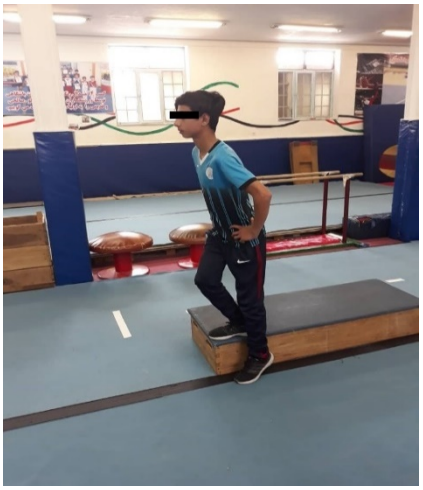
نحوه‌ی اجرای آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی[1]

آزمون‌های زیادی از جمله اسکات تک‌پا، پرش تک‌پا، پرش سه‌گانه برای ارزیابی عملکرد اندام تحتانی وجود دارد که به‌صورت مجزا، فاکتورهای خاصی از عملکرد را مورد سنجش قرار می‌دهند، اما مجوعه‌ی آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی (FLEE) یک آزمون ۴۵ دقیقه‌ای شامل ۸ تست عملکردی استاندارد می‌باشد که سه مولفه‌ی عملکرد اندام تحتانی شامل کنترل، قدرت و استقامت را باهم می‌سنجد. این آزمون‌ها از سه بخش تشکیل شده است که هر بخش یک فاکتور از عملکرد اندام تحتانی را اندازه می‌گیرد. این بخش‌ها شامل سکانس کنترل، سکانس لی‌لی کردن و سکانس استقامت می‌باشد. پایایی و روایی این آزمون‌ها برای اندازه‌گیری اندام تحتانی، مقدار بالایی گزارش شده است، به‌طوری‌که هایتز و همکاران (۲۰۱۴) روایی این آزمون‌ها را بین ۹۵/۷۱-۰/۰ و پایایی آزمودنی‌ها را بین ۰/۸۳-۱ گزارش کرده‌اند.[۱۹]

سکانس کنترل (آزمون ۱ و ۲)

آزمون اول: اسکات تک‌پا روی پله (به‌صورت زمان‌دار)

این آزمون شامل اسکات مداوم روی یک پله است. حین اجرای آزمون فرد دست‌های خود را روی ران قرار می‌دهد و در حالی که پنجه‌ی پا رو به بالا است، با پاشنه خود به‌آرامی به مدت سه دقیقه و هر دقیقه ۸۰ بار با صدای مترونوم به زمین ضربه می‌زند. ارتفاع پله طوری تنظیم می‌شود که هنگام برخورد پاشنه به زمین، زانو زاویه بین ۶۰ تا ۷۰ درجه پیدا کند. فرد در طول تست پای خود را در حالت خنثی تنظیم می‌کند و این حالت را حفظ می‌کند تا زمانی که سه الگوی حرکتی ناقص یا خطا را انجام دهد یا به‌خاطر درد بایستد و یا زمان سه دقیقه به اتمام برسد. الگوهای حرکتی ناقص شامل والگوس زانو، از دست دادن تعادل، سقوط به اطراف یا برداشتن دست‌ها از روی ران است. هر آزمون سه بار تکرار شد و میانگین سه تکرار به‌عنوان رکورد آزمودنی ثبت شد.[۱۹]



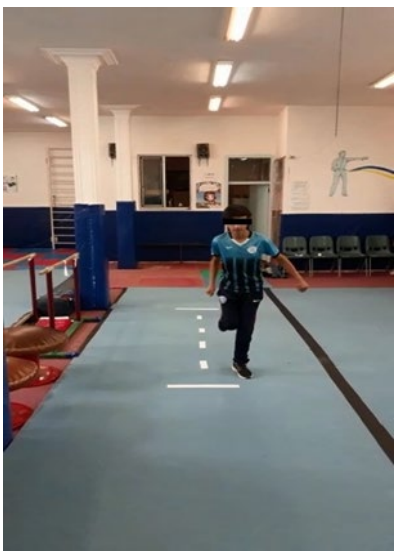
شکل ۲. اسکات تک‌پا روی پله

آزمون دوم: پرش جانبی

این آزمون شامل پرش یک‌طرفه از یک پا به پای دیگر روی یک خط می‌باشد که طول آن ۶۰ درصد قد آزمودنی است. این آزمون ۶۰ ثانیه طول می‌کشد و یک مترونوم برای ۴۰ ضربه در دقیقه تنظیم می‌شد که با هر صدای مترونوم یک پرش انجام می‌گرفت. این آزمون سه الگوی حرکتی ناقص یا خطا دارد که شامل والگوس زانو، افت لگن و از دست دادن تعادل می‌باشد. اگر فرد در طول آزمون سه الگوی حرکتی ناقص را انجام ندهد، تعداد پرش‌های درستی که در طول ۶۰ ثانیه انجام می‌دهد، در نظر گرفته می‌شود، اما اگر قبل از اتمام ۶۰ ثانیه سه الگوی حرکتی ناقص را انجام دهد، زمان تست متوقف و تعداد پرش‌های درست در طول این مدت زمان به‌عنوان رکورد ثبت می‌شد. هر آزمون سه بار تکرار شد و میانگین سه تکرار به‌عنوان رکورد آزمودنی ثبت شد.[۲۰]

سکانس آزمون لی‌لی کردن (آزمون‌های ۳-۶)

این آزمون‌ها شامل لی‌لی تک‌پا، لی‌لی سه گام، لی‌لی کردن زیگزاگی (در طول دو خط که ۱۵ سانتی‌متر از هم فاصله دارند) و زمان لی‌لی کردن در یک مسیر ۶ متری است. در آزمون‌های پرش تک‌پا، پرش سه‌گام و پرش زیگزاگی فرد پس از قرار گرفتن در پشت خط شروع (پنجه پا به‌طور دقیق پشت خط شروع قرار داشت)، حرکات لی‌لی را بر روی یک پا انجام داد و سعی کرد تا حد امکان در فاصله دورتری از خط شروع قرار گیرد و پس از فرود فرد باید خود را در وضعیت فرود نگه می‌داشت تا آزمونگر بتواند نقطه فرود پاشنه را علامت بزند و بیشترین فاصله طی‌شده به‌عنوان رکورد آزمودنی ثبت شد، اما در آزمون لی‌لی کردن در یک مسیر ۶ متری زمان اتمام آزمون به‌عنوان رکورد فرد ثبت شد. هر آزمون سه بار تکرار شد و میانگین سه تکرار به‌عنوان رکورد آزمودنی ثبت شد.[۱۸]



شکل ۳. سکانس آزمون لی‌لی کردن

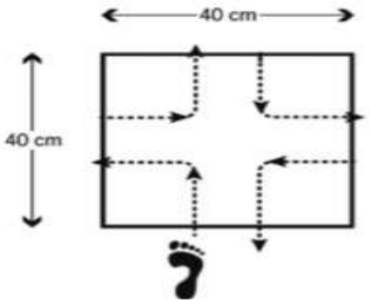
[1] Functional Lower Extremity Evaluation (FLEE)

www.SID.ir

سکانس استقامت (تست ۷ و ۸)

تست پرش مربع

فرد در جهت عقربه‌های ساعت برای ۳۰ ثانیه به وسیله‌ی پرش‌های ساعتگرد روی یک پا در خارج از یک مربع به ابعاد ۴۰*۴۰CM نقاشی‌شده روی زمین جابه‌جا شد (تصویر ۴). هر وقت که فرد در طول آزمون یک دور کامل می‌رفت با صدای بلند اعلام می‌کرد و آزمونگر هم مخفیانه هر زمان که پای آزمودنی حین اجرای تست روی خط فرود می‌آمد، یادداشت می‌کرد. فرد بعد از ۳۰ ثانیه ایستاد و برای ثبت رکورد نهایی تعداد پرش‌های غلط (پا به‌طور کامل از خط عبور نکند) را از تعداد پرش‌های صحیح (پا به‌طور کامل از خط عبور کند) کم شد و به‌عنوان رکورد نهایی ثبت شد.[۲۱]



شکل ۴. تست پرش مربع

تست عملکرد اندام تحتانی

در این آزمون دو مخروط به فاصله ۱۰ متری از هم در یک راستا قرار گرفت و فرد در نقطه‌ی استارت در پشت مخروط یک ایستاد و با فرمان آزمونگر با حداکثر سرعت به سمت مخروط دو دوید و با لمس مخروط دو به حالت عقب به سمت مخروط یک برگشت. با لمس مخروط یک بلافاصله به حالت شافل[1] به سمت مخروط دو دوید و با همین حالت به سمت مخروط یک بازگشت. سپس به حالت کاریوکا[2] به سمت مخروط دو دوید و با همین حالت به سمت مخروط یک بازگشت. در نهایت با حداکثر سرعت به سمت مخروط دو دوید و به محض عبور از مخروط زمان آزمون به پایان رسید و به‌عنوان رکورد آزمودنی ثبت شد. این آزمون سه بار تکرار شد و میانگین سه تکرار به‌عنوان رکورد آزمودنی ثبت شد.[22]

جهت بررسی توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد و جهت مقایسه‌ی بین گروه‌ها از آزمون t مستقل در سطح معناداری ۹۵٪ و $p\leq0.05$ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

نتایج

نتایج آزمون آماری شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع داده‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر نرمال می‌باشد. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های تحقیق در جدول شماره‌ی ۱ ارائه شده است. آزمودنی‌های دو گروه تحقیقی از لحاظ میانگین ویژگی‌های فردی تا حدودی یکسان بوده و اختلاف معناداری بین دو گروه مشاهده نشد. نتایج به‌دست‌آمده از انجام آزمون t مستقل بین افراد فعال در جدول شماره‌ی ۲ و افراد غیرفعال در جدول شماره‌ی ۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج ارائه-شده در جدول شماره‌ی ۲ و ۳، گروه دارای ناهنجاری کف پای گود در هر دو گروه افراد فعال وغیرفعال عملکرد ضعیف‌تری نسبت به گروه کف پای طبیعی داشتند.

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

گروه	متغییر	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده‌ی بدنی (کیلو گرم بر متر مربع)	میزان افت ناوی (میلی‌متر)
افراد فعال	کف پای طبیعی	۱۴/۰±۴۳/۹۳	۱۵۹/۲۰±۵/۸۲	۵۳±۴/۰۳	۲۰/۹۰±۰/۹۵	۷/۱±۷۵/۵۸
	کف پای گود	۱۴/۳۰±۰/۹۲	۱۵۷/۲۵±۵/۱۲	۵۲/۸۰±۲/۹۴	۲۱/۳۵±۰/۸۲	۲/۴۵±۱/۰۹
	sig	۰/۶۷۲	۰/۲۶۸	۰/۸۵۹	۰/۱۱۴	۰/۰۰۰
افراد غیرفعال	کف پای طبیعی	۱۴/۲۴±۰/۸۷	۱۵۸/۷۰±۶/۱۵	۵۳/۰۵±۳/۴۸	۲۱/۰۵±۰/۵۲	۷/۹۵±۱/۶۳
	کف پای گود	۱۴/۴۸±۱/۰۲	۱۵۸±۴/۸۶	۵۳/۳۵±۲/۵۸	۲۱/۳۸±۰/۹۲	۲/۳۵±۱/۱۳
	Sig	۰/۴۲۳	۰/۶۹۲	۰/۷۵۹	۰/۱۷۵	۰/۰۰۰

[1] Shuffles

[2] Carioca

www.SID.ir

نتایج به‌دست‌آمده از آزمون t مستقل نشان داد بین سن، قد، وزن و BMI در هر دو گروه فعال و غیرفعال اختلاف معناداری وجود ندارد.

جدول ۲. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون t مستقل جهت بررسی وجود اختلاف در نتایج آزمون‌های عمکردی اندام تحتانی افراد فعال

میانگین امتیازات افراد فعال					
پارامتر	کف پای طبیعی	کف پای گود	t	df	Sig
اسکات تک‌پا روی پله (زمان‌دار)	۵۴/۶۰	۵۰/۱۵	۳/۴۸	۳۸	۰/۰۰۱
پرش جانبی (تکرار)	۳۴/۳۰	۳۲/۱۰	۲/۵۱	۳۸	۰/۰۱۶
پرش تک‌گام (متر)	۱/۷۸	۱/۷۲	۳/۶۸	۳۸	۰/۰۰۱
پرش سه‌گام (متر)	۴/۱۶	۳/۸۸	۵/۷۶	۳۸	۰/۰۰۰
پرش زیگزاگی (متر)	۳/۸۳	۳/۶۲	۲/۵۵	۳۸	۰/۰۱۵
زمان لی‌لی کردن در یک مسیر ۶ متری (ثانیه)	۱/۷۶	۱/۸۵	-۹/۳۵	۳۸	۰/۰۰۰
پرش مربع (تکرار پرش)	۵۱/۶۰	۴۸/۱۵	۲/۶۹	۳۸	۰/۰۱۰
سرعت عملکرد اندام تحتانی (ثانیه)	۱۵/۸۴	۱۶/۶۸	-۹/۳۵	۳۸	۰/۰۰۰

سطح معناداری $\alpha=0/05$

جدول ۳. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون t مستقل جهت بررسی وجود اختلاف در نتایج آزمون‌های عمکردی اندام تحتانی افراد غیرفعال

میانگین امتیازات افراد فعال					
پارامتر	کف پای طبیعی	کف پای گود	t	df	Sig
اسکات تک‌پا روی پله (زمان‌دار)	۵۴/۶۰	۵۰/۱۵	۳/۴۸	۳۸	۰/۰۰۱
پرش جانبی (تکرار)	۳۴/۳۰	۳۲/۱۰	۲/۵۱	۳۸	۰/۰۱۶
پرش تک‌گام (متر)	۱/۷۸	۱/۷۲	۳/۶۸	۳۸	۰/۰۰۱
پرش سه‌گام (متر)	۴/۱۶	۳/۸۸	۵/۷۶	۳۸	۰/۰۰۰
پرش زیگزاگی (متر)	۳/۸۳	۳/۶۲	۲/۵۵	۳۸	۰/۰۱۵
زمان لی‌لی کردن در یک مسیر ۶ متری (ثانیه)	۱/۷۶	۱/۸۵	-۹/۳۵	۳۸	۰/۰۰۰
پرش مربع (تکرار پرش)	۵۱/۶۰	۴۸/۱۵	۲/۶۹	۳۸	۰/۰۱۰
سرعت عملکرد اندام تحتانی (ثانیه)	۱۵/۸۴	۱۶/۶۸	-۹/۳۵	۳۸	۰/۰۰۰

سطح معناداری α=۰۵/۰

بحث

هدف از مطالعه‌ی حاضر مقایسه نمرات آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی بین افراد دارای کف پای گود و کف پای طبیعی در دو گروه نوجوانان فعال و غیرفعال می‌باشد. پس از بررسی نتایج به‌دست‌آمده، مشخص گردید که اختلاف معناداری بین میزان میانگین در همه ی آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی بین افراد دارای کف پای گود و طبیعی در هر دو گروه نوجوانان فعال و غیرفعال وجود دارد ($p<۰/۰۵$). همچنین یافته‌های پژوهش کنونی حاکی از آن است که افراد کف پای گود نسبت به افراد کف پای طبیعی در هر دو گروه نوجوانان فعال و غیرفعال نمرات ضعیف‌تری را در آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی کسب کرده‌اند.

کف پای گود یک واژه‌ی توصیفی است که طیفی از ناهنجاری‌های پا را نشان می‌دهد که ارائه‌های بالینی و انواع مختلفی دارد. در این وضعیت قوس طولی-داخلی پا افزایش یافته و باعث توزیع نامتقارن وزن می‌شود. به‌طور معمول، این عارضه در ۱۵ درصد افراد وجود دارد و در ۶۰ درصد موارد با احساس درد در ناحیه‌ی پا و مچ همراه است.[۷] کف پای گود معمولا همراه با تاندونیت، بی‌ثباتی و اسپرین خارجی مچ، آرتریت مچ، شکستگی استخوان‌های متاتارسال و به‌صورت زنجیره‌وار بر زانو و هیپ و کمر تاثیر می‌گذارد. در کف پای گود ثابت، هر دو قسمت قدامی و خلفی پا دچار تغییر می‌شود و معمولاً غیرقابل‌اصلاح می‌باشد، در حالی که در کف پای گود انعطاف‌پذیر قابل‌اصلاح می‌باشد.[۲۳]

از سویی دیگر، ایجاد و توسعه‌ی ناهنجاری کف پای گود با ایمبالانس عضلانی در اطراف پا و مچ در ارتباط است. نویسندگان متعددی ارتباطی را مطرح کردند که به موجب آن عضلات اورتور ضعیف مغلوب عضلات اینورتور قوی‌تر می‌شود که نهایتا موجب آداکشن قسمت قدامی پا و اینورژن قسمت خلفی پا می‌شود. همچنین

www.SID.ir

دورسی فلکسورهای ضعیف مغلوب پلانتار فلکسورهای قوی‌تر می‌شود که منجر به پلانتار فلکشن اولین استخوان کف پایی می‌شود.[۹، ۲۴، ۲۵]

در پژوهش حاضر، عملکرد اندام تحتانی بین دو گروه کف پای گود و طبیعی به وسیله آزمون‌های اسکات تک‌پا روی پله، پرش جانبی، پرش جانبی تک‌گام بر روی یک پا و بیشترین مسافت طی‌شده، انجام پرش سه‌گانه به‌صورت مستقیم بر روی یک پا و بیشترین مسافت طی‌شده، انجام پرش سه‌گام به‌صورت زیگزاگی بر روی یک پا و بیشترین مسافت طی‌شده، مدت زمان لی‌لی کردن در یک مسیر شش متری، پرش مربع و آزمون عملکردی اندام تحتانی مورد ارزیابی قرار گرفت.

با توجه به بررسی‌های صورت‌گرفته یکی از علل عملکرد ضعیف گروه دارای کف پای گود در اجرای حرکات اسکات تک‌پا روی پله، کوتاهی تاندون آشیل می‌تواند باشد، چرا که انجام حرکت اسکات تک‌پا روی پله نیاز به انجام حرکات دورسی فکشن و پلانتارفلکشن‌های متوالی دارد؛ بنابراین محدودیت دامنه‌ی دورسی فلکشن به دلیل کوتاهی تاندون آشیل می‌تواند باعث اختلال در عملکرد، احساس خستگی زودرس، درد در ناحیه‌ی مچ و نهایتاً مانع از اجرای مناسب حرکت دورسی فلکشن مچ شود که در نتیجه می‌تواند عاملی برای عملکرد ضعیف افراد دارای کف پای گود در اجرای حرکت اسکات تک‌پا روی پله باشد. از طرفی دیگر نیز، اجرای حرکات پرش تک‌گام، پرش سه-گام، پرش زیگزاگی و لی‌لی کردن نیازمند پرش‌های قدرتمند و انفجاری می‌باشند و لازمه‌ی این پرش‌های انفجاری، اجرای یک دورسی فلکشن به‌صورت انقباض برونگرا و به دنبال آن اجرای یک پلانتار فلکشن قوی به‌صورت درونگرا می‌باشد؛ لذا این کوتاهی تاندون آشیل مانع از اجرای مناسب حرکت دورسی فلکشن می‌شود که لازمه‌ی یک پرش قدرتمند می‌باشد.[16, 31]

بورنس[1] و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهش خود به بررسی دامنه‌ی حرکت دورسی فلکشن مچ پا حین تحمل وزن در افراد مبتلا به کف پای گود در مقایسه با افراد دارای کف پای صاف و طبیعی پرداختند؛ نتایج آنان نشان داد که طول تاندون آشیل در افراد با کف پای گود ۲۳ تا ۶۳ درصد کوتاه‌تر از طول تاندون آشیل در افراد با کف پای طبیعی و صاف می‌باشد که این کوتاهی تاندون آشیل منجر به اختلال در مفصل تیبیاتالار و نهایتا محدودیت دامنه‌ی دورسی فلکشن مچ پا می‌شود.[۷]

سینکلار[2] و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهش خود با عنوان تفاوت اینورژن و اورژن مفصل ساب‌تالار در افراد با کف پای صاف و گود قبل و بعد از دویدن طولانی‌مدت اظهار داشته‌اند که در کف پای گود پس از ۴۵ دقیقه دویدن باعث افزایش اینورژن مفصل ساب‌تالار می‌شود.[۲۶] ویژگی‌های بازر کف پای گود شامل افزایش طول و واروس قسمت خلفی پا، پلانتار فلکشن قسمت میانی پا و افزایش ارتفاع قوس که با افتادگی استخوان ناوی مشخص می‌شوند و همچنین واروس و آداکشن قسمت قدامی پا می‌باشد. کف پای گود نسبت به کف پای طبیعی، انعطاف‌پذیری کمتر و ایمبالانس عضلانی بیشتری دارد و در سیکل راه رفتن منجر به اینورژن قسمت خلفی پا و واروس قسمت قدامی پا در طول فاز استانس می‌شود که منجر به عدم توزیع فشار می‌شود. این عدم توزیع فشار می‌تواند منجر به التهاب متاتارسال، استرس فراکچر پنجمین استخوان متاتارسال، التهاب پلانتار فاشیا، درد در قوس طولی داخلی و سندروم ایلیوتیبیال باند و ناپایداری در مچ پا شود.[۲۵] همچنین، نسبت قدرت اینورژن به اورژن و پلانتار فلکشن به دورسی فلکشن در افراد دارای کف پای گود به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از افراد با وضعیت کف پای طبیعی بود.[۲۴]

در خصوص ضعف عملکردی در اجرای حرکات پرش مربع و تست سرعت عملکرد اندام تحتانی نیز با توجه به اینکه اجرای حرکات پرش مربع و تست سرعت عملکرد اندام تحتانی فرودهای همراه با تحمل وزن را به دنبال دارد، باعث وارد آمدن ضربات و فشار زیادی به کف پا می‌شود که باید توسط قوس‌ها و ساختار مناسب کف پا جذب شود، اما در افراد دارای کف پای گود به دلیل افزایش ارتفاع قوس و ساختار نامناسب کف پا، مکانسیم کف پا به هم می‌خورد و جذب ضربات و شوک‌های وارده به‌خوبی صورت نمی‌گیرد که همین عامل می‌تواند یکی از دلایل عملکرد ضعیف گروه دارای کف پای گود در اجرای حرکات پرش مربع و تست سرعت عملکرد اندام تحتانی باشد. نتایج مطالعه‌ی کارپلانین[3] و همکاران (۲۰۰۱) حاکی از آن است که ۷۰ درصد از افراد مبتلا به کف پای گود دچار دردهای اسکلتی-عضلانی در ناحیه‌ی پا هستند، درحالی‌که در افراد با پای طبیعی این میزان ۲۳ درصد گزارش شده است. نتایج همچنین حاکی از آن است که کف پای گود خطر بزرگی برای آسیب اندام تحتانی ورزشکاران در مقایسه با کف پای طبیعی می‌باشد.[۲۷] در مطالعه‌ی بورنس و همکاران (۲۰۰۵) نشان داده شد که درد پا معمولا در افراد دارای وضعیت کف پای گود یافت می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داد که زمان فشار بین افراد دارای کف پای گود و طبیعی باهم متفاوت است؛ بنابراین کف پای گود با میزان فشار زیاد زیر قسمت قدامی و خلفی پا شناخته شده است که با درد پا در ارتباط است.[۲۸]

نظر به جایگاه اندام تحتانی به‌عنوان یکی از ارکان مهم ساختار مناسب اسکلتی-عضلانی و همچنین اهمیت

[1] Burns
[2] Sinclair
[3] Korpelainen

www.SID.ir

موضوعی پژوهش، بسیاری از نویسندگان این موضوع را مورد بررسی قرار داده‌اند و تقریباً همه‌ی آن‌ها بیان می‌کنند که کف پای گود به‌عنوان یکی از عوامل خطرآفرین برای سلامت و عملکردهای ورزشی از درجه‌ی اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.[۷، ۹، 27، ۲۹] تلفر[1] و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود به بررسی ساختار کف پا و وضعیت متاتارسال پرداختند؛ نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که کف پای گود از عوامل ایجاد درد در پا و مچ پا است و با افزایش احتمال استرس فراکچر همراه است و همچنین باعث افزایش فشار کف پایی به‌خصوص در قسمت قدامی پا می‌باشد.[۲۹] در مطالعه‌ی بولدت[2] و همکاران (۲۰۱۸) پای گود در مقایسه با پای نرمال و صاف فشار بیشتری را در پاشنه و بخش خارجی قسمت قدامی پا متحمل می‌شود و کمترین فشار، نیرو و منطقه‌ی تماس را در ناحیه‌ی میانی پا و انگشت شست دارد.[۳۰]

با توجه به پژوهش مویسان[3] و همکاران (۲۰۱۹) می‌توان فرض نمود که افراد مبتلا به کف پای گود دارای یک انحراف در محور مفصل ساب‌تالار می‌باشند که این انحراف باعث کوتاه شدن بازوی عضلات پروناتور و در نهایت افزایش فعالیت این عضلات می‌شود.[۹]

بیومکانیک ضعیف اندام تحتانی مانند کف پای گود احتمال آسیب‌های استفاده‌ی بیش‌ازحد را در فعالیت‌های ورزشی افزایش می‌دهد. ورزشکاران دارای کف پای گود، بیشتر آسیب‌های استخوانی مثل استرس فراکچر تیبیا و پنجمین استخوان متاتارسال را تجربه می‌کنند. این آسیب‌ها بیشتر تمایل دارند که خود را در قسمت خارجی اندام تحتانی نشان بدهند. افراد مبتلا به کف پای گود نسبت به افراد مبتلا به کف پای صاف سوپینیشن بیشتری هنگام راه رفتن و دویدن دارند. همچنین از سفتی بیشتری برخوردار هستند و برای جذب شوک‌های وارده از سوی زمین در فعالیت‌های ورزشی نامناسب هستند. این کاهش ظرفیت کف پا برای جذب ضربات منجر به افزایش نیروهای وارده به اندام تحتانی می‌شود.[۱۱]

نتایج پژوهش حاضر با برخی از مطالعات گذشته در این خصوص همراستا می‌باشد، از جمله در پژوهشی که نمرات آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی را در نوجوانان فعال با کف پای صاف و طبیعی مورد بررسی قرار داده بود؛ نتایج حاکی از آن است که نمرات آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی در هر دو گروه باهم متفاوت است و گروه دارای کف پای صاف در تمامی آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی نمرات ضعیف‌تری را نسبت به گروه دارای کف پای طبیعی کسب کرده‌اند؛ بنابراین افراد دارای کف پای صاف می‌توانند مستعد آسیب‌دیدگی بیشتری در فعالیت‌های ورزشی شوند.[۱۲]

نتایج آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی در گروه افراد فعال و همچنین گروه افراد غیرفعال حاکی از عملکرد ضعیف افراد دارای کف پای گود نسبت به افراد دارای کف پای طبیعی می‌باشد که با توجه این نتایج واضح است که کف پای گود می‌تواند افراد را فارغ از اینکه ورزشکار یا غیرورزشکار باشند، تحت تاثیر قرار دهد و بر فعالیت و عملکرد هر دو گروه افراد فعال و غیرفعال تاثیرگذار باشد. کف پای گود یکی از عوامل خطرآفرین در فعالیت‌های ورزشی و رقابت‌ها می‌باشد که حتی ممکن است فعالیت‌های روزمره‌ی زندگی را نیز دچار اختلال کند. کف پای گود به‌عنوان یک ناهنجاری در سیستم اسکلتی-عضلانی می‌تواند به سبب تاثیر گذاشتن بر عملکرد اندام تحتانی باعث ضعف عملکرد اندام تحتانی در فعالیت‌های ورزشی و رقابت‌ها شود.[۲۷] این ناهنجاری می‌تواند آسیب‌هایی مثل التهاب متاتارسال، استرس فراکچر پنجمین استخوان متاتارسال، التهاب پلانتار فاشیا، و سندروم ایلیوتیبیال باند و ناپایداری در مچ پا ایجاد کند.[7، 11، 23، 25، 29] از طرفی دیگر نیز، با توجه اهمیت سن نوجوانی که یکی از مراحل اصلی و اساسی زندگی افراد و شروع سن رشد می‌باشد، ضروی به نظر می‌رسد که مسئله‌ی کف پای گود و ضرورت اصلاح آن در سنین نوجوانی با در نظر داشتن این مهم که هر گونه تغییرات اسکلتی و ناهنجاری می‌تواند به سایر مراحل زندگی افراد تسری یابد و به‌صورت زنجیره‌وار باعث آسیب‌های جبرانی در قسمت‌های دیگر بدن شود که در سنین بالاتر قابل جبران نمی‌باشد، مورد توجه قرار گیرد.[۱۳]

نتیجه‌گیری

بررسی نتایج مطالعه‌ی حاضر حاکی از آن است که بین دو گروه کف پای گود و کف پای طبیعی در عملکرد اندام تحتانی تفاوت بارزی وجود دارد؛ به‌گونه‌ای که افراد دارای کف پای گود فارغ از اینکه فعال باشند یا غیرفعال، در آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی نمرات ضعیف‌تری را در مقایسه با افراد دارای کف پای طبیعی کسب نموده‌اند که این ناهنجاری ضعف عملکرد در اجرای فعالیت‌های ورزشی و رقابت‌ها و حتی فعالیت‌های روزمره‌ی زندگی را به همراه دارد؛ بنابراین با توجه به مباحث مطروحه، افراد دارای کف پای گود علاوه بر ضعف عملکرد در اجرای فعالیت‌های ورزشی و رقابت‌ها، در معرض آسیب‌دیدگی‌های بیشتری در ناحیه‌ی اندام تحتانی از جمله التهاب متاتارسال، استرس فراکچر پنجمین استخوان متاتارسال، التهاب پلانتار فاشیا، سندروم ایلیوتیبیال باند و ناپایداری در مچ پا در خلال فعالیت‌های ورزشی و رقابت‌ها می‌باشند که بایستی با

[1] Telfer
[2] Buldt
[3] Moisan

www.SID.ir

تکیه بر یافته‌های بحث حاضر شرایط لازم به منظور پیشگیری از بروز این ریسک‌فاکتورها را فراهم آورد.

تشکر و قدردانی

از تمامی دانش‌آموزان و کادر مدارس که در انجام پژوهش حاضر، ما را یاری نموده‌اند و همچنین از جناب آقای شاهرخ بیگی و محمدنقی تقویان که کمال همکاری را داشته‌اند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نماییم.

منابع

1. LetafatKar KH , Bakhsheshi Haris M , S. G. Corrective exercises and Therapy: Bamdad Ketab; 2009. 142-50 p.[In Persian]
2. Franco AH. Pes cavus and pes planus. Analyses and treatment. Physical therapy. 1987;67(5):688-94
3. Buldt AK, Murley GS, Butterworth P, Levinger P, Menz HB, Landorf KB. The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: A systematic review. Gait Posture. 2013;38(3):363-72
4. Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA, Johnson CW, Cullison TR. The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. The American journal of sports medicine. 1999;27(5):585-93
5. Barati K, Saeedi H, Hajiaghaei B, Jalali M, Curran S. The effect of hydrodynamic insole on foot kinematics in individuals with flexible flatfoot: Case series using a single-subject design. Proc Inst Mech Eng H. 2019;233(4):407-13.
6. Brody DM. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. The Orthopedic clinics of North America. 1982;13(3):541-58.
7. Burns J, Crosbie J. Weight bearing ankle dorsiflexion range of motion in idiopathic pes cavus compared to normal and pes planus feet. The Foot. 2005;15(2):91-4
8. Carson DW, Myer GD, Hewett TE, Heidt RS, Jr., Ford KR. Increased plantar force and impulse in American football players with high arch compared to normal arch. Foot (Edinb). 2012;22(4):310-4
9. Moisan G, Descarreaux M, Cantin V. Muscle activation during fast walking with two types of foot orthoses in participants with cavus feet. J Electromyogr Kinesiol. 2018;43:7-13
10. Atamturk D. [Relationship of flatfoot and high arch with main anthropometric variables]. Acta Orthop Traumatol Turc. 2009;43(3):254-9
11. Powell DW, Long B, Milner CE, Zhang S. Frontal plane multi-segment foot kinematics in high- and low-arched females during dynamic loading tasks. Hum Mov Sci. 2011;30(1):105-14.
12. Iman Kheyrandish, Malihe Hadadnezhad, Shogaedin SS. Comparison of Functional Lower Extremity Evaluation Scores in Active Adolescents with Normal and Flexible Flat Foot. J Rehab Med. 2019;4. [In Persian]
13. Derksen-Lubsen G, Jambroes M, Essink-Bot ML. [Healthcare for teenagers: are we working together?]. Nederlands tijdschrift voor geneeskunde. 2016;160:D783
14. Neely FG. Biomechanical risk factors for exercise-related lower limb injuries. Sports medicine (Auckland, NZ). 1998;26(6):395-413
15. Hamide kh, mehrdad A, Nader F. The Effect of Structural Abnormalities of Flat and pes cauvs foot on Dynamic Balance in Adolescent Girls. Journal of Research in Sport Sciences. 2009;23 [In Persian]
16. Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA, Johnson CW, Cullison TR. The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. The American journal of sports medicine. 1999;27(5): 93-585.
17. Zuil-Escobar JC, Martinez-Cepa CB, Martin-Urrialde JA, Gomez-Conesa A. Medial Longitudinal Arch: Accuracy, Reliability, and Correlation Between Navicular Drop Test and Footprint Parameters. J Manipulative Physiol Ther. 2018;41(8):672-9.
18. Smith J, Szczerba JE, Arnold BL, Perrin DH, Martin DE. Role of hyperpronation as a possible risk factor for anterior cruciate ligament injuries. Journal of athletic training. 1997;32(1):25-8
19. Haitz K, Shultz R, Hodgins M, Matheson GO. Test-retest and interrater reliability of the functional lower extremity evaluation. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2014;44(12):947-54
20. Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. The American journal of sports medicine. 1991;19(5):513-8.
21. Caffrey E, Docherty CL, Schrader J, Klossner J. The ability of 4 single-limb hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2009;39(11):799-806
22. Brumitt J, Heiderscheit BC, Manske RC, Niemuth PE, Rauh MJ. Lower extremity functional tests and risk of injury in division iii collegiate athletes. International journal of sports physical therapy. 2013;8(3):216-27
23. Wong CK, Gidali A, Harris V. Deformity or dysfunction? Osteopathic manipulation of the idiopathic cavus foot: A clinical suggestion. North American journal of sports physical therapy : NAJSPT. 2010;5(1):27-32.
24. Burns J, Redmond A, Ouvrier R, Crosbie J. Quantification of muscle strength and imbalance in neurogenic pes cavus, compared to health controls, using hand-held

www.SID.ir

Archive of SID

dynamometry. Foot Ankle Int. 2005;26(7):540-4
25. Aminian A, Sangeorzan BJ. The anatomy of cavus foot deformity. Foot Ankle Clin. 2008;13(2):191-8, v.
26. Sinclair C, Svantesson U, Sjostrom R, Alricsson M. Differences in Pes Planus and Pes Cavus subtalar eversion/inversion before and after prolonged running, using a two-dimensional digital analysis. J Exerc Rehabil. 2017;13(2):232-9.
27. Korpelainen R, Orava S, Karpakka J, Siira P, Hulkko A. Risk factors for recurrent stress fractures in athletes. The American journal of sports medicine. 2001;29(3):304-10
28. Burns J, Crosbie J, Hunt A, Ouvrier R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2005;20(9):877-82
29. Telfer S, Kindig MW, Sangeorzan BJ, Ledoux WR. Metatarsal Shape and Foot Type: A Geometric Morphometric Analysis. J Biomech Eng. 2017;139(3)
30. Buldt AK, Forghany S, Landorf KB, Levinger P, Murley GS, Menz HB. Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. Gait Posture. 2018;40-62;235
31. Deforth M, Zwicky L, Horn T, Hintermann B. The effect of foot type on the Achilles tendon moment arm and biomechanics. Foot (Edinb). 2019; 38:91-94.

www.SID.ir