پژوهش در علوم ورزشی شماره ۸، زمستان ۱۳۸۹، صص ۱۳۲-۱۱۹

مقایسهٔ نیروهای عکس‌العمل زمین در مهارت ضربهٔ سر فوتبال در افراد مبتلا به کف پای صاف و طبیعی

اسماعیل محرمی اقدم[۱]، دکتر علی اصغر ارسطو[۲]، امیر قیامی راد[۳]

تاریخ دریافت:۸۹/۹/۹ تاریخ پذیرش:۹۰/۳/۲۴

چکیده

هدف از این تحقیق مقایسهٔ نیروهای عکس‌العمل زمین در پرش ضربهٔ سر (هد زدن) در دانشجویان پسر مبتلا به کف پای صاف دانشگاه شهید چمران اهواز و مقایسهٔ آن با افراد دارای پای طبیعی است. تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. تمام دانشجویان پسر دانشگاه شهید چمران اهواز که در نیم‌سال تحصیلی واحد تربیت بدنی عمومی ۱ را اخذ کرده بودند (n=۶۰۰) از طریق آزمون خط فیس (Feiss) و جعبهٔ آیینه‌ای تشخیص صافی کف پا ارزیابی شدند. پس از ارزیابی و معاینهٔ جامعه، ۱۵ نفر مبتلا به کف پای صاف (تیپ ۲ و۳) و ۱۵ نفر با قوس‌های کف پایی طبیعی به عنوان نمونه‌های آماری انتخاب شدند. نمونه‌های تحقیق، هیچ‌کدام فوتبالیست حرفه‌ای نبودند و به صورت عمومی با فوتبال آشنایی داشتند. آزمودنی‌ها از روی فورس پلیت برای انجام مهارت ضربهٔ سر به توپ فوتبال، در ارتفاعی متناسب با نقطهٔ اوج پرش هر فرد قرار گرفتند و عمل پرش و تیک‌آف را انجام دادند. میانگین سه پرش صحیح افراد دارای کف پای طبیعی و افراد دارای کف پای صاف در جهت‌های مختلف برای بررسی سینتیکی استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد بین نیروهای عکس‌العمل زمین در افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف در راستای عمودی (P≤۰/۰۵) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین، الگوی سینماتیکی زمان کل تماس کف پا با زمین که شامل بازهٔ زمانی اولین نقطهٔ تماس پاشنه تا رها شدن کف پا از زمین (مرحلهٔ سکون) است، در افراد دارای کف پای طبیعی و افراد دارای کف پای صاف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارد (P= ۰/۰۱). در جهت‌های دیگر (ساجیتال و مدیالترال) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵). به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد مقدار نیروهای عکس‌العملی زمین در راستای عمودی در افراد دارای کف پای صاف بیشتر از افراد دارای کف پای طبیعی است. نتایج پژوهش همچنین نشان می‌دهد بین مقادیر نیروهای عمودی در افراد دارای کف پای صاف و کف پای طبیعی اختلافی حدود ۳۰ درصد وزن بدن وجود دارد که می‌تواند به‌دلیل ضعف سازهٔ لیگامانی کف پا باشد. این اختلاف نیروی اضافی در افراد دارای کف پای صاف می‌تواند بر سایر ساختارهای بدن تأثیر منفی بگذارد که این تأثیرها در افراد ورزشکار که همواره درگیر فعالیت‌های سنگین بدنی‌اند مانند پرش، اهمیت دارد.

کلید واژه‌های فارسی: نیروهای عکس‌العمل زمین، کف پای صاف، فورس پلیت، آزمون فیس.

۱. کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی (نویسندهٔ مسئول) Email: smlagdam@yahoo.com
۲. استادیار دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز Email:draarastoo@yahoo.com
۳. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز Email: amirghiami@yahoo.com

مقدمه

از دیدگاه مکانیکی بدن انسان را می‌توان متشکل از یک سری قطعات سخت متصل به هم دانست که توسط عضلات نیرومند شده و در نقاط مفصلی به یکدیگر متصل شده‌اند. این اتصالات و مفاصل که با نظم و ترتیبی خاص و ساختارهای متفاوت در کنار هم قرار گرفته‌اند، کانالی را برای انتقال نیروها از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر مهیا کرده است (۱). قسمت عمدهٔ نیروهای وارد بر بدن از طریق تماس کف پا با زمین به‌وجود می‌آید، به‌طوری که برآیند این نیروها در تمام راستای بدن شامل استخوان‌ها و مفاصل و عضلات ادامه می‌یابد (۲). با توجه به اینکه کف پا اولین نقطهٔ برخورد بدن با زمین است، داشتن کف پای سالم با قوس‌های آناتومیکی طبیعی حائز اهمیت است. کف پای غیرطبیعی مانند کف پای صاف یا گود می‌تواند میزان نیروهای وارد بر مفاصل و عضلات را تغییر دهد و در نهایت، کل بدن را با فشارهای غیرطبیعی مواجه کند که چنین شرایطی خود می‌تواند عاملی برای بروز مشکلات و عوارض جسمانی ثانویه شود (۳). قوس‌های کف پا در تعدیل نیروهای ارجاعی و برگشتی به بدن نقش جاذب شوک را دارند که نیروهای برگشتی به بدن را کاهش می‌دهد و باعث می‌شود این نیروها در جهت درست به بدن وارد شوند و در حمایت از وزن بدن ایفای نقش کنند. سازهٔ لیگامانی استخوانی پا ویژگی فنری به کف پا می‌دهد و سبب می‌شود سیستم ذخیرهٔ انرژی‌ای در یک مرحله ایجاد و در مرحلهٔ بعد آزاد شود (۴). این سیستم به ارتقای عملکرد پرش، به‌ویژه در فعالیت‌های ورزشی منجر می‌شود. پرش، مهارتی است ضربه‌ای که در آن برای جدا شدن از زمین نیروهای زیادی به زمین اعمال می‌شود. در تحقیقی که بلوم‌فیلد و همکارانش[1] (۱۹۹۴) در مورد ورزشکاران رشتهٔ پرش طول انجام دادند، مقدار نیروهای عمودی (عمودی) را ۶/۵ برابر وزن بدن برآورد کردند؛ یعنی نیروهای وارد بر بدن معادل ۶/۵ برابر وزن بدن می‌باشند. همچنین دیپورت و ونگیلو[2] (۱۹۸۷) برای پرش ارتفاعی حدود ۲/۲ متر، اوج نیروی عمودی را معادل ۸/۴ برابر وزن بدن گزارش کرده‌اند (۵) در حالی که در مطالعهٔ رامی[3] (۲۰۰۳) که روی تیک‌آف[4] پرش طول انجام شده، بدن برای پرشی حدود ۴/۲ متر اوج نیرویی معادل ۷ برابر وزن ثبت شده است (۶). طبق قانون سوم نیوتن نیروهای وارد بر زمین به همان مقدار و در جهت مخالف به بدن بر می‌گردند. در افرادی که کف پای طبیعی دارند، این نیروها با کمی تغییر در

1. Bloomfield, et al.
2. Deport & Vangheluwe
3. Ramey
4. Take off

قوس‌های کف پا وارد بدن می‌شود، ولی در افرادی که کف پای صاف دارند این نیروها بدون کاهش یافتن در کف پا (به‌دلیل نبود قوس‌های کف پایی) به بافت‌های قسمت فوقانی انتقال می‌یابد (۷). در تحقیقی که در سال ۲۰۰۶ در مورد نیروهای وارد بر کف پا در افراد دارای کف پای طبیعی و افراد دارای قوس کم انجام شد، نتایج نشان داد اوج فشار و مقادیر نیروی نسبی در قسمت میانهٔ پای افراد دارای کف پای صاف حدود ۱۸٪ بیشتر از افراد سالم است (۸)؛ یعنی نیروی وارد بر بدن افراد دارای کف پای صاف، حدود ۱۸ درصد بیشتر است که این نیروهای اضافی بدون کاهش یافتن در کف پا (به‌دلیل نبود قوس‌های کف پایی) به بافت‌های قسمت بالایی بدن انتقال می‌یابد و ضمن تغییر دادن الگوهای سینتیکی حرکت، باعث بیماری‌های فیزیکی دراندام تحتانی و پشت می‌شود مانند: بونیون، زانو درد، صدمات لیگامانی، کندرومالاسی کشکک، ضرب دیدگی، آرتروز مفاصل و اختلالات دیگر (۹).

اهمیت این موضوع در زمان انجام فعالیت‌ها و مهارت‌های برخوردی سنگین ورزشی چشمگیر می‌شود. یکی از مهارت‌های برخوردی شدید که حاصل برخورد پرفشار کف پا با زمین است، مهارت پرش برای رسیدن به بیشترین ارتفاع در ورزش‌هایی مثل پرش ارتفاع، والیبال، بسکتبال، هندبال، فوتبال و ... است. در این ورزش‌ها طی انجام مهارت پرش، نیروی فوق‌العاده‌ای به زمین وارد می‌شود و به دنبال آن، همین مقدار نیرو به کف پای انسان انتقال می‌یابد. در فوتبال که هدف اصلی از پرش، رسیدن به توپ در بیشترین ارتفاع و زدن توپ با سر (هد زدن) است، تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد مقادیر نیروهای وارد بر زمین در این مهارت زیاد می‌باشد (۱۰، ۱۱). این موضوع در ورزشکاران و افرادی که قوس کف پای آن‌ها کمتر از حد طبیعی است و به اصطلاح کف پای صاف دارند، اهمیت بیشتری دارد؛ زیرا به‌دلیل ضعف سازهٔ قوس‌های کف پا هنگام انجام حرکات پرشی و گام برداری، نیروهای اضافی به بدن وارد می‌شود که کارآیی ورزشکاران را کاهش می‌دهد (۱۲)؛ بنابراین به‌دلیل اهمیت این موضوع، مربیان و معلمان ورزش باید به‌منظور جلوگیری از عواقب این نیروها استراتژی‌های مناسبی در پیش گیرند و با ارائهٔ راهکارهای مناسب از بروز ضررهای آتی به ورزشکار جلوگیری کنند.

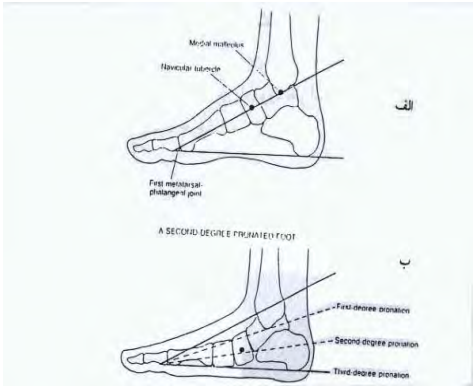
در تحقیق حاضر، نیروهای عکس‌العملی زمین در مهارت پرش برای ضربهٔ سر به توپ فوتبال بررسی می‌شود که در آن، نقاط مشخصی از منحنی‌های ثبت شده (الگوی سینتیکی) در سیستم فورس پلیت در جهات مختلف اعم از داخلی- جانبی، قدامی- خلفی و عمودی در افراد کف دارای پای طبیعی و کف پای صاف بررسی و مقایسه می‌شود تا به این موضوع پرداخته شود که آیا بین نیروهای اعمالی در میان افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف در راستاهای مختلف تفاوتی وجود دارد؟

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق نیمه‌تجربی و از نوع کاربردی است. ۶۰۰ دانشجوی پسر شرکت‌کننده در کلاس‌های عمومی تربیت بدنی، با استفاده از روش خط فیس[1] و جعبه آیینه‌ای برای تشخیص نوع قوس‌های کف پا به‌دقت ارزیابی شدند. خط Feiss در حالت طبیعی از اولین استخوان کف پا و انگشت پا، استخوان ناوی و قسمت تحتانی قوزک داخلی عبور می‌کند. محل عبور خط Feiss و همچنین زاویه‌ای که این خط با سطح افق درست می‌کند براساس میزان چرخش پا به داخل تغییر می‌کند، به‌طوری که هرچه زاویه کمتر شود، درجهٔ چرخش به داخل پا افزایش می‌یابد (۱۳). شکل ۱ و ۲ نشانگر پای طبیعی و غیرطبیعی، با استفاده از خط Feiss است. پس از انجام معاینات، ۱۵ دانشجوی مبتلا به صافی کف پا از نوع درجه ۲ و ۳ گروه افراد دارای کف پای صاف و ۱۵ دانشجو نیز گروه افراد دارای کف پای طبیعی را تشکیل دادند. نمونه‌های تحقیق فوتبالیست حرفه‌ای نبودند و همهٔ آن‌ها به شکل عمومی با فوتبال آشنایی داشتند. همچنین افراد منتخب غیر از ناهنجاری کف پای صاف، هیچ‌گونه عارضه‌ای در اندام تحتانی نداشته و همگی دارای سلامت عمومی بودند.

شکل ۱. شناسایی کف پای صاف با خط فیس

1. Fiess Line



شکل ۲. مقایسهٔ قوس طولی داخلی طبیعی و غیرطبیعی با استفاده از خط Feiss (سخنگویی، ۱۳۸۲)

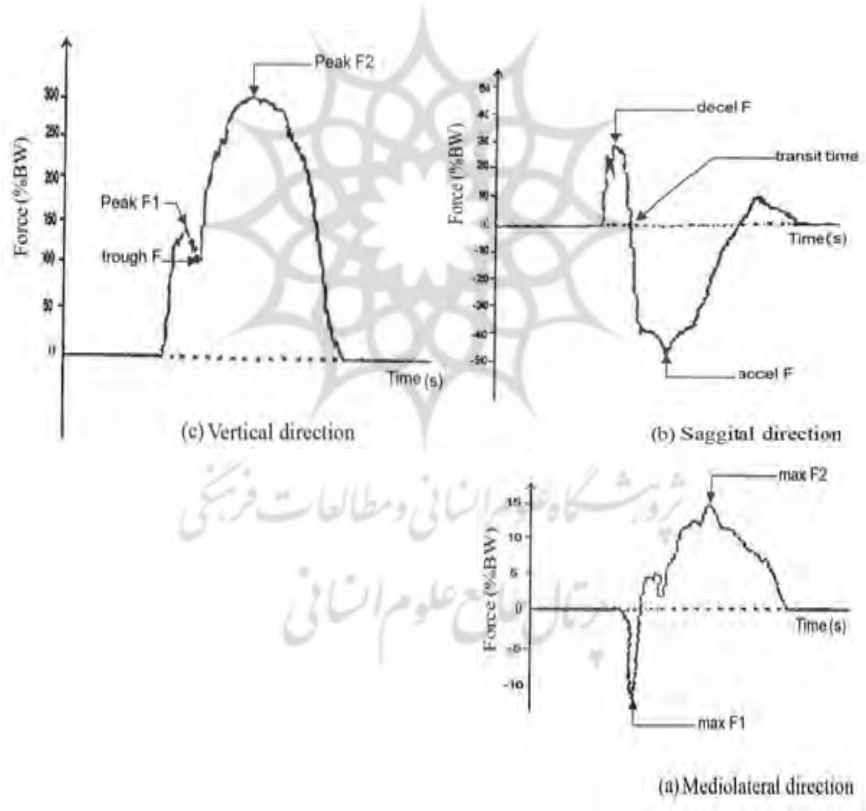
تمام نمونه‌های تحقیق رضایت‌نامهٔ شرکت در آزمون را امضا کردند و پرسشنامهٔ اطلاعات شخصی آزمودنی‌ها نیز ثبت شد. آموزش‌های لازم به‌منظور ضربهٔ هد و چگونگی اجرا از قبیل نحوهٔ پرواز و ضربه، نحوهٔ نزدیک شدن و چگونگی تنظیم گام‌ها برای پرش در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و تمام آن‌ها تمرینات آزمایشی را چندین بار تکرار کردند. بدین منظور در مرحلهٔ اول، بیشترین میزان جهش فرد پس از چندین بار پرش محاسبه شد. پس از ثبت بیشترین مقدار جهش آزمودنی، چگونگی تنظیم گام‌ها و پاها موقع پرش[1] و نحوهٔ فرود آموزش داده شد. توپ فوتبال با استفاده از طنابی در قسمت بالای فورس پلیت[2] مدل برتک (r=۰/۹۴۲) از طریق قرقره‌ای آویزان شده بود. آزمودنی‌ها بعد از انجام تمرینات لازم و یادگیری تکنیک صحیح اجرا، اجرای اصلی را انجام می‌دادند. به‌منظور کنترل مهارت هد زدن، هر بار اشکالات اجرا به آزمودنی‌ها گوشزد و الگوی صحیح، آموزش داده می‌شد.

از آنجا که احتمال دارد هنگام پریدن، به‌طور بالقوه، انرژی کششی حاصل از تغییر مواد ویسکوالاستیک کفش در مرحلهٔ ابتدایی استنس[3] و آزاد کردن آن در مرحلهٔ انتهایی استنس موجب شود الگوی سینتیک (نیروهای عکس‌العمل زمین) حاصل از پریدن آزمودنی‌ها تغییر کند (۱۵)، از آزمودنی‌ها خواسته شد کفش‌های ورزشی تعیین‌شده را بپوشند، با دورخیزی به فاصلهٔ ۱/۵ متر از فورس پلیت قرارگیرند و به‌منظور اجرای پرش برای هد زدن با پیشانی به توپی که در ارتفاع مناسب با جهش فرد، بالای صفحهٔ فورس پلیت نصب شده بود آماده باشند.

---

1. Take off
2. strain gage
3. Stance

در صورت اجرای اشتباه مانند: عدم جهش معین، نرسیدن به توپ، ضربهٔ ناقص به توپ، ضربه به توپ با پهلوی سر، عدم پرش جفت، روش نادرست هد زدن، اجرای تکنیک با سرعت زیاد و ... اطلاعات ثبت شده حذف و از آزمودنی خواسته می شد با تمرکز بیشتر و با دقت زیاد، آزمون را تکرار کند تا شرایط مطلوب و یکسان ایجاد شود. هر آزمودنی عمل پرش را چندین بار انجام می‌داد و میانگین سه بار پرش صحیح برای تجزیه و تحلیل انتخاب می‌شد. این آزمون هم در افراد دارای قوس کف پای طبیعی و هم در افراد مبتلا به کف پای صاف انجام شد. اطلاعات، با استفاده از فورس‌پلیت با فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۰ HZ جمع‌آوری شد و به‌منظور تجزیه و تحلیل و پردازش اطلاعات نقاط خاصی از منحنی‌های به‌دست‌آمده در راستاهای مختلف ارزشیابی و سنجش شد (شکل ۳).



شکل ۳. منحنی‌های به‌دست‌آمده از پرش در راستاهای مدیالترال (a)، ساجیتال (b)، ورتیکال (c)

معرفی نیروهای عکس‌العمل زمین

در جدول‌ها و مباحث مربوط به نیروهای عکس‌العمل زمین در راستای مدیالترال (داخلی - جانبی)، میانگین بیشترین نیروهای وارد بر کنار خارجی پاشنهٔ پا در لحظهٔ تماس اولیهٔ پا با زمین با عنوان «میانگین نیروهای ماکزیمم ۱» و میانگین بیشترین نیروهای تحمل وزن بر پا در این راستا با عنوان «میانگین نیروهای ماکزیمم ۲» معرفی شده‌اند. همچنین در راستای ساجیتال (قدامی خلفی)، میانگین بیشترین نیروهای وارد بر پا از لحظهٔ تماس پاشنهٔ با زمین تا مرحلهٔ میانی استنس با عنوان «میانگین ماکزیمم نیروهای شتاب گیرنده» و میانگین بیشترین نیروهای وارد بر پا از مرحلهٔ میانی استنس تا مرحلهٔ جدا شدن شست پا از زمین با عنوان «میانگین ماکزیمم نیروهای شتاب دهنده» معرفی شده‌اند. نیروهای مربوط به راستای عمودی (ورتیکال)، میانگین بیشترین نیروهای وارد بر پا از لحظهٔ تماس پاشنهٔ با زمین تا مرحلهٔ میانی استنس با عنوان «میانگین نیروهای اوج نیروی ۱» و میانگین بیشترین نیروهای وارد بر پا از مرحلهٔ میانی استنس تا مرحلهٔ جدا شدن شست پا از زمین با عنوان «میانگین نیروهای اوج نیروی ۲» و میانگین کمترین نیروهای وارد بر پا از مرحلهٔ میانی استنس با عنوان «میانگین نیروهای مینی‌مم» مورد اشاره قرار گرفته‌اند (جدول ۲).

روش آماری

با توجه به اینکه بنا به آزمون one-sample Kolmogorov – Smirnov test داده‌ها از توزیع طبیعی پیروی می‌کند، برای بررسی تفاوت بین افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف از آزمون t مستقل استفاده شد. خطای آلفا در این تحقیق معادل ۵٪ انتخاب شد(α=۰/۰۵). به‌منظور نرمال کردن داده‌ها، قبل از انجام مقایسه، با استفاده از نرم‌افزار Exell برای استاندارد کردن داده‌های به‌دست‌آمده مقدار نیروها بر وزنشان تقسیم و عدد حاصل در۱۰۰ ضرب شد تا مقدار نیروی به‌دست‌آمده بر اساس درصدی از وزن بدن (BW %) بیان شود و عامل وزن افراد و تأثیر آن بر نتایج کنترل شد.

یافته‌های پژوهش

جدول۱ اطلاعات مربوط به میانگین قد، سن، وزن و حداکثر ارتفاع پرش افراد دارای کف پای طبیعی و افراد دارای کف پای صاف را همراه با انحراف استاندارد آن‌ها نشان می‌دهد. میانگین قد، وزن و سن گروه‌های منتخب نزدیک به هم است و اختلاف میانگین دو گروه در مقایسه با هم ناچیز است.

جدول ۱. میانگین قد، سن، وزن و حداکثر ارتفاع پرش در دو گروه آزمون

متغیرها / گروه‌های آزمون	تعداد	قد (cm)	وزن (kg)	سن	حداکثر مقدار پرش (cm)
افراد دارای کف پای طبیعی	۱۵	۱۷۶ /۴۰ ± ۵/۰۳	۶۹ /۵۵ ±۸/۱۳	۲۳/۱۳ ± ۲/۷۲	۳۹ ±۳
افراد دارای کف پای صاف	۱۵	۱۷۴ /۶۰±۴/۱۳	۶۹ /۸۷ ±۹/۲	۲۲/۷۳ ± ۲/۳۱	۳۷ ±۴

جدول ۲ مقادیر مربوط به نیروهای عکس‌العمل زمین در افراد دارای کف پای طبیعی و افراد دارای کف پای صاف را در راستاهای مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۲. مقادیر مربوط به نیروها در گروه‌های آزمون

یافته‌ها / آزمودنی‌ها	ورتیکال (عمودی)			ساجیتال (قدامی خلفی)		مدیالترال (داخلی جانبی)		کل زمان تماس کف پا با زمین (ثانیه)
	اوج نیروی ۱ (SD)	نیروی مینیمم (SD)	اوج نیروی ۲ (SD)	ماکزیمم نیروی شتاب‌گیرنده (SD)	ماکزیمم نیروی شتاب‌دهنده (SD)	ماکزیمم ۱ (SD)	ماکزیمم ۲ (SD)	
افراد دارای کف پای طبیعی	۱۷۰/۶۳ (۱۸/۱۳)	۱۲۱/۶۷ (۳۰/۸۲)	۲۸۸/۲۷ (۲۶/۸۱)	۱۸/۴۵ (۸/۱۲)	۴۶/۳۴ (۱۴/۶۱)	۱۲/۸۱ (۴/۹۶)	۱۲/۷۵ (۷/۴۹)	۰/۳۳۲
افراد دارای کف پای صاف	۱۶۵/۷۳ (۲۶/۹۹)	۱۲۶/۸۸ (۲۲/۷۰)	۳۱۸/۰۷ (۱۷/۸۴)	۲۰/۷۳ (۶/۰۶)	۴۸/۹۹ (۱۳/۸۹)	۱۳/۸۹ (۷/۹۹)	۱۵/۷۳ (۷/۶۶)	۰/۲۸۹

همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین نیروهایی که افراد برای انجام پرش وارد می‌کنند حدود ۳۱۸ درصد وزن بدن است که این مقدار معادل ۳/۱۸ برابر میانگین وزن بدن افراد دارای کف پای صاف است. افراد دارای کف پای صاف، در مقایسه با افراد دارای کف پای طبیعی که میانگین نیروهایشان ۲۸۸ درصد وزن بدن بالغ بر ۳۰ درصد وزن بدنشان نیروی اضافه‌تر وارد بدن می‌کنند.

اطلاعات به‌دست‌آمده از آزمون t نشان می‌دهد در میان افراد دارای کف پای طبیعی و کف دارای پای صاف در راستای های داخلی جانبی، ساجیتال و عمودی تفاوت معنی‌داری در مقادیر نیروها وجود ندارد، ولی در راستای عمودی که نیروی اصلی در هنگام پرش است، تفاوت

معنی‌داری بین افراد دارای کف پای صاف و افراد دارای کف پای طبیعی مشاهده شد (P=۰/۰۴). همچنین در راستای زمان کل تماس کف پا با زمین، با توجه به مقدار سطح معنی‌داری، میان افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۳، مقایسه میانگین نیروهای عکس‌العمل زمین در دو گروه آزمون

	مقادیر آماری / مقایسه میانگین‌ها	F	T	d_f	P
راستای مدیالترال (داخلی- جانبی)	ماکزیمم ۱ در افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف	۳/۰۵	-۰/۴۴۳	۲۸	۰/۶۶۱
	ماکزیمم ۲ در افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف	۰/۱۰۸	-۱/۰۷	۲۸	۰/۲۹۲
راستای ساجیتال (قدامی-خلفی)	ماکزیمم نیروهای شتاب‌گیرنده در افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف	۱/۷۸۶	-۰/۸۹۱	۲۸	۰/۳۸
	ماکزیمم نیروهای شتاب‌دهنده در افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف	۰/۲۷۹	-۰/۵۱۰	۲۸	۰/۶۱۴
راستای ورتیکال (عمودی)	اوج نیروی ۱ در افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف	۱/۳۴۱	۰/۱۹۹	۲۸	۰/۸۴۳
	نیروی مینی‌مم در افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف	۰/۰۵۳	۰/۰۸۷	۲۸	۰/۹۳۲
	اوج نیروی ۲ در افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف	۸/۲۴۳	-۱/۸۱۲	۲۸	۰/۰۴
کل زمان تماس کف پا با زمین	زمان کل تماس با زمین در افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف	۷/۷۲	۲/۵۸	۲۸	۰/۰۱

بحث و نتیجه گیری

نیروهای عمودی هنگام پرش پرش عمودی، سهم عظیمی از نیروها را به خود اختصاص می‌دهد؛ زیرا در هر پرش عمودی هدف نهایی، رسیدن به بیشترین ارتفاع عمودی است و بدین منظور، پرش‌کننده سعی دارد تمام نیروها را به سمت بالا متمرکز کند. تجزیهٔ بُرداری نیروهای عکس‌العمل زمین در سایر مهارت‌های پرشی و جهشی نیز نشان می‌دهد که سهم عمدهٔ نیروها به نیروهای عمودی متعلق است (۵- ۷). تحقیق حاضر نیز نشان می دهد مقدار نیروی وارد بر پا به‌منظور رسیدن به بیشترین مقدار پرش برای ضربهٔ سر در افراد دارای کف پای طبیعی حدود ۲/۸۵ برابر وزن بدن است. همچنین مشخص شد بین نیروهای عکس‌العمل زمین در

راستای عمودی که شامل اوج نیروی ۱، نیروی مینی‌مم است، در میان افراد کف دارای پای طبیعی و افراد دارای کف پای صاف تفاوت معنی‌داری (P =۰/۸۴۳, ۰/۹۳۲) وجود ندارد ولی اختلاف بین اوج نیروی ۲ در میان همین افراد معنی‌دار است (P = ۰/۰۴)؛ زیرا –همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود- مقادیر اوج نیروی ۲ که اصلی ترین و مهم‌ترین مرحلهٔ پرش و اعمال نیرو است، در افراد طبیعی برابر ۲۸۵ درصد وزن بدن یعنی حدود ۲/۸۵ برابر وزن بدن است، ولی این مقدار در افراد دارای کف پای صاف حدود ۳۱۸ درصد وزن بدن و ۳/۱۸ برابر وزن بدن است و اختلاف نیرویی حدود ۳۰ درصد وزن بدن وجود دارد، درحالی که مطابق جدول ۱ تفاوت چندانی بین وزن، قد و ارتفاع پرش این دو گروه ملاحظه نمی‌شود که علت آن می‌تواند به‌دلیل ضعف سازهٔ لیگامانی و نیز ضعف ویژگی فنری کف پا در افراد دارای کف پای صاف باشد؛ زیرا سازهٔ لیگامانی استخوانی پا به کف پا ویژگی فنری می‌دهد و باعث ایجاد سیستم ذخیرهٔ انرژی‌ای در یک مرحله و آزاد سازی آن در مرحلهٔ بعد می‌شود و از آنجا که افراد دارای کف پای صاف به‌علت ضعف قوس‌های کف پایی، مرحلهٔ ذخیرهٔ انرژی و آزاد سازی آن را به خوبی انجام نمی‌دهند، این پدیده باعث اعمال نیروی زیاد به زمین باری رسیدن به بیشترین ارتفاع پرش می‌شود (۴). وارد نشدن نیروی متناسب از یک سو و کاهش نیافتن این نیروها در قوس‌های کف پا از سوی دیگر، باعث انتقال نیروهای اضافی از طریق کف پا به بدن می‌شود و اثرات مخرب خود را در آینده به جا خواهد گذاشت؛ به عبارت دیگر، در فعالیت‌های برخوردی مثل پریدن، شوک حاصل از جهش به اندام‌های تحتانی وارد می‌شود و در صورتی که صافی کف پا به اعمال نیروی نامناسب منجر شود، می‌تواند آسیب‌های مفصلی بسیاری در پی داشته باشد (۴). در این تحقیق نیز اختلاف نیروی موجود بین افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف حدود ۳۰٪ وزن بدن است؛ یعنی در هر پرش سادهٔ عمودی که با کمترین مقدار دورخیز و با سرعت مناسب انجام می‌شود، به اندازهٔ حدود ۳۰ درصد وزن بدن نیروی اضافی‌تری وارد بدن افراد دارای کف پای صاف می‌شود که در آینده و به مرور زمان، عوارض مخرب خود را به جا خواهد گذاشت.

طول دورهٔ زمانی استنس در پایی که به هر دلیل با پای طبیعی تفاوت داشته باشد، کوتاه‌تر است (۱۶). نتایج بررسی زمان کل تماس کف پا با زمین هنگام انجام پرش در افراد دارای کف پای صاف و کف پای طبیعی نشان می‌دهد افراد دارای کف پای صاف، در مقایسه با افراد دارای کف پای طبیعی میانگین زمانی کمتری دارند و تفاوت بین آن‌ها معنی‌دار است (P= ۰/۰۰۱) و این به معنی وزن‌گیری نامناسب افراد دارای کف پای صاف در موقع استنس است و با توجه به میزان نیروی وارد بر زمین می‌توان گفت که افراد دارای کف پای صاف به‌دلیل اینکه زمان

کمتری با زمین تماس دارند، نمی‌توانند به‌درستی وزن‌گیری کنند و به‌منظور انجام پرش مجبورند نیروی زیادی در زمان کمتر به زمین وارد کنند.

براساس یافته‌های تحقیق حاضر بین نیروهای داخلی جانبی عکس‌العمل زمین در پرش مهارت هد زدن در میان افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف تفاوتی وجود ندارد (۰/۶۶۱، P=۰/۲۹۲)؛ زیرا در حرکت پرش هد زدن، در تجزیهٔ بُرداری نیروهای کلی عکس‌العمل زمین به مؤلفه‌های داخلی-جانبی، ساجیتال و عمودی سهم اندکی به مؤلفهٔ داخلی-جانبی می‌رسد (حدود ۵٪ وزن بدن) و تفاوت بین ماکزیمم ۱ و ماکزیمم ۲ در هر سه گروه آزمون به‌علت کم بودن مقدار این نیرو مشخص نمی‌شود و به نظر می‌رسد که نیروهای مدیالترال در مهارت‌هایی که نیاز به حرکت به طرفین ندارد اهمیت کمتری دارد. به‌علاوه می‌توان گفت که چون جرم پا فقط حدود ۱/۵٪ از کل جرم بدن است، در این صورت نیروی اینرسی حاصل از حرکت داخلی جانبی پا آنقدر کوچک است که می‌توان آن را نادیده گرفت (۱۷) . این نتیجه با یافته‌های سندز و همکاران (۲۰۰۰) و دهقانی و همکاران (۱۳۸۵) که در مورد نیروهای افقی (راستاهای داخلی جانبی و ساجیتال) مهارت پشتک و وارو تحقیق کرده‌اند، هم‌خوانی دارد (۱۸، ۱۹).

در ضمن، بین نیروهای راستای ساجیتال عکس‌العمل زمین در پرش مهارت هد زدن در افراد کف دارای پای طبیعی و کف پای صاف تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۳۸ ,۰/۶۱۴). با توجه به اینکه در مهارت پرش هد زدن، در مقایسه با نیروی عمودی، نیروی اندک ساجیتال وجود دارد (حدود ۲۰٪ وزن بدن)، در صفحهٔ ساجیتال در هر سه گروه آزمون، تفاوت قابل توجهی دیده نشد. از آنجا که نیروهای ساجیتال به‌منظور نگه‌داشتن تنه برای ثبات در تحمل وزن بدن (۷) و همچنین اتخاذ وضعیتی ایده‌آل برای استقرار و جلوگیری از لغزش پا هنگام تماس کف پا با زمین به‌وجود می‌آیند، تأثیر چندانی بر اعمال نیرو برای پرش ندارد و همان‌طور که در مقادیر به‌دست‌آمده از آزمون هم دیده می‌شود، مقدار این نیرو کمی بیشتر از نیروهای داخلی-جانبی است (حدود ۱۴٪ وزن بدن)؛ به همین دلیل این نیروها نمی‌تواند در میان افراد، تفاوت داشته باشد. این نتیجه با یافته‌های سندز و همکاران (۲۰۰۰)، میلر و نایسنین (۱۹۸۷) و دهقانی (۱۳۸۵) که در مورد نیروهای افقی (راستاهای داخلی جانبی و ساجیتال) مهارت پشتک و وارو تحقیق کرده‌اند، هم‌خوانی دارد (۱۸- ۲۰).

به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که در فعالیت‌های پرشی و جهشی مانند هد زدن، چون مقادیر نیروهای افقی مانند داخلی جانبی و ساجیتال، در مقایسه با نیروهای عمودی که قسمت عمدهٔ نیروهای اعمالی را در بر می‌گیرد، ناچیز است پس مقادیر نیروهای اعمالی بین افراد دارای کف پای طبیعی و کف پای صاف تفاوتی ندارد و نیروهای افقی مربوط به راستاهای

داخلی-جانبی و ساجیتال، به‌ترتیب به‌دلیل انتقال پایی به پای دیگر و نگه‌داشتن تنه برای ثبات در تحمل وزن در ابتدای استنس به‌وجود می‌آیند و تأثیر چندانی در پرش عمودی افراد ندارند.

منابع:

۱. رجائی، سیدمحمد، (۱۳۸۱). «بیومکانیک عمومی». چاپ اول. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت.

۲. هی، جیمز، (۱۹۹۶). «بیومکانیک فنون ورزشی». ترجمهٔ مهدی نمازی زاده. چاپ دوم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۳. جکسون، راجر، (۲۰۰۰). «راهنمای پزشکی ورزشی». ترجمهٔ شهرام فرج زاده. چاپ اول. تهران: انتشارات کمیسیون پزشکی کمیتهٔ ملی المپیک.

4. Arnheim, D.D., Prentice, W.E. (1993). Principle of athletic training. By Moshy-year book, Inc, pp 180-182 & 454-55.
5. Bloomfield, J., John, A., Ellion, B. (1994). Applied anatomy and biomechanics in sport. Melborn: Blackwell scientific publication.
6. Ramey, M. (2003). Force relationship of the running long jump. Journal of Medicine and Science in Sport, 2: 146-151.
7. Perry, J. (1992), Gait analysis normal and pathological function. Boston: McGrow- Hill.
8. Bacarin, T.A., Canettieri, M.G., Akashi, P.M.H., Sacco, I.C.N. (2006). Biomechanics of the movement and human posture. University of Sao Paulo. Journal of Biomechanics, 39(1):100-106.
9. Rawis, A.L., Nessan, A.H. (1994). Joint hyper mobility in patients with chondromalacia of patella sport and physical activities. Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise. 31(2): 421-428.
10. Butler, R.J., Queen, R.M. (2008). The Effect of Footwear on Landing Mechanics During a Soccer Specific Jumping Task. APTA Combined Sections Annual Meeting (Sports Section), Nashville, TN.
11. Abbey, A.N., Butler, R. J., Queen, R.M. (2009). Effect of Footwear on Lower Extremity Secondary Plane Movements during a Soccer Specific Jumping. Seattle, WA: American College of Sports Medicine.

۱۲.بیت الله، یوسف، (۱۳۷۵). «مبانی طب ورزشی» چاپ دوم. تبریز: انتشارات دانشگاه تبریز

13. Palmer, M.L. Epler, M. (1990). Clinical assessment procedures in physical therapy. Philadelphia: Lippincott Williams ans Wilkins.

۱۴.سخنگویی، یحیی، عسگری آشتیانی، احمدرضا، (۱۳۸۲). «کفش طبی». چاپ دوم. تهران: انتشارات سرمدی.

15. Nigg, B.M., Herzog, W. (1999). Biomechanics of the musculo- skeletal system (2nd). Torento, Canada, Wiley.

16. Arastoo, A.A. (1992). Biomechanical and physiological characterization of locomotor's impairment. Ph.D. thesis, University of Strathclyd, Scotland, U.K.

17. Winter, D.A., Wiley, J. (1990). Biomechanics and motor control of human movement. 2nd ed. New York: Wiley.

18. Sands, W.A. (2000). Injury prevention of in women's gymnastics. Journal of Sport Med, 30: 359-373.

۱۹.دهقانی، یعقوب، شاکریان، سعید، ارسطو، علی اصغر، (۱۳۸۵). بررسی نیروهای عکس‌العمل زمین و زوایای مفاصل اندام تحتانی در فرود حرکت پشتک و حرکت وارو. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز.

20. Miller, D.I., Nissinen, M.A. (1987). Critical examination of ground reaction force in the somersault. Journal of International Journal of Sport Biomechanics, 6: 177-186.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی