طب ورزشی _ پاییز و زمستان ۱۳۹۷
دورهٔ ۱۰، شمارهٔ ۲، ص : ۱۶۶- ۱۴۷
تاریخ دریافت : ۰۲ / ۱۱ / ۹۵
تاریخ پذیرش : ۲۱ / ۰۳ / ۹۶

مقایسهٔ میزان فعالیت فیدفورواردی منتخبی از عضلات مچ پا در دختران فعال دانشگاهی در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا با دختران سالم

زهرا راغی [۱*] - محمدحسین علیزاده [۲] - هومن مینونژاد [۳] - رضا رجبی [۴]

۱. دکتری حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران ۲و۴. استاد، گروه طب ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران ۳. دانشیار، گروه طب ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

شیوع چشمگیر اسپرین مچ پا،کناره‌گیری زودهنگام از ورزش و ناتوانی ناشی از این آسیب، توجه محققان را به انجام پژوهش‌هایی در جهت شناسایی و کنترل عوامل اثرگذار در ابتلا به این آسیب جلب کرده است. هدف از تحقیق حاضر، مقایسهٔ میزان فعالیت فیدفورواردی منتخبی از عضلات مچ پا در دختران فعال دانشگاهی در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا با دختران سالم بود. بدین‌منظور، ۳۲ دانشجوی دختر فعال رشتهٔ تربیت بدنی، بدون سابقهٔ اسپرین مچ پا، به‌صورت هدفمند و براساس نمرات تعادل پویای ناشی از اجرای آزمون Y، به دو گروه ۱۶ نفری، شامل گروه در معرض خطر اسپرین مچ پا (با تعادل کمتر) و گروه سالم، تقسیم شدند. فعالیت فیدفورواردی عضلات، به‌وسیلهٔ دستگاه الکترومیوگرافی در تکلیف پرش- فرود ارزیابی شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با آزمون تحلیل واریانس چندمتغیری، بررسی و $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. در گروه در معرض خطر اسپرین مچ پا (تعادل کمتر)، میزان فعالیت فیدفورواردی کمتری در عضلات پرونئوس‌لانگوس و سولئوس نسبت به گروه کنترل، مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). احتمالاً فعالیت کمتر این عضلات در افراد با تعادل کمتر، ثبات مچ پا را به خطر می‌اندازد و آنها را در معرض خطر اسپرین مچ پا قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی

اسپرین مچ پا، الکترومیوگرافی، دختران فعال، عضلات مچ پا، فعالیت فیدفورواردی.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۹۱۵۱۹۲۲۱۰۰ **Email:** zahra_raghi@yahoo.com

مقدمه

مچ پا نسبت به مفاصل دیگر بدن، در واحد سطح، متحمل وزن بیشتری می‌شود و به‌علت نیروهایی که به آن اعمال می‌شود و بافتی که آن را حمایت می‌کند، از مفاصل آسیب‌پذیر در بدن است (۱). ازاین‌رو، اسپرین مچ پا شایع‌ترین آسیب در میان جمعیت فعال از نظر بدنی است (۲،۳) که ۱۰ تا ۲۸ درصد کل آسیب‌های ورزشی را تشکیل می‌دهد (۴). این آسیب بیش از هر آسیب دیگری، موجب دوری ورزشکار از مشارکت در ورزش می‌شود (۵،۶)، به‌طوری‌که یک‌ششم کل زمان‌های دوری از ورزش به‌دلیل این آسیب گزارش شده است (۷). به‌علاوه هنگامی‌که فردی دچار اسپرین مچ پا می‌شود، شانس ابتلا وی به اسپرین‌های بعدی حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد است (۸). گزارش شده است، بیش از نیمی از ورزشکارانی که اسپرین‌های مکرر مچ پا دارند، علائم باقی‌ماندهٔ چشمگیری مثل درد، ضعف، تورم و بی‌ثباتی را دارند که می‌تواند روی عملکردشان تأثیر بگذارد (۹). همچنین نشان داده شده است که تقریباً ۳۱۸ تا ۹۱۴ دلار، برای درمان هر اسپرین صرف می‌شود که در مجموع هزینهٔ دو میلیارد دلار را در ایالت متحده در بردارد (۱۰). به این ترتیب، اسپرین مچ پا، بار سنگین برای ورزشکاران و به‌طور کلی جامعه محسوب می‌شود (۱۱).

با توجه به دغدغهٔ ورزشکاران، مربیان و دست‌اندرکاران از ابتلا به این آسیب، تحقیقات گوناگونی به‌منظور شناسایی و کنترل عوامل اثرگذار صورت گرفته است. یافته‌ها نشان می‌دهند که کنترل ضعیف پوسچر با افزایش خطر آسیب اسپرین مچ پا ارتباط دارد (۱۲). مک‌گواین در مطالعه‌ای با ارزیابی تعادل روی یک‌پا، نشان داد که بازیکنان با تعادل ضعیف‌تر نسبت به بازیکنان با تعادل خوب، تقریباً هفت مرتبه بیشتر، آسیب اسپرین مچ پا را نشان می‌دهند (۱۳). همچنین شواهد اخیر، حاکی از ارتباط عملکرد ضعیف افراد در تعادل پویا (آزمون Y[1]) با افزایش خطر آسیب اسپرین مچ پاست (۱۴). حفظ کنترل پوسچر پویا، نیازمند عواملی از جمله کنترل عصبی عضلانی[2] است (۱۵). از طرفی، سیستم مذکور در پایداری مچ پا نیز ایفای نقش می‌کند. سیستم عصبی عضلانی، نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در فعال‌سازی عضلات اطراف مچ پا و پیشگیری از بروز آسیب اسپرین مچ پا دارد. ازاین‌رو هر عاملی که عملکرد این سیستم را دچار اختلال کند، می‌تواند مچ پا را در معرض آسیب قرار دهد (۱۶).

1. Star Excursion Balance Test (Y Test)
2. Neuromuscular

اهمیت فعال‌سازی مناسب عضلات اطراف مچ پا در کنترل اسپرین مچ پا، در تحقیقات مختلف مورد توجه واقع شده است. در راستای تفسیر صحیح عملکرد عضلات، براساس پژوهش‌های موجود، برخی بر این باورند که باید به تغییر فعالیت فیدفورواردی[1]این عضلات، قبل از برخورد پا با زمین، حین مانور پرش- فرود که سناریوی متداول آسیب اسپرین مچ پاست، اندیشید (۱۶-۲۱).

فعالیت فیدفورواردی یا پیش فعالیت عضلات، که قبل از برخورد پا با زمین شروع می‌شود، بیانگر استراتژی کنترل حرکتی مرکزی است که در آن، سیستم عصبی مرکزی از طریق پیش‌بینی زمان و میزان وقوع برخورد، عضلات را برای جذب نیروهای تماسی آماده می‌کند. فعالیت عضلات، پیش از فرود نقش اساسی در آماده‌سازی و محافظت از مجموعهٔ تاندونی عضلانی در برابر نیروهای کششی سریع و به‌دنبال آن چرخش مفصلی که بعد از برخورد پا با زمین ایجاد می‌شود، دارند (۲۲). دلاهانت و همکاران (۲۰۰۶) افزایش در فعالیت فیدفورواردی عضلات سولئوس[2]و تیبیالیس قدامی[3]را قبل از تماس، حین انجام یک تکلیف عملکردی[4]در افراد با سابقهٔ اسپرین و دارای بی‌ثباتی مچ پا، گزارش کردند. آنها اظهار داشتند که این تغییر در کنترل سیستم عصبی عضلانی، این افراد را در معرض اسپرین بیشتر مچ پا قرار می‌دهد (۲۳). سودا و همکاران (۲۰۰۹) نیز تأخیر در فعالیت عضلات پرونئوس‌لانگوس[5]و گاستروکنمیوس خارجی[6]را که موجب کاهش فعالیت این عضلات و در نتیجه کاهش گشتاور اورتوری[7]و اکستنسوری[8] مچ پا می‌شود، قبل از فرود، در افراد با سابقهٔ اسپرین مچ پا نشان دادند. تأخیر در شروع فعالیت عضلات، می‌تواند محافظت از مجموعهٔ مفصلی را کاهش دهد (۲۱). عملکرد مناسب سیستم عصبی عضلانی برای حفظ ثبات پویای مفصل مچ پا حائز اهمیت است (۲۰،۲۴). نقص عملکرد این مکانیسم، می‌تواند مچ پا را در معرض آسیب قرار دهد (۲۰). میکینلی و همکاران نیز راهبردهای حرکتی در فرود پس از یک پرش را در دختران ۲۳-۱۶ سال سالم بررسی کردند. آنها نشان دادند آزمودنی‌ها با کوتاه‌ترین زمان ثبات پوسچری، هر سه عضلهٔ گاستروکنمیوس، سولئوس و تیبیالیس قدامی را قبل از فرود، فعال می‌کنند. آنها اظهار

1. Feed forward
2. Soleus
3. Tibialis anterior
4. Functional
5. Peroneus longus
6. Gastrocenemius lateral
7. Evertor
8. Extensor

داشتند که عضلات ساق پای آزمودنی‌ها با نمرات ثبات پوسچری ضعیف، دارای فعالیت پیش‌بین کم (فعالیت فیدفورواردی) یا بدون فعالیت پیش‌بین هستند (۲۵).

پیش از این اشاره شد که در حفظ کنترل پوسچر پویا، کنترل سیستم عصبی عضلانی دخالت دارد، از طرفی عامل مذکور در کنترل مچ پا نیز ایفای نقش می‌کند. تاکنون پژوهش‌های گوناگونی بر روی عوامل مهم کنترل مچ پا، انجام گرفته است، اما بازشناسی نقص عملکرد سیستم عصبی عضلانی در افرادی که کاهش تعادل پویا دارند و در معرض خطر اولین آسیب اسپرین مچ پا هستند و از طریق آزمون میدانی (آزمون Y) غربال می‌شوند، نیازمند پژوهش بیشتر است. استفاده از آزمون میدانی ساده، می‌تواند اطلاعات مفیدی را برای مربیان و دست‌اندرکاران امر ورزش فراهم کند تا ضمن غربالگری افراد از نظر تعادل پویا، با طراحی برنامه‌های تمرینی مناسب در جهت رفع نقایص مربوطه بکوشند تا پیشگیری لازم از اولین آسیب مچ پای ورزشکاران صورت پذیرد و امکان فعالیت مطمئن و به دور از هزینه و درد برای سالیان متمادی فراهم آید. از طرفی، تشخیص اختلال عملکرد سیستم عصبی عضلانی در افراد آسیب‌دیده، مورد توجه بوده است و انجام تحقیق در افراد سالم و بدون سابقهٔ آسیب‌دیدگی، با تعادل کمتر که در معرض خطر اسپرین مچ پا نیز هستند، ضروری به‌نظر می‌رسد.

با توجه به روشن بودن اهمیت پیشگیری از آسیب (۱۴) در مقایسه با درمان و توانبخشی که اغلب وقت‌گیر، همراه با درد، هزینه‌های بسیار زیاد درمانی و زندگی غیرطبیعی است (۲۶)، شناسایی عوامل خطر و پیشگیری از آسیب در افراد در معرض خطر را می‌توان به‌عنوان هدف عمده دنبال کرد. توسعهٔ برنامه‌های مؤثر در جهت پیشگیری از آسیب اسپرین مچ پا، به شناسایی افرادی که با خطر بیشتری مبتلا به این آسیب می‌شوند، مرتبط است. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، مقایسهٔ میزان فعالیت فیدفورواردی منتخبی از عضلات مچ پا در دختران فعال دانشگاهی در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا (با تعادل کمتر) با دختران سالم بود.

روش تحقیق

این تحقیق از نوع توصیفی- مقایسه‌ای، بدون اعمال مداخله بود. جامعهٔ آماری پژوهش دانشجویان دختر ۲۴-۱۸ سال مقطع کارشناسی رشتهٔ تربیت بدنی (دختران فعال دانشگاهی) دانشگاه تهران بودند. نمونه‌های آماری، براساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق، از میان ۱۱۴ دانشجوی دختر تربیت بدنی که به‌طور منظم در کلاس‌های عملی این رشته فعالیت داشتند، در مرحلهٔ غربالگری انتخاب شدند و شامل

۳۲ آزمودنی بودند. معیارهای ورود به تحقیق شامل دارا بودن شاخص تودهٔ بدنی یا BMI نرمال، دامنهٔ سنی ۲۴-۱۸ سال، کسب نمرهٔ ۱۵-۱۳ از پرسشنامهٔ سطح فعالیت بدنی بک[1] و کسب نمرهٔ تعادل پویا، طبق ملاک تحقیق بودند و معیارهای خروج از تحقیق را، سابقهٔ آسیب اسپرین مچ پا (آسیبی که نیازمند مراجعه به پزشک بوده و به از دست دادن یک جلسه یا بیشتر، از تمرین منجر شده بود، به‌عنوان سابقهٔ آسیب‌دیدگی در نظر گرفته شد)، سابقهٔ شکستگی، آسیب یا جراحی اندام تحتانی، ناهنجاری‌های اندام تحتانی، شامل کف پای صاف، زانوی پرانتزی، زانوی ضربدری، و زانوی عقب‌رفته که با ارزیابی بصری و در صورت لزوم با ارزیابی کمی تشخیص داده شد، سابقهٔ اختلالات سیستم وستیبولار[2] وجود بیماری‌هایی مثل دیابت و سابقهٔ فعالیت مستمر در ورزش‌هایی که نیازمند انجام تمرینات عصبی عضلانی، تعادلی، قدرتی و انعطاف‌پذیری اندام تحتانی بود، تشکیل می‌دادند. پس از انتخاب نمونه‌های تحقیق، ۳۲ آزمودنی به‌صورت هدفمند و براساس نمرات تعادل پویا (آزمون Y) به دو گروه ۱۶ نفری شامل گروه در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا (با تعادل کمتر) و گروه سالم (با تعادل بیشتر) تقسیم شدند. به‌منظور همسان‌سازی شاخص تودهٔ بدنی و سطح فعالیت بدنی آزمودنی‌های دو گروه، به‌ترتیب از BMI نرمال (۲۰-۲۵) و پرسشنامهٔ بک (کسب نمرهٔ ۱۵-۱۳) استفاده شد. پرسشنامهٔ بک، پرسشنامه‌ای بین‌المللی برای سنجش سطح فعالیت بدنی افراد است. در این پرسشنامه، افرادی که امتیاز ۱۳ و بالاتر را کسب کنند، به‌عنوان افراد فعال در نظر گرفته می‌شوند.

از آنجا که کنترل ضعیف پوسچر با افزایش خطر آسیب اسپرین مچ پا همراه است (۱۲،۱۳) و شواهد اخیر نیز نشان می‌دهند که عملکرد ضعیف در تعادل پویا که از طریق آزمون Y ارزیابی می‌شود، می‌تواند افراد را در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا قرار دهد (۱۴)، ازاین‌رو به‌منظور شناسایی افراد در معرض خطر این آسیب، از آزمون Y که آزمون میدانی معتبر برای سنجش کنترل پوسچر پویای افراد است، استفاده شد (۲۷،۲۸). بدین‌منظور، از دو معیار تعادل، یکی نمرهٔ ترکیبی نرمال‌شدهٔ تعادل فرد در سه جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی آزمون Y به روش پلیسکی[3] و دیگری، نمرهٔ نرمال‌شدهٔ تعادل فرد در جهت خلفی خارجی آزمون Y به روش نورنها[4] استفاده شد (۱۴،۲۹). نمرهٔ ترکیبی نرمال‌شدهٔ تعادل، عبارت بود از میانگین مجموع ماکزیمم فاصلهٔ رسیدن فرد در سه جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی

1. Beck
2.Vestibular
3. Plisky
4. Noronha

خارجی در اجرای آزمون Y به روش پلیسکی (۲۰۰۶) تقسیم بر طول اندام تحتانی، ضربدر عدد ۱۰۰، (۲۹). همچنین نمرهٔ نرمال‌شدهٔ تعادل فرد در جهت خلفی خارجی، عبارت بود از ماکزیمم فاصلهٔ رسیدن فرد در جهت خلفی خارجی، در اجرای آزمون Y به روش نورنها (۲۰۱۳) تقسیم بر طول اندام تحتانی، ضربدر عدد ۱۰۰، (۱۴). هر آزمودنی، آزمون Y را به هر دو شیوهٔ پلیسکی و نورنها اجرا می‌کرد و نمراتش ثبت می‌شد. نحوهٔ اجرای آزمون Y بدین‌صورت بود که آزمودنی، بدون کفش در مرکز شبکه‌ای از خطوط که با متر نواری مدرج شده بود، می‌ایستاد. خطوط در سه جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی از مرکز شبکهٔ امتداد پیدا می‌کردند، به‌طوری‌که دو جهت خلفی با هم زاویهٔ ۹۰ درجه و با جهت قدامی زاویهٔ ۱۳۵ درجه را می‌ساختند. در هر دو روش نورنها و پلیسکی، پس از تنظیم پای آزمودنی در مرکز شبکه، از آزمودنی خواسته می‌شد تا درحالی‌که دست‌های خود را بر روی لگن خود قرار داده است، بر روی پای غالب خود قرار گیرد و تا حد ممکن با نوک انگشت شست پای دیگر خود، به‌آرامی هر یک از خطوط روی زمین را لمس کند (۱۴،۲۹). آزمون در هر جهت، سه بار اجرا می‌شد و بیشترین فاصلهٔ دستیابی، به‌عنوان نمرهٔ خام فاصلهٔ رسیدن در هر جهت در نظر گرفته می‌شد. برای امکان مقایسهٔ نمرات تعادل بین آزمودنی‌ها، نمرهٔ خام فاصلهٔ رسیدن، بر طول اندام تحتانی تقسیم و ضربدر ۱۰۰ می‌شد و بدین طریق داده‌ها نرمال می‌شدند (۲۹). پس از ثبت نتایج آزمونY آزمودنی‌هایی که نمرهٔ ترکیبی نرمال‌شدهٔ تعادل آنها در سه جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی به روش پلیسکی (۲۰۰۶) کمتر از ۹۴ درصد و همچنین نمرهٔ نرمال‌شدهٔ تعادل کمتر از ۸۰ درصد، در جهت خلفی خارجی به روش نورنها (۲۰۱۳) را به‌دست می‌آوردند، در گروه در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا (با تعادل کمتر) و آزمودنی‌هایی که نمرات تعادلی بالاتر از دو معیار مذکور (۹۴ و ۸۰ درصد) را کسب می‌کردند، در گروه سالم (با تعادل بیشتر) قرار می‌گرفتند. برای حصول اطمینان از وجود یا نبود خطر آسیب اسپرین مچ پا، افرادی انتخاب شدند که نمرات آنها فاصلهٔ بیشتری از دو معیار ۹۴ و ۸۰ درصد، داشت. همچنین طول اندام تحتانی، در حالتی که آزمودنی به حالت طاقباز دراز کشیده بود، از طریق اندازه‌گیری فاصلهٔ بین خار خاصرهٔ قدامی فوقانی لگن خاصره تا قوزک داخلی پا از طریق متر نواری به‌دست می‌آمد (۱۴).

میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلات منتخب مچ پا از طریق اجرای تکلیف پرش- فرود و با دستگاه الکترومیوگرافی سنجیده شد. عضلات مورد بررسی در این تحقیق شامل عضلات پرونئوس‌لانگوس، تیبیالیس قدامی، گاستروکنمیوس خارجی و سولئوس بود. دستگاه الکترومیوگرافی ۱۶ کاناله، مدل ME6000 و محصول شرکت Megawin کشور فنلاند بود. به‌منظور دریافت و ثبت سیگنال‌های الکتریکی

عضلات، از الکترودهای سطحی به قطر ۱ سانتی‌متر استفاده شد. تعیین محل چسباندن الکترودها به روش استاندارد اروپا[1] انجام گرفت. بدین‌صورت که محل نصب الکترودها در عضلهٔ پرونئوس‌لانگوس، در یک‌چهارم فاصلهٔ خط بین سر استخوان فیبولا[2] و قوزک خارجی، در عضلهٔ تیبیالیس قدامی، در یک‌سوم فاصلهٔ خط بین سر استخوان فیبولا و قوزک داخلی، در عضلهٔ گاستروکنمیوس خارجی، در یک‌سوم فاصلهٔ خط بین سر استخوان فیبولا و پاشنهٔ پا و در عضلهٔ سولئوس، در دوسوم فاصلهٔ خط بین کندیل داخلی ران و قوزک داخلی مچ پا، شناسایی و تعیین شدند (۳۰). پس از شناسایی محل‌های مربوطه جهت نصب الکترود، ابتدا به‌منظور آماده‌سازی سطح پوست و کاهش مقاومت آن، با تیغ یک بار مصرف، موها و کرک‌های ناحیهٔ نصب الکترود، تراشیده و در ادامه، محل مربوطه با پدهای آغشته به الکل، تمیز شده و با دستمال کاغذی، خشک شد. سپس الکترودها، در محل مربوطه بر روی هر عضلهٔ موردنظر چسبانده شدند. الکترودها، طوری بر روی عضله در محل مربوطه نصب می‌شدند که فاصلهٔ مرکز به مرکز بین دو الکترود، ۲ سانتی‌متر بود. همچنین الکترودها در راستای جهت تارهای عضلهٔ موردنظر چسبانده شدند. الکترود زمین نیز در فاصله‌ای مناسب از عضلات و بر روی یک نشانهٔ استخوانی[3] قرار گرفت. همچنین به‌منظور اطمینان از نصب صحیح الکترودها، از یک انقباض ایزومتریک در عضلهٔ موردنظر استفاده شد. برای کاهش هرچه بیشتر نویز[4] احتمالی ناشی از حرکت کابل‌های دستگاه الکترومیوگرافی، سیم‌ها و کابل‌های مربوطه، به‌وسیلهٔ چسب کاغذی بر روی سطح پوست ثابت شدند (۱۶،۱۷،۳۱،۳۲). پس از نصب الکترودها، دستگاه الکترومیوگرافی به کمر آزمودنی بسته شد و ثبت سیگنال‌های الکتریکی عضلات حین انجام تکلیف پرش- فرود انجام گرفت. همچنین برای ثبت لحظهٔ تماس پای آزمودنی با زمین در هنگام فرود، از سوئیچ پایی که از یک طرف، به‌وسیلهٔ چسب کاغذی به کف پنجهٔ پای آزمودنی و از طرف دیگر، از طریق دو رشته سیم به کابل دستگاه الکترومیوگرافی متصل می‌شد، استفاده گردید. نحوهٔ انجام تکلیف پرش- فرود بدین‌صورت بود که از آزمودنی خواسته شد تا بر روی سکوی پرش به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر با پای غیر آزمون بایستد، درحالی‌که دست‌های خود را بر روی کمر قرار داده و پای مورد آزمون (پای غالب) را از زانو خم کرده و در حالت ریلکس قرار می‌داد (شکل۱، الف). در این حالت از وی خواسته شد تا به میزان ۵

1. Seniam
2. Fibula
3. Landmark
4. Noise

سانتی‌متر به بالا بپرد و با پای مورد آزمون (پای غالب) در جلوی سکوی پرش، فرود آید و تعادل خود را به مدت ۳ ثانیه حفظ کند (۱۶،۱۷،۳۱)(شکل ۱، ب).

به‌منظور اینکه ارتفاع پرش در تمامی آزمودنی‌ها یکسان باشد، از صفحهٔ تنظیم ارتفاع پرش از جنس مقوای فشرده، که به سقف آزمایشگاه وصل شده بود، استفاده شد. بدین‌صورت که پس از ایستادن آزمودنی بر روی سکوی پرش، ارتفاع سر آزمودنی تا صفحهٔ تنظیم ارتفاع، ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و از آزمودنی خواسته می‌شد که موقع پرش، تا این ارتفاع بپرد. صفحه کمی جلوتر از سر آزمودنی نصب می‌شد. پرش‌های بیشتر و کمتر از این میزان در نظر گرفته نمی‌شدند. شایان ذکر است که قبل از آزمون اصلی، ابتدا آزمودنی‌ها در ارتفاع کمتر و مساوی ۴۰ سانتی‌متر با آزمون پرش– فرود آشنا می‌شدند.

(الف) (ب)

شکل ۱. نحوهٔ اجرای تکلیف پرش- فرود

ثبت فعالیت الکتریکی عضلات در ۵ کوشش صحیح پرش- فرود با فاصلهٔ استراحت ۱ دقیقه برای هر فرد انجام گرفت و پس از تجزیه‌وتحلیل سیگنال‌ها و استخراج داده‌ها، میانگین میزان فعالیت فیدفوروواردی هر عضله، در ۵ بار اندازه‌گیری استفاده شد (۱۶،۳۱). همچنین به‌منظور فراهم کردن امکان مقایسهٔ آزمودنی‌ها و نرمال کردن داده‌های میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلات، حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک عضلات منتخب در ۲ تکرار، و هر تکرار به مدت ۵ ثانیه برای هر عضله ثبت شد (۱۶،۳۱،۳۳). به‌منظور

محاسبهٔ میزان فعالیت فیدفورواردی عضلات منتخب، از نرم‌افزار Megawin نسخهٔ ۳ استفاده شد. میزان فعالیت فیدفورواردی عضلات، در بازهٔ زمانی ۲۰۰ میلی‌ثانیه قبل از لحظهٔ تماس پا با زمین در این نرم‌افزار در نظر گرفته و محاسبه شد (۱۶،۱۹،۲۳،۳۱). بدین‌منظور، ابتدا سیگنال‌های خام مربوط به فعالیت عضلات، در این نرم‌افزار بررسی و از طریق الگوریتم RMS[1] با ثابت زمانی ۵۰ میلی‌ثانیه مورد پردازش قرار گرفتند (۱۶،۳۱،۳۳). آنگاه میانگین مقادیر استخراج‌شده برای هر عضله در ۵ کوشش پرش- فرود، به میانگین مقادیر حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک در آن عضله، تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شد و به‌عنوان دادهٔ میزان فعالیت فیدفورواردی هر عضله به‌منظور تجزیه‌وتحلیل آماری استفاده شد.

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل آماری اطلاعات جمع‌آوری‌شده، از نسخهٔ ۲۰ نرم‌افزار SPSS، استفاده شد. ابتدا با آزمون آماری کولموگروف اسمیرنوف، نرمال بودن توزیع داده‌ها، تأیید شد. سپس به‌منظور اطمینان از همگن بودن دو گروه تحقیق در ویژگی‌های فردی، شامل، سن، قد، وزن و شاخص تودهٔ بدنی، همچنین بررسی وجود اختلاف در نمرات تعادل دو گروه تحقیق، از آزمون تی مستقل استفاده شد. در ادامه، برای مقایسهٔ میزان فعالیت فیدفورواردی عضلات بین دو گروه تحقیق، از تحلیل واریانس چندمتغیری (MANOVA) استفاده شد. سطح معناداری $\alpha \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های فردی و نمرات تعادل، همچنین مقدار p گزارش‌شدهٔ حاصل از نتایج آزمون تی مستقل در بررسی وجود اختلاف در ویژگی‌های فردی، و نمرات تعادل آزمودنی‌های دو گروه تحقیق، در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که در ویژگی‌های فردی شامل سن، قد، وزن و BMI بین دو گروه تفاوت معناداری وجود نداشت ($P > ۰/۰۵$). این نتایج، مؤید همگن بودن آزمودنی‌های دو گروه تحقیق در این متغیرها بود. همچنین در نمرات تعادل، بین دو گروه تحقیق تفاوت معناداری مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$) که نشان‌دهندهٔ اطمینان از صحت تفکیک دو گروه تحقیق به سالم و در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا بود.

1. Root Mean Square

جدول ۱. مقدار p گزارش‌شدهٔ حاصل از نتایج آزمون تی مستقل در بررسی وجود اختلاف در ویژگی‌های فردی و نمرات تعادل بین دو گروه تحقیق

متغیر	گروه سالم انحراف معیار± میانگین	گروه در معرض اسپرین مچ پا انحراف معیار± میانگین	p
سن (سال)	۲۰/۳۱ ± ۱/۶۲	۱۹/۸۱ ± ۱/۴۲	۰/۳۶
قد (سانتی‌متر)	۱۶۵/۷۶ ± ۵/۱۱	۱۶۲/۲۶ ± ۵/۸۷	۰/۰۸
وزن (کیلوگرم)	۵۹/۸۶ ± ۶/۹۲	۵۴/۸۷ ± ۷/۳۹	۰/۰۶
BMI (کیلوگرم بر مجذور متر)	۲۱/۸۲ ± ۲/۳۱	۲۰/۸۴ ± ۲/۴۵	۰/۲۵
نمرهٔ ترکیبی تعادل در سه جهت آزمون Y(درصد)	۹۸/۹۱ ± ۳/۸۳	۸۶/۷۳ ± ۴/۱۳	*۰/۰۰۱
نمرهٔ تعادل در جهت خلفی خارجی آزمون Y(درصد)	۹۵/۶۸ ± ۵/۹۲	۷۵/۶۳ ± ۴/۰۷	*۰/۰۰۱

برای مقایسهٔ میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلات پرونئوس‌لانگوس، تیبیالیس قدامی، سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی بین دو گروه، از آزمون تحلیل واریانس چندمتغیری استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است. این نتایج نشان داد هنگامی‌که میزان فعالیت فیدفوروواردی هر چهار عضلهٔ مذکور، به‌طور همزمان در نظر گرفته می‌شود، بین دو گروه تحقیق تفاوت معناداری وجود دارد (P<۰/۰۵). نتایج، مقدار مجذور اتا سهمی[1]یا میزان اندازه اثر را، ۰/۲۹ نشان داد که حاکی از اثر بزرگ محدودیت تعادل (در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا) بر میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلات بود (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیری برای مقایسهٔ میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلات، بین دو گروه سالم(n=۱۶) و در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا (n=۱۶)

متغیر	Wilks' Lambda	F	df	p	مجذور اتا سهمی
میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلات (MVC ٪)	۰/۷۰	۲/۸۳	۴/۰۰	۰/۰۴	۰/۲۹

1. Partial Eta Squared

در ادامه، نتایج تأثیرات درون‌گروهی تجزیه‌وتحلیل واریانس چندمتغیری به تفکیک هر عضله نیز نشان داد که در میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلهٔ پرونئوس‌لانگوس (P=۰/۰۳ و مجذور اتا سهمی۰/۱۴) و میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلهٔ سولئوس (P=۰/۰۴ و مجذور اتا سهمی ۰/۱۳) حین تکلیف پرش- فرود بین دختران با تعادل بیشتر (سالم) و دختران با تعادل کمتر (در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا) تفاوت معناداری وجود دارد (P<۰/۰۵). اما نتایج تحلیل واریانس، اختلاف معناداری را در میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلهٔ گاستروکنمیوس خارجی و عضلهٔ تیبیالیس قدامی، بین دو گروه تحقیق نشان نداد (P >۰/۰۵) (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج تأثیرات درون‌گروهی تحلیل واریانس چندمتغیری برای مقایسهٔ میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلات منتخب بین دو گروه سالم و در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا

متغیر	عضله	گروه	Mean±SD	Df	F	P	Partial Eta Squared
میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلات (٪MVC)	پرونئوس لانگوس	سالم	۵۳/۳۱±۱۵/۸۶	۱	۴/۹۹	۰/۰۳	۰/۱۴
		در معرض خطر اسپرین	۳۹/۱۸±۹۰/۰۲				
	تیبیالیس قدامی	سالم	۲۳/۶±۲۳/۷۵	۱	۰/۶۰	۰/۴۴	۰/۰۲
		در معرض خطر اسپرین	۲۱/۶±۴۶/۱۰				
	سولئوس	سالم	۹۱/۲۷±۳۸/۲۸	۱	۴/۶۳	۰/۰۴	۰/۱۳
		در معرض خطر اسپرین	۷۳/۳۱±۸۷/۷۱				
	گاستروکنمیوس خارجی	سالم	۸۸/۲۷±۶۶/۵۶	۱	۰/۴۹	۰/۴۸	۰/۰۱
		در معرض خطر اسپرین	۸۱/۲۹±۴۹/۸۸				

بحث و نتیجه‌گیری

پیش از این اشاره شد، فعالیت فیدفوروواردی یا پیش‌فعالیت عضلات که قبل از برخورد پا با زمین شروع می‌شود، بیانگر استراتژی کنترل حرکتی مرکزی است که در آن سیستم عصبی مرکزی از طریق پیش‌بینی زمان و میزان وقوع برخورد، عضلات را برای جذب نیروهای تماسی آماده می‌کند (۲۲). اعتقاد بر این است

که مکانیسم فیدفوروارد مکانیسم مهمی در پیشگیری از آسیب است (۳۴). در مچ پا، فرایند فیدفوروارد شامل فعالیت عضلات اطراف مفصل قبل از شروع محرک (فرود)، به‌منظور کنترل ثبات پویا است (۲۴). در تحقیق حاضر، نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیری نشان داد که در میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلات مورد مطالعه، بین دو گروه تحقیق تفاوت معناداری وجود دارد (P<۰/۰۵). نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس در هر عضله نیز حاکی از این بود که دختران در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا (با تعادل کمتر) کاهش معناداری را در میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلهٔ پرونئوس‌لانگوس و سولئوس، نسبت به دختران سالم، حین انجام یک تکلیف پرش- فرود دارند (P<۰/۰۵). همچنین با اینکه در عضلات گاستروکنمیوس و تیبیالیس قدامی در دختران در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا نسبت به دختران سالم در حین تکلیف پرش- فرود، کاهش میانگین فعالیت فیدفوروواردی مشاهده شد، این میزان کاهش فعالیت از نظر آماری معنادار نبود (P>۰/۰۵).

در راستای تفسیر نتایج تحقیق حاضر شاید بتوان گفت از آنجا که عضلهٔ تیبیالیس قدامی یک اینورتور اصلی در مفصل مچ پاست، اگر یافته‌های ما، فعالیت بالاتر این عضله را قبل از لحظهٔ فرود در آزمودنی‌ها با تعادل کمتر نسبت به گروه کنترل نشان می‌داد، فعالیت بالاتر این عضله، احتمالاً می‌توانست حاکی از این باشد که این آزمودنی‌ها مستعد اسپرین مچ پا هستند. همچنان که رایت و همکاران بیان داشتند، هنگامی‌که مجموعهٔ پا و مچ پا در لحظهٔ تماس پا با زمین در حالت اینورژن قرار می‌گیرد، بازوی گشتاور در مفصل ساب تالار[1] افزایش می‌یابد و موجب سوپینیشن[2] بیش‌ازحد در مچ پا و چرخش داخلی آن می‌شود (۳۵). اما یافته‌های تحقیق حاضر، تفاوت معناداری را در میزان فعالیت فیدفوروواردی عضلهٔ تیبیالیس قدامی پیش از لحظهٔ تماس پا با زمین، بین دو گروه نشان نداد. بنابراین شاید بتوان سوپینیشن افزایش‌یافته یا اینورژن بیش‌ازحد در مچ پا را که می‌تواند موجب اسپرین مچ پا شود، به عملکرد نامناسب عضلهٔ مخالف تیبیالیس قدامی، یعنی پرونئوس‌لانگوس، در این آزمودنی‌ها نسبت داد.

پرونئوس لانگوس، یک عضلهٔ اورتور اصلی در مفصل مچ پاست. بنابراین ثبات‌دهندهٔ مهم در برابر یک اینورژن بیش‌ازحد و ناگهانی است (۲۱). نقش این عضله در مچ پا به‌عنوان مکانیسم دفاعی پویا در برابر گشتاورهای اینورتوری مطرح شده است (۳۶). تراپ اظهار می‌دارد که اگر مفصل مچ پا به محض تماس پا با زمین در وضعیت اینورژن بیشتر قرار گیرد (اورژن کمتر)، مفصل مچ پا متحمل یک بار اینورژن

1. Subtalar
2. Supination

خارجی می‌شود. بنابراین پتانسیل آسیب هایپر اینورژن[1] و اسپرین لیگامنت خارجی در مچ پا افزایش می‌یابد (۳۷). براساس نتایج مطالعات پیشین، از آنجا که فعالیت رفلکسی در عضلات پرونئال، به‌قدر کافی نمی‌تواند سریع اتفاق بیفتد تا مچ پا را از آسیب به‌علت یک اینورژن غیرقابل انتظار محافظت کند. ازاین‌رو بیان شده است که محافظت از مفصل مچ پا در برابر یک اینورژن ناگهانی و پیش‌بینی‌نشدنی، مستلزم فعالیت عضلات پرونئال، قبل از لحظهٔ تماس پا با زمین است (۳۸). از طرفی برخی محققان، ظرفیت و توانایی عضلهٔ پرونئوس‌لانگوس را در فرودها، برای پاسخگویی مؤثر و سریع بعد از ایجاد یک گشتاور اینورژنی مچ پا نیز زیر سؤال برده‌اند. بنابراین انتظار می‌رود که عضلهٔ پرونئوس‌لانگوس، باید پیش از زمان برخورد پا با زمین فعال شود تا قادر به تولید گشتاور اورتوری باشد یا اینکه بزرگی گشتاور اینورتوری را در اطراف مفصل مچ پا کنترل کند. بنابراین عملکرد پرونئوس‌لانگوس قبل از زمان برخورد پا با زمین بسیار حائز اهمیت است (۲۱). نپتون و همکاران مشاهده کردند که عضلهٔ پرونئوس‌لانگوس قبل از شروع برخورد پا با زمین در آزمودنی‌های سالم، فعال می‌شود و بیان داشتند که این فعالیت به ثبات در مفصل ساب تالار کمک می‌کند (۳۹). سین‌سورین و همکاران (۲۰۱۳) افزایش فعالیت پرونئوس‌لانگوس را در سراسر تکلیف پرش- فرود در افراد ورزشکار سالم، بدون سابقهٔ اسپرین مچ پا نشان دادند و اظهار داشتند که این عضلات از چرخش بیش‌ازحد مفصل ساب‌تالار جلوگیری می‌کنند. همچنین فعالیت بالاتر پرونئوس‌لانگوس نسبت به تیبیالیس قدامی در فاز پیش از فرود مشاهده شد. آنان بیان داشتند که فاز مقدماتی (پیش از فرود) برای کنترل مچ پا در وضعیت مناسب حائز اهمیت است تا بتواند به نیروهای برخورد با زمین در طی فرود پاسخ دهد. اظهار شده است که عضلهٔ پرونئوس‌لانگوس ممکن است به کاهش خطر اسپرین مچ پا کمک کند و بیان کردند که خطر اسپرین مچ پا احتمال دارد در پی کاهش فعالیت پرونئوس‌لانگوس افزایش یابد (۴۰). سانتلو، نشان داد که شروع فعالیت عضله مرتبط با لحظهٔ برخورد پا با زمین است. بنابراین اگر شروع فعالیت عضله در ارتباط با آغاز برخورد با زمین، سریع‌تر اتفاق بیفتد، افزایش در فعالیت پیش از فرود به آمادگی بیشتر سیستم برای دریافت بارهای وارده بر مفصل منجر می‌شود. اگر زمان آغاز فعالیت عضله دیرتر اتفاق بیفتد، کاهش فعالیت عضله پیش از فرود، ظرفیت پاسخ مناسب را برای دریافت بارهای وارده بر مفصل کاهش می‌دهد (۲۲).

1. Hyper inversion

یافته‌های تحقیق حاضر نیز نشان داد، دخترانی که تعادل پویای کمتری دارند و در معرض خطر اولین آسیب اسپرین مچ پا هستند، به‌طور معناداری در عضلهٔ پرونئوس‌لانگوس دارای میزان فعالیت فیدفورواردی کمتری، حین یک مانور پرش- فرود، ۲۰۰ میلی‌ثانیه پیش از برخورد پا با زمین، نسبت به گروه کنترل هستند (P<۰/۰۵). این یافتهٔ تحقیق با نتایج کالفایلد و همکاران (۲۰۰۴) دلاهانت و همکاران (۲۰۰۶) و سودا و همکاران (۲۰۰۹) همسوست. این محققان نیز فعالیت کمتر پرونئوس‌لانگوس را در یک مانور پرش- فرود، پیش از تماس پا با زمین در افراد با بی‌ثباتی مچ پا گزارش کردند (۱۸،۱۹،۲۱). اگرچه آزمودنی‌های این تحقیقات، افرادی با سابقهٔ اسپرین و دارای بی‌ثباتی مچ پا بودند و با آزمودنی‌های تحقیق حاضر متفاوت‌اند، آنچه در این تحقیقات مبرهن و واضح است، این است که تمامی این محققان، تغییر یا فعالیت کمتر در عضلهٔ پرونئوس‌لانگوس در این افراد را مرتبط با آسیب اسپرین مجدد در مچ پای آنها دانسته‌اند و میزان فعالیت کمتر این عضله را به‌عنوان فاکتوری که احتمالاً فرد را در معرض خطر اسپرین قرار می‌دهد، بررسی کرده‌اند. یافته‌های تحقیق ما نیز فعالیت کمتر عضلهٔ پرونئوس‌لانگوس را در آزمودنی‌ها با تعادل کمتر در ۲۰۰ میلی‌ثانیه قبل از لحظهٔ برخورد پا با زمین حین انجام پرش- فرود نشان داد. این کاهش فعالیت نیز می‌تواند این افراد را مستعد آسیب اسپرین مچ پا کند و خطر ابتلا به اولین آسیب اسپرین را در این افراد افزایش دهد.

در همین زمینه، دلاهانت و همکاران اظهار داشتند که کاهش فعالیت پرونئوس‌لانگوس پیش از تماس پا با زمین، مفصل مچ پا را در موقعیت آسیب‌پذیر مثل وضعیت اینورژن بیشتر قرار می‌دهد و هر تماس و برخورد پیش‌بینی‌نشدنی پا با زمین، می‌تواند موجب هایپر اینورژن شود. این محققان در بررسی داده‌های کینماتیکی و الکترومیوگرافی به‌طور همزمان نشان دادند، همچنان که در طی فرود، فعالیت فیدفورواردی پرونئوس‌لانگوس کاهش می‌یابد، مفصل مچ پا در وضعیت اینورژن بیشتری در فاصلهٔ زمانی ۲۰۰ تا ۹۵ میلی‌ثانیه قبل از لحظهٔ تماس پا با زمین قرار می‌گیرد (۱۹). یافته‌های ما نیز کاهش فعالیت پرونئوس‌لانگوس را در ۲۰۰ میلی‌ثانیه قبل از لحظهٔ تماس پا با زمین در آزمودنی‌ها با تعادل کمتر که در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا بودند، نشان داد. بنابراین کاهش فعالیت پرونئوس‌لانگوس در فاز پیش از فرود، می‌تواند توضیحی برای ظرفیت کسب ابتلا به اسپرین ناشی از اینورژن بیش‌ازحد در مچ پای آزمودنی‌های تحقیق حاضر باشد.

نتایج تحقیق حاضر، فعالیت کمتر عضلهٔ سولئوس را به‌طور معناداری در ۲۰۰ میلی‌ثانیه قبل از لحظهٔ فرود پا با زمین، حین تکلیف پرش- فرود در دختران با تعادل پویای کمتر که در معرض خطر اسپرین

مچ پا بودند، نسبت به گروه دختران سالم نشان داد (P<۰/۰۵). در این زمینه، میکینلی و همکاران راهبردهای حرکتی در فرود پس از یک پرش را در دختران ۲۳-۱۶ سال سالم بررسی کردند. آنها نشان دادند که آزمودنی‌ها با کوتاه‌ترین زمان ثبات پوسچری پویا، هر سه عضلهٔ بزرگ گاستروکنمیوس، سولئوس و تیبیالیس قدامی را قبل از فرود فعال می‌کنند. آنان اظهار داشتند که عضلات ساق پای آزمودنی‌ها با نمرات ثبات پوسچری ضعیف، دارای فعالیت پیش‌بین (فعالیت فیدفورواردی) کم یا بدون فعالیت پیش‌بین هستند (۲۵) که با نتایج تحقیق حاضر همسوست.

عضلهٔ سولئوس نیز عملکرد محافظتی مهمی در مجموعهٔ پا و مچ پا، پیش از برخورد پا با زمین در هنگام فرود دارد (۱۷). سانتلو و ام‌سی‌دوناچ اظهار داشتند که هم‌انقباضی هر دو عضله سولئوس و تیبیالیس قدامی در طی یک فرود، قبل و بعد از برخورد پا با زمین احتمالاً مسئول کنترل سفتی مفصل هستند (۴۱). فعالیت پیش از فرود عضلهٔ سولئوس، سفتی مفصل را پیش از وقوع بارگیری مکانیکی (برخورد با زمین) افزایش داده و با بهبود عکس‌العمل به سطح فرود، به فرد اجازه می‌دهد که به‌طور صحیح با فرو ریختن اندام تحتانی مقابله کند (۳۱). ویکستروم و همکاران در آزمودنی‌های سالم فعال دانشگاهی و بدون سابقهٔ آسیب‌دیدگی در اندام تحتانی نشان دادند که پرش- فرود موفق، نیازمند فعالیت فیدفورواردی و فیدبکی عضلات اندام تحتانی برای کاهش فروپاشی آن به‌طور مؤثر و صحیح است. در پرش- فرود ایمن، عضلات اندام تحتانی باید سرعت مرکز جرم بدن را به سمت پایین کاهش دهند و ثبات لازم را ایجاد کنند. ازاین‌رو اگر فرد قادر نباشد با فروپاشی اندام تحتانی از طریق کاربرد گشتاورهای اکستنسوری (پلانتارفلکسوری) برای کاهش سرعت بدن به سمت پایین مقابله کند، فرود موفقیت‌آمیز نداشته و آسیب در اندام تحتانی ایجاد خواهد شد. نتایج ویکستروم نشان داد که تکلیف پرش– فرود موفق، نیازمند فعال‌سازی سریع‌تر و دامنهٔ فعالیت فیدفورواردی بیشتر در عضلات اندام تحتانی است. فعالیت فیدفورواردی عضلات در تنظیم سفتی عضلات نقش کمک‌کننده دارد و افزایش سفتی عضلانی به ایجاد ثبات بیشتر در مفصل منجر می‌شود و مفصل را از آسیب محافظت می‌کند (۴۲). بنابراین در راستای نتایج تحقیق حاضر شاید بتوان کاهش مشاهده‌شده در فعالیت عضلهٔ سولئوس را، ۲۰۰ میلی‌ثانیه قبل از فرود که می‌تواند به کاهش سفتی این عضله و در نتیجه ثبات کمتر در مفصل مچ پا منجر شود، توجیهی برای ظرفیت ابتلای دختران با تعادل کمتر به خطر اولین آسیب اسپرین مچ پا معرفی کرد.

همچنین هرچند کاهش در میزان فعالیت فیدفورواردی عضلهٔ گاستروکنمیوس خارجی در گروه در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا نسبت به گروه سالم مشاهده شد، نتایج تحلیل واریانس نشان داد که از نظر آماری معنادار نبود که علت آن را محقق نمی‌داند و به تحقیقات بیشتر در این زمینه نیاز است.

در تبیین یافته‌های تحقیق می‌توان گفت در طی فرود به سمت پایین، عضلات پا، آوران‌های عصبی را برای کنترل ویژگی‌های مکانیکی خود در مانور مناسب به‌منظور فرود نرم، دریافت می‌کنند (۴۱). حس عمقی، مجموع آوران‌های عصبی به سیستم عصبی مرکزی ناشی از گیرنده‌های موجود در کپسول مفصلی، لیگامنت‌ها، عضلات، تاندون‌ها و پوست است. اختلال آوران‌های عصبی از این گیرنده‌ها، نه‌تنها روی حس حرکت و وضعیت، بلکه روی رفلکس حس عمقی برای کنترل پوسچر و هماهنگی نیز تأثیر می‌گذارند (۴۳). همچنین حس عمقی ضمن کمک به ثبات پویای مفصل و حفظ کنترل پوسچر، به برنامه‌نویسی حرکتی برای کنترل عصبی عضلانی مورد نیاز برای حرکات دقیق و صحیح نیز کمک می‌کند (۴۴). اطلاعات آوران، نقش مهمی در کنترل پیش‌فعالیت حرکات ایفا می‌کنند. سیستم عصبی از اطلاعات آوران برای تنظیم سفتی عضلانی و به‌روز کردن مدل‌های داخلی از پیش برنامه‌ریزی‌شده برای کنترل پیش‌فعالیت حرکات استفاده می‌کند (۱۷). در واقع کنترل حرکتی فیدفورواردی شامل حرکات برنامه‌ریزی‌شده براساس تجارب گذشته است (۳۸). پیام‌های آوران در درازمدت تجربیاتی را در اختیار سیستم عصبی قرار می‌دهند که این سیستم با اتکا به آنها برنامه‌های کنترل حرکتی را برنامه‌ریزی می‌کند. اختلال در حس عمقی مفصل مچ پا و پیام‌های آوران تغییریافته، می‌تواند موجب تغییر فرمان‌های حرکتی که به‌صورت فیدفورواردی به عضلات ارائه می‌شوند، شود (۱۶،۳۱). در این زمینه شاید بتوان فعالیت فیدفورواردی کمتر عضلهٔ پرونئوس لانگوس و سولئوس را در افراد با تعادل کمتر که در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا هستند، مرتبط با اطلاعات نامناسب و خطای حس عمقی مچ پای این آزمودنی‌ها دانست.

براساس یافته‌های پژوهش حاضر، فعالیت فیدفورواردی کمتری در عضلات پرونئوس‌لانگوس و سولئوس افراد با تعادل پویای کمتر که از طریق آزمون Y غربال شده بودند، حین تکلیف پرش- فرود نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. فعالیت کمتر این عضلات در افراد با تعادل کمتر، احتمالاً ثبات مچ پا را در این افراد به خطر می‌اندازد و آنها را در معرض خطر آسیب اسپرین مچ پا قرار می‌دهد. در همین زمینه پیشنهاد می‌شود، در برنامه‌های غربالگری ورزشکاران، پیش از شروع فصل مسابقات و تمرینات، از آزمون میدانی Y که ابزاری معتبر، سریع و با اجرای آسان برای ارزیابی تعادل پویاست، استفاده شود و

پس از شناسایی افراد با تعادل پویای کمتر که در معرض خطر اسپرین مچ پا هستند، نسبت به طراحی تمرینات کنترل عصبی عضلانی در جهت بهبود عملکرد عصبی عضلانی عضلات اطراف مچ پا، اقدام شود و برای این افراد تجویز شود.

تشکر و قدردانی

در پایان از همکاری مسئولان محترم آزمایشگاه حرکات اصلاحی دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تهران و افرادی که به‌عنوان آزمودنی در این تحقیق شرکت داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود. شایان ذکر است که این مقاله، برگرفته از رسالهٔ مقطع دکتری در دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تهران است.

منابع و مآخذ

1. Morrison KE, Kaminski TW. Foot characteristics in association with inversion ankle injury. Journal of Athletic Training. 2007;42(1):135-142.
2. Fong DTP, Hong Y, Chan LK, Yung PSH, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. Sports Medicine. 2007;37(1): 73-94.
3. McKeon PO, Mattacola CG. Interventions for the prevention of first time and recurrent ankle sprains. Clinics in sports medicine. 2008;27(3):371-382.
4. Pollock KM. The star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school football player [MSc]. Toledo University; 2010.
5. Comfort P, Abrahamson E. Sports rehabilitation and injury prevention. Wiley-Blackwell; 2010.
6. Hertel J. Overview of the etiology of chronic ankle instability. In 3rd International Ankle Symposium. Dublin; 2006.
7. Akbari M, Karimi H, Farahini H, Faghihzadeh S. Balance problems after unilateral lateral ankle sprains. Journal of rehabilitation research and development. 2006;43(7):819-828.
8. Knight AC, Weimar WH. Effects of inversion perturbation after step-down on the latency of the peroneus longus and peroneus brevis. Journal of applied biomechanics. 2011;27(4):283-290.
9. Dinesha A, Prasad A. Effect of 2-week and 4-week wobble board exercise program for improving the muscle onset latency and perceived stability in basketball players with recurrent ankle sprain. Indian Journal Physiother Occup Ther. 2011;5(1):27-32.
10. Chen Q. Comparison of methods simulating the ankle sprain mechanism: Inversion drop test and landing on a slanted surface [MSc]. Tennessee University; 2009.
11. Janssen KW, Hendriks MRC, Mechelen WV, Verhagen E. The cost-effectiveness of measures to prevent recurrent ankle sprains results of a 3-arm randomized controlled trial. The American Journal of Sports Medicine. 2014;42(7):1534-1541.

12. McKeon PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing. Journal of Athletic Training. 2008;43(3):293-304.
13. McGuine T, Greene J, Best T, Leverson G. Balance as a predictor of ankle injuries in highe school basketball players. Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine. 2000;10(4):239-244.
14. Noronha M, França L, Haupenthal A, Nunes G. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: A prospective study. Scadinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2013;23(5):541-547.
15. Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. Measurement in physical education and exercise science. 2003;7(2):89-100.
16. Kalantariyan M, Minoonejad H, Rajabi R, Beyranvand R, Zahiri A. [The comparison of the electromyography activity of selected muscles of the ankle joint in athletes with ankle dorsiflexion range of motion limitation with healthy athletes during the single-leg jump landing (In Persian)]. J Rehab Med. 2013;2(2):14-23.
17. Samadi H. The effect of neuromuscular training on electromyographic parameters of selective calf muscles in male athletes with functional ankle instability [Ph.D.]. Tehran University; 2013.
18. Caulfield BM, Crammond T, O'Sullivan A, Reynolds S, Ward T. Altered ankle-muscle activation during jump landing in participants with functional instability of the ankle joint. JSR. 2004;13(3):189-200.
19. Delahunt E, Monaghan K, Caulfield B. Changes in lower limb kinematics, kinetics, and muscle activity in subjects with functional instability of the ankle joint during a single leg drop jump. Journal of Orthopaedic Research. 2006;24(10):1991-2000.
20. Gutierrez GM, Knight CA, Swanik CB, Royer T, Manal K, Caulfield B. Examining neuromuscular control during landings on a supinating platform in persons with and without ankle instability. Am J Sports Med. 2012;40(1):193-201.
21. Suda EY, Amorim CF, Sacco ICN. Influence of ankle functional instability on the ankle electromyography during landing after volleyball blocking. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2009;19(2):e84-e93.
22. Santello M. Review of motor control mechanisms underlying impact absorption from falls. Gait & posture. 2005;21(1):85-94.
23. Delahunt E, Monaghan K, Caulfield B. Ankle function during hopping in subjects with functional instability of the ankle joint. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2007;17(6):641-648.
24. Gutierrez GM, Kaminski TW, Douex AT. Neuromuscular control and ankle instability. PM&R. 2009;1(4):359-365.
25. McKinley P, Pedotti A. Motor strategies in landing from a jump: the role of skill in task execution. Experimental Brain Research. 1992;90(2):427- 440.
26. Willems T. Intrinsic risk factors for sports injuries to the lower leg and ankle [Ph.D.]. Ghent University; 2004.

27. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. Journal of Athletic Training. 2012;47(3):339-357.
28. Gribble PA, Kelly SE, Refshauge KM, Hiller CE. Interrater reliability of the Star Excursion Balance Test. Journal of Athletic Training. 2013; 48(5):621-626.
29. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2006;36(12):911-919.
30. www.Seniam.org
31. Kalantariyan M. The comparition of the pattern and electromyography activity of selected muscles of the ankle joint in athletes with ankle dorsiflexion range of motion limitation with healthy athletes during the single-leg jump landing [MSc]. Tehran University; 2013.
32. Konrad P. The abc of emg, A practical introduction to kinesiological electromyography. Noraxon INC; 2005. p. 17-20.
33. Hadadnezhad M. Compare the performance and plyometric exercises influence on some parameters of EMG in active females with Trunk Neuromuscular Control Deficit [Ph.D.]. Tehran University; 2013.
34. Feger MA, Donovan L, Hart JM, Hertel J. Lower extremity muscle activation in patients with or without chronic ankle instability during walking. Journal of Athletic Training. 2015;50(4):350-357.
35. Wright I, Neptune R, Van Den Bogert A, Nigg B. The influence of foot positioning on ankle sprain. Journal of biomechanics. 2000;33(5):513-519.
36. Suda EY, Sacco IC. Altered leg muscle activity in volleyball players with functional ankle instability during a sideward lateral cutting movement. Physical therapy in sport. 2011;12(4):164-170.
37. Tropp H. Commentary: functional ankle instability revisited. Journal of Athletic Training. 2002;37(4):512-515.
38. Delahunt E, Monaghan K, Caulfield B. Altered neuromuscular control and ankle joint kinematics during walking in subjects with functional instability of the ankle joint. Am J Sports Med. 2006;34(12):1970-1976.
39. Neptune RR, Wright I, Van den Bogert AJ. Muscle coordination and function during cutting movements. Medicine and science in sports and exercise. 1999;31(2):294-302.
40. Sinsurin K, Vachalathiti R, Jalayondeja W, Limroongreungrat W. How to control ankle joint in various directions of one leg jump-landing: frontal plane moment and EMG study. ISBS-Conference Proceedings Archive; 2013.
41. Santello M, McDonagh M. The control of timing and amplitude of EMG activity in landing movements in humans. Experimental Physiology. 1998;83(6):857-874.
42. Wikstrom E, Tillman M, Schenker S, Borsa P. Failed jump landing trials: deficits in neuromuscular control. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2008;18(1):55-61.

43. Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Aydin T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy. 2007;15(5):654-664.
44. Lee AJ, Lin WH, Huang C. Impaired proprioception and poor static postural control in subjects with functional instability. J Exerc Sci Fit. 2006;4(2):117-125.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

A Comparison of Feed-Forward Activity of Selected Ankle Muscles between Active Collegiate Girls at the Risk of Ankle Sprain and Healthy Girls

Zahra Raghi[1]* – Mohammad Hossien Alizadeh[2] – Houman Minoonejad[3] – Reza Rajabi[4]

1.Ph.D. in Corrective Exercises and Sport Injury, Department of Sport Sciences, Sistan & Baluchestan University, Zahedan, Iran 2,4. Professor, Department of Sport Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran 3. Associate Professor, Department of Sport Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

(Received: 2017/01/21; Accepted: 2017/06/11)

Abstract

The high incidence of ankle sprain, early resignation from sport and related disabilities have attracted the attention of researchers to identify and control those factors influencing the risk of this injury. The aim of this study was to compare feed-forward activity of selected muscles of the ankle between collegiate active girls at the risk of ankle sprain and healthy girls. For this purpose, 32 active female students of physical education without a history of ankle sprain were divided into two groups (each group 16 subjects) including group at risk of ankle sprain (with less balance) and healthy group purposively and based on dynamic balance test scores (Y test). The feed-forward activity of muscles was evaluated by electromyography during jump-drop landing. The data were analyzed using multivariate analysis of variance (MANOVA) at $P \leq 0.05$. A lower feed-forward activity of peroneus longus and soleus muscles was observed in the group of at risk of ankle sprain (lower balance) when compared with the control group ($P < 0.05$). Probably, lower activity of these muscles in subjects with less balance could endanger the stability of the ankle and put them at risk of ankle sprain.

Keywords

Active girls, ankle sprain, electromyography, feed-forward activity, muscles of the ankle.

* Corresponding Author: Email: zahra_raghi@yahoo.com, Tel: +989151922100