

مقایسه شاخص‌های منتخب الکترومیوگرافی عضلات زانو در ورزشکاران با و بدون محدودیت دورسی فلکشن در تکلیف پرش فرود تک‌پا

شهاب علیزاده^۱، محمدحسین علیزاده^۲، رضا رجبی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد امدادگر ورزشی، دانشگاه تهران*

۲ و ۳. استاد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۶

چکیده

هدف این پژوهش، مقایسه زمان شروع، فعالیت فیدفوراردی، فعالیت فیدبکی و اندازه فعالیت منتخبی از عضلات زانوی ورزشکاران مرد دانشگاهی مبتلا به محدودیت دامنه حرکتی دورسی فلکشن و سالم در پرش و فرود تک‌پا بود. ۳۰ آزمودنی از سه رشته بسکتبال، والیبال و هندبال به دو گروه کنترل و آزمایشی تقسیم شدند. در پرش فرود تک‌پا، زمان شروع، فعالیت فیدفوراردی، فیدبکی و اندازه فعالیت پنج عضله راست رانی، پهن داخلی، پهن خارجی، دوسرانی و نیم وتری با استفاده از روش الکترومایوگرافی اندازه‌گیری شدند. یافته‌ها نشان داد که در هر چهار عامل زمان شروع، فعالیت فیدفوراردی، فعالیت فیدبکی و اندازه فعالیت عضلات منتخب زانو، بین ورزشکاران با محدودیت دورسی فلکشن در مچ پا با ورزشکاران سالم تفاوت معناداری وجود ندارد. نظریه زنجیره حرکتی بیانگر این است که نقص در یک بخش از زنجیره می‌تواند موجب تغییر فعالیت عضلات شود؛ اما یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در فعالیت عملکردی پرش تک‌پا چنین تفاوتی در فعالیت عضلات منتخب وجود ندارد.

واژگان کلیدی: الکترومایوگرافی، عضلات زانو، دورسی فلکشن، زمان شروع، فعالیت عضلانی

مقدمه

آسیب اسپرین مچ پا نزدیک به ۳۴ درصد و آسیب‌های مربوط به زانو حدود ۲۰ درصد از کل آسیب‌های ورزشی را در برمی‌گیرند که این آمار نشان می‌دهند که مچ پا و زانو از مهم‌ترین نواحی بدن هستند که پیوسته با آسیب مواجه می‌شوند (۱-۲). در بروز آسیب عوامل مختلفی همچون عوامل درونی و بیرونی (۳-۴) با هم ترکیب می‌شوند و منجر به بروز آسیب می‌شوند. از علت‌های مهم درونی و بیرونی که در مچ پا احتمال بروز آسیب را افزایش می‌دهند می‌توان به محدودیت دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن، سن، جنسیت، تیپ بدنی و نوع ورزش اشاره کرد. همان‌طور که بیان شد، محدودیت دامنه حرکتی، خود به‌عنوان یکی از عوامل خطر در بروز آسیب محسوب می‌شود. همچنین، از پیامدهای آسیب مچ پا نیز می‌توان به عواملی همچون ناپایداری مچ پا، تغییر حس عمقی (۴)، کاهش تعادل و پایداری (۴)، تغییر کینماتیک، محدودیت دامنه حرکتی و تغییر در فعالیت عضلانی اشاره کرد (۵). برخورداری از دامنه طبیعی حرکتی دورسی‌فلکشن در مچ پا برای بسیاری از کارهای روزمره و ورزشی نیاز است (۵) و در صورت وجود محدودیت در دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن، احتمال بروز آسیب در مچ پا نیز افزایش می‌یابد (۶). جندا^۲ بیان می‌کند که در زنجیره حرکات به‌خصوص زنجیره‌های حرکات بسته، اگر ضعف یا آسیبی در یکی از زنجیره‌های حرکتی وجود داشته باشد، حرکت جبرانی در قالب الگوی ازپیش‌طراحی‌شده‌ای وارد عمل می‌شود تا بتواند ضعف به‌وجودآمده را در یک ناحیه جبران کند (۷). بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه این نظریه مربوط به حرکات و کینماتیک‌های جبرانی به‌وجودآمده هستند (۸-۹، ۲) و کمتر به امر فعالیت عضلات و کنترل عصبی عضلانی پرداخته شده است. تاکنون پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه بررسی محدودیت دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن، فعالیت عضلات و کنترل عصبی-عضلانی در محدوده ناحیه ساق پا بوده‌اند. کلانتریان و همکاران (۱۰) بیان می‌کنند که در فعالیت فیدفوراردی زمان شروع فعالیت عضلات منتهی به ساق پای ورزشکاران دارای محدودیت دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن با ورزشکاران سالم دارای تفاوت زمانی می‌باشد. تاکنون پژوهش‌های کمی در زمینه تأثیر محدودیت دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن مچ پا بر کینماتیک و فعالیت عضلانی انجام شده‌اند که بیان کرده‌اند کاهش دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن مچ پا می‌تواند عاملی برای آسیب‌های زانو همچون درد قدامی کشککی رانی، التهاب تاندون زانو و آسیب‌های رباط صلیبی قدامی محسوب شود (۱۰-۱۲، ۲). در فعالیت‌هایی نظیر پرش و فرود نیاز است که ورزشکار از قدرت کافی عضلات،

-
1. Dorsiflexion
 2. Janda

هماهنگی و عملکرد صحیح مکانورسپتورها^۱ مچ پا برای ایجاد بازخوردهای مناسب با هدف آماده سازی فرود بهره مند باشد و اگر نقص در هر کدام از عوامل ذکر شده از طریق آسیب یا نقص حرکتی به وجود آید، احتمال بروز آسیب مچ نیز افزایش می یابد (۱۰-۱۳). پژوهش های یافت شده در این زمینه به خود ناحیه مچ پا محدود می شوند و کمتر پژوهشی در زمینه عضلات زانو در خصوص عملکرد این عوامل زمانی که مچ پا دارای محدودیت حرکتی است، یافت می شود؛ بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی میزان و الگوی فعالیت منتخبی از عضلات زانو در ورزشکاران مرد دانشگاهی در سه رشته ورزشی هندبال، والیبال و بسکتبال در فعالیت پرش- فرود تک پا است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود. محل انجام پژوهش آزمایشگاه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران بود. آزمودنی های این پژوهش متشکل از دو گروه ۱۵ نفری ورزشکار مرد ۱۸-۲۵ سال رشته های والیبال، بسکتبال، و هندبال بودند. معیارهای ورود ورزشکاران به پژوهش، داشتن محدودیت دامنه حرکتی دورسی فلکشن در حرکت لانچ و نداشتن سابقه آسیب، درد و جراحی در سه سال گذشته بودند (۱۴). به دلیل نبود نرم برای دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا در حالت تحمل وزن مطالعه اولیه ای انجام شد. برای انتخاب آزمودنی مبتلا به محدودیت حرکت دورسی فلکشن، مطالعه ای روی هشت نفر همگن از حیث سن، قد و وزن که فاقد هرگونه سابقه آسیب دیدگی بودند، انجام شد (۱۵). پس از اندازه گیری دامنه حرکتی طبیعی دورسی فلکشن در حرکت لانچ، دو انحراف استاندارد پایین تر از دامنه طبیعی به عنوان محدودیت در نظر گرفته شدند.

حرکت عملکردی لانچ پا و تحمل وزن برای اندازه گیری دامنه حرکتی دورسی فلکشن انتخاب شد؛ زیرا آسیب های عمده رخ داده در یک فعالیت عملکردی همراه با تحمل وزن هستند (۱۶) و به همین دلیل از این حرکت برای اندازه گیری دامنه حرکتی استفاده شد. برای اندازه گیری دامنه حرکتی دورسی فلکشن در حرکت لانچ از ژيروسکوپ^۲ استفاده شد که از روایی و پایایی بالایی برخوردار بود ($r = 0.91$, $ICC = 0.97$) (۱۷-۱۸). آزمودنی در وضعیت ایستاده قرار می گرفت و ژيروسکوپ در ناحیه میانی ساق پا نصب شد (شکل شماره یک). نحوه قرار گرفتن پای ورزشکار بدین صورت بود که نواری رنگی روی زمین قرار گرفته بود و آزمودنی باید به نحوی روی این نوار می ایستاد که انگشت دوم پا و پاشنه روی آن قرار گرفته باشد. آزمودنی برای حفظ تعادل خود

-
1. Mechanoreceptors
 2. Lunge
 3. Gyroscope

دستها را روی دیوار روبه‌رو قرار می‌داد و سپس، حرکت لانج را تا آستانه بلندشدن پاشنه از روی زمین انجام می‌داد. هم‌زمان زانوی آزمودنی باید با نوار عمودشده با نوار قرار گرفته روی زمین تماس پیدا می‌کرد. هر آزمودنی سه بار حرکت لانج را انجام می‌داد. میانگین سه بار اندازه‌گیری به‌عنوان دامنه حرکتی دورسی فلکشن محاسبه شد.



شکل ۱- نحوه اندازه‌گیری دامنه حرکتی مچ پا در حرکت لانج با استفاده از ژيروسکوپ

ورزشکار از روی سکوی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر، روی پای دارای محدودیت دامنه حرکتی فرود می‌آمد. آزمودنی دستان خود را روی پهلو خود قرار می‌داد، روی پای مخالف لبه سکوی ایستاد و با انجام یک پرش کوتاه روی پای مدنظر فرود می‌آمد. درحین فرود دستان آزمودنی نباید از کمر خود جدا می‌شد و باید تعادل خود را حفظ می‌کرد. برای آشنایی آزمودنی با تکلیف پرش و فرود تک‌پا به‌صورت آزمایشی چندین بار این کار انجام شد. برای تعیین لحظه فرود از یک سویچ‌پایی استفاده شد که ساخته پژوهشگران داخلی بود و به پنجه و پاشنه هر آزمودنی وصل می‌شد. این وسیله به یکی از کانال‌های دستگاه الکترومایوگرافی نصب می‌شد. هنگامی که پاشنه پا پنجه با زمین تماس پیدا می‌کرد، بلافاصله سیگنالی را به دستگاه منتقل می‌کرد و لحظه برخورد مشخص می‌شد. از الکترومایوگرافی سطحی برای ثبت میزان و زمان فعالیت عضلات استفاده شد. داده‌های الکترومایوگرافی توسط دستگاه ۱۶ کانال مگاوین مدل ام.ای. ۶۰۰۰ ساخته کشور فنلاند جمع‌آوری

-
1. Electromyography
 2. Megawin ME6000

شدند. از الکترودهای یک بار مصرف ضد حساسیت سکینتکت^۱ ساخت کشور لهستان استفاده شد. مرکز الکتروده که دارای مساحت یک سانتی متر مربع بود و از آلیاژ نقره/ نقره کلرید بود، به وسیله یک ژل پوشیده شده بود. محل نصب الکترودها برای عضلات راست رانی، پهن خارجی، پهن داخلی، دوسرانی و تیم وتری، به وسیله راهنمای سنیم^۲ یافت شد (۱۸).

بعد از آماده کردن پوست توسط الکل و زدودن موهای زائد، الکترودها روی محل های تعیین شده نصب شدند (۱۹). برای آشنایی آزمودنی با مهارت پرش و فرود، سه مرتبه پرش آزمایشی از روی جعبه ۴۰ سانتی متری انجام شد و در ادامه، سه تلاش اصلی پرش فرود تک پا انجام شد. برای نرمال سازی داده ها از روش حداکثر انقباض ارادی^۳ استفاده شد؛ به گونه ای که پس از انجام تکلیف اصلی پرش فرود تک پا، حداکثر انقباض ایزومتریک عضلات به صورت سه تکرار با هر مرتبه پنج ثانیه حداکثر انقباض ایزومتریک حفظ می شد. سپس، یک ثانیه از پنج ثانیه انقباض که حداکثر فعالیت در آن ثبت شده بود، به عنوان حداکثر فعالیت ایزومتریک در نظر گرفته شد (۲۰).

زمان شروع فعالیت عضلات از طریق نرم افزار متلب^۴ نسخه ۱۱ محاسبه شد. برنامه طراحی شده برای یافتن زمان شروع فعالیت عضلات توسط متخصص برنامه نویسی الکترونیکی انجام شد. سیگنال های ثبت شده از فیلتر باترورث ۵۰ هرتز^۵ گذرانده شدند و دامنه ۱۰۰۰ میلی ثانیه قبل و بعد از برخورد پا با زمین، به عنوان محدوده محاسبه انتخاب شد. هنگامی که سیگنال سه انحراف استاندارد از فعالیت خط زمینه فاصله داشت، به عنوان شروع فعالیت در نظر گرفته شد.

فعالیت فیدفوروارد و فیدبکی برای هر عضله با هم به عنوان اندازه فعالیت و به صورت جداگانه فعالیت فیدفورواردی و فیدبکی محاسبه شدند. برای فعالیت فیدفورواردی ۲۰۰ میلی ثانیه قبل از برخورد پا به زمین و برای فعالیت فیدبکی ۲۵۰ میلی ثانیه بعد از برخورد پا با زمین در نظر گرفته شد (۲۱). سیگنال های خام الکترومیوگرافی با الگوریتم ریشه میانگین مجذور^۶ با بازه زمانی ۵۰ میلی ثانیه در نسخه سه پردازش شدند. عدد به دست آمده میانگین توان یک سیگنال است که اندازه فعالیت، فعالیت فیدفورواردی و فعالیت فیدبکی را نشان می دهد.

تمامی داده ها در نرم افزار اس.پی.اس.اس.^۷ نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل شدند. برای مقایسه ویژگی های آنتروپومتریکی از آزمون آماری تی مستقل استفاده شد. برای مقایسه اندازه فعالیت، فعالیت

-
1. Skintact
 2. SENIAM
 3. Maximum Voluntary Contraction (MVC)
 4. MATLAB
 5. 6th Order Butterworth Low Pass 50Hz
 6. Root Mean Squared (RMS)
 7. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

فیدفوراردی، فعالیت فبذبکی و شروع زمان فعالیت، از آزمون آماری مانوا^۱ با سطح اطمینان ۹۵ درصد و $\alpha = 0/05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

در جدول شماره یک، نتایج مطالعه اولیه برای یافتن دامنه حرکتی طبیعی دورسی فلکشن مچ پا در حرکت لانچ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که دامنه طبیعی ۴۱/۵ درجه است. دو انحراف استاندارد پایین‌تر ($SD = 2/29$) به‌عنوان محدودیت در نظر گرفته شد.

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری آنتروپومتری مربوط به گروه اولیه (انحراف استاندارد \pm میانگین)

سن	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	دامنه حرکتی (درجه)
۲۳/۸۷ \pm ۱/۹۵	۱۸۵/۲۵ \pm ۲/۰۵	۷۴/۳۷ \pm ۴/۹۵	۴۱/۵۰ \pm ۲/۲۹

آزمون مستقل تی نشان داد که بین سن، قد و وزن آزمودنی‌های گروه کنترل و گروه آزمایشی تفاوت آماری معناداری وجود نداشت ($P > 0/05$)؛ بنابراین، می‌توان از همگن بودن آزمودنی‌ها در متغیرهایی همچون قد، وزن و سن اطمینان داشت.

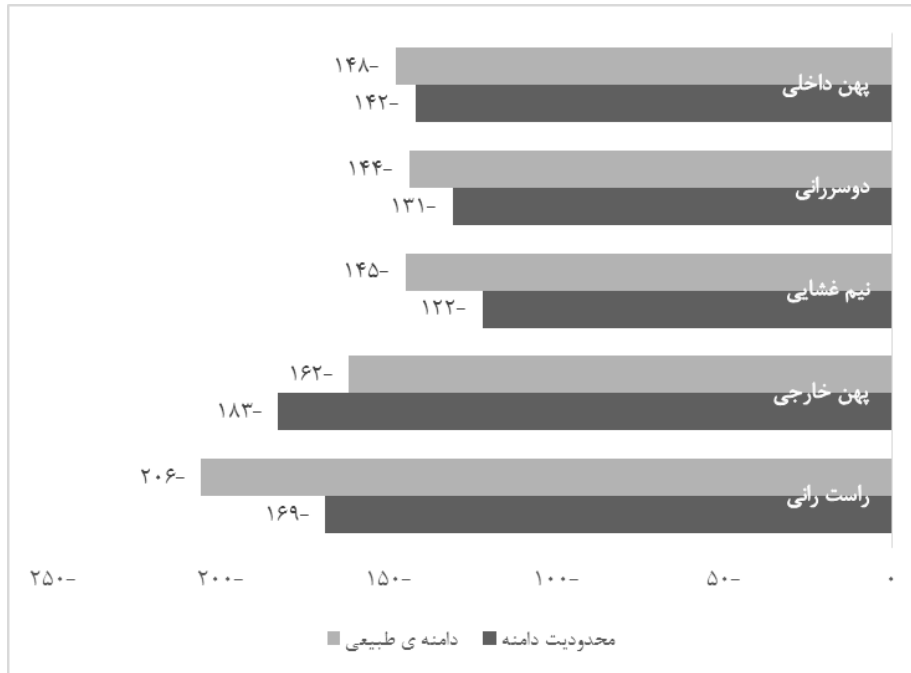
اما بین دامنه حرکتی دورسی فلکشن آزمودنی‌ها در متغیر وضعیت تحمل وزن دو گروه تفاوت معناداری وجود داشت ($P < 0/05$) که بیانگر اختلاف آزمودنی‌ها در متغیر موردنظر است (جدول شماره دو).

جدول ۲- نتایج آزمون تی مستقل برای بررسی اختلاف بین ویژگی‌های آنتروپومتریکی گروه کنترل و گروه آزمایشی (انحراف استاندارد \pm میانگین)

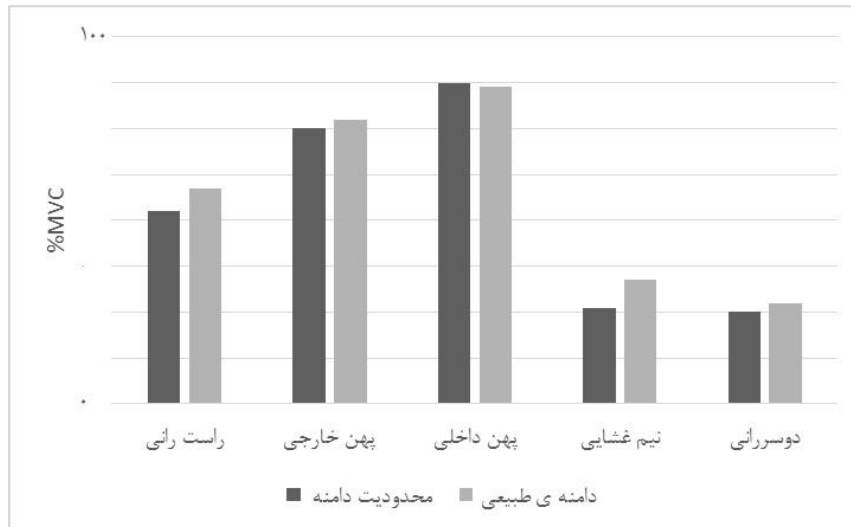
متغیر	گروه کنترل	گروه آزمایشی	سطح معناداری Sig.
سن	۲۲/۹۳ \pm ۱/۹۴	۲۴/۲۰ \pm ۴/۴۲	۰/۳۱۹
قد (سانتی‌متر)	۱۸۳ \pm ۷/۷۵	۱۸۵ \pm ۹/۱۹	۰/۵۱۱
وزن (کیلوگرم)	۷۲/۲۶ \pm ۸/۲۰	۷۷/۷۳ \pm ۱۱/۱۵	۰/۱۳۷
دامنه حرکتی	۴۰/۸۴ \pm ۲/۸۵	۲۹/۷۹۵ \pm ۳/۰۴	۰/۰۰۱*

در شکل‌های شماره یک و شماره دو، به ترتیب زمان آغاز فعالیت عضلانی عضلات در دو گروه کنترل و محدودیت دامنه حرکتی دورسی فلکشن و همچنین، مقایسه میزان فعالیت عضلات در دو گروه کنترل و دارای محدودیت دامنه حرکتی مشاهده می‌شود.

1. Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)



شکل ۱- مقایسه زمان آغاز فعالیت عضلات در دو گروه کنترل و محدودیت دامنه حرکتی دورسی فلکشن (برحسب میلی ثانیه)



شکل ۲- مقایسه میزان فعالیت عضلات در دو گروه کنترل و دارای محدودیت دامنه حرکتی (برحسب % حداکثر فعالیت عضلانی)

نتایج آزمون مانوا نشان داد که بین اندازه فعالیت عضلات زانو بین دو گروه تفاوت معناداری وجود ندارد ($P > 0/05$). همچنین، بین نتایج زمان شروع فعالیت عضلات زانوی بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$). نتایج آزمون مانوا نشان داد که بین میزان فعالیت فیدفوراردی عضلات زانوی بین دو گروه تفاوت معنادار وجود ندارد ($P > 0/05$). همچنین، بین نتایج میزان فعالیت فیدبکی عضلات زانوی بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$) (جدول شماره سه).

جدول ۳- نتایج آزمون مانوا برای مقایسه اندازه فعالیت، میزان فعالیت فیدفوراردی و فیدبکی و زمان شروع فعالیت عضلات زانو بین دو گروه کنترل و گروه دارای محدودیت دامنه حرکتی دورسی فلکشن

متغیر	درجه آزادی	آزمون اف	سطح معناداری
اندازه فعالیت عضلات زانو	۵/۰	۰/۵۳۳	۰/۷۴۲
زمان شروع فعالیت عضلات زانو	۵/۰	۰/۶۸۴	۰/۶۴۰
میزان فعالیت فیدفوراردی عضلات زانو	۵/۰	۰/۱۴۰	۰/۲۶۰
میزان فعالیت فیدبکی عضلات زانو	۵/۰	۱/۲۶۰	۰/۳۱۰

بحث و نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر، بررسی میزان و الگوی فعالیت منتخبی از عضلات زانو در ورزشکاران مرد دانشگاهی در سه رشته ورزشی هندبال، والیبال و بسکتبال در فعالیت پرش- فرود تک پا بود. نتایج مطالعه نشان داد که بین زمان شروع فعالیت و میزان فعالیت عضلات زانو (راست رانی، پهن داخلی، پهن خارجی، دوسرانی و نیم غشایی) در دو گروه سالم و دارای محدودیت هیچ تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$). به نظر می رسد که محدودیت حرکتی در زنجیره‌ای پایین مثل مچ پا بر عملکرد عضلات زنجیره‌های بالاتر همچون زانو تأثیری ندارد و این نبود تفاوت در زمان شروع و میزان فعالیت عضلات می تواند این مسئله را بیان کند که میزان محدودیت در دامنه حرکتی دورسی فلکشن در تحمل وزن به حدی نیست تا بتواند عضلات زنجیره‌های بالاتر را دچار چالش کند. همچنین، می توان این نظر را بررسی کرد که اختلال در انتقال پیام‌های عصبی از زنجیره‌های پایین تر به زنجیره‌های بالا اثر محسوسی بر فعالیت عضلات زنجیره‌های بالاتر ندارد؛ اما اختلال در انتقال پیام‌های عصبی زنجیره‌های بالاتر بر فعالیت عضلات زنجیره‌های پایین تر اثرگذار است. محدودیت دامنه حرکتی یکی از عوامل خطر درونی است که معمولاً ورزشکاران مبتلا را در معرض آسیب قرار می دهد. پژوهشگرانی همچون جندا بر این باور هستند که محدودیت در دامنه حرکتی یک مفصل نه تنها عامل خطر بروز آسیب برای آن بخش محسوب می شود، بلکه چنین

محدودیتی خطر بروز آسیب بخش های مجاور را نیز امکان پذیر می کند؛ زیرا، زنجیر حرکتی به عملکرد گروهی از عضلات اطلاق می شود که از چندین مفصل عبور می کنند و باعث به وجود آمدن ثبات و حرکت در سرتاسر زنجیره می شوند. زنجیره عضلات اندام تحتانی که حرکت دورسی فلکشن را تسهیل می کند شامل عضلات سوئز خاصره، همسترینگ و درشتنی قدامی است. فعالیت این عضلات و دیگر عضلات در زنجیره حرکتی توسط زنجیره های حسی- حرکتی کنترل می شوند. جندا بیان می کند که اگر در قسمتی از این زنجیره آسیب یا ضعیفی ای وجود داشته باشد، حرکت جیرانی در قالب یک الگوی پیش بین قابل مشاهده است (۷).

در این راستا، پژوهشگرانی همچون کلانتریان و همکاران (۱۰) فعالیت عضلات ساق پا را در افراد با محدودیت دورسی فلکشن مچ پا بررسی کردند. یافته های مطالعه آنها نشان داد که در فعالیت فیدفوراردی افراد دارای محدودیت حرکتی، عضلات این ناحیه فعالیت کمتری را بروز می دهند. به بیان دیگر، عضلات ساق پای ورزشکارانی که با محدودیت دامنه حرکتی مواجه بودند، با تأخیر معناداری نسبت به افراد سالم وارد فعالیت شدند. پژوهش حاضر با هدف بررسی فعالیت عضلات ساق پا و ناحیه مجاور؛ یعنی عضلات ران، در وظیفه عملکردی پرش فرود ورزشکاران سه رشته ورزشی هندبال، والیبال و بسکتبال که دچار محدودیت دورسی فلکشن بودند، با افراد سالم انجام شد. یافته های پژوهش تفاوت معناداری را در اندازه فعالیت و زمان شروع فعالیت عضلات همسترینگ و چهارسر بین دو گروه نشان نداد.

در توجیه یافته های پژوهش کلانتریان و همکاران و متفاوت بودن نتایج آنها با پژوهش حاضر می توان به این موضوع اشاره کرد که محدودیت در دامنه حرکتی دورسی فلکشن بر تعادل تأثیر می گذارد (۲۲). تعادل نیز ارتباط مستقیمی با اطلاعات حسی- حرکتی صادر شده اندام دارد (۲۳)؛ بنابراین، می توان به این موضوع اشاره کرد که کاهش دامنه حرکتی دورسی فلکشن در مچ پا می تواند بر کاهش یا به تأخیر انداختن اطلاعات حسی- حرکتی تأثیرگذار باشد. با توجه به اینکه کاهش اطلاعات حسی- حرکتی در ناحیه مچ منجر به به تأخیر انداختن فعالیت عضلات در همان ناحیه می شود (۲۴)، به نظر می رسد که این کاهش اطلاعات حسی مختص به همان ناحیه ای می شود که دچار محدودیت حرکتی شده است و بر زنجیره های بالاتر تأثیرگذار نیست.

ترادا که پژوهش مشابهی با مطالعه حاضر انجام داد بیان کرد که فعالیت فیدفوراردی عضله پهن داخلی بین دو گروه که دارای ناپایداری مزمن مچ پا هستند، با گروه سالم تفاوت معناداری دارد. یکی از پیامدهای ناپایداری مزمن مچ پا ایجاد محدودیت دامنه حرکتی است (۲۴-۲۵). ترادا فعالیت فیدفوراردی و فیدبکی عضلات همسترینگ و عضلات دیگر چهارسر را نیز اندازه گرفته بود؛ اما تنها

در فعالیت فیدفوردی عضله پهن داخلی تفاوت معناداری را یافت که تفاوت در فعالیت یک عضله نمی‌تواند نماینده تفاوت در گروه عضلانی باشد که با هم فعالیت می‌کنند. همچنین وی از آزمون آماری تی مستقل برای مقایسه فعالیت عضلات استفاده کرد. این درحالی است که آزمون تی مستقل نسبت به آزمون آماری مانوا قدرت کمتری دارد و نمی‌تواند به درستی تفاوت‌های بین فعالیت گروهی از عضلات را نشان دهد.

از پژوهش‌های دیگر انجام شده در این زمینه، یافته‌های پژوهشی ماکروم^۱ و همکاران (۵) است. ماکروم و همکاران به اندازه‌گیری فعالیت‌های عضلات اندام تحتانی در حرکت اسکوات دو پا با تغییر دادن دامنه حرکتی دورسی فلکشن پا پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که با تغییر در دامنه حرکتی دورسی فلکشن از میزان فعالیت عضلات چهارسر کاسته شده است و میزان فعالیت عضلات دوقلو افزایش یافته است. این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر همسو نیست. شاید از دلایل تفاوت، نوع انجام فعالیت یا وظیفه و همچنین، فعالیت در نظر گرفته شده برای اندازه‌گیری باشد؛ زیرا، آزمودنی‌های مطالعه ماکروم و همکاران فعالیت را به صورت دو پا انجام دادند؛ حال آنکه پژوهش حاضر دربرگیرنده مهارت پرش فرود تک پا است که اجرای این مهارت می‌تواند بر فعالیت عضلانی اندام تحتانی به خصوص در زنجیره‌های حرکتی بالاتر تأثیر قابل توجهی داشته باشد (۲۶-۲۷). همچنین، انجام فعالیت پرش فرود تک پا به مهارت‌هایی که ورزشکاران در تمرین و مسابقات انجام می‌دهند، نزدیک‌تر است و امکان به چالش کشیدن عضلات اصلی را که در اجرای مهارت ایفای نقش می‌کنند، به مراتب بیشتر نسبت به پرش و فرود دو پا فراهم می‌کند. در اجرای مهارت پرش و فرود به صورت دو پا، کنترل وضعیت بدنی ورزشکاران توسط عضلات هر دو پا انجام می‌شود؛ حال آنکه مهارت اصلی‌ای که ورزشکاران غالب اوقات انجام می‌دهند، در قالب یک پا است.

از تفاوت‌های دیگر قابل توجه میان دو پژوهش شکل انجام فعالیت است. در پژوهش ماکروم و همکاران (۵) آزمودنی‌ها در یک گروه قرار داشتند و با انجام فعالیت در زاویه‌های دامنه حرکتی مختلف میزان فعالیت عضلانی اندازه‌گیری می‌شد. به نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش فعالیت عضلات چهارسر در آزمودنی‌های پژوهش ماکروم و همکاران، بحث یادگیری فعالیت است که با تکرار حرکات به نظر می‌رسد یادگیری انجام شود و خود عامل یادگیری تأثیر قابل توجهی در کاهش میزان فعالیت عضلات دارد؛ بنابراین، در آزمودنی‌های مطالعه ماکروم و همکاران، با انجام فعالیت با تکرار بالا احتمال وجود یادگیری و در نتیجه، کاهش میزان فعالیت عضلات وجود خواهد داشت (۲۸)، (۵).

پژوهش مشابه دیگری که در این زمینه انجام شده است، پژوهش دلاهورت^۱ و همکاران (۲۹) است. آن‌ها به مقایسه فعالیت عضلات اندام تحتانی در افراد مبتلا به ناپایداری مچ در فعالیت پرش و فرود تک‌پا پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند در افرادی که ناپایداری در مچ پای خود دارند، در مقایسه با افراد سالم در فعالیت عضله راست رانی تفاوت معناداری مشاهده نشد؛ از این رو، پژوهش دلاهورت و همکاران همسو با نتیجه پژوهش حاضر است. شاید یکی از تفاوت‌های عمده پژوهش آن‌ها با مطالعه حاضر، مجموع عضلات در نظر گرفته شده برای اندازه‌گیری فعالیت عضلانی باشد. مجموع عضلات اندازه‌گیری شده در مطالعه دلاهورت و همکاران شامل عضلات ساق و عضله راست رانی بود که این امر دارای تفاوت با مجموع عضلات اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر است. در پژوهش حاضر مجموعه عضلات همسترینگ و عضلات چهارسر در نظر گرفته شده است که به نظر می‌رسد باید فعالیت این مجموع این عضلات با هم در نظر گرفته شود تا نتایج درخور توجهی را به ما ارائه کند؛ زیرا، همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، عضلات در زنجیره‌های حرکتی به صورت یک گروه و در کنار هم فعالیت می‌کنند تا به صورت مستقل؛ بنابراین، منطقی به نظر می‌رسد هنگامی که فعالیت عضله راست رانی اندازه‌گیری می‌شود، فعالیت عضلات آگونیست و آنتاگونیست نیز مدنظر قرار گیرد تا نتایج درخور توجه‌تری به دست آورده شود (۲۹). به نظر می‌رسد برای دست‌یافتن به نتایج دقیق‌تر مطالعات مشابه با پژوهش حاضر لازم است انجام شوند که گروهی از عضلات را (آگونیست و آنتاگونیست) با هم در فعالیت عملکردی همچون پرش فرود نیاز بررسی کنند. همچنین، پیشنهاد می‌شود که با توجه به نورم استاندارد گروه‌بندی‌ها انجام شوند و همچنین، روی آزمودنی‌های نخبه در محیط تمرین یا مسابقه اندازه‌گیری‌ها انجام شوند؛ زیرا، ممکن است عضلات با توجه به سطح رقابت و محیط رقابتی خود فعالیت متفاوت‌تری از خود بروز دهند. همچنین، پیشنهاد می‌شود در افرادی که به محدودیت دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن دچار شدند، نسبت قدرت عضلات چهارسر به همسترینگ آن‌ها نیز بررسی و مطالعه شود.

به نظر می‌رسد برای اینکه محدودیت دامنه حرکتی مچ پا بتواند بر زنجیره‌های حرکتی مفاصل بالاتر تأثیرگذار باشد، باید عواملی همچون میزان محدودیت دامنه حرکتی به حدی باشد تا زنجیره را وادار به انجام عمل عضلانی به صورت جبرانی کند. در مورد نتایج می‌توان مشاهده کرد که مقداری تفاوت بین دو گروه وجود دارد؛ اما به حدی نیست که بتوان آن را معنادار حساب کرد؛ بنابراین، به وجود آوردن محیطی طبیعی برای ورزشکار مانند استفاده از کفش و سالن‌های تمرینی به جای محیط آزمایشگاهی می‌تواند نتایج متفاوتی با این پژوهش داشته باشد. همچنین، وجود نورم برای

دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا در حالت لانج در افراد معمولی می‌تواند در نحوه گروه‌بندی و درنهایت، بر نتایج پژوهش مؤثر واقع شود.

از محدودیت‌های پژوهش می‌توان به استفاده نکردن از کینماتیک حرکتی برای درک بهتر حرکت اشاره کرد. کم‌بودن تعداد آزمودنی باعث می‌شود نتوان نتایج این پژوهش را تعمیم داد. از موارد دیگری که می‌توان به آن اشاره کرد، در نظر نگرفتن راستای اندام تحتانی و اطمینان نداشتن از وجود ناهنجاری است که ممکن بود بر نتایج پژوهش اثرگذار باشند.

میزان و زمان فعالیت عضلات منتهی به مچ پا در افرادی که دچار محدودیت دامنه حرکتی دورسی فلکشن هستند، در مقایسه با افراد سالم تفاوت دارد و طبق نظریه زنجیره حرکتی جندا، این اختلال به وجود آمده در فعالیت عضلانی می‌تواند به زنجیره‌های بالاتر نیز سرایت کند.

طبق یافته‌های موجود در این پژوهش، میزان و زمان فعالیت عضلات منتهی به زانو در افرادی که دچار محدودیت دامنه حرکتی دورسی فلکشن در مچ پا هستند، در مقایسه با افراد سالم تفاوت معناداری وجود ندارد.

منابع

1. Fong, D.T., Y. Hong, L.K. Chan, P.S. Yung, and K.M. Chan, A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med*, 2007. 37(1): 73-94.
2. Fong, C.M., J.T. Blackburn, M.F. Norcross, M. McGrath, and D.A. Padua, Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train*, 2011. 46(1): 5-10.
3. Bahr, R. and T. Krosshaug, Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *BJSM*, 2005. 39(6): 324-9.
4. Meeuwisse, W.H., Assessing Causation in Sport Injury: A Multifactorial Model. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 1994. 4(3): 166-70.
5. Macrum, E., D.R. Bell, M. Boling, M. Lewek, and D. Padua, Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. *J Sport Rehabil*, 2012. 21(2): 144-50.
6. Tabrizi, P., W.M. McIntyre, M.B. Quesnel, and A.W. Howard, Limited dorsiflexion predisposes to injuries of the ankle in children. *J Bone Joint Surg Br*, 2000. 82(8): 1103-6.
7. Page, P., C. Frank, and R. Lardner, Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach. Champaign, IL : Human kinetics; 2010. p. 135-6.
8. Whitting, J.W., J.R. Steele, D.E. McGhee, and B.J. Munro, Effects of passive ankle dorsiflexion stiffness on ankle mechanics during drop landings. *J Sci Med Sport*, 2012. 15(5): 468-73.
9. Dill, K.E., R.L. Begalle, B.S. Frank, S.M. Zinder, and D.A. Padua, Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *J Athl Train*, 2014. 49(6): 723-32.

10. Kalantariyan M, M.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. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 2013. 2(2): 14-23.
11. Wahlstedt, C. and E. Rasmussen-Barr, Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015. 23(11): 3202-7.
12. Malliaras, P., J.L. Cook, and P. Kent, Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *J Sci Med Sport*, 2006. 9(4): 304-9.
13. Rabin, A., Z. Kozol, and A.S. Finestone, Limited ankle dorsiflexion increases the risk for mid-portion Achilles tendinopathy in infantry recruits: a prospective cohort study. *Journal of foot and ankle research*, 2014. 7(1): 48.
14. Krause, D.A., B.A. Cloud, L.A. Forster, J.A. Schrank, and J.H. Hollman, Measurement of ankle dorsiflexion: a comparison of active and passive techniques in multiple positions. *J Sport Rehabil*, 2011. 20(3): 333-44.
15. Treece, E.W. and J.W. Treece Jr, Elements of research in nursing. *Nursing Research*, 1977. 26(3): 239.
16. Konor, M.M., S. Morton, J.M. Eckerson, and T.L. Grindstaff, Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *International journal of sports physical therapy*, 2012. 7(3): 279-87.
17. Dejnabadi, H., B.M. Jolles, and K. Aminian, A new approach to accurate measurement of uniaxial joint angles based on a combination of accelerometers and gyroscopes. *IEEE Trans Biomed Eng*, 2005. 52(8): 1478-84.
18. Tong, K. and M.H. Granat, A practical gait analysis system using gyroscopes. *Med Eng Phys*, 1999. 21(2): 87-94.
19. Konrad, P., The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography, 2005. 1: 30-5.
20. Masood, T., J. Bojsen-Moller, K.K. Kalliokoski, A. Kirjavainen, V. Aarimaa, S. Peter Magnusson, et al., Differential contributions of ankle plantarflexors during submaximal isometric muscle action: a PET and EMG study. *J Electromyogr Kinesiol*, 2014. 24(3): 367-74.
21. Walsh, M., M.C. Boling, M. McGrath, J.T. Blackburn, and D.A. Padua, Lower extremity muscle activation and knee flexion during a jump-landing task. *J Athl Train*, 2012. 47(4): 406-13.
22. Hoch, M.C., G.S. Staton, and P.O. McKeon, Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. *J Sci Med Sport*, 2011. 14(1): 90-2.
23. Fong, S.M. and G.Y. Ng, The effects on sensorimotor performance and balance with Tai Chi training. *Arch Phys Med Rehabil*, 2006. 87(1): 82-7.
24. Terada, M., B.G. Pietrosimone, and P.A. Gribble, Alterations in neuromuscular control at the knee in individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train*, 2014. 49(5): 599-607.
25. Drewes, L.K., P.O. McKeon, D.C. Kerrigan, and J. Hertel, Dorsiflexion deficit during jogging with chronic ankle instability. *J Sci Med Sport*, 2009. 12(6): 685-7.
26. Donohue, M.R., S.M. Ellis, E.M. Heinbaugh, M.L. Stephenson, Q. Zhu, and B. Dai, Differences and correlations in knee and hip mechanics during single-leg landing,

- single-leg squat, double-leg landing, and double-leg squat tasks. *Res Sports Med*, 2015. 23(4): 394-411.
27. Wang, L.-I., The lower extremity biomechanics of single- and double-leg stop-jump tasks. *Journal of sports science & medicine*, 2011. 10(1): 151-6.
28. Schmidt, R.A. and C.A. Wrisberg, Motor learning and performance: A situation-based learning approach. Champaign, IL : Human kinetics; 2008. 275-7.
29. Delahunt, E., K. Monaghan, and B. Caulfield, Changes in lower limb kinematics, kinetics, and muscle activity in subjects with functional instability of the ankle joint during a single leg drop jump. *J Orthop Res*, 2006. 24(10): 1991-2000.

استناد به مقاله

علیزاده شهاب، علیزاده محمدحسین، رجبی رضا. مقایسه شاخص‌های منتخب الکترومیوگرافی عضلات زانو در ورزشکاران با و بدون محدودیت دورسی فلکشن در تکلیف پرش فرود تک‌پا. *مطالعات طب ورزشی*. بهار و تابستان ۱۳۹۷؛ ۱۰(۲۳)، ۳۳-۴۶. شناسه دیجیتال: 10.22089/smj.2018.1146

Alizadeh Sh, Alizadeh M.H, Rajabi R. The Comparison of Selective EMG Indicators of Thigh in Athletes with and Without Limited Ankle Dorsiflexion in a Single-Leg Jump Task. *Sport Medicine Studies*. Spring & Summer 2018; 10 (23): 33-46. (Persian).
Doi: 10.22089/smj.2018.1146

The Comparison of Selective EMG Indicators of Thigh in Athletes with and Without Limited Ankle Dorsiflexion in a Single-Leg Jump Task

Sh. Alizadeh,¹ M. H. Alizadeh,² R. Rajabi³

1. M. Sc. in Sports Injuries, University of Tehran

2,3. Professor of Sports Injuries and Corrective Exercises, University of Tehran

Received Date: 2016/11/06

Accepted Date: 2017/01/21

Abstract

The aim of this study was to compare knee muscle onset, feedforward, feedback and pattern of the activity in colligate athletes who suffer from limited ankle dorsiflexion range of movement in a single leg jump landing task. 30 subjects from basketball, volleyball and handball participated in this study and were divided into 2 control and experimental groups. In a single leg jump landing task, the onset and amplitude activity of Vastus Lateralis Oblique (VLO), Vastus Medialis Oblique (VMO), Rectus Femoris (RF), Bicep Femoris (BF) and Semi Tendinous (ST) were measured using surface electromyography. The results show that there were no significant differences for onset, feedforward, feedback and amplitude activity of the selected knee muscles between the control and experimental group. Although the theory of closed chain kinematics declares that if there is a defect in one of the kinematic chains other chains would be influenced as in muscle activity, but the current study shows that there were no significant difference between the feedforward, feedback, amplitude and onset activation for knee muscles between athletes with and without limited ankle dorsiflexion range of motion.

Keywords: SEMG, Knee Muscles, Dorsiflexion, Onset, Activity
