Archive of SID

المپیک
فصلنامه

سال هفدهم – شماره ۲ (پیاپی ۴۶) تابستان ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: ۸۶/٤/۱۱
تاریخ تصویب: ۸۷/۲/۲

مقایسهٔ فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اکستنسور و فلکسور زانو در دو شیوهٔ مختلف حرکت اسکات

❖ **دکتر حمید محبی؛** دانشیار دانشگاه گیلان*
❖❖ **دکترعلی اصغر نورسته؛** استادیار دانشگاه گیلان
❖❖❖ **همایون فراهانی؛** دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان

چکیده: هدف از این تحقیق عبارت است از بررسی اثـر وضعیت پـا بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اکستنسور و فلکسـور زانـو، طی فازهای درون‌گرا و برون‌گرای حرکت اسکات در دو حالت پای جمع و پای باز. ۸ پاورلیفتر باتجربه، با میانگین و انحراف استاندارد سنی ۳٫۷٤ ± ۲۲٫۳۸ سال، قد ٦٫۲۸ ± ۱۷۲٫۵ سانتی‌متر، و وزن ۹٫۹۸ ± ۹۱٫۹۵ کیلوگرم، آزمودنی‌های این تحقیق بودند. به منظور نرمال‌سازی اطلاعات الکترومیوگرافی هر دو گروه عضلانی، آزمودنی‌ها سه تکرار ٤ ثانیه‌ای حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک (MVIC) را در دو حرکت فلکشن و اکستنشن زانو با زاویهٔ ۹۰ درجه اجرا کردند. سپس فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی، طی ۳ تکرار متوالی اسکات (با دامنهٔ حرکتی ۱۰۰ درجه) در وضعیت‌های پاجمع (٦۵٪ عرض شانه) و پاباز (۱٦۰٪ عرض شانه) و با وزنه‌ای معادل ۱۰۰٪ وزن بدن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر (۲ وضعیت پا × ۲ فاز اسکات) برای مقایسهٔ داده‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد فعالیت عضلهٔ پهن داخلی در وضعیت پاباز (۱٦٫۳۸±٤۲٫٤۱درصدMVIC)، در مقایسه با وضعیت پاجمع (۱٤٫۷۳±۳۸٫۰۹ درصدMVIC) بزرگ‌تر است (P≤۰٫۰۵). همچنین، همهٔ عضلات فعالیت بزرگ‌تری را در فاز درون‌گرا نسبت به فاز برون‌گرا نشان دادند (P≤۰٫۰۵). تفاوت معناداری بین هیچ ترکیبی از وضعیت پا و فاز اسکات مشاهده نشد. به طورکلی، نتایج این تحقیق نشان داد اسکات پاباز ممکن است در به‌کارگیری عضلهٔ پهن داخلی، از اسکات پاجمع مؤثرتر باشد. از آنجاکه فعالیت عضلات پهن رانـی، به‌ویژه عضلهٔ پهن داخلـی، در برنامه‌های تمرینـی و توان‌بخشی زانـو بسیار مهم‌اند، نتایج این تحقیق در پزشکی و ورزش کاربرد دارد.

واژگان کلیدی: تمرین قدرتی، الکترومیوگرافی، حرکت اسکات، پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی

* E.mail: mohebbi_ h@yahoo.com

مقدمه

در سال‌های اخیر، اکثر مربیان به منظور بهبود و تقویت گروه‌های ویژهٔ عضلات، توجه زیادی به تمرینات مقاومتی با وزنه داشته‌اند. یکی از حرکات بسیار مهم و رایج در افـزایش قدرت عضلات چهارسر و همسترینگ، حرکت اسکات است. چون اسکات جزو حرکت زنجیـرهٔ بسته طبقه‌بندی شـده است، بنابرایـن از حرکات مناسب و رایـج در

www.SID.ir

Archive of SID

دوره‌های توانبخشی اندام تحتانی محسوب می‌شود (۸، ۹، ۱۲).

ورزشکاران و بیماران در دوره‌های توانبخشی از شیوه‌های مختلفی برای اجرای اسکات استفاده می‌نمایند. فاکتورهایی چون عمق (میزان نشستن)، وضعیت قرارگیری پاها (عرض ایستادن)، زوایای پا، و نحوهٔ قرارگیری هالتر بر پشت موجب ایجاد شیوه‌های مختلف و متنوعی در انجام حرکت اسکات شده‌اند (۶، ۹، ۱۷). دو نمونه از تکنیک‌های اصلی حرکت اسکات، با توجه به عرض ایستادن، **اسکات پاجمع**[1] (NSS) و **اسکات پاباز**[2] (WSS) است. در حرکت اسکات پاجمع فاصلهٔ بین پاها کمتر از عرض شانه (تقریباً ۱۵ الی ۲۵ سانتی‌متر) و در اسکات پاباز فاصلهٔ بین پاها بیشتر از عرض شانه است (۲). هر کدام از این شیوه‌ها و تکنیک‌ها، موقعیت‌های نسبی استخوان‌های مفصل زانو (ران، درشت نی و کشکک) و نحوهٔ عملکرد عضلات را در مفصل زانو تغییر می‌دهند و سرانجام، بیومکانیک کل حرکت اسکات را عوض می‌کنند (۱۵).

تاکنون تحقیقات معدودی فعالیت عضلانی را حین اجرای وضعیت‌های پاجمع و پاباز اسکات بررسی و مقایسه کرده‌اند (۵، ۹، ۱۲، ۱۵). مکو و ملروس، اثر سه وضعیت پا جمع (۷۵٪ عرض شانه)، پا متوسط (۱۰۰٪ عرض شانه) و پاباز (۱۴۰٪ عرض شانه) را در دو فاز حرکت اسکات و با دو شدت مختلف، روی فعالیت عضلات مفاصل ران و زانو بررسی و مقایسه کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد هیچ تفاوت معناداری برای اثر اصلی وضعیت پا وجود ندارد. با وجود این، تفاوت‌های معناداری بین فعالیت الکتریکی عضلات در فاز بالا آمدن نسبت به فاز پایین رفتن اسکات در وضعیت‌های مختلف مشاهده شد (۱۲).

اندرسون و همکاران (۱۹۹۸)، در پژوهشی به بررسی تأثیر عرض ایستادن (وضعیت‌های پاباز معادل با۱۰۰٪ عرض لگن و پاجمع معادل با۲۰٪ عرض لگن) بر نسبت فعالیت الکترومیوگرافی **عضلهٔ پهن داخلی**[3] به **پهن خارجی**[4] پرداختند و هیچ تفاوت معناداری را در نسبت‌های فوق بین اسکات‌های بدون وزنهٔ پاباز و پاجمع مشاهده نکردند (۵).

تروبریج (۲۰۰۰) نیز اثر وضعیت قرارگیری پا را بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات چهارسر و همسترینگ، حین اجرای حرکت اسکات بدون وزنه بررسی و مقایسه کرده است و همانند تحقیقات پیشین، تفاوت معناداری را در فعالیت عضلات چهارسر و همسترینگ در دو وضعیت پاجمع (۳۳٪ طول ساق پای آزمودنی‌ها) و پاباز (۱۰۰٪ طول ساق پای آزمودنی‌ها) مشاهده نکرد. همچنین، همهٔ عضلات به استثنای عضلهٔ پهن داخلی فعالیت بیشتری را در فاز بالا آمدن نشان داند (۱۵).

در پژوهش دیگری اسکامیلا و همکاران (۲۰۰۱)، هیچ تفاوت معناداری را در فعالیت عضلات چهارسر و همسترینگ بین اسکات‌های پاباز (۲۰۰٪ عرض لگن) و پاجمع (۱۰۰٪ عرض لگن) مشاهده نکردند. با وجود این، فعالیت عضلهٔ دوقلو در زمان اجرای اسکات پاجمع نسبت به اسکات پاباز حدوداً ۲۱٪ بزرگ‌تر بود. همچنین، این تحقیق نشان داد در تمامی حرکات مورد آزمون، فعالیت عضلانی در فاز اکستنشن زانو بیشتر بود (۹).

با مروری بر تحقیقات مذکور می‌توان دریافت

1. Narrow Stance Squat
2. Wide Stance Squat
3. Vastus Medialis
4. Vastus Lateralis

www.SID.ir

Archive of SID

در بیشتر موارد هیچ تفاوت معناداری در فعالیت الکترومیوگرافی عضلات چهارسر ران و همسترینگ بین وضعیت‌های پاباز و پاجمع اسکات وجود نداشت. این امر شاید به دلیل فواصل بین پای نسبتاً یکسانی باشد که در وضعیت‌های پاباز و پاجمع در این تحقیقات تعریف شده‌اند (۹و۱۵).

از طرفی ممکن است تفاوت‌های موجود در فواصل بین پاها، در وضعیت‌های پاباز و پاجمع، به اندازهٔ کافی زیاد نبودند که بتوانند تفاوت‌های معناداری را در گشتاورهای عضلانی و به دنبال آن فعالیت‌های عضلانی ایجاد نمایند (۱۵).

اسکامیلا و همکاران (۲۰۰۱)، در تحقیقی به تجزیه و تحلیل بیومکانیکی حرکت اسکات در سه وضعیت مختلف پاجمع (۱۰±۱۰۷٪ عرض شانه)، پامتوسط (۱۲± ۱۴۲٪ عرض شانه)، و پاباز (۱۲± ۱۶۹٪ عرض شانه) پرداختند و در پایان چنین گزارش کردند که بازوهای گشتاور و گشتاورهای اکستنسوری ران و زانو طی حرکت اسکات پاباز، در مقایسه با اسکات پاجمع بزرگ‌تر بودند (۸). بر اساس این نتایج سینتیکی می‌توان چنین فرض کرد که شاید با استفاده از ایستادن‌های پابازتر نسبت به تحقیقات پیشین (۵،۹،۱۲و۱۵)، بتوان تفاوت‌های معناداری در فعالیت عضلات چهارسر و همسترینگ حین حرکت اسکات مشاهده کرد. این تفاوت‌ها احتمالاً به دلیل تغییر بازوهای گشتاور و گشتاورهای عضلانی‌اند. به منظور آزمون این فرضیه، در تحقیق حاضر عملکرد عضلات اکستنسور (پهن داخلی و پهن خارجی) و فلکسور زانو (دوسررانی) از روش الکترومیوگرافی سطحی طی دو تکنیک اسکات پاباز و اسکات پاجمع ارزیابی شد. بنابراین، هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر وضعیت پا بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی طی حرکت اسکات بود.

روش‌شناسی

هشت پاورلیفتر مرد سالم از شهرستان رشت، با میانگین و انحراف استاندارد سن ۳/۷۴ ± ۲۲/۳۸ سال، قد ۶/۲۸±۱۷۲/۵ سانتی‌متر، وزن ۹/۹۸±۹۱/۹۵ کیلوگرم، و سابقهٔ تمرینی۳/۳۴ ± ۶/۳۸ سال آزمودنی این تحقیق بودند. آزمودنی‌ها قبل از اجرای تحقیق، فرم رضایت‌نامه و پرسش‌نامهٔ اطلاعات پزشکی- ورزشی را تکمیل کردند. اطلاعات در این تحقیق در دو مرحله جمع‌آوری شد. در مرحلهٔ اول، یک هفته قبل از آزمون اصلی، تمامی آزمودنی‌ها در جلسه‌ای توجیهی، با نحوهٔ اجرای آزمون‌ها و چگونگی انجام پروژهٔ تحقیق آشنا شدند. سپس وزن، قد، و عرض شانهٔ آن‌ها با ترازوی استاندارد پزشکی، متر نواری و کالیپر یونیورسال اندازه‌گیری شد. در ادامه، به منظور نرمال‌سازی وضعیت قرارگیری پاهای آزمودنی‌ها در اجرای آزمون‌های اسکات پاجمع و اسکات پاباز، فاصلهٔ بین دو پا (فاصلهٔ بین دو پاشنه) و زاویهٔ چرخش پا در خلال اجرای تکرارهای آزمایشی، برای هر آزمودنی تعیین و ثبت گردید. در این تحقیق برای اجرای وضعیت‌های پاجمع و پاباز اسکات به ترتیب از فاصله‌ای به اندازهٔ ۶۵٪ و ۱۶۰٪ عرض شانهٔ آزمودنی‌ها استفاده شد. زوایای چرخش پا در وضعیت‌های پاجمع و پاباز اسکات به ترتیب ۲۰ و ۳۰ درجه تعیین گردید.

در مرحلهٔ دوم، اطلاعات حاصل از فعالیت عضلانی طی اجرای وضعیت‌های پاباز و پاجمع حرکت اسکات جمع‌آوری شد. در ابتدا، آزمودنی‌ها به منظور جلوگیری از بروز

www.SID.ir

Archive of SID

آسیب‌دیدگی، به طور اختیاری و به مدت ۱۰ دقیقه به اجرای حرکات کششی و گرم کردن بدن به ویژه ناحیهٔ تحتانی پرداختند. قبل از نصب الکترودهای سطحی دوقطبی روی سطح پوست پای برتر (شوت‌زن) افراد، موهای زائد قسمتی که قرار بود الکترودها نصب گردد (قسمت قدامی و خلفی ران بین مفاصل ران و زانو) کاملاً تراشیده شد. سپس، جایگاه‌های قرارگیری الکترودها سنباده خوردند و با الکل و پنبه تمیز شدند. این امر باعث می‌شود مقاومت سطحی پوست کاهش یابد و لیدها راحت‌تر و بهتر با سطح پوست در تماس باشند (۳).

در هر عضلهٔ مورد بررسی (عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی)، دو الکترود سطحی دوقطبی ثبت‌کننده و الکترود زمین به کمک چست‌لیدها و مطابق با **روش تروبریج**[1] روی سطح پوست نصب گردید (۱۵). سپس محققان محل قرارگیری الکترودهای عضلات چهارسر ران و همسترینگ با انقباضات ایزومتریک زیربیشینهٔ عضلات ذکر شده را در برابر مقاومت ایجاد شده کنترل کردند. در ادامه، اطلاعات الکترومیوگرافی حاصل از عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی به کمک دستگاه مقاومت هیدرولیک یونکس و با اعمال حداکثر **انقباض ایزومتریک ارادی**[2] (MVIC) توسط آزمودنی‌ها، جمع‌آوری شد، و در نرمال‌سازی اطلاعات الکترومیوگرافی حاصل که در مرحلهٔ بعد و در حین آزمون‌های اسکات به‌دست آمد استفاده شد.

تکرارهای MVIC در عضلات پهن داخلی و پهن خارجی، در وضعیت فلکشن ۹۰ درجهٔ مفصل ران و فلکشن ۹۰ درجهٔ مفصل زانو و حین اجرای حرکت اکستنشن زانوی نشسته (جلوپا) و در عضلهٔ دوسر رانی در همان وضعیت قبلی مفصل ران و زانو و در خلال اجرای حرکت فلکشن زانوی نشسته اجرا شدند. آزمودنی‌ها ۳ تکرار ۳ ثانیه‌ای MVIC، را برای هر گروه عضلانی و به صورتی تصادفی اجرا کردند. بین هر تکرار MVIC تقریباً ۲ دقیقه به هر آزمودنی استراحت داده شد (۷ و ۱۶).

پس از اجرای تکرارهای MVIC، آزمودنی‌ها در حالت شروع آزمون قرار گرفتند. سپس، به منظور کنترل فلکشن و اکستنشن مفصل زانو، سنسور گونیامتر الکترونیکی (Biometrics با Data LOGمدل P3X8 و با سنسور مدل SG150) روی سطح خارجی زانوی پای برتر آزمودنی‌ها قرار گرفت (میزان فلکشن زانو در هر حرکت ۱۰۰ درجه بود). هر آزمودنی با شنیدن کلمهٔ «شروع» آزمون را آغاز کرد و بعد از اجرای ۳ تکرار متوالی با شدت ۱۰۰٪ وزن بدن خود برای یکی از وضعیت‌های پاباز یا پاجمع اسکات، آزمون را با شنیدن کلمهٔ «توقف» به پایان رساند. بعد از ۳ دقیقه استراحت برای جلوگیری از بروز خستگی عضلانی، حرکت دیگر را دقیقاً مشابه با حرکت قبلی از نظر شدت و تعداد تکرارها اجرا کرد. ترتیب آزمون‌ها در هر دو حرکت مورد آزمون تصادفی بود (۷ و۱۵). در حین انجام هر حرکت، فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی پای برتر آزمودنی‌ها از طریق نصب الکترودهای سطحی روی عضلات مربوط و به کمک دستگاه الکترومیوگرافی (Muscle Tester مدل ME 3000 P8) اندازه‌گیری شد. اطلاعات به دست آمده به کمک رایانهٔ مجهز به نرم‌افزار Megawin v.2.01 که به دستگاه الکترومیوگرافی متصل بود تجزیه و تحلیل شد.

1. Troubridge

2. Maximum Voluntary Isometric Contraction

www.SID.ir

Archive of SID

لازم به ذکر است که تمامی آزمون‌ها طی دو هفتهٔ متوالی در دی ماه انجام گرفت.

در پژوهش حاضر، اطلاعات الکترومیوگرافی خام با استفاده از شیوهٔ **ریشهٔ میانگین مجذور**[1] تجزیه و تحلیل شد. برای هر آزمودنی، اطلاعات پردازش شدهٔ RMS برای هر عضله به مقدار MVIC به دست آمده از آن عضله تقسیم و سپس برای ایجاد درصدی از مقدار MVIC حاصل در عدد صد ضرب گردید. بنابراین میزان فعالیت الکتریکی هر عضله به صورت درصدی از MVIC در هر فاز (برون‌گرا و درون‌گرا) هر تکرار بیان شد. از **ضریب همبستگی درون‌گروهی**[2] برای تعیین پایایی، و از **خطای استاندارد اندازه‌گیری**[3] در تخمین میانگین خطای مورد انتظار و مربوط به هر عضله، در آزمون‌های MVICو اسکات استفاده شد (۱۱ و ۱۲).

در بررسی و تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. در تعیین میانگین، انحراف استاندارد، و دامنهٔ تغییرات از آمار توصیفی و برای مقایسهٔ درصدهای MVIC در وضعیت‌ها و فازهای مختلف از آزمون آنالیز واریانس دو طرفهٔ ۲×۲ با اندازه‌گیری مکرر (۲ وضعیت پاباز و پاجمع × ۲ فاز برون‌گرا و درون‌گرا) استفاده شد ($P\leq ۰/۰۵$). عملیات آماری به کمک نرم‌افزارهای SPSS و Excel انجام شد.

یافته‌ها

برای تعیین پایایی روش‌های اندازه‌گیری متغیرها در این تحقیق، از ضریب همبستگی درون‌گروهی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ضرایب از ۰/۹۹۸۷ در عضلهٔ پهن داخلی تا ۰/۹۷۶۹ در عضلهٔ دوسر رانی در آزمون MVIC و از ۰/۹۳۴۴ تا ۰/۷۸۵۲ به ترتیب برای همان عضلات در آزمون اسکات مرتب شدند.

این مقادیر، ثبات درونی بالایی را در مقادیر متغیرهای اندازه‌گیری شده، از تکراری به تکرار دیگر در هر عضله در آزمون MVIC و ثبات درونی بالا تا متوسطی را برای عضلات در آزمون اسکات نشان می‌دهد. علاوه بر ضرایب ICC، در جدول ۱، مقادیر مربوط به خطای استاندارد اندازه‌گیری را نیز نشان می‌دهد.

جدول ۱. ضریب همبستگی درون‌گروهی (ICC) و خطای استاندارد اندازه‌گیری (SEM، واحد : میکروولت) محاسبه شده در هر عضله در آزمون‌های MVIC و اسکات

آزمون	عضله	ICC	SEM
MVIC			
	پهن داخلی	**۰/۹۹۸۷**	**۰/۶۷**
	پهن خارجی	**۰/۹۸۸۸**	**۲/۶۰**
	دوسر رانی	**۰/۹۷۶۹**	**۴/۰۲**
اسکات			
	پهن داخلی	**۰/۹۳۴۴**	**۰/۸۱**
	پهن خارجی	**۰/۸۷۰۹**	**۰/۸۲**
	دوسر رانی	**۰/۷۸۵۲**	**۱/۰۴**

در جدول‌های ۲ تا ۵، میانگین و انحراف استاندارد فعالیت الکترومیوگرافی نرمال‌سازی شدهٔ (MVIC٪) عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی در وضعیت‌های پاجمع و پاباز حرکت اسکات، همچنین فازهای برون‌گرا و درون‌گرای حرکات نشان داده شده است. لازم به ذکر است که تمامی اندازه‌گیری‌های گزارش شده مربوط به پای برتر آزمودنی‌هاست. در این تحقیق، تمامی آزمودنی‌های انتخاب شده راست‌پا بودند.

1. Root Mean Square
2. Intraclass Correlation Coefficients (ICC)
3. Standard Error of Measurement (SEM)

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آزمون تحلیل واریانس در بررسی اثر وضعیت پا نشان داد که اثر اصلی این متغیر فقط در عضلهٔ پهن داخلی معنادار بود (P=۰/۰۴ و F=۵/۶۳). بنابراین، بین فعالیت EMG عضلهٔ پهن داخلی در وضعیت‌های پاجمع و پاباز اسکات تفاوت معناداری وجود دارد.

نتایج آزمون تحلیل واریانس در بررسی اثر فاز اسکات نشان داد اثر اصلی این متغیر در هر سه عضلهٔ پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی معنادار بود (P=۰/۰۳ و F=۶/۹۷ در پهن داخلی، P=۰/۰۳ و F=۷/۳۳ در پهن خارجی، و P=۰/۰۰ و F=۴۵/۱۵ در دوسر رانی). بنابراین، بین فعالیت EMG عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی در فازهای برون‌گرا و درون‌گرای اسکات تفاوت معناداری وجود دارد.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد فعالیت الکترومیوگرافی نرمال‌سازی شدهٔ (%MVIC) عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی در وضعیت‌های پاجمع و پاباز اسکات

عضله / وضعیت پا	پهن داخلی	پهن خارجی	دوسر رانی
پاجمع	۳۸/۰۹ ± ۱۴/۷۳	۳۱/۵۱ ± ۶/۷۹	۱۶/۱۸ ± ۶/۶۴
پاباز	* ۴۲/۴۱ ± ۱۶/۳۸	۳۳/۶۳ ± ۹/۷۷	۱۸/۹۴ ± ۸/۶۸

* سطح معناداری P≤ ۰/۰۵

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد فعالیت الکترومیوگرافی نرمال‌سازی شدهٔ (%MVIC) عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی در فازهای برون‌گرا و درون‌گرای اسکات

عضله / فاز اسکات	پهن داخلی	پهن خارجی	دوسر رانی
برون‌گرا	۳۵/۸۶ ± ۱۳/۸۲	۲۸/۷۴ ± ۷/۴۶	۱۱/۶۵ ± ۴/۷۷
درون‌گرا	* ۴۴/۶۴ ± ۱۶/۲۳	* ۳۶/۴۰ ± ۷/۵۵	* ۲۳/۴۸ ± ۵/۱۲

* سطح معناداری P≤ ۰/۰۵

جدول ۴. میانگین و انحراف استاندارد فعالیت الکترومیوگرافی نرمال‌سازی‌شدهٔ (%MVIC) عضلات پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی در فازها و وضعیت‌های مختلف پا در حرکت اسکات

		عضله	پهن داخلی	پهن خارجی	دوسر رانی
وضعیت پا	فاز اسکات				
پاجمع	برون‌گرا		۳۴/۳۳ ± ۱۱/۶۸	۲۷/۹۷ ± ۷/۰۴	۱۱/۶۱ ± ۵/۴۳
	درون‌گرا		۴۱/۸۵ ± ۱۷/۲۲	۳۵/۰۵ ± ۴/۵۶	۲۰/۷۶ ± ۴/۱۶
پاباز	برون‌گرا		۳۷/۴۰ ± ۱۶/۳۶	۲۹/۵۱ ± ۸/۲۸	۱۱/۶۸ ± ۴/۴۰
	درون‌گرا		۴۷/۴۳ ± ۱۵/۸۱	۳۷/۷۶ ± ۹/۸۷	۲۶/۲۰ ± ۴/۶۷

* سطح معناداری P≤ ۰/۰۵

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آزمون تحلیل واریانس در بررسی اثر تعاملی وضعیت پا و فاز اسکات نشان داد اثر تعاملی این دو متغیر در هر سه عضلهٔ پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسر رانی معنادار نبود ($P\leq ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، نتایج مقایسهٔ فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پهن خارجی و دوسر رانی در وضعیت‌های پاجمع و پاباز حرکت اسکات نشان داد هر چند فعالیت این عضلات در وضعیت پاباز در مقایسه با وضعیت پاجمع بیشتر بود، این اختلاف از نظر آماری معنادار نبود. بنابراین، اثر اصلی وضعیت پا در این عضلات معنادار نبود و هر دو وضعیت پاباز و پاجمع به یک میزان بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پهن خارجی و دو سررانی تأثیر دارند.

نتایج فوق با نتایج تحقیقات مکو و ملروس (۱۹۹۹)، اسکامیلا و همکاران (۲۰۰۱)، تروبریج (۲۰۰۰)، و اندرسون و همکاران (۱۹۹۸) همخوانی دارد (۵،۹،۱۲،۱۵). این همخوانی ممکن است به دلیل تغییرات جزئی و عدم تغییر طول عضلات مذکور، بین وضعیت‌های پاجمع و پاباز اسکات‌های مورد آزمون باشد. یکی از فاکتورهای اثرگذار بر بزرگی و الگوهای به‌کارگیری عضلات، طول عضله حین انقباض است (۱۲ و۱۵). طبق رابطهٔ طول- تنش، تنش بیشتر عضله و سرانجام نیروی بیشتر، در زمانی که عضله در طولی نزدیک به حالت استراحت قرار دارد به‌دست می‌آید. این طول را طول بهینهٔ عضله می‌گویند (۴ و۱۵). در طول بهینه، هر واحد حرکتی نیروی بیشتری تولید می‌کند. بنابراین، عضله، واحدهای حرکتی کمتری را برای تولید مقدار نیروی یکسانی نسبت به شرایط نامطلوب (زمانی که عضله در طول بهینه قرار ندارد) فعال می‌نماید. کاهش تعداد واحدهای حرکتی فعال، فعالیت الکترومیوگرافی سطحی را کاهش می‌دهد (۱۵). عکس این رابطه نیز صادق است.

با توجه به مطالب فوق، چون عضلهٔ دوسررانی عضله‌ای دو مفصلی است و مبدأ آن برجستگی ورکی و سر دیستال آن به لقمهٔ خارجی استخوان درشت نی و سر نازک‌نی منتهی می‌شود، لذا آبداکشن ران موجود حین اسکات پاباز، ممکن است طول این عضله را تغییر دهد (۱۲). اما با توجه به فواصل بین پای تعریف شده در تحقیقات پیشین برای اسکات پاباز (۱۴۰٪ عرض شانه در تحقیق مکو و ملروس، ۱۰۰٪ طول ساق پا در تحقیق تروبریج، و۲۰۰٪ عرض لگن با میانگین ۵۷ سانتی‌متر در تحقیق اسکامیلا) (۹ ،۱۲ و۱۵)، و تحقیق حاضر (۱۶۰٪ عرض شانه با میانگین ۲/۹ ± ۶۶/۱ سانتی‌متر) می‌توان چنین فرض کرد که این تغییرات طولی ایجاد شده بر اثر آبداکشن ران به اندازه‌ای نیستند که بتوانند عضلهٔ دوسر رانی را از طول بهینهٔ خود خارج نمایند*. بنابراین بر اساس رابطهٔ طول- تنش می‌توان چنین نتیجه گرفت که بین فعالیت الکترومیوگرافی عضلهٔ دوسر رانی در دو وضعیت پاباز و پاجمع اسکات، همان‌طورکه در این تحقیق نشان داده شد، تفاوت چندانی وجود ندارد.

رابطهٔ طول- تنش به شکل دیگری در عضلات پهن داخلی و پهن خارجی قابل توجیه است. ازآنجاکه این عضلات، عضلاتی تک‌مفصلی‌اند و فقط از مفصل زانو عبور می‌کنند، تغییر عرض

* طول بهینهٔ عضله در بیشتر منابع حتی تا ۱۳۰ درصد طول استراحت نیز بیان شده است (۱ و۴).

www.SID.ir

Archive of SID

ایستادن با تغییر وضعیت رانها در صفحهٔ فرونتال حین اجرای اسکات پاباز نمی‌تواند بر طول این عضلات تأثیر بگذارد. بنابراین، شرایط نامطلوبی در عضلات پهن داخلی و خارجی، در منحنی طول- تنش ایجاد نشده و نباید انتظار داشت کـه افـزایش فعالیتی را در این عضلات، در وضعیت پابـاز اسکات نسبت به وضعیت پاجمع مشاهده کرد (۱۲). البته ذکر این نکته ضروری است که تنها براساس رابطهٔ طول- تنش نمی‌توان تغییرات فعالیت الکترومیوگرافی عضلات را در حرکات و وضعیت‌های مختلف توجیه کرد، چرا که عوامل دیگری چون سرعت حرکت، گشتاورها، و نیروهای وارده بر مفاصل، زاویهٔ کشش تارهای عضلانی و جز آن وجـود دارندکه بـر میزان فعالیت عضلات و الگوهـای فعالیت آن‌هـا تأثیر دارنـد (۱،۴). شاید افـزایش فعالیت الکترومیوگرافی عضلهٔ تک‌مفصلی پهن داخلی در وضعیت پاباز، همان‌طورکه در تحقیق حاضر نشان داده شد، گواه این ادعا باشد.

نتایج مقایسهٔ فعالیت الکترومیوگرافی عضلهٔ پهن داخلی در وضعیت‌های پاجمع و پاباز اسکات نشان داد که اثر اصلی وضعیت پا در عضلهٔ پهن داخلی معنادار بود. لذا از آنجا که میانگین فعالیت الکترومیوگرافی این عضله در وضعیت‌های پابـاز و پاجمع به ترتیب برابر با MVIC42% و MVIC ۳۸٪ است، می‌توان نتیجه گرفت فعالیت عضلهٔ پهن داخلی در وضعیت پاباز بیشتر از وضعیت پاجمع است و این عضله در وضعیت پاباز بیشتر تحت تنش قرار می‌گیرد.

علاوه بر تغییرات طول عضله و رابطهٔ طول- تنش، تغییرات بازوی گشتاور عضلانی و به دنبال آن تغییرات گشتاور خالص عضلانی تولید شده در مفاصل نیز عامل بیومکانیکی مؤثر بر بزرگی و الگوهای فعال‌سازی عضلات محسوب می‌شود (۸ و۱۰). اسکامیلا و همکاران (۲۰۰۱) پیش از این گزارش کردند که بازوهای گشتاور و گشتاورهای اکستنسوری زانو به طور معناداری طی اسکات پاباز و در مقایسه با اسکات پاجمع بزرگ‌ترند (۸). این نتایج سینتیکی با یافته‌های الکترومیوگرافی حاصل از این تحقیق همخوانی دارد، چرا که در تحقیق حاضر، از طرفی فواصل بین پای تعریف شده در وضعیت‌های پـابـاز و پاجمع (به ترتیب ۶۶ و ۲۷ سانتی‌متر) مشابه با تحقیق سینتیکی اسکامیلا و همکاران (به ترتیب ۶۹ و۴۰ سانتی‌متر) است؛ از طرف دیگر، فعالیت بیشتر عضلات پهن، به‌ویژه عضلهٔ پهن داخلی، در وضعیت پاباز حرکت اسکات نشان داده شده است. بنابراین، از این اطلاعات می‌توان چنین استنباط کرد که حرکت اسکات پاباز ممکن است نسبت به حرکت اسکات پاجمع، در به‌کارگیری عضلات پهن مؤثرتر باشد. اگرچه باید بر این نکته توجه داشت که علی‌رغم بیشتر بودن فعالیت عضلهٔ پهن خارجی در وضعیت پـابـاز، تفاوت موجود بین دو وضعیت نسبتاً کوچک است و از نظر آماری معنادار نیست. البته، این موضوع قابل توجیه است چرا که آزمودنی‌ها در تحقیق حاضر (برخلاف آزمودنی‌های تحقیق سینتیکی اسکامیلا که وزنه‌های سنگین و نزدیک به بیشینه‌ای را بلند کردند)، از وزنه‌های سبکی (۱۰۰٪ وزن بدن خود) استفاده کردند. این موضوع باعث کاهش گشتاورهای فلکسوری می‌شود و در نتیجه ورزشکار به منظور مقابله با این گشتاورهای فلکسوری کوچک به گشتاورهای اکستنسوری زانوی کوچکی نیاز دارد.

نتایج مقایسهٔ فعالیت الکترومیوگرافی عضلات

www.SID.ir

Archive of SID

پهن داخلی، پهن خارجی، و دوسررانی در فازهای برون‌گرا (پایین رفتن) و درون‌گرای (بالا آمدن) حرکت اسکات نشان داد اثر اصلی فاز حرکت در هر سه عضلهٔ فوق معنادار است و فعالیت این عضلات در فاز درون‌گرای حرکت، بیشتر از فاز برون‌گراست. این نتایج با نتایج تحقیقات پیشین همخوانی دارد (۱۴،۱۳،۱۲،۷و۱۶).

طی انقباضات درون‌گرا، نیرو به طور عمده از شکل و آرایش پل‌های عرضی بین فیلامان‌های اکتین و میوزین همهٔ سارکومرهای داخل یک واحد حرکتی فعال شده ایجاد می‌شود. اما در خلال اعمال برون‌گرا، نیرو از ترکیب پل‌های عرضی میوفیلامان‌ها و ویژگی‌های الاستیک عضله تولید می‌شود (۱۵). هنگامی که عضله ضمن یک عمل برون‌گرا دراز می‌شود، هر یک از ساختارهای آن نیز تا درجهٔ معینی کشیده می‌شوند. بنابراین، ویژگی‌های الاستیک میوفیلامین‌های عضله، تاندون‌ها و لیگامنت‌های حمایت‌کننده در تولید نیروی برون‌گرا مشارکت دارند (۴). ولی در خلال انقباضات درون‌گرا، هیچ مشارکتی از این دسته وجود ندارد. بر این اساس می‌توان چنین نتیجه گرفت که اعمال برون‌گرا، برای تولید سطح یکسانی از نیرو، نسبت به انقباضات درون‌گرا فعالیت عضلانی کمتری را نیاز دارند و متعاقباً فعالیت الکترومیوگرافی آن‌ها کمتر است (۱۵).

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، وضعیت پاباز حرکت اسکات، ممکن است به طور کلی در فعال‌سازی عضلهٔ پهن داخلی، مؤثرتر از وضعیت پاجمع اسکات باشد. همچنین علی‌رغم بیشتر بودن فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پهن خارجی و دوسر رانی در وضعیت پاباز، هیچ تفاوت معناداری بین دو وضعیت مشاهده نگردید. این نتایج ممکن است کاربردهای پزشکی و ورزشی داشته باشد، چرا که ورزشکاران به‌ویژه ورزشکاران قدرتی (همانند پاورلیفترها، بدنسازان، وزنه‌برداران و کشتی‌گیران) ممکن است، یک یا هر دو تکنیک پاباز و پاجمع اسکات را براساس اهداف تمرینی خود یا براساس بهبود عضلاتی که برای این منظور اهمیت بیشتری دارند، انتخاب و استفاده کنند. از طرف دیگر، چون اسکات حرکت زنجیرهٔ بسته محسوب می‌شود و در مدت دوره‌های توانبخشی زانو (دوره‌های پس از آسیب و عمل جراحی ACL) مناسب است (۱۲،۹،۸)، و چون برقراری تعادل بین عضلات پهن و بهبود و تقویت آن‌ها (به‌ویژه عضلهٔ پهن داخلی) نیز در برنامه‌های توانبخشی زانو بسیار مهم است (۷)، لذا این نتایج ممکن است کاربردهای بالینی نیز داشته باشد و اطلاعات مفیدی برای پزشکان و درمان‌گران فراهم آورد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. فاکس، ادوارد ال.؛ ماتیوس، دونالد.جی، ۱۳۸۲، فیزیولوژی ورزشی، ترجمهٔ اصغر خالدان، ج۱، انتشارات دانشگاه تهران.

۲. فخریان، خشایار، ۱۳۷۸، کتاب بزرگ بدن‌سازی، انتشارات شهریور.

۳. محبی، حمید؛ حسینی، سید علی؛ افشارنژاد، طاهر؛ آقائی، ندا؛ شادمهری، سعیده (زیر چاپ). «بررسی میزان فعالیت عضلات شکمی و فلکسورهای ران دروضعیت های مختلف از حرکات درازونشست و کرانچ»، فصل‌نامهٔ المپیک.

۴. واتکینز، جیمز، ۱۳۸۱، ساختار و عملکرد دستگاه عضلانی اسکلتی، ترجمهٔ ولی‌الله دیدی روشن، انتشارات امید دانش.

5. Anderson, R., C. Courtney, and E. Carmeli (1998). "EMG analysis of the vastus medialis / vastus lateralis muscles utilizing the unloaded narrow-and wide-stance squats". J. Sport Rehabil. 7:236-247.
6. Caterisano, A., R. F. Moss, T. K. Pellinger, K. Woodruff, V. C. Lewis, W. Booth, and T. Khadra (2002). "The effect of back squat depth on the EMG activity of 4 superficial hip and thigh muscles". J. Strength Cond. Res. 16:428-432.
7. Escamilla, R.F., G.S. Fleisig, N. Zheng, S.W. Barrentine, K.E. Wilk, and J.R. Andrews (1998). "Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises". Med. Sci. Sport Exerc. 30:556-569.
8. Escamilla, R. F., G. S. Fleisig, T. M. Lowry, S. W. Barrentine, and J. R. Andrews (2001). "A three-dimensional biomechanical analysis of the squat during varying stance widths". Med. Sci. Sport Exerc. 33:984-998.
9. Escamilla, R. F., G. S. Fleisig, N. Zheng, J.E. Lander, S.W. Barrentine, J.R. Andrews, B.W.Bergemann, and C.T. Moorman (2001). "Effects of technique variations on knee Biomechanics during the squat and leg press". Med Sci Sport Exerc. 33:1552-1266.
10. Escamilla, R. F., A.C.Francisco, A.V.Kayes, K.P.Speer, and C.T.Moorman (2002). "An electromyographic análisis of sumo and conventional style deadlifts". Med Sci Sport Exerc. 34:682-688.
11. Isera, J. A., Jr., J. C. Erickson, and T. W. Worrell (1997). "EMG analysis of lower extremity muscle recruitment patterns during an unloaded squat". Med. Sci. Sport Exerc. 29:532-539.
12. McCaw, S. T., and D. R. Melrose (1999). "Stance width and bar load effects on leg muscle activity during the parallel squat". Med. Sci. Sport Exerc. 31:428-436.
13. Ninos, J. C., J. J. Irrgang, R. Burdett, and J. R. Weiss (1997). "Electromyographic analysis of the squat performed in self-selected lower extremity neutral rotation and 30 degrees of lower extremity turn-out from the self-selected neutral position". J. Orthop. Sport Phys. Ther. 25:307-315.
14. Stuart, M. J., D. A. Meglan, G. E. Lutz. E. S. Growney, and K. N. An. (1996). "Comparison of intersegmental tibiofemoral joint forces and muscle activity during various closed kinetic chain exercises". Am. J. Sport Med. 24:792-799.
15. Troubridge, M. A. (2000). "The effect of foot position on quadriceps and hamstring muscle activity during a parallel squat exercise". Master's thesis, western ontarioUuniversity.
16. Wilk, K. E., R. F. Escamilla, G. S. Fleisig, S. W. Barrentine, J. R. Andrews, and M. L. Boyd (1996). "A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic exercises". Am. J. Sport Med. 24:518-527.
17. Wertenberg, P., Y. Feng, and U. P. Aroborelius (1996). „High-and lowbar squatting techniques during weight- training". Med. Sci. Sport Exerc. 28:218-224.

www.SID.ir