طب ورزشی _ پاییز و زمستان ۱۳۹۰
شمارهٔ ۷- ص ص : ۴۸- ۳۱
تاریخ دریافت : ۲۱/ ۰۶ / ۹۰
تاریخ تصویب : ۲۲ / ۱۲ / ۹۰

مقایسهٔ فعالیت میوالکتریکی منتخبی از عضلات اندام تحتانی هنگام اجرای سه روش تمرینی رایج تقویت عضله چهار سر رانی با اعمال بارهای متفاوت

۱.پوریا حصاری – ۲. محمد ربیعی -۳. تیمور جعفرنژاد – ۴. سیداسماعیل حسینی نژاد -۵. مهرداد عنبریان[1]
۱.دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان،۲و۴.کارشناس ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان،۳.دانشجوی دکتری دانشگاه بوعلی سینا همدان،۵.دانشیار دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

هدف مطالعه حاضر مقایسه فعالیت میوالکتریکی برخی عضلات اندام تحتانی در بارهای متفاوت تمرینی هنگام اجرای سه حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات بود. تعداد ۱۰ پاورلیفتر مرد (سن: ۴/۸۵±۲۷ سال، قد: ۵/۹۸±۱۷۷ سانتی متر، وزن: ۱۲/۱۳±۸۰ کیلوگرم) در این مطالعه شرکت کردند. آزمودنی‌ها، حرکات اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات را با شدت ۷۰ و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند. در اجرای هر یک از حرکات، سیگنال‌های الکترومایوگرافی سطحی عضلات نازک نئی بلند، بخش داخلی دوقلو، درشت نئی قدامی، پهن داخلی، پهن خارجی، دوسررانی، نیم وتری، نزدیک کننده طویل و کشنده پهن نیام با استفاده از سیستم ME ۶۰۰۰ با فرکانس نمونه برداری ۲۰۰۰ هرتز ثبت گردید. آنالیز واریانس با اندازه های مکرر برای تجزیه و تحلیل آماری بکار برده شد ($P<0/05$). نتایج پژوهش حاضر، فعالیت میوالکتریکی بیشتری را در گروه عضلات چهارسرران به ویژه پهن خارجی و داخلی در دو حرکت اسکوات و هاک اسکوات نسبت به پرس پا هنگام اجرای حرکات با بارهای متفاوت نشان داد. تمرین با دستگاه هاک اسکوات به دلیل کاهش میزان فشار وارد شده بر ناحیه کمری و ران، تمرین مطمئنی برای تقویت عضلات چهارسررانی است. پیشنهاد می گردد که ورزشکاران، افراد مبتلا به کمر درد و یا مصدومیت‌های ورزشی از این حرکت برای تقویت گروه عضلات چهار سر رانی به عنوان جایگزینی مناسب برای دو حرکت اسکوات و پرس پا استفاده نمایند.

واژه‌های کلیدی

فعالیت میوالکتریکی، اسکوات، پرس پا، هاک اسکوات، عضله چهارسررانی.

۱ - نویسندهٔ مسئول : تلفن :۰۸۱۱- ۸۲۹۰۷۵۰- ۹۸
Email :m_anbarian@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تمرینات قدرتی سبب بهبود عملکرد عصبی-عضلانی در افراد مختلف نظیر ورزشکاران و افراد مسن می شود. دلیل این امر، افزایش سطح مقطع فیزیولوژیک عضله[1]، افزایش سطح مویرگی عضله و همچنین بهبود هماهنگی در فراخوانی واحدهای حرکتی می باشد (۱۰، ۱۱، ۲۹). در یک برنامه بدنسازی، تقویت بازکننده های زانو از اهمیت ویژه ای برخوردار است که از سوی ورزشکاران برای ارتقاء عملکرد ورزشی خویش مد نظر قرار دارد. حرکات اسکوات[2]، پرس پا[3] و هاک اسکوات[4] به عنوان تمرینات رایج برای تقویت عضلات ناحیه اندام تحتانی و به ویژه بازکننده های زانو، مورد توجه ورزشکاران رشته های مختلف ورزشی، مربیان و حتی متخصصین توانبخشی می باشند. اجرای این حرکات چند مفصله در برنامه بدنسازی علاوه بر تقویت بزرگترین و قوی‌ترین عضلات اندام تحتانی، شباهت های عصبی- عضلانی و بیومکانیکی زیادی با بسیاری از حرکات ورزشی، همچون دویدن و پریدن دارند (۸). از سوی دیگر، گروه عضلات چهارسر رانی (وستوس مدیالیس، رکتوس فموریس، وستوس اینترمدیوس و وستوس لترالیس) به عنوان بازکننده های مفصل زانو، از جمله عضلاتی هستند که در بیشتر فعالیت های حرکتی روزمره بویژه در مهارت های ورزشی با تحمل و جابجایی وزن در معرض فشار و خستگی مستمر قرار می‌گیرند (۱)، در نتیجه اهمیت توجه و تقویت این عضلات را دو چندان می‌کند.

تمرینات زنجیره جنبشی بسته[5] نسبت به حرکات زنجیره جنبشی باز[6] به دلیل شباهت زیاد با فعالیت های روزانه و تعامل بیشتر عضلات در مفاصل با یکدیگر، به ویژه در مفصل زانو به دلیل حرکت کمتر صفحه درشت نئی، وارد آمدن فشار کمتر بر لیگامان‌ها و کاهش نیروی قیچی وار[7] وارد بر مفصل، بیشتر در بازتوانی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۹، ۱۵، ۲۴). از آنجایی که حرکات اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات در گروه تمرین‌های زنجیره جنبشی بسته به شمار می‌روند (۹، ۲۳)، اغلب در محیط‌های کلینیکی برای بازتوانی آسیب‌های مختلف

1 - Cross Sectional Area
2 - Squat
3 - Leg Press
4 - Hack Squat
5 - Closed Chain Exercises
6 - Open Chain
7 - Shear Force

Archive of SID

www.SID.ir

ورزشی نظیر بازتوانی زانو بعد از عمل جراحی لیگامان متقاطع قدامی[1] (ACL) مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۷، ۲۱).

مطالعات متعددی به بررسی میزان فعالیت میوالکتریکی عضلات هنگام اجرای حرکت اسکوات پرداخته‌اند (۲۵-۳۲). برای مثال، تعدادی از مطالعات به بررسی میزان فعالیت میوالکتریکی عضلات ران هنگام اجرای حرکت اسکوات در وضعیت‌های متفاوت قرارگیری پا (عرض ایستادن) پرداخته اند (۱۸، ۱۹). نتایج این پژوهش ها نشان داد که اختلاف معناداری در میزان فعالیت گروه عضلات چهار سران در وضعیت های متفاوت قرار گیری پا در اجرای حرکت اسکوات وجود ندارد. چندین پژوهش نیز بر میزان فعالیت عضلات هنگام اجرای حرکت پرس پا توجه داشته و آن را از منظر متغیرهای مختلف فیزیولوژیکی و بیومکانیکی بررسی کرده اند (۹، ۳۰). البته ذکر این نکته ضروری به نظر می‌رسد که در بین حرکات مورد بحث، سهم حرکت هاک اسکوات در مطالعات اندک بوده است. با توجه به ویژگی خاص حرکت هاک اسکوات مانند استفاده از دستگاه و وضعیت مناسب قرار گیری بدن که ریسک آسیب پذیری ورزشکار را در فرایند تقویت عضلات چهار سر ران کاهش می‌دهد، بررسی و مطالعه این حرکت در کنار حرکات دیگر مرتبط، اطلاعات دقیق‌تری را در اختیار مربیان بدنسازی و درمانگران قرار خواهد داد. از سوی دیگر، انتخاب شیوه بهتر تقویت عضلات چهار سر ران در جهت تامین امنیت ورزشکار در مواجهه با بارهای متفاوت تمرینی، می تواند با کاهش ریسک آسیب، به طول عمر ورزشی ورزشکاران و ارتقاء سطح اجرای مهارت‌های حرکتی کمک کند. با مروری بر تحقیقات انجام شده در این حوزه، مطالعه‌ای که میزان فعالیت میوالکتریکی عضلات را در بارهای متفاوت تمرینی، در طی اجرای سه حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات مورد مطالعه و مقایسه قرار داده باشد انجام نگرفته است. بنابراین، هدف مطالعه حاضر مقایسه فعالیت میوالکتریکی عضلات اندام تحتانی و به ویژه عضله چهارسر رانی در بارهای متفاوت تمرینی (۷۰ و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه[2]) هنگام اجرای سه حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات می باشد. تعیین نقش این حرکات در تقویت عضلات مختلف اندام تحتانی، اطلاعات مفیدی را در اختیار درمانگران، مربیان و همچنین ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی قرار می‌دهد.

1 - Anterior Cruciate Ligament
2 - One Repeated Maximum(1-RM)

Archive of SID

www.SID.ir

روش تحقیق

تعداد ۱۰ پاورلیفتر مرد سالم، با میانگین و انحراف استاندارد سن ۴/۸۵±۲۷ سال، قد ۵/۹۸±۱۷۷ سانتی متر، و وزن ۱۲/۱۳±۸۰ کیلوگرم در این مطالعه شرکت کردند. آزمودنی‌ها تجربه کافی در اجرای سه حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات را دارا بوده (حداقل۵ سال) و به طور منظم در برنامه تمرینی خود از این سه حرکت استفاده می‌کردند. قبل از شرکت در آزمون رضایت‌نامه کتبی و پرسشنامه مربوط به اطلاعات پزشکی ورزشی توسط آزمودنی‌ها تکمیل گردید. هیچ‌یک از شرکت کنندگان سابقه آسیب‌های زانو، شکستگی اندام تحتانی و جراحی را نداشتند. یک هفته قبل از اجرای آزمون، نحوه انجام آزمون به طور کامل برای آزمودنی‌ها تشریح گردیده و میزان یک تکرار بیشینه هر فرد به عنوان روش معتبر (۱۶) در هر یک از حرکات اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات اندازه‌گیری شد. میانگین و انحراف استاندارد یک تکرار بیشینه در سه حرکت اسکوات، هاگ اسکوات و پرس پا به ترتیب برابر ۴۴±۱۷۷، ۳۵±۱۲۸، ۸۵±۲۹۶ کیلوگرم بود. فاصله پاها در حرکت اسکوات برابر ۱۰۸ درصد عرض شانه، و در دو حرکت پرس پا و هاک اسکوات برابر برابر با عرض صفحه زیر پا بود (شکل ۱). حرکت از وضعیت اکستنشن زانو آغاز و تا فلکشن ۹۰ درجه ادامه و در نهایت به حالت اولیه بر می‌گشت. در این پژوهش از میله هالتر استاندارد المپیک (۲۰/۵ کیلوگرمی) و وزنه های مخصوص آن، دستگاه پرس پا (ساخت کشور ایران، با زاویه ۲۵ درجه بین صفحه پشتی و زمین و زاویه ۱۲۰ بین تنه و پاها) و دستگاه هاک اسکوات (ساخت کشور ایران، با زاویه ۴۰ درجه بین صفحه زیر پا با زمین و زاویه ۹۰ درجه بین صفحه پشتی با صفحه زیر پا) استفاده شد. در جلسه آزمون، آزمودنی ها به منظور جلوگیری از آسیب دیدگی به طور اختیاری به مدت ۱۰دقیقه توسط حرکات کششی و سایر حرکات خود را گرم نمودند (۲). سیگنال‌های EMG سطحی با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی بی سیم ۱۶ کاناله ساخت کشور فنلاند[1] و با فرکانس نمونه برداری ۲۰۰۰ هرتز و نسبت سیگنال به نویز ۹۰ دسی‌بل جمع آوری گردید. الکترودهای مورد استفاده از نوع الکترودهای چسبنده یکبار مصرف Ag-AgCl بودند. بعد از تراشیدن کامل موهای زاید و تمیز کردن پوست با پنبه و الکل طبی برای کاهش مقاومت الکتریکی پوست، الکترود ها بر روی عضلات مورد نظر پای راست (بخش داخلی عضله دو قلو، نعلی، نازک‌نئی بلند، درشت‌نئی قدامی، پهن داخلی، راست رانی، پهن خارجی، دوسررانی، نیم‌وتری و

1 - Biomonitor ME6000 T16,Mega Electronics Ltd., Kuopio, Finland

Archive of SID

www.SID.ir

راست داخلی) براساس پروتکل اروپاییSENIAM نصب گردیدند (۱۲). الکترودها در حد فاصل مرکز عصب‌دهی عضله و تاندون انتهایی قرار داده می شدند. الکترود زمین روی استخوان درشت نی قرار داده شد. فاصله مرکز تا مرکز الکترودها ۲۰ میلی‌متر بود. سپس کابل‌ها به دستگاه انتقال دهنده و الکترودها متصل شدند. الکترودها و کابل‌ها بر روی پوست ثابت شدند تا در حرکات آزمودنی اختلال ایجاد نکنند. در ادامه حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی[1] (MVIC) عضلات با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی نمونه برداری گردید و برای نرمالیزکردن داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. تکرار های MVIC گروه عضلات چهار سر ران در وضعیت فلکشن ۹۰ درجه مفصل ران و زانو، حین اجرای حرکت اکستنشن زانو در حالت نشسته (بر روی دستگاه جلو ران و در حالت ایزومتریک) ثبت شد. تکرار های MVIC دو عضله دو سررانی و نیم وتری در همان وضعیت قبلی مفصل ران و زانو و طی اجرای حرکت فلکشن ثبت شد (۲). تکرار های MVIC در عضله نعلی، بخش داخلی عضله دوقلو، درشت نئی قدامی و نازک نئی طویل در حالت اکستنشن کامل زانو و مچ در زاویه ۹۰ درجه در برابر مقاومت ثابت دستگاه و طی اجرای حرکات پلانتار فلکشن، دورسی فلکشن و اورژن ثبت گردید (۷).

شکل ۱- ثبت فعالیت میوالکتریکی عضلات هنگام اجرای سه حرکت هاک اسکوات، اسکوات و پرس پا.

1 - Maximum Voluntary Isometric Contraction (MVIC)

www.SID.ir

به منظور کوتاه شدن مدت زمان آزمون و جلوگیری از بروز خستگی، آزمودنی ها ۲ تکرار ۴ ثانیه ای MVIC ، برای هر عضله یا گروه عضلانی را به صورت تصادفی اجرا نمودند و بین هر تکرار حدود ۲ دقیقه استراحت به آزمودنی ها داده شد. بعد از اتمام تعداد تکرارهای حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی عضلات مختلف و بعد از ۵ دقیقه استراحت، آزمودنی ها هر حرکت (اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات) را سه مرتبه و با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند. سپس هر حرکت را در دو تکرار و با شدت ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند (شکل ۱). بین اجرای هر حرکت حدود ۵ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد.

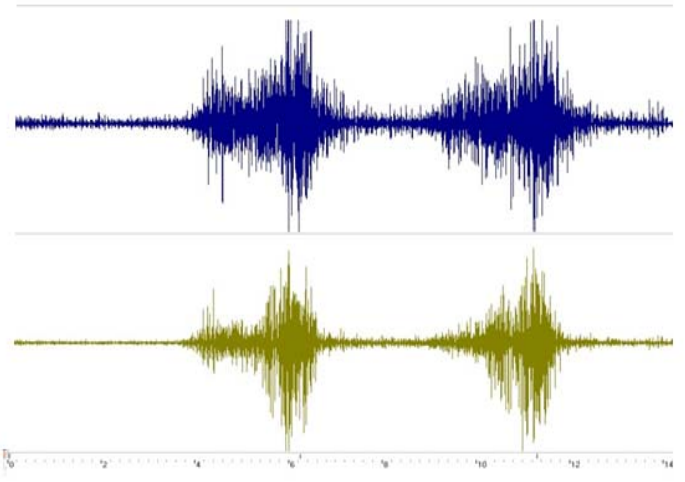
در پژوهش حاضر با انتخاب بار کار زیر بیشینه، تعداد تکرار کم، سطح آمادگی بالای آزمودنی ها و در نظر گرفتن استراحت کافی بین ست ها، تلاش شد تاثیر پدیده خستگی به حداقل برسد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات خام بدست آمده از الکترودهای سطحی (شکل ۲)، از نرم افزار Mega Win 3.0.1 و فیلتر میانگذر ۱۰ تا ۴۵۰ هرتز استفاده گردید. سپس میزان فعالیت میوالکتریکی خام عضلات با شیوه ریشه میانگین مجذور[1] (RMS) طی یک حرکت کامل (شامل فلکشن و اکستنشن زانو) محاسبه گردید. برای نرمالایز کردن میزان فعالیت هر عضله، مقادیر به دست آمده در هر یک از حرکات بر مقادیر MVIC آن عضله تقسیم و در عدد صد ضرب گردید.

برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزارSPSS نسخه ۱۸ استفاده شد، و برای تجزیه و تحلیل‌های آماری از تست آنالیز واریانس با اندازه های تکراری[2] (۲ سطح بار ۷۰ و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه × ۳ حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات) و برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنف[3] استفاده گردید. سطح معناداری در این پژوهش ($p<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

1 - Root Mean Square (RMS)
2 - Repeated Measure
3- Colomogrof-Smirnow

Archive of SID

www.SID.ir



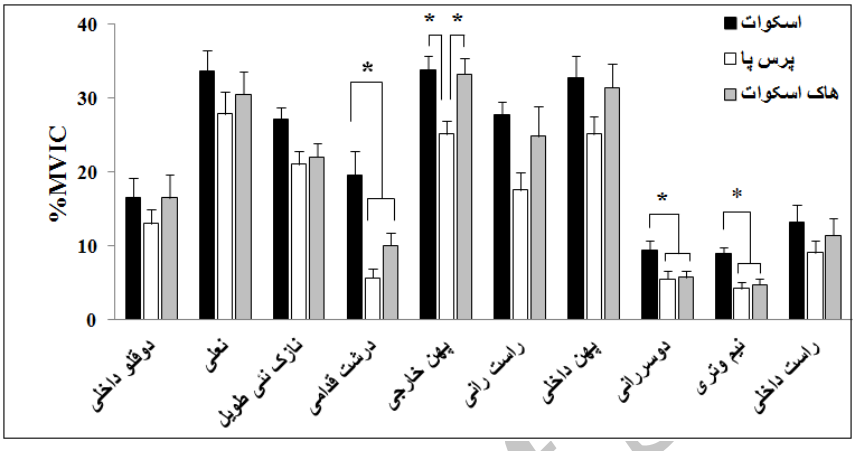
شکل ۲- سیگنال های نمونه خام الکترومایوگرافی دو عضله پهن خارجی (بالا) و راست رانی (پایین) هنگام اجرای حرکت اسکوات.

نتایج و یافته‌های تحقیق

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود، فعالیت میوالکتریکی عضله درشت نئی قدامی، دوسررانی و نیم وتری در حرکت کامل اسکوات (شامل فلکشن و اکستنشن زانو) نسبت به حرکات پرس پا و هاک اسکوات با شدت ۷۰ درصد اعمال بار منتج از یک تکرار بیشینه، به صورت معناداری بیشتر می باشد. از سوی دیگر، عضله پهن خارجی در حرکات هاک اسکوات و اسکوات نسبت به پرس پااز فعالیت معنادار بیشتری برخوردار بود. این در حالی بود که فعالیت میوالکتریکی سایر عضلات مورد بررسی علیرغم درگیری بیشتر عضلات در حرکت اسکوات در مقایسه با دو حرکت دیگر، از نظر آماری اختلاف معناداری را نشان ندادند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- میانگین و انحراف استاندارد فعالیت میوالکتریکی عضلات هنگام اجرای سه حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات (مجموع مرحله درونگرا و برونگرا) با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه.

جدول شماره ۱، مقایسه میانگین فعالیت میوالکتریکی عضلات هنگام اجرای سه حرکت با اعمال بار با شدت ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه را نشان داده است. با توجه به داده های جدول ۱ مشاهده می شود، فعالیت عضلات درشت نئی قدامی، دوسررانی و نیم وتری در هنگام اجرای حرکت اسکوات با شدت ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه، نسبت به پرس پا و هاک اسکوات به طور معناداری بیشتر بود. همچنین، عضله پهن خارجی در شدت ۹۰ درصد در دو حرکت اسکوات و هاک اسکوات نسبت به پرس پا فعالیت بیشتری را نشان داد. فعالیت عضله راست‌رانی در حرکت اسکوات به طور مجزا از حرکات هاک اسکوات و پرس پا بیشتر بود. همچنین، فعالیت این عضله در هاک اسکوات به طور معناداری بیشتر از حرکت پرس پا بود. عضله پهن داخلی هم تغییرات بزرگتر میوالکتریکی را در اجرای حرکت اسکوات نسبت به دو حرکت دیگر نشان داد اما تنها در مقایسه با پرس پا از نظر آماری معنادار بود. در نهایت میزان فعالیت عضله نازک نئی طویل به طور قابل ملاحظه‌ای در حرکت اسکوات نسبت به هاک اسکوات بیشتر بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد فعالیت میوالکتریکی عضلات بر حسب درصدی از MVIC، هنگام اجرای سه حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات (مجموع مرحله درونگرا و برونگرا) با شدت ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه

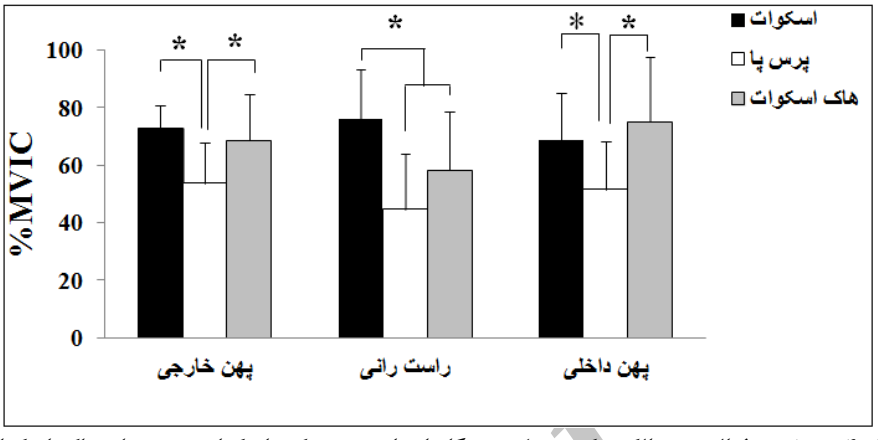
عضلات	اسکوات(۱)	پرس پا(۲)	هاک اسکوات (۳)	سطح معناداری (P)
دوقلو داخلی	۱۹/۷۴±۲/۹۸	۱۶/۱۵±۲/۲۸	۱۸/۵۷±۳/۳۹	–
نعلی	۴۰/۹۲±۲/۸۵	۳۵/۳۰±۳/۳۹	۳۴/۷۰±۳/۰۵	–
نازک نئی طویل*	۳۳/۶۱±۱/۹۰	۲۷/۶۸±۲/۱۳	۲۶/۰۷±۲/۰۹	۱و۳ (۰/۰۱)
درشت نئی قدامی *	۲۷/۵۱±۴/۱۳	۸/۵۵±۱/۵۶	۱۳/۴۹±۲/۲۱	۱و۲ (۰/۰۰)، ۱و۳ (۰/۰۰)
پهن خارجی*	۴۳/۳۶±۲/۲۹	۳۰/۳۳±۲/۰۰	۳۸/۹۲±۲/۱۲	۱و۲ (۰/۰۰)،۲و۳ (۰/۰۰)
راست رانی *	۳۷/۳۳±۲/۰۰	۲۰/۷۹±۲/۴۶	۲۹/۵۴±۳/۴۰	۱و۲ (۰/۰۰)،۱و۳ (۰/۰۵)، ۲و۳ (۰/۰۲)
پهن داخلی *	۴۱/۳۷±۲/۴۷	۲۹/۹۶±۲/۸۲	۳۵/۵۹±۲/۷۴	۱و۲ (۰/۰۰)
دوسر رانی *	۱۲/۹۱±۱/۸۰	۷/۰۹±۱/۱۱	۶/۶۴±۰/۹۸	۱و۲ (۰/۰۰)،۱و۳ (۰/۰۰)
نیم وتری *	۱۱/۴۱±۰/۸۵	۵/۱۵±۰/۸۳	۵/۴۸±۰/۸۰	۱و۲ (۰/۰۰)،۱و۳ (۰/۰۰)
راست داخلی *	۱۸/۴۵±۲/۷۷	۱۱/۴۵±۲/۰۷	۱۳/۵۷±۲/۴۰	۱و۲ (۰/۰۵)

*سطح معناداری $p < ۰/۰۵$

شکل ۲ بیشینه فعالیت میوالکتریکی گروه عضلات چهارسررانی (پهن داخلی، راست رانی، پهن خارجی) هنگام اجرای سه حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات با اعمال بار ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه نشان داده است. نتایج تحلیل آماری نشان داد که عضلات پهن خارجی و پهن داخلی در حرکت پرس پا از فعالیت کمتر معناداری در مقایسه با دو حرکت دیگر برخوردار است. اما برای عضله راست رانی علیرغم وجود تفاوت فعالیت در هر سه حرکت تنها حرکت اسکوات نسبت به دو حرکت دیگر به صورت معناداری فعالیت بیشتری را نشان داد. در بررسی بیشینه فعالیت میوالکتریکی گروه عضلات چهارسررانی با اعمال بار بیشتر (شدت ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه، فعالیت عضله پهن خارجی در هر سه حرکت دارای تغییرات معنادار بود به شکلی که در حرکت اسکات نسبت به حرکات دیگر فعالیت بیشتری مشاهد شد. همچنین درگیری این عضله در هاک اسکوات به طور معنادار از پرس پا بیشتر بود. در حرکت اسکوات، عضلات پهن داخلی و راست رانی از فعالیت میوالکتریکی بزرگتری را نسبت به دو حرکت دیگر نشان دادند (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- بیشینه فعالیت میوالکتریکی عضلات هنگام اجرای سه حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات (مجموع مرحله درونگرا و برونگرا) با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه

جدول ۲- بیشینه فعالیت میوالکتریکی عضلات بر حسب درصدی از MVIC، هنگام اجرای سه حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات(مجموع مرحله درونگرا و برونگرا) با شدت ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه

عضلات	اسکوات(۱)	پرس پا(۲)	هاک اسکوات (۳)	سطح معناداری (P)
پهن خارجی	۸۷/۳۶±۱۰/۹۶	۵۸/۶۶±۱۲/۵۱	۷۳/۷۷±۹/۳۸	بین ۱ و ۲ (۰/۰۰) بین ۱و۳ (۰/۰۱) بین ۲ و ۳ (۰/۰۰)
راست رانی	۸۳/۸۳±۱۰/۳۳	۴۷/۶۴±۱۹/۰۸	۶۲/۱۴±۲۰/۲	بین ۱ و ۲ (۰/۰۰) بین ۱ و ۳ (۰/۰۰)
پهن داخلی	۸۲/۵۹±۱۳/۰۴	۵۸/۴۸±۱۸/۸۷	۶۵/۶۹±۱۲/۱۹	بین ۱ و ۲ (۰/۰۰) بین ۱ و ۳ (۰/۰۱)

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

هدف مطالعه حاضر، مقایسه میزان فعالیت میوالکتریکی منتخبی از عضلات اندام تحتانی در بارهای متفاوت تمرینی (۷۰ و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه) هنگام اجرای سه حرکت اسکوات، پرس پا و هاک اسکوات بود. نتایج این پژوهش نشان داد که در هر سه حرکت مورد مطالعه، عضلات اندام تحتانی و به ویژه گروه عضلات چهارسر رانی از تغییرات قابل ملاحظه فعالیت میوالکتریکی برخوردار بودند به شکلی که میزان فعالیت عضلانی در حرکت اسکوات نسبت به دو حرکت دیگر برتری آشکاری را نشان داد. البته در بررسی دو حرکت دیگر، میزان فعالیت عضلات مورد بررسی در حرکت هاک اسکوات در مقایسه با پرس پا بیشتر بود. نتایج نشان داد که با بیشتر شدن بار اعمال شده یعنی انجام حرکات با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه، فعالیت میوالکتریکی عضلات نسبت به اجرای فعالیتها با شدت ۷۰ درصد بیشتر می شود. این نتایج بیان کننده این نکته است که الگوی فعالیت عضلانی متاثر از مقاومت اعمال شده در برابر انقباضات عضلانی است. واکر و همکارانش[1] (۲۰۱۱) نیز بیان کردند که افزایش بار مقاومتی علاوه بر اثر افزاینده بر فعالیت میوالکتریکی عضلات چهارسرران در حرکت پرس پا، ویژگیهای کینتیکی و زوایای مفصل زانو را نیز تحت تاثیر قرار می دهد (۳۴). یافته های این تحقیق با نتایج فعالیت عضلانی گزارش شده از سوی واکر و همکارانش همخوانی داشت. البته این امر قابل انتظار بود چراکه فعالیت بیشتر میوالکتریکی عضله در جایی که نیروی بیشتری برای غلبه بر مقاومت نیاز است، دیده می شود. با نگاهی به فعالیت عضلات مورد بررسی با اعمال بار مقاومتی بیشتر نسبت به بار مقاومتی کمتر (۷۰ درصد 1-RM) ، نکته قابل توجه مشاهده شده تغییرات معنادار فعالیت عضله نازک نئی طویل بود (جدول ۲). فعالیت بیشتر مشاهده شده در عضلات ناحیه ساق پا مشتمل بر عضلات درشت‌نئی قدامی و نازک‌نئی طویل در شدت ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه طی اجرای حرکت اسکوات نسبت به حرکات پرس پا و هاک اسکوات، شاید ناشی از تفاوت پاسچر در اجرای حرکت اسکوات نسبت به دو حرکت دیگر باشد. در اجرای حرکت اسکوات نیاز به فلکشن مفاصل ران، زانو و مچ پا وجود دارد که در افراد مختلف منجر به اتخاذ استراتژیهای متفاوت در تنظیم مفاصل و اجرای حرکت می شود که پیشتر توسط دیونیزیو و همکارانش[2] (۲۰۰۸) گزارش شده است (۷). شاید به دلیل وجود تغییرات

1- Walker & et al
2 - Dionisio & et al

Archive of SID

www.SID.ir

موقعیت قرارگیری مفاصل و به ویژه در مچ پا در حرکت اسکوات در مقایسه با پرس پا و هاک اسکوات که آنها حرکات مفاصل به وسیله دستگاه محدود تر می شوند، در اعمال بار بیشتر درگیری عضلات عمل کننده بر روی مچ پا بیشتر شده باشد. نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد که به دلیل محدود شدن مسیر حرکتی اندامها توسط دستگاهها یا ماشین‌های تمرینی همانند پرس پا و هاک اسکوات، میزان پایداری عمومی و مفاصل درگیر بیشتر از اجرای حرکات با وزنه آزاد نظیر اسکوات است (۳۴). از آنجایی که تحت شرایط ناپایدار بخشی از فعالیت عضلانی برای پایدار کردن حرکت‌های اضافی مفاصل به کار می‌رود و به همین دلیل میزان فعالیت عضلات آگونیست و آنتاگونیست طی اجرای حرکت با وزنه آزاد در مقایسه با ماشین‌های تمرینی افزایش می‌یابد (۵). بنابر این، شاید یکی از دلایل بیشتر شدن فعالیت عضلات درشت نئی قدامی (دورسی‌فلکسور و اینورتور مچ پا) و نازک نئی طویل (پلنتار فلکسور و اورتور مچ پا) در اجرای حرکت اسکوات (اجرای تمرین با وزنه آزاد) در مقایسه با دو حرکت پرس پا و هاک اسکوات (استفاده از ماشین تمرینی) همین مطلب می‌باشد.

هم انقباضی بین عضلات قدامی و خلفی ران که بر روی مفصل زانو عمل می‌کنند، در حفظ پایداری قدامی – خلفی این مفصل بسیار اهمیت دارند (۸). اسکامیلا و همکاران[1](۲۰۰۱) چنین بیان می کنند که انقباض گروه عضلات چهارسرران باعث افزایش نیروی قیچی وار قدامی در مفصل زانو، و افزایش فشار بر لیگامنت صلیبی قدامی (ACL) می شود. بر اساس پژوهش های پیشین، این افزایش فشار بر لیگامنت صلیبی قدامی توسط هم انقباضی بین عضلات گروه عضلات چهارسررانی و همسترینگ کاهش پیدا می‌کند (۲۰). نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که بیشترین مقدار هم انقباضی در حرکت اسکوات در مقایسه با دو حرکت دیگر است. شاید وجود حرکت در تنه در حرکت اسکوات نسبت به حرکات هاک اسکوات و پرس پا توجیهی برای هم انقباضی بیشتر عضلات قدامی و خلفی ران در حرکت اسکوات باشد. از سویی گروه عضلات همسترینگ، دو مفصله هستند بنابراین، بیان این که آیا این عضلات طی اجرای حرکت اسکوات در مرحله فلکشن و اکستنشن زانو به صورت درونگرا یا برونگرا عمل می‌کند مشکل است. برخی از پژوهش‌ها بیان نموده‌اند که احتمالا این عضله طی اجرای حرکت اسکوات در دو مرحله فلکشن و اکستنشن زانو، تقریبا به صورت ایزومتریک عمل می نماید (۱۸). عضلات همسترینگ طی مرحله فلکشن زانو در حرکت اسکوات به طور همزمان در مفصل زانو کوتاه و در مفصل ران

1 - Escamilla & et al

Archive of SID

www.SID.ir

طویل می شوند و طی مرحله اکستنشن زانو در مفصل زانو طویل و در مفصل ران کوتاه می شوند. بنابراین طبق رابطه طول- تنش در عضلات اسکلتی، طول ثابت و بهینه در این عضلات طی اجرای حرکت اسکوات به آن ها اجازه می دهد تا به طور موثر تری در تمام طول حرکت نیرو تولید نماید (۸).

مشابه با تحقیقات دیگر، در دو حرکت اسکوات و پرس پا فعالیت عضله پهن داخلی و پهن خارجی بیشتر از عضله راست رانی می باشد (۸، ۹، ۳۰-۳۲). البته این مطلب در مورد حرکت هاک اسکوات که در تحقیق حاضر مورد ارزیابی و مقایسه با دو حرکت دیگر قرار گرفت نیز صدق می کند. این موضوع بیان کننده این حقیقت است که این حرکات برای تقویت دو عضله پهن داخلی و خارجی نسبت به عضله راست رانی مناسب تر هستند. بیشینه فعالیت عضله پهن داخلی و پهن خارجی در شدت ۷۰ درصد هنگام اجرای حرکت اسکوات و هاک اسکوات نسبت به پرس پا بیشتر بود، در حالی که بیشینه فعالیت این عضلات در شدت ۹۰ درصد، طی حرکت اسکوات نسبت به دو حرکت دیگر بیشتر بود. با توجه به بیشینه فعالیت عضله پهن داخلی و خارجی در شدت ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه نسبت به شدت ۷۰ درصد، می توان دریافت که در شدت های بالا، بیشینه فعالیت عضلات پهن داخلی و خارجی در حرکت اسکوات نسبت به هاک اسکوات افزایش بیشتری را دارا می باشد. پژوهش های پیشین بیان نموده‌اند که بیشینه فعالیت میوالکتریکی عضلات چهارسرران (به ویژه پهن داخلی و خارجی) طی اجرای حرکت اسکوات زمانی اتفاق می افتد که زانو بیشینه فلکشن را داشته و در آغاز مرحله بالا آمدن می باشد (۱). برخی منابع بیان نموده اند که هنگام اجرای حرکت اسکوات با افزایش میزان فلکشن زانو، میزان بازوی گشتاور فلکشن خارجی که از طرف مرکز جرم بدن بر مفصل زانو وارد می شود افزایش یافته و در نتیجه فعالیت بیشتری را از سوی گروه عضلات چهارسرران جهت انجام اکستنشن زانو می طلبد (۹). یکی دیگر از دلایل این موضوع احتمالا بیشتر بودن طول عضله در این مرحله می باشد چرا که بعد از این مرحله طول عضله به تدریج کاهش یافته و در نتیجه توانایی عضله برای تولید نیرو کاهش می یابد (۸). از آنجایی که میانگین فعالیت دو عضله پهن داخلی و پهن خارجی در دو شدت ۷۰ و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه طی اجرای حرکت اسکوات و هاک اسکوات با یکدیگر اختلاف معناداری را نشان نداد و تنها تفاوت این دو حرکت در میزان فعالیت میوالکتریکی عضله راست رانی در شدت ۹۰ درصد بود، که این عضله در حرکت اسکوات فعالیت بیشتری را نشان داد. با توجه مزایای ذکر شده، حرکت اسکوات، برای تقویت گروه عضلات چهار سران حرکت مناسب‌تری

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باشد. اما اینکه آیا این حرکت با توجه به استفاده از وزنه آزاد و وجود حرکات تنه، برای افرادی که دارای نارسایی‌های عضلانی-اسکلتی و دردهای کمر هستند و یا افرادی که در فرایند توانبخشی نیازمند کنترل حرکت بالا تنه و یا پیشگیری از اعمال فشار به ناحیه کمر هستند، مناسب است یا خیر چالشی است که یافته های این تحقیق ممکن است بتواند در انتخاب نوع تمرین و کاربردهای بالینی اطلاعاتی را در اختیار محققین قرار دهد. برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر، همچنان نیاز به انجام مطالعات پیوسته و بررسی همزمان متغیرهای کنتیکی و کینماتیکی وجود دارد که از محدودیت‌های تحقیق حاضر بود.

در نتیجه گیری کلی، یافته‌های این تحقیق نشان داد که فعالیت میوالکتریکی عضلات چهارسران به ویژه پهن خارجی و داخلی در دو حرکت اسکوات و هاک اسکوات نسبت به پرس پا هنگام اجرای حرکات با بار های بیشتر است. از آنجاییکه تمرینات مقاومتی برای توسعه قابلیتهای عصبی- عضلانی در کلیه سطوح ورزشی و جمعیت‌های مختلف از قهرمانان تا سالمندان را در بر می گیرد، اتخاذ شیوه تمرینی مناسب ضروری به نظر می‌رسد. علی رغم اثر بخشی بیشتر حرکت اسکوات در تقویت عضله چهارسررانی، به نظر می‌رسد تمرین با دستگاه هاک اسکوات به دلیل کاهش میزان فشار وارد شده بر ناحیه کمری و ران (۲۵)، می‌تواند تمرین مطمئن و ایمنی برای تقویت عضلات چهارسررانی به شمار رود. پیشنهاد می‌گردد که ورزشکاران به ویژه مبتدیان، افراد مبتلا به نارسائی‌های مختلف نظیر درد کشککی - رانی، ناراحتی‌های کمر و ورزشکارانی که دوره توانبخشی ورزشی را سپری می کنند از این حرکت برای تقویت گروه عضلات چهار سر رانی به عنوان جایگزینی مناسب برای حرکات اسکوات و پرس پا استفاده کنند.

منابع و مآخذ

۱. عطارزاده حسینی، رضا. ابراهیمی، اسماعیل. قراخانلو، رضا. رجبی، حمید. (۱۳۸۲). "تاثیر خستگی بر فعالیت الکتریکی عضلات پهن داخلی مایل و پهن خارجی در زنجیره حرکتی بسته: با تاکید بر سندروم درد کشککی-رانی". مجله حرکت، شماره ۱۷: ۵-۲۴.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. محبی، حمید. نورسته، علی اصغر. فراهانی، همایون. (۱۳۸۸). "مقایسهٔ فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اکستنسور و فلکسور زانو در دو شیوهٔ مختلف حرکت اسکات". فصلنامه المپیک، سال هفدهم – شماره ۲ (۴۶): ۱۶-۷.

3. Bono CM. (2004). "Low back pain in athletes". J Bone Joint Surg Am., 86-A (2): PP:382-96.

4. Boyden G, Kingman J, Dyson R. (2000). "A comparison of quadriceps electromyographic activity with the position of the foot during the parallel squat". J Strength Cond Res., 14: PP:379–382.

5. Cacchio, A., Don, R., Ranavolo, A., Guerra, A, and et al. (2008). "Effects of 8-Week strength training with two models of chest press machines on muscular activity pattern and strength". Journal of Electromyography and Kinesiology, 18: PP:618-627.

6. Dahlkvist NJ, Mayo P, Seedhom BB. (1982). "Forces during squatting and rising from a deep squat". Eng Med., 11: PP:69–76.

7. Dionisio VC, Almeida GL, Duarte M, Hirata RP. (2008). "Kinematic, kinetic and EMG patterns during downward squatting". Journal of Electromyography and Kinesiology, 18: PP:134–143.

8. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Lander JE, Barrentine SW, Andrews JR, Bergemann BW, Moorman CT 3rd. (2001). "Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press". Medicine & Science in Sports & Exercise, 33: PP:1552-66.

9. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, Andrews JR. (1998). "Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises". Med. Sci. Sports Exerc., 30: PP:556–569.

10. Häkkinen K, Newton RU, Gordon SE, McCormick M, Volek JS, Nindl BC, Gotshalk LA, Campbell WW, Evans WJ, Häkkinen A, Humphries BJ, Kraemer WJ. (1998). " Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force

Archive of SID

www.SID.ir

production characteristics during progressive strength training in young and older men". J Gerontol A Biol Sci Med Sci., 53: PP:B415–23.

11. Hakkinen K, Pakarinen A, Alen M, Kauhanen H, Komi PV. (1988). "Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years". J Appl Physiol 65: PP:2406–12.

12. Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, Hägg GG, Stegeman D, Blok J, Rau G, Disselhorst-Klug C. (1999). "SENIAM 8 - European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy". Deliverable of the SENIAM project, Roessingh Research and Development b.v., ISBN: 90-75452-15-2.

13. Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. (2010). "The Epidemiology of low back pain". Best Pract Res Clin Rheumatol., 24: PP:769-81.

14. Isear JA Jr, Erickson JC, Worrell TW. (1997). "EMG analysis of lower extremity muscle recruitment patterns during an unloaded squat". Med Sci Sports Exerc., 29: PP:532–539.

15. Kibler WB, Livingston B. (2001). "Closed-chain rehabilitation for upper and lower extremities". J Am Acad Orthop Surgeons, 9: PP:412–21.

16. Kraemer WJ, Ratamess NA, Fry AC. (2006). "Strength training: evelopment and evaluation of methodology". In: Maud PJ, Foster C, editors. Physiological assessment of human fitness. Champaign, IL: Human Kinetics; 2006. PP: 119-50.

17. Lutz GE, Palmitier RA, An KN, Chao EY. (1993). "Comparison of tibiofemoral joint forces during open-kinetic-chain and closed kinetic-chain exercises". J. Bone Joint Surg Am., 75: PP:732–739.

18. Mccaw ST, Melrose DR. (1999). "Stance width and bar load effects on leg muscle activity during the parallel squat". Med Sci Sports Exerc., 31: PP:428–436.

19. Ninos JC, Irrgang JJ, Burdett R, Weiss JR. (1997). "Electromyographic analysis of the squat performed in self-selected lower extremity neutral rotation

Archive of SID

www.SID.ir

and 30 degrees of lower extremity turn-out from the self-selected neutral position". J Orthop Sports Phys Ther., 25: PP:307–315.

20. O'Connor JJ. (1993). "Can muscle co-contraction protect knee ligaments after injury or repair?" J Bone Joint Surg Br., 75: PP:41–48.

21. Ohkoshi Y, Yasuda K, Kaneda K, Wada T, Yamanaka M. (1991). "Biomechanical analysis of rehabilitation in the standing position". Am. J. Sports Med., 19: PP:605–611.

22. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Després JP, Dishman RK, Franklin BA, Garber C E. (1998). "ACSM Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults". Medicine and Science in Sports and Exercise. 30: PP:975-991.

23. Race A, Amis AA. (1994). "The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament". Journal of Biomechanics, 27: PP:13–24.

24. Rao G, Amarantini D,Berton, E. (2009). "Influence of additional load on the moments of the agonist and antagonist muscle groups at the knee joint during closed chain exercise". Journal of Electromyography and Kinesiology, 19: PP:459–466.

25. Sigmon C, Duncan DE. (1990). "Strength training modalities: The hack squat". National Strength & Conditioning Assosiation Journal 12(4): PP:28-32.

26. Signorile JF, Kwiatkowski K, Caruso JF, Robertson B. (1995). "Effect of foot position on the electromyographical activity of the superficial quadriceps muscles during the parallel squat and knee extension". J Strength Cond Res., 9: PP:182–187.

27. Signorile JF, Weber B, Roll B, Caruso John, Lowensteyn I, Perry AC. (1994). "An electromyographical comparison of the squat and knee extension exercises". J Strength Cond Res., 8: PP: 178–183.

Archive of SID

www.SID.ir

28. Stuart MJ, Meglan DA, Lutz GE, Growney ES, An KN. (1996). "Comparison of intersegmental tibiofemoral joint forces and muscle activity during various closed kinetic chain exercises". Am J Sports Med., 24: PP:792–799.

29. Walker S, Peltonen H, Avela J, Hakkinen K. (2011). "Kinetic and electromyographic analysis of single repetition constant and variable resistance leg press actions". Journal of Electromyography and Kinesiology, 21: PP: 262–269.

30. Wilk KE, Escamilla RF, Fleisig GS, Barrentine SW, Andrews JR, Boyd ML. (1996). "A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises". Am J Sports Med., 24: PP:518–527.

31. Wretenberg P, Feng Y, Arborelius UP. (1996). "High-and low bar squatting techniques during weight-training". Med Sci Sports Exerc., 28: PP:218–224.

32. Wretenberg P, Feng Y, Linberg F, Arborelius UP. (1993). "Joint moments of force and quadriceps activity during squatting exercise". Scand J Med Sci Sports, 3: PP: 244–250.

33. Wright GA, Delong TH, Gehlsen G. (1999). "Electromyographic activity of the hamstrings during performance of the leg curls, stiff-leg dead lift, and back squat movements". J Strength Cond Res., 13: PP:168–174.

34. Walker S, Peltonen H, Avela J, Hakkinen K. (2011). "Kinetic and electromyographic analysis of single repetition constant and variable resistance leg press actions". Journal of Electromyography and Kinesiology, 21 (2): PP:262-269.

Archive of SID

www.SID.ir