بررسی الگوی فعالیت عضلانی کمربند شانه ای زنان در برخی تمرینات انتخابی رایج فیزیوتراپی اندام فوقانی

*مهشید متین[1]، اسماعیل ابراهیمی[2]، محمد جعفر شاطرزاده[3]، مهیار صلواتی[4]، انوشیروان کاظم نژاد[5]

چکیده

هدف: هدف از این مطالعه بررسی الکترومیوگرافیک الگوی فعالیت عضلانی عضلات کمربند شانه ای خانم‌ها در برخی تمرینات عملکردی انتخابی اندام فوقانی که در فیزیوتراپی رایج می‌باشند بود.

روش بررسی: این تحقیق به‌صورت شبه تجربی بر روی یک گروه ۳۶ نفری از زنان سالم که به صورت در دسترس و به روش نمونه گیری ساده انتخاب شده بودند انجام شد. جهت ثبت فعالیت الکتریکی، الکترودهای سطحی روی عضلات سینه‌ای بزرگ، ذوزنقه‌ای فوقانی، ذوزنقه‌ای میانی، تحتِ خاری، سه‌گوش قدامی، سه‌گوش میانی و سه‌گوش خلفی قرار گرفتند. از افراد خواسته شد ۶ تمرین عملکردی را که شامل تمرینات دور کردن بازو در دو صفحه فرونتال و اسکاپولار، دی ۲ اف، دی ۲ ای، تری‌پاد و پرس آپ بودند، به‌طور تصادفی انجام دهند. الگوی فعالیت عضلانی در دو حوزه زمانی، زمان شروع به فعالیت و زمان به حداکثر رسیدن فعالیت و حوزه سطح فعالیت، با استفاده از شاخص الکترومیوگرافی یکپارچه نرمال شده (NIEMG) بررسی شد. روش آماری استفاده شده در این تحقیق تحلیل واریانس برای اندازه‌های تکراری بود.

یافته ها: عضله ذوزنقه‌ای فوقانی در اغلب قریب به اتفاق الگوهای حرکتی مورد بررسی سریعترین عضله بکار گرفته شده و با حداکثر سطح فعالیت در مقایسه با سایر عضلات بود. رفتار عضله سینه‌ای بزرگ در هر دو حوزه زمان و سطح فعالیت وابسته به الگوی فعالیت انجام شده متغیر بود. همچنین فعالیت عضلات سه‌گوش قدامی و خلفی در برخی از الگوهای حرکتی خصوصاً الگوهای حرکتی مایل مانند الگوی حرکتی دور کردن بازو در صفحه اسکاپولار و یا محوری مانند الگوهای حرکتی دی ۲ اف و دی ۲ ای سطح فعالیت بالا یی داشت. عضله سه‌گوش میانی در کلیه الگوهای حرکتی به عنوان یک عضله حرکت دهنده اصلی عمل کرده و ذوزنقه‌ای میانی و تحتِ خاری هم تقریباً در کلیه الگوهای حرکتی رفتار تقریباً مشابهی از خود نشان می‌دادند.

نتیجه گیری: رفتار عضله ذوزنقه‌ای فوقانی وابسته به شکل الگوی حرکتی نمی‌باشد، در حالی که عضله سینه‌ای بزرگ وابسته به الگوی حرکتی می‌باشد. فعالیت عضلات سه‌گوش قدامی و خلفی وابسته به راستای انجام الگوی حرکتی و سه‌گوش میانی وابسته به جابجایی مفصل هدف در الگوی حرکتی می‌باشد و عضلات ذوزنقه‌ای میانی و تحتِ خاری نیز به‌عنوان عضلات ثبات دهنده - هدایت کننده وابستگی به الگوی فعالیت عضلانی ندارند.

کلیدواژه ها: الکترومیوگرافی سطحی/ الگوی فعالیت عضلانی/ کمربند شانه ای/ تمرینات رایج فیزیوتراپی

۱- کارشناس ارشد فیزیوتراپی
۲- دکترای فیزیوتراپی، استاد دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران
۳- دکترای فیزیوتراپی، استادیار دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
۴- دکترای فیزیوتراپی، دانشیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
۵- دکترای آمار حیاتی، استاد دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۷/۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۷/۱۲

*آدرس نویسنده مسئول:
اهواز، بلوار گلستان، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، دانشکده توانبخشی
تلفن: ۳ - ۰۶۱۱۳۷۴۳۱۰۱
*E-mail: matin@medinews.com×

مقدمه

هر فردی یک الگوی حرکتی دارد که این الگو در بیمارانی که مشکلات عضلانی اسکلتی دارند، از حالت طبیعی خارج می‌شود. اکثر حرکاتی که در فعالیتهای روزمره انجام می‌شوند، می‌توانند ضایعاتی را که منجر به اختلالات بیماری زا شود، ایجاد کنند(۱). اثرات تجمعی حرکات تکراری، صدمات بافتی است، خصوصاً وقتی که حرکات از راستای کینزیولوژیک ایده آل شان خارج شوند. علت اصلی انحرافات در الگوهای حرکتی مفصل، حرکات تکراری و حفظ وضعیتها به‌طور مداوم است. اگر راستای الگوی حرکتی اصلاح نشود و حرکات تکراری ادامه یابند، الگوی حرکتی ضایعه دیده منجر به میکروتروما و نهایتاً ماکروتروما خواهد شد. اصلاح الگوهای حرکتی اختلال یافته مستلزم تشخیص و اصلاح حرکت و اجزای حرکتی اختلال یافته است(۲).

اختلالات شانه یکی از شایعترین مشکلات در مفاصل محیطی با شیوع سالانه ۱۱/۲ در هر هزار بیمار است(۳). عملکرد اندام فوقانی به‌دلیل وضعیتهای مختلف شانه و سرعتهای زیادی که شانه توسط آن می‌تواند حرکت کند، جهت توصیف مشکل است(۴). طبقه بندی تمرینات نیز جهت توانبخشی اندام فوقانی به‌دلیل پیچیدگی‌های این مفصل مشکل است. سیستم‌های طبقه بندی بسیاری پیشنهاد شده‌اند، ولی هیچ‌کدام از آنها به‌طور کامل توانبخشی اندام فوقانی را دربر نمی‌گیرند(۵).

با در نظر گرفتن پیچیدگی اندام فوقانی و برنامه‌های توانبخشی مربوط به آن، چند خصوصیت برای طبقه بندی و طراحی فعالیتهای توانبخشی مهم هستند. این خصوصیات که اساس انتخاب فعالیتها برای برنامه توانبخشی اندام فوقانی هستند عبارتند از:

۱- جهت نیرو که می‌تواند محوری[1] یا غیر محوری[2] باشد.

۲- شدت نیروی اعمال شده که می‌تواند شدت بالا همراه با سرعت کم یا شدت کم همراه با سرعت بالا باشد.

۳- عمل عضلانی که می‌تواند به‌صورت انقباض همزمان گروههای عضلانی[3]، افزایش شتاب[4] یا کاهش شتاب[5] باشد.

۴- حرکت مفصل که بر اساس جهت نیروی اعمال شده به‌صورت خطی[6] یا چرخشی[7] است.

۵- عملکرد عصبی عضلانی که ممکن است نتیجه فعال شدن ارادی یا رفلکسی عضلانی باشد (۴).

بر اساس طبقه بندی لپهارت و هنری، درمانگران لازم است که این خصوصیات را در یک پروتکل توانبخشی برای اندام فوقانی در نظر بگیرند. مراحل و سطوح حرکات عملکردی اندام فوقانی بر اساس این دیدگاه به شرح زیر می‌باشد(۴):

حدود ثابت و فشار محوری خارجی[8]

حدود متحرک و فشار محوری خارجی[9]

حدود متحرک و فشار چرخشی خارجی[10]

حدود متحرک و بدون فشار[11]

مثالی از حرکات گروه اول، اعمال نیروی محوری در وضعیت تری‌پاد[12]، برای گروه دوم تمرین پوش آپ[13]، برای گروه سوم انجام الگوهای تسهیل عصبی- عضلانی پروپریوسپتیو[14](PNF) با وزنه و در نهایت دور کردن بازو[15] در دو صفحه فرونتال و اسکاپولار به‌طور آزادانه و بدون وزنه مثال گروه چهارم هستند. با مروری بر تحقیقات گذشته دیده می‌شود که هدف بیشتر این تحقیقات ارزیابی سطح فعالیت الکتریکی عضلات کمربند شانه‌ای طی تمرینات مختلف بوده است (۶-۱۵).

در برخی از تحقیقات نیز به الگوی فعال شدن عضلات شانه حین بالا بردن اندام فوقانی در صفحه اسکاپولار (۱۶-۱۸) و هنگام چرخش داخلی و خارجی بازو پرداخته شده است (۱۹). براساس نتیجه حاصل شده از این تحقیقات الگوی فعالیت برخی عضلات کمربند شانه‌ای حین بالا بردن اندام فوقانی در صفحه اسکاپولار به‌شرح زیر است: ذوزنقه‌ای[16] فوقانی، تحتِ خاری[17]، سه‌گوش میانی[18]، دندانه‌ای قدامی[19] و ذوزنقه‌ای تحتانی. همچنین بررسی الگوی فعالیت عضلات شانه هنگام انجام چرخش داخلی و خارجی بازو با استفاده از سیستم‌های حرکت‌سنجی مشخص کرد که عضلات روتاتورکاف و دوسربازویی پیش از شروع حرکت فعال می‌شوند و ثبات مفصل را تأمین می‌کنند و بعد از آن عضلات سه‌گوش و سینه‌ای بزرگ فعال می‌گردند.

در بیشتر تحقیقات انجام شده الگوی فعال شدن عضلات در یک صفحه حرکتی و یا در حرکتی ساده مشخص شده و بررسی الگوی فعالیت عضلانی در الگوهای حرکتی عملکردی کمتر انجام شده است. از آنجا که با مشخص شدن ترتیب فعال شدن عضلات طی تمرینات مختلف، درمانگران قادر خواهند بود پیشرفت مناسبی در

1- Axial
2- Non-axial
3- Cocontraction
4- Acceleration
5- Decceleration
6- Linear
7- Rotary
8- Fix Boundary and External Axial Load
9- Movable Boundary and External Axial load
10- Movable Boundary and External Rotary load
11- Movable Boundary and No load
12- Tripod
13- Push-up
14- Proprioceptive Neuromuscular Facilitation
15- Abduction
16- Trapezius
17- Infraspinatus
18- Deltoid
19- Anterior Seratus
20- Pectoralis major

برنامه توان‌بخشی و تمرینات لازم برای اختلالات مفصل شانه ایجاد کنند، لذا به نظر می‌رسد شناخت الگوی فعالیت عضلانی از هر دو وجه فضایی - زمانی (spatiotemporal) می‌تواند کمک قابل ملاحظه ای اولاً به شناخت الگوهای حرکتی غیر طبیعی نموده و ثانیاً راهنمای مناسبی جهت طراحی یک برنامه درمانی مناسب بر مبنای اصلاح الگوهای حرکتی غیر طبیعی باشد.

در این تحقیق شناخت الگوی حرکتی عضلانی در افراد سالم به‌معنای شناخت روند حرکتی طبیعی است. جهت ارزیابی، الگوهای حرکتی باید به شکلی انتخاب شوند که قابلیت ارزیابی کلیه حرکاتی که یک مفصل یا یک مجموعه مفصلی طی حرکات روزمره با آن مواجه است را داشته باشد. انتخاب تمرینات در این تحقیق به دلیل این است که این تمرینات براساس فعالیتهای روزمره می‌باشند.

روش بررسی

۳۶ دختر سالم (با میانگین سنی ۲۴ تا ۲۶ سال) با نمونه‌گیری ساده، از نمونه‌های در دسترس، به‌طور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. نمونه‌ها از دانشجویان دانشکده توانبخشی دانشگاه جندی شاپور اهواز بودند. کلیه آزمودنی‌ها در صورتی که سابقه صدمه قبلی در شانه، آرنج، مچ دست یا گردن را ذکر می‌کردند از تحقیق خارج می‌شدند و همه افراد فرم رضایت نامه را قبل از شروع کار امضا می‌کردند.

قبل از انجام مرحله اصلی تحقیق یک جلسه جهت آشنایی افراد با روند تحقیق برگزار شده و پس از حصول اطمینان از توانایی آزمودنی‌ها نسبت به انجام حرکات مورد نظر بر اساس دستور گفتاری و هدایت حرکتی آموخته شده، وارد مرحله اصلی تحقیق می‌شدند.

جهت بررسی فعالیت الکتریکی عضلانی حین تمرینات، از الکترومیوگرافی سطحی استفاده شد. پوست فرد قبل از کاربرد الکترود به منظور به حداقل رساندن مقاومت پوستی آماده سازی شد. الکترودهای سطحی دو قطبی روی بخش ترقوه‌ای[1] عضله سینه‌ای بزرگ، سه‌گوش قدامی، سه‌گوش میانی، سه‌گوش خلفی، ذوزنقه‌ای فوقانی، ذوزنقه‌ای میانی و تحتِ خاری به طریقه استاندارد قرار داده شدند. الکترودهای عضله سینه‌ای بزرگ ۴ انگشت پایین‌تر از ترقوه[2] و ۳/۵ سانتیمتر به سمت داخل از لبه قدامی حفره زیر بغل[3] و به موازات فیبرهای عضله، الکترودهای سه‌گوش قدامی و خلفی روی یک پنجم فاصله بین اخرمی‌قدامی و خلفی (به ترتیب) تا برلقمه‌ای[4] خارجی، الکترودهای سه‌گوش میانی بر روی وسط فاصله بین زائده خاری مهره هفتم گردنی و لبه خلفی زائده اخرمی‌در راستای خط ذوزنقه‌ای، الکترودهای ذوزنقه‌ای میانی روی وسط خط افقی بین ریشه خار کتف[5] و مهره‌های پشتی ـ سینه ای و الکترودهای عضله تحتِ خاری روی نصف فاصله بین زاویه تحتانی تا ریشه خار کتف و ۲ سانتیمتر خارج‌تر از لبه داخلی کتف قرار داده شدند(۲۰-۲۲). الکترودهای عضله ذوزنقه‌ای فوقانی بر وسط فاصله بین زائده خاری هفتمین مهره گردنی و لبه خلفی زائده اخرمی‌و در راستای خط ذوزنقه‌ای قرار گرفتند(۲۳).

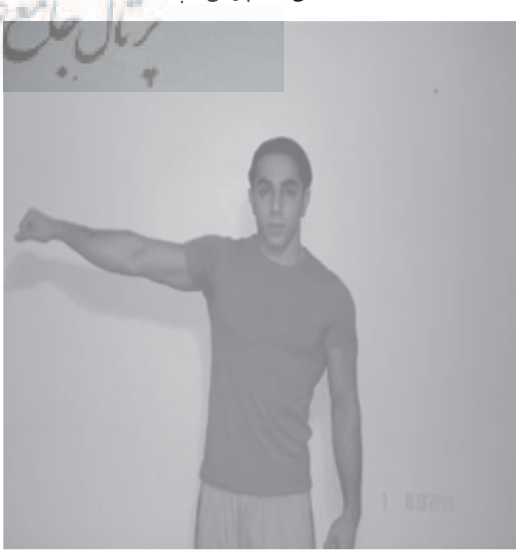
هرگونه ثبت الکترومیوگرافی سطحی در معرض ثبت سیگنال مزاحم از عضلات اطراف (cross talk) است(۲۴). به منظور به حداقل رساندن ثبت سیگنال مزاحم از عضلات اطراف، الکترودهای اطفال که کوچکتر از الکترودهای معمول و از جنس نقره / کلرید نقره بودند و با فاصله بین الکترودی ۲ سانتیمتر استفاده شد. الکترودها نزدیک به‌برش میانی هر عضله قرار داده شدند تا به این وسیله ثبت پتانسیل عمل از نزدیکترین واحد حرکتی به حداکثر و ثبت از عضلات اطراف به حداقل برسد(۲۵). انقباضات ایزومتریک ارادی حداکثر تمام عضلات موردنظر به منظور نرمال سازی اطلاعات الکترومیوگرافی انجام شد(۲۶). از افراد خواسته شد مجموعه ای از شش تمرین اندام فوقانی (تری‌پاد، پوش آپ، دی ۲ اف[6]، دی ۲ ای[7]، ابداکشن در صفحه فرونتال و ابداکشن در صفحه اسکاپولار یا اسکپشن[8]) را انجام دهند. ترتیب تمرینات به‌طور تصادفی بود تا از خطاهای احتمالی (Bias) ناشی از خستگی متعاقب انجام الگوهای حرکتی جلوگیری شود. تصاویراین شش تمرین در زیر آمده است.

شکل ۱ـ تری پاد

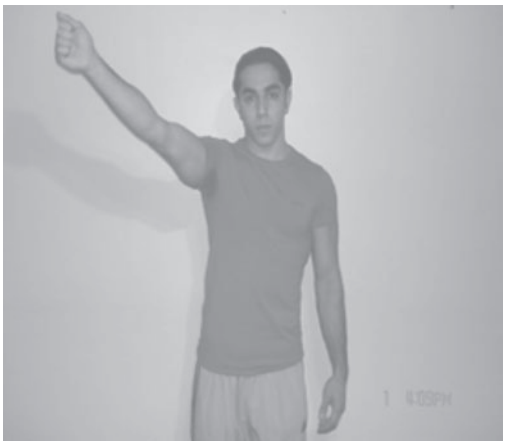
1- Clavicular
2- Clavicle
3- Axillar
4- Acromion
5- Epicondyl
6- Scapula
7- Diagonal 2 Flexion
8- Diagonal 2 Extension
9- Scaption

شکل ۲ ـ دی ۲ اف

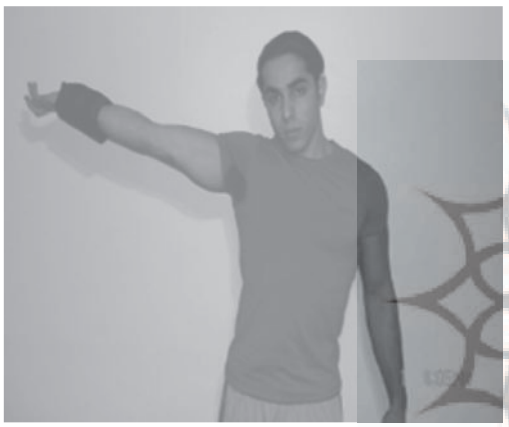
شکل ۳- پوش آپ



شکل ۴- ابداکشن در صفحه فرونتال



شکل ۵- دی ۲ ای



شکل ۶- ابداکشن در صفحه اسکاپولا (اسکپشن)

از فرد خواسته می‌شد به‌مدت ۳ ثانیه عضلات را تا حدامکان شل کند و سپس به‌مدت ۵ ثانیه حرکت را انجام داده و نهایتاً به‌مدت ۳ ثانیه مجدداً عضلاتش را شل کند. بین انجام هر دو تمرین ۲ دقیقه به فرد استراحت داده می‌شد. برای اطمینان از زمان مورد نظر از زمان سنج استفاده می‌شد.

دستگاه الکترومیوگرافی استفاده شده در این تحقیق یک سیستم تله متری ام تی ۸[1] از شرکت ام.آی.ای[2]. ساخت کشور انگلستان بود. سیگنالهای خام الکترومیوگرافی از هفت عضله در زمانی ۱۱ ثانیه ای جمع آوری می‌شد، سپس تمام اطلاعات با استفاده از نرم افزار MyoDat ثبت، ذخیره و آنالیز شدند. آنالیز سیگنالها در دو حوزه زمان (زمان شروع و زمان به حداکثر رسیدن فعالیت عضلات) و در حوزه سطح فعالیت با اندازه گیری شاخص الکترومیوگرافی یکپارچه و کلی نرمال شده[3] با استفاده از شاخص NIAV[4] به‌عنوان یک معیار جهت مقایسه سطح فعالیت الکتریکی عضلات صورت گرفت.

در مورد زمان شروع به فعالیت در این بررسی، زمان شروع به فعالیت

1- MT8 2- MIE
3- Normalized Integrated Electromyography
4- Normalized the Integral of the Absolute Value

اولین عضله به‌عنوان صفر (T_0) در نظر گرفته شد (زمان شروع نسبی) و زمان شروع به فعالیت سایر عضلات از این زمان کم شده و نسبت به آنها سنجیده شد. تقدم و تأخر ترتیب فعال شدن این عضلات بر اساس اختلاف از T عضله ای که زودتر شروع به فعالیت می‌کند است. کلیه اطلاعات خام جهت بررسی آماری با استفاده از نرم افزار آماری اس.پی.اس.اس. نسخه ۱۱/۵ مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ابتدا آمار توصیفی سه متغیر ذکر شده بدست آمد که براساس آن توالی زمان‌های شروع و به حداکثر رسیدن فعالیت عضلات و همچنین سطح فعالیت عضلانی و نتیجتاً الگوی فعال شدن عضلات ذکر شده بدست آمد. در مرحله بعد آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها انجام شد و نهایتاً با استفاده از آزمون تحلیل واریانس برای اندازه‌های تکراری و مقایسه چندگانه Tukey HSD معنادار یا غیر معنادار بودن اختلاف بین متغیرهای ذکر شده در عضلات مورد نظر بررسی شد.

یافته‌ها

آمار توصیفی متغیر زمان شروع به فعالیت هفت عضله مورد نظر طی شش دسته تمرین در جدول ۱ آمده است.

جدول۱ـ آمار توصیفی برای متغیر زمان شروع فعالیت عضلات مورد نظر در تمرینات انتخابی

عضله	اسکپشن		ابداکشن		دی ۲ ای		دی ۲ اف		پرس آپ		تری‌پاد	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سینه‌ای بزرگ	۰/۱۷	۰/۲	۰/۴۴	۰/۴	۰/۵۴	۰/۷	۰/۶۴	۰/۶	۰/۳۷	۰/۵	۰/۲	۰/۲۵
ذوزنقه‌ای فوقانی	۰/۲۴	۰/۳	۰/۳۷	۰/۷	۰/۴۹	۰/۵	۰/۳۸	۰/۴	۰/۲۳	۰/۲	۰/۲۶	۰/۳
ذوزنقه‌ای میانی	۰/۳۲	۰/۳	۰/۴۵	۰/۴	۰/۵۳	۰/۴	۰/۶۵	۰/۴	۰/۴۷	۰/۴	۰/۴	۰/۴۴
تحت خاری	۰/۳	۰/۲	۰/۵۵	۰/۴	۰/۵۶	۰/۵	۰/۶۳	۰/۶	۰/۳۲	۰/۴	۰/۲۹	۰/۳
سه‌گوش قدامی	۰/۵	۰/۴	۰/۵۲	۰/۴	۰/۶۶	۰/۵	۰/۵۴	۰/۷	۰/۲۷	۰/۲	۰/۲۸	۰/۳
سه‌گوش میانی	۰/۳۳	۰/۳	۰/۵	۰/۴	۰/۳۵	۰/۳	۰/۴۳	۰/۶	۰/۲۹	۰/۳	۰/۳۱	۰/۴
سه‌گوش خلفی	۰/۴۲	۰/۳	۰/۹۷	۰/۶	۰/۴۶	۰/۴	۰/۷۶	۰/۶	۰/۶۹	۰/۶	۰/۳۹	۰/۳

بر اساس این جدول و نمودار(۱) الگوی فعال شدن عضلات مورد نظر طی شش دسته تمرین عبارتست از:

تری‌پاد: سینه‌ای بزرگ ≥ ذوزنقه‌ای فوقانی ≥ سه‌گوش قدامی ≥ تحتِ خاری ≥ سه‌گوش میانی ≥ سه‌گوش خلفی ≥ ذوزنقه‌ای میانی

پرس آپ: ذوزنقه‌ای فوقانی ≥ سه‌گوش قدامی ≥ سه‌گوش میانی ≥ تحتِ خاری ≥ سینه‌ای بزرگ ≥ ذوزنقه‌ای میانی ≥ سه‌گوش خلفی

دی۲ اف: ذوزنقه‌ای فوقانی ≥ سه‌گوش میانی ≥ سه‌گوش قدامی ≥ تحتِ خاری ≥ سینه‌ای بزرگ ≥ ذوزنقه‌ای میانی ≥ سه‌گوش خلفی

دی۲ ای: سه‌گوش میانی ≥ سه‌گوش خلفی ≥ ذوزنقه‌ای فوقانی ≥ ذوزنقه‌ای میانی ≥ سینه‌ای بزرگ ≥ تحتِ خاری ≥ سه‌گوش قدامی

ابداکشن: ذوزنقه‌ای فوقانی ≥ سینه‌ای بزرگ ≥ ذوزنقه‌ای میانی ≥ سه‌گوش میانی ≥ سه‌گوش قدامی ≥ تحتِ خاری ≥ سه‌گوش خلفی

اسکپشن: سینه‌ای بزرگ ≥ ذوزنقه‌ای فوقانی ≥ تحتِ خاری ≥ ذوزنقه‌ای میانی ≥ سه‌گوش میانی ≥ سه‌گوش خلفی ≥ سه‌گوش قدامی

آمار توصیفی متغیر زمان به حداکثر رسیدن هفت عضله مورد نظر طی شش دسته تمرین در جدول ۲ آمده است.

جدول۲ـ آمار توصیفی متغیر زمان به حداکثر رسیدن فعالیت عضلات مورد نظر در تمرینات انتخابی

عضله	اسکپشن		ابداکشن		دی ۲ ای		دی ۲ اف		پرس آپ		تری پاد	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سینه‌ای بزرگ	۱/۷۸	۱/۱۷	۳/۵	۲/۰	۴/۱۹	۲/۶	۴/۵	۲/۳	۳/۳۷	۱/۸	۲/۳۹	۱/۷
ذوزنقه‌ای فوقانی	۱/۸۹	۱/۲	۴/۷۳	۲/۳	۴/۹۸	۲/۳	۳/۱۹	۱/۵	۴/۴	۱/۷	۲/۶۷	۱/۴
ذوزنقه‌ای میانی	۲/۱۷	۱/۰	۴/۱۶	۲/۲	۵/۱	۲/۶	۱/۸۵	۰/۸	۴/۲۳	۱/۸	۲/۲۳	۱/۲
تحت خاری	۱/۷۱	۱/۰	۴/۳۴	۲/۴	۴/۹۲	۳/۰	۳/۰۳	۱/۵	۴/۰۶	۱/۹	۲/۷	۱/۲
سه‌گوش قدامی	۱/۹۵	۱/۲	۴/۲۶	۲/۳	۴/۸۲	۲/۱	۳/۰۰	۱/۷	۳/۹۸	۱/۵	۲/۲۸	۱/۶
سه‌گوش میانی	۲/۰۲	۱/۱	۵/۵	۲/۱۲	۵/۴۷	۲/۷	۲/۳۳	۱/۰	۴/۵	۱/۷	۲/۸	۱/۵
سه‌گوش خلفی	۱/۲۱	۰/۷	۴/۲۱	۲/۱۲	۵/۳۲	۲/۴	۱/۹	۱/۰۷	۴/۳۱	۱/۵	۲/۹۳	۱/۵

بر اساس این جدول و نمودار (۲) الگوی به حداکثر رسیدن فعالیت عضلات مورد نظر طی شش دسته تمرین عبارتست از:

تری‌پاد: ذوزنقه‌ای میانی≥ سه‌گوش قدامی≥ سینه‌ای بزرگ ≥ ذوزنقه‌ای فوقانی≥ تحتِ خاری ≥سه‌گوش میانی≥سه‌گوش خلفی

پرس آپ: سینه‌ای بزرگ ≥ سه‌گوش قدامی≥ تحتِ خاری ≥ ذوزنقه‌ای میانی d سه‌گوش خلفی d ذوزنقه‌ای فوقانی≥ سه‌گوش میانی

دی۲ اف: ذوزنقه‌ای میانی ≥ سه‌گوش خلفی ≥ سه‌گوش میانی ≥ سه‌گوش قدامی ≥ تحتِ خاری ≥ ذوزنقه‌ای فوقانی ≥سینه‌ای بزرگ

دی۲ ای: سینه‌ای بزرگ ≥سه‌گوش قدامی≥ تحتِ خاری ≥ذوزنقه‌ای فوقانی≥ ذوزنقه‌ای میانی ≥سه‌گوش خلفی ≥ سه‌گوش میانی

ابداکشن: سینه‌ای بزرگ ≥ ذوزنقه‌ای میانی ≥ سه‌گوش خلفی ≥ سه‌گوش قدامی ≥ تحتِ خاری ≥سه‌گوش میانی ≥ذوزنقه‌ای فوقانی

اسکپشن: سه‌گوش خلفی ≥تحتِ خاری≥سینه‌ای بزرگ≥ذوزنقه‌ای فوقانی ≥سه‌گوش قدامی≥سه‌گوش میانی ≥ذوزنقه‌ای میانی

آمار توصیفی متغیر سطح فعالیت عضلانی عضلات مورد نظر پس از نرمال سازی داده‌ها توسط انقباض ایزومتریک ارادی حداکثر هر عضله در وضعیت قراردادی تست عضلانی در جدول ۳ آمده است.

جدول۳ ـ آمار توصیفی سطح فعالیت عضلانی عضلات مورد نظر در تمرینات انتخابی

عضله	اسکپشن		ابداکشن		دی ۲ ای		دی ۲ اف		پرس آپ		تری پاد	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سینه‌ای بزرگ	۱/۷۸	۱/۱۷	۳/۵	۲/۰	٤/۱۹	۲/٦	٤/٥	۲/۳	۳/۳۷	۱/۸	۲/۳۹	۱/۷
ذوزنقه‌ای فوقانی	۱/۸۹	۱/۲	٤/۷۳	۲/۳	٤/۹۸	۲/۳	۳/۱۹	۱/٥	٤/٤	۱/۷	۲/٦۷	۱/٤
ذوزنقه‌ای میانی	۲/۱۷	۱/۰	٤/۱٦	۲/۲	٥/۱	۲/٦	۱/۸٥	۰/۸	٤/۲۳	۱/۸	۲/۲۳	۱/۲
تحتِ خاری	۱/۷۱	۱/۰	٤/۳٤	۲/٤	٤/۹۲	۳/۰	۳/۰۳	۱/٥	٤/۰٦	۱/۹	۲/۷	۱/۲
سه‌گوش قدامی	۱/۹٥	۱/۲	٤/۲٦	۲/۳	٤/۸۲	۲/۱	۳/۰۰	۱/۷	۳/۹۸	۱/٥	۲/۲۸	۱/٦
سه‌گوش میانی	۲/۰۲	۱/۱	٥/٥	۲/۱۲	٥/٤۷	۲/۷	۲/۳۳	۱/۰	٤/٥	۱/۷	۲/۸	۱/٥
سه‌گوش خلفی	۱/۲۱	۰/۷	٤/۲۱	۲/۱۲	٥/۳۲	۲/٤	۱/۹	۱/۰۷	٤/۳۱	۱/٥	۲/۹۳	۱/٥

بر اساس این جدول و نمودار (۳) توالی سطح فعالیت عضلانی عضلات مورد نظر ازکم به زیاد به ترتیب زیر است:

تری‌پاد: سه‌گوش خلفی ≥ ذوزنقه‌ای میانی ≥ ذوزنقه‌ای فوقانی ≥ سه‌گوش میانی ≥سینه‌ای بزرگ ≥ تحتِ خاری ≥سه‌گوش قدامی

پرس آپ: سه‌گوش خلفی ≥سینه‌ای بزرگ≥ تحتِ خاری ≥ذوزنقه‌ای میانی ≥سه‌گوش میانی ≥سه‌گوش قدامی≥ ذوزنقه‌ای فوقانی

دی۲ اف: تحتِ خاری ≥سه‌گوش خلفی ≥سینه‌ای بزرگ ≥ذوزنقه‌ای میانی ≥سه‌گوش قدامی≥سه‌گوش میانی ≥ ذوزنقه‌ای فوقانی

دی۲ ای: سینه‌ای بزرگ≥ تحتِ خاری ≥سه‌گوش خلفی ≥ذوزنقه‌ای میانی ≥سه‌گوش قدامی≥سه‌گوش میانی ≥ ذوزنقه‌ای فوقانی

ابداکشن: سه‌گوش خلفی ≥ ذوزنقه‌ای میانی ≥ تحتِ خاری ≥ سینه‌ای بزرگ≥سه‌گوش میانی ≥ذوزنقه‌ای فوقانی≥سه‌گوش قدامی

اسکپشن: سه‌گوش میانی≥ ذوزنقه‌ای فوقانی ≥ ذوزنقه‌ای میانی ≥ سه‌گوش خلفی ≥سه‌گوش قدامی≥تحتِ خاری≥سینه‌ای بزرگ

آزمون دو فاکتوری (عضله و تمرین) تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری اختلاف مشخصی بین زمان شروع به فعالیت عضلات مختلف طی شش دسته تمرین نشان نداد.

بحث

در این تحقیق عضلات بر اساس فعالیت عملکردی شان به گروههایی تقسیم بندی شده‌اند: ۱. عضلات حرکت دهنده اصلی (Prime mover) مانند عضلات سه‌گوش قدامی، میانی و خلفی ۲. عضلات ثبات دهنده کمربند شانه ای (Stabilizer) مانند عضلات سینه‌ای بزرگ و ذوزنقه‌ای فوقانی ۳. عضلات هدایت کننده کتف و بازو (Steerer) همانند عضله ذوزنقه‌ای میانی به عنوان هدایت کننده کتف و عضله تحتِ خاری به عنوان هدایت کننده سر استخوان بازو. عضلات ثبات دهنده کتف عضلاتی هستند که به‌عنوان عضلات پیش عمل کننده (Pre-stage activation) و با هدف ایجاد ثبات در جزء نزدیک[1] جهت انجام حرکت در الگوهای حرکتی آزاد عمل می‌کنند. عضلات هدایت کننده با هدف تنظیم رابطه حرکتی مابین اجزاء الگوی حرکتی و در طول الگوی حرکتی وظیفه شان حفظ بهترین موقعیت اجزاء عمل کننده با یکدیگر می‌باشد و عضلات حرکت دهنده اصلی به عنوان عضلاتی که به اجزای الگو تحرک می‌بخشند تعریف می‌شوند. طبیعی است انتظار داشته باشیم در

1- Proximal

الگوهای حرکتی توالی زمانی وارد عمل شدن عضلات به شکل عضلات ثبات دهنده، سپس عضلات هدایت کننده و در نهایت عضلات حرکت دهنده باشد(۲۷).

بر اساس نتایج بدست آمده عضله ذوزنقه‌ای فوقانی در حوزه زمان شروع به فعالیت عضله و حوزه سطح فعالیت در اغلب قریب به اتفاق الگوهای حرکتی مورد بررسی در این تحقیق سریعترین عضله بکار گرفته شده و با حداکثر سطح فعالیت در مقایسه با سایر عضلات بوده است که این نتیجه کاملاً منطبق بر نظریه ای است که در بالا ذکر شده است و از سوی دیگر با نظریه جاندا[1] (۱۹۸۶) که معتقد است برخی از عضلات از جمله ذوزنقه‌ای فوقانی تمایل به افزایش تون عضلانی و به تبع آن کوتاهی دارند می‌باشد(۲۸). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت این عضله علاوه بر نقش خود به‌عنوان یک عضله چرخاننده کتف، به‌عنوان یک عضله وضعیتی با سطح فعالیت بالا تمایل به کوتاهی دارد. از سوی دیگر این نتیجه مشابه با نتیجه تحقیق لوکاس و همکاران (۲۰۰۱) بود که توالی زمانی عضلات ذوزنقه‌ای فوقانی و تحتانی، دندانه‌ای قدامی، تحتِ خاری و سه‌گوش میانی را حین بالا بردن اندام فوقانی در صفحه بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که عضله ذوزنقه‌ای فوقانی زودتر از سایر عضلات شروع به فعالیت می‌کند(۱۶). همچنین طبق یافته‌های تحقیق وادزورث (۱۹۹۷) از بین عضلات ذوزنقه‌ای فوقانی و تحتانی و دندانه‌ای قدامی حین بالا بردن اندام فوقانی در صفحه اسکاپولا ر، شروع به فعالیت عضله ذوزنقه‌ای فوقانی زودتر از سایر عضلات بود(۱۷).

فعالیت عضلات سه‌گوش قدامی‌و خلفی به نظر می‌رسد عمدتاً در راستای خنثی کردن اجزاء مخالف حرکتی خود می‌باشد. ضمن آنکه در برخی از الگوهای حرکتی خصوصاً الگوهای حرکتی که به شکل مایل انجام می‌شوند، مانند الگوی حرکتی دور کردن بازو در صفحه حرکتی کتف و یا محوری همانند الگوهای حرکتی دی ۲ اف و دی ۲ ای، رفتار این دو عضله وابسته به راستای انجام الگوی حرکتی می‌باشد.

عضله سه‌گوش میانی در کلیه الگوهای حرکتی به‌عنوان یک عضله حرکتی عمل می‌کند. ویژگی غالب ذوزنقه‌ای میانی و تحتِ خاری عدم وابستگی آنها به الگوی فعالیت عضلانی است و به‌نظر می‌رسد این عضلات به‌عنوان عضلات ثبات دهنده - هدایت کننده در کلیه الگوهای حرکتی رفتار تقریباً مشابهی از خود نشان دهند و تنها در الگوهای حرکتی خاص نظیر دی ۲ ای که عضله ذوزنقه‌ای میانی می‌بایست کنترل کننده جابجایی استخوان کتف در این الگوی حرکتی باشد، سطح فعالیت بیشتری از خود نشان می‌دهد. با توجه به عدم انجام تحقیقات مشابه در سایر الگوها نتایج این تحقیق قابل مقایسه با سایر تحقیقات نبود.

نتیجه‌گیری

از یافته‌های حاصل چنین نتیجه می‌شود که عضله ذوزنقه‌ای فوقانی عضله ای است که رفتارش وابسته به شکل الگوی حرکتی نمی‌باشد (Task Independent)، در حالی که رفتار عضله سینه‌ای بزرگ وابسته به الگوی فعالیت انجام شده است (TaskDependent). فعالیت عضلات سه‌گوش قدامی‌و خلفی وابسته به راستای انجام الگوی حرکتی می‌باشد (Relative]Direction Task Dependent[). همچنین رفتار عضله سه‌گوش میانی وابسته به جابجایی مفصل هدف در الگوی حرکتی می‌باشد (Relative] Displacement Task Dependent[). عضلات ذوزنقه‌ای میانی و تحتِ خاری به‌عنوان عضلات ثبات دهنده ـ هدایت‌کننده در کلیه الگوهای حرکتی رفتار تقریباً مشابهی از خود نشان دادند(Stabilizer - Neutralizer).

منابع:

1- Sahrman S.H. Diagnosis and treatment of movement impairment syndrome. First ed Vol. 1, Missouri, Mosby; 2002, p:3.
2- Sahrman S.H. Diagnosis and treatment of movement impairment syndrome. First ed Vol. 1, Missouri, Mosby; 2002, pp: 12-15.
3- Bang M D, Deyle G.D. Comparison of supervised exercise with & without manual physical theray for patient with shoulder impingement syndrome. J Ortho & Sport Phys Thera. 2000; 30(3): 126-137.
4- Lephart S M, Henry T.J. The physiological basis for open and closed kinetic chain rehabilitation for the upper extremity. J of Sp Rehab. 1996; 5: 71-87.
5- Ballantyne B T, O' Hare S J, Paschall J L, Pavia – smith M M, Pitz A M, Gillon J F, et al. Electromyographic activity of selected shoulder muscles in commonly used therapeutic exercises. Phys Ther. 1993; 73(10): 677-682.
6- Hintermeister R A, Lange G W, Schultheis J M, Bey M J, Hawkins R.J. Electromyographic activity and applied load during shoulder rehabilitation exercises using elastic resistance. Am Orthop Society for Sports Med. 1998; 26(2): 210-220.
7- Fleisig G S, Jameson R C, Cody R C, Wilk K E, Chmielewski T. Muscle activity during shoulder rehabilitation exercises. Am Society of Biomechanics. 1998; 2: 14-18.
8- Reddy A S, Mohr K J, Pink M M, Jobe F.W. Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. Journal of Shoulder and Elbow Surgery 2000; 9: 519-523.
9- Ludewing P M, Cook T.M. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder Impingement. Phys. Ther. 2000; 80(3): 276-291.
10- Wise M B, Uhl T L, Mattacola C G, Nitz A J, Kibler B. The effect of limb support on muscle activation during shoulder exercises. J of Shoulder and Elbow Surg. 2001; 13: 614-620.

1- Jnanda

11- Uhl T L, Carver T J, Mattacola C G, Mair S D, Nitz A.J. Shoulder musculature activation during upper extremity weight – bearing exercise. J Orthop Sports Phys Ther. 2003; 33: 109-117.
12- Uhl T L, Wise M B, Mattacola C G, Nitz A.J. Electromyographical differences between slow and fast closed and open chain shoulder exercises. J of Athlet Train. 2003; 13: 51-60.
13- Ekstrom R A, Donatelli R A, Soderberg G.L. Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and Serratus anterior muscles. Orthop Sports Phys Ther. 2003: 33(5): 247-258.
14- Kuschinsky N, Sciascia A, Uhl T L, Mair S, Nirz A J, Mattacola C.G. Muscle activity comparison of four common shoulder exercises in unstable and stable shoulder. First International Congress of Shoulder Therapists; 2004.
15- Gount B W, Uhl T L, Humphry L, Calico R M, McCluskey G.M. Electromyography of shoulder and scapular musculature during an elevation strengthening progression. First International Congress of Shoulder Therapists; 2004.
16- Lucas K R, Polus B I, Rich P.A. Temporal sequence of muscle recruitment during scapular plane elevation. Department of Chiropractic; 2000.
17- Wadsworth D J, Bullock-Saxton J.E. Recruitment patterns of the scapular rotator muscles in freestyle swimmers with subacromial impingement. Int J Sport Med. 1997; 18(8): 618-24.
18- Lucas K R, Polus B I, Rich P.A. Muscle activation patterns: The effects of fatigue during scapular plane elevation. Fourth Meeting of the International Shoulder Group. Cleveland, OH, June 17-18, 2002.
19- David J, Magarey M E, Jones M A, Dvir Z, Turker K S, Sharpe M. EMG and strength correlates of selected shoulder muscles during rotations of the glenohumeral joint. Chin Biomechanics. 2000; 15: 95-102.
20- Hintermeister R A, Lange G W, Schultheis J M, Bey M J, Hawkins R.J. Electromyographic activity and applied load during shoulder rehabilitation exercises using elastic resistance. AM Orthop Society for Sports Med. 1998; 26(2): 210-220.
21- Soderberg G.L. Manual of surface electromyography for use in the occupational setting. Public Health Service. NIOSH publication, 1992, p: 27.
22- Decker M J, Hintermeister R A, Faber K J, Hawkinz R.J. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. Am Orthop Society for Sports Med. 1999; 27(6): 784-791.
23- McLean L, Chislette M, Keith M, Murphy M, Walton P. The effect of head position, electrode site, movement and smoothing window in the determination of a reliable maximum voluntary activation of the upper Trapezius muscle. Journal of Electromyography & Kinesiology 2003; 13: 169-180.
24- Deluca C.J. The use of surface electromyography in biomechanic. J Appl Biomechanic. 1997; 13: 135-63.
25- Soderberg G.L. Manual of surface electromyography for use in the occupational setting. Public health service. NIOSH publication; 1992, p: 34.
26- Kendall F.P. Muscles testing and function. 4th ed. Maryland, Williams & Wilkins; 1993, pp: 279-293.
27-Oatis C.A. Kinesiology: The mechanics & pathomechanics of human movement, 1st ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins; 2004, pp: 158-162.
28- Janda V. Pain in the locomotor system: A broad approach. Glasgow E.F. (ed). Aspects of manipulative therapy. USA, Churchill Livingstone; 1989.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی