مقایسه فعالیت الکترومیوگرافی (EMG) عضلات درگیر در مرحله رهایی پرتاب نیزه قهرمانان معلول مرد جهان و پارالمپیک

حیدر صادقی[1]، مصطفی بهرامی[*2]، بهروز برجسته‌محبی[3]

۱- استاد، گروه بیومکانیک و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران .

۲- مربی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

۳- استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

یافته / دوره هجدهم / شماره ۲ / تابستان ۹۵ / مسلسل ۶۸

چکیده

دریافت مقاله: ۹۵/۲/۲۹ پذیرش مقاله: ۹۵/۴/۲۴

مقدمه: هدف از این مطالعه شناسایی متغیر الگوی فعالیت عضلانی (آمپلی تود) عضلات پکتورالیس ماژور، بخش قدامی دلتوید و تری‌سپس پرتاب‌گران نیزه قهرمان جهان و پارالمپیک مرد کشور با استفاده از EMG بود.

مواد و روش‌ها: فعالیت الکتریکی عضلات پکتورالیس ماژور، بخش قدامی دلتوید و تری‌سپس ۲۴ نفر پرتابگر نیزه معلول نخبه مرد ایرانی کلاس‌های مختلف نشسته و ایستاده با استفاده از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی انجام شد. در این مطالعه از تحلیل واریانس یک طرفه (One way ANOVA) و آزمون تی(t) مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید.

یافته‌ها: بین الگوی فعالیت عضلانی(آمپلی‌تود) عضلات پکتورالیس ماژور و دلتوید قدامی کلاس‌های نشسته، عضله تری‌سپس کلاس‌های ایستاده و عضله پکتورالیس ماژور کلاس‌های نشسته با ایستاده قهرمانان معلول در طی رهایی نیزه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (p<۰/۰۰۱). در حالی‌که در آمپلی‌تود عضله تری‌سپس کلاس‌های نشسته پکتورالیس ماژور و بخش قدامی عضله دلتوید کلاس‌های ایستاده و بخش قدامی عضله دلتوید و تری‌سپس کلاس‌های نشسته و ایستاده تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

بحث و نتیجه‌گیری: به طور متوسط میانگین تمامی متغیرهای مورد نظر در کلاس‌های نشسته بیشتر از کلاس‌های ایستاده بود. بالاترین مقادیر آمپلی‌تود به ترتیب متعلق به بخش قدامی عضله دلتوید، پکتورالیس ماژور و تری‌سپس گروه‌های نشسته بود. این امر نشان دهنده استفاده بیشتر از عضلات مورد نظر بواسطه اختلال و معلولیت و عدم کارآیی عضلات پایین تنه پرتاب‌گران نشسته نسبت به پرتاب‌گران ایستاده می‌باشد. مقایسه آمپلی‌تود فعالیت الکترومیوگرافی عضلات مورد نظر در همه کلاس‌ها و معلولیت‌ها نشان داد که آنها نقش مهمی در عملکرد پرتاب‌گران معلول ایفا می کنند.

واژه‌های کلیدی: الکترومیوگرافی، پرتاب‌گران معلول، آمپلی‌تود عضلانی.

*آدرس مکاتبه : خرم آباد، دانشگاه لرستان، گروه بدنی.

پست الکترونیک: mostafa_bahr2003@yahoo.com

مقدمه

طبق اعلام سازمان بهداشت جهانی، ۱۵ درصد افراد جامعه را معلولینی که بر اثر یک نقص جسمی یا ذهنی دچار اختلال شده‌اند، تشکیل می‌دهند. اگرچه نقش ورزش در زندگی هر فردی ارزشمند است، اما در زندگی معلولان اهمیت دوچندانی پیدا می‌کند به نحوی که از منظر توانبخشی می‌تواند روی شرایط جسمی و روانی آنها تأثیر ویژه‌ای بگذارد. حضور معلولین در صحنه‌های بین‌المللی می‌تواند دستیابی به توانایی‌های حرکتی‌اشان از طریق ارتباط و هماهنگی بین عضلات و اندام‌ها و همچنین رشد آنها از جنبه‌های روانی و اجتماعی را سبب شود (۱-۳).

ورزشکاران همیشه در صدد بهبود مهارت‌ها و توانایی‌های حرکتی‌اشان برای کسب رکوردها و موفقیت‌های بیشتر می‌باشند (۴). ماده پرتاب نیزه از جمله یکی از مواد دو و میدانی است که معلولین زیادی از قبیل قطع عضو، ضایعات نخاعی، فلج مغزی یا CP، فلج اطفال و آسیب‌های ارتوپدی به آن علاقه‌مند بوده و در رقابت‌های مختلف آن شرکت می‌کنند. از این رو معلولین را با توجه به میزان، نوع و شدت معلولیتی که منجر به محدودیت حرکتی دائمی آنها می‌شود، طبقه‌بندی، کلاس‌بندی و تعیین صلاحیت می‌کنند تا بتوانند بطور عادلانه و برابر با دیگر ورزشکاران معلول رقابت نموده، توانمندی‌های خودشان را به نمایش بگذارند. این کلاس‌ها به گروه‌های نشسته و ایستاده تقسیم می‌شوند که در تحقیق حاضر کلاس‌های نشسته (F34, F53, F54, F55, F56, F57) و ایستاده (F44, F46) مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. افراد در کلاس‌های نشسته، پرتاب خود را از یک سکویی که نمی‌بایست ارتفاع آن بیش از ۷۵ سانتیمتر باشد به اجرا بگذارند (۱،۳).

تحقیقات مختلفی نشان می‌دهند که عضلات مهمی در عملکرد پرتاب‌ها بخصوص نیزه وجود دارند که از جمله می‌توان به پکتورالیس ماژور (سینه‌ای بزرگ)، بخش قدامی عضله دلتوید و تری‌سپس اشاره نمود (۵-۸). استفاده از الکترومیوگرافی (EMG) به عنوان یک ابزار ارزیابی برای تحقیقات مختلف علاوه بر حوزه تحقیقات پزشکی در حوزه‌های توانبخشی، فیزیوتراپی، ارگونومی و علوم ورزشی نیز کاربرد دارد. ارزیابی عینی فعالیت‌های عصبی-عضلانی و یا الگوی فعالیت عضلانی همچون آمپلی‌تود عضلات درگیر در حین اجرای فعالیت از جمله کاربردهای EMG است که می‌تواند به پزشکان، فیزیوتراپ‌ها، مربیان و محققین کمک نماید (۵-۱۱).

مطالعات اندکی پیرامون فعالیت الکترومیوگرافی (EMG) عضلات درگیر در پرتاب به خصوص معلولین انجام گرفته و بیشتر روی اندام‌های فوقانی بازیکنان بیس‌بال و سایر حرکات پرتابی متمرکز شده است (۵، ۷، ۸، ۱۲، ۱۳). بنابراین با توجه به اهمیت مسابقات جهانی و پارالمپیک و نقش الکترمیوگرافی در کارآیی یا عدم کارآیی عضلات پرتاب‌ها، می توان به اهمیت و ضرورت حاصل از نتایج مطالعه حاضر پی برد. در این تحقیق به مقایسه الگوی فعالیت عضلانی (آمپلی‌تود) عضلات مختلف درگیر در پرتاب نیزه کلاس‌های مختلف معلولین پرداخته‌ایم. چرا که مقایسه این متغیرها باعث آگاهی مربیان و متخصصان از توانایی‌ها و محدودیت‌های پرتاب‌گران می‌شود. از این رو می‌تواند سبب تغییر در برنامه‌های تمرینی آنها جهت بالا بردن سطح آمادگی جسمانی و تکنیکی با توجه به نوع کلاس‌اشان گردد. بنابراین تلاش می‌شود تا برای رسیدن به سطوح بالای بین‌المللی با کمک تکنولوژی مدرن و دانش اختصاصی جنبه‌های الکترومیوگرافی (EMG) به اجرای بهینه مهارت‌های پرتاب کمک نمود (۶، ۸، ۱۴، ۱۵، ۱۶).

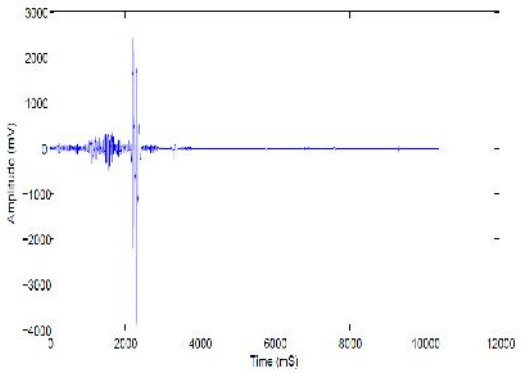
مواد و روش‌ها

آزمودنی‌های این تحقیق را ۲۴ نفر از پرتاب‌گران نیزه معلول قهرمان جهان و پارالمپیک مرد ایرانی کلاس‌های مختلف نشسته (F34, F53, F54, F55, F56, F57) و ایستاده (F44, F46) با میانگین سنی ۳±۲۷ سال، میانگین وزنی ۳±۷۸ کیلوگرم و میانگین قدی ۶±۱۷۹سانتی‌متر تشکیل

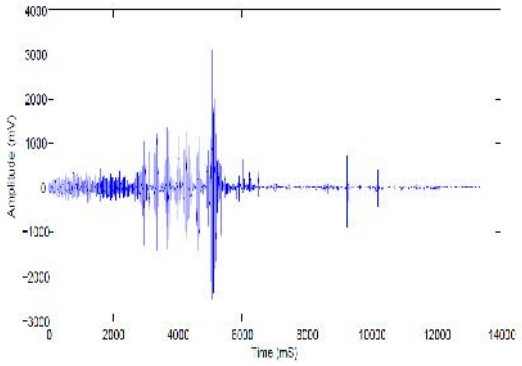
دادند که همگی راست‌دست و عضو تیم ملی کشورمان بودند. قبل از جمع آوری اطلاعات، هدف و روش اجرای تحقیق برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و تمام آزمودنی‌ها فرم رضایت نامه شرکت در تحقیق را مطالعه، امضاء و سپس پرسش‌نامه وضعیت سلامتی و جسمانی را پر و طی یک جلسه با شیوه صحیح انجام تست‌ها آشنا شدند. شروع هر جلسه شامل گرم کردن، به مدت دلخواه برای هر پرتاب‌گر بود به نحوی که هر پرتاب‌گر ابتدا برای آشنایی بیشتر با تست مربوطه طی دو بار اقدام به پرتاب آزمایشی نموده تا بیشتر با شرایط موجود آشنا گردد و سپس اقدام به پرتاب‌های اصلی خود نماید.

دستگاه الکترومیوگرافی سطحی EMG ME6000 8 channels شرکت Mega Electronic ساخت کشور فنلاند) و الکترود سطحی (Skintact Monitoring ECG Electrode F55) جهت بررسی و ثبت پاسخ‌های EMG حین تکالیف مذکور استفاده شد. سیستم گیرنده این دستگاه دارای شانزده ورودی آنالوگ و دیجیتال مستقل است که سیگنال دریافت شده را روی یک دستگاه لپ تاپ سونی نمایش می‌داد. مشخصات تقویت‌کننده این دستگاه عبارت است از حساسیت ۱۰۰۰، پهنای باند ۲۰-۴۵۰ هرتز، نسبت حذف سیگنال‌های مشترک ۱۱۰ دسی بل، امپدانس ورودی بیشتر از ۱۰ مگا اهم بود. مکان دقیق آناتومیکی برای قرارگیری الکترودها بر اساس دستورالعمل‌ها و همچنین مطالعات قبلی انجام شد. برای جمع‌آوری و ثبت آمپلی‌تود عضلات پکتورالیس ماژور (سینه‌ای بزرگ)، بخش قدامی دلتوید، تری‌سپس (سه سر بازویی) بود. ابتدا پوست محل الکترودگذاری از موهای زائد پاک و تراشیده و سپس توسط الکل تمیز و سمباده زده تا مقاومت پوست کاهش یابد. الکترودها موازی با طول تارهای عضلانی و در فاصله میان موتورپوینت و تاندون دیستال عضلات مذکور قرار گرفت. الکترودها به لدهایی متصل بودند که پیش تقویت کننده آنها دارای فیلتر بالاگذر با فرکانس قطع ۱۰ هرتز تنظیم شده بود.

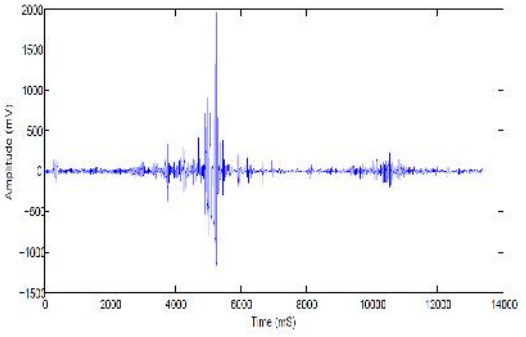
کاهش داده‌ها و پردازش آنها در نرم افزار متلب نسخه ۱۰ انجام شد. سیگنال EMG با استفاده از یک فیلتر میان گذر ۱۰ تا ۴۰۰ هرتز پس از یکسویه‌سازی و سپس یک الگوریتم RMS مرکزی با پنجره ثابت ۵۰ میلی ثانیه‌ای پردازش شدند. RMS کل سیگنال در بازه مورد نظر و ماکزیمم RMS سیگنال از سه تکرار حرکات پرتابی هر عضله به دست آمد تا برای نرمالایز داده‌های اصلی استفاده شود. مقدار امپلی‌تود فعالیت عضلانی از تقسیم RMS کل به RMS ماکزیمم به دست آمد. نمونه‌هایی از سیگنال‌های الکترومیوگرافی عضلات مختلف (شکل‌های ۱-۳).



شکل۱. نمونه ثبت سیگنال الکترومیوگرافی عضله تری‌سپس



شکل۲. نمونه ثبت سیگنال الکترومیوگرافی بخش قدامی عضله دلتویید



شکل۳. نمونه ثبت سیگنال الکترومیوگرافی عضله پکتورالیس ماژور

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از آمار توصیفی جهت طبقه‌بندی و تنظیم داده‌ها و تعیین شاخص‌های مرکزی و پراکندگی و از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف جهت بررسی میزان انطباق توزیع متغیرهای عددی با توزیع نرمال استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. ضمن این که برای مقایسه و مشخص کردن تفاوت معنی‌داری متغیرهای درون گروهی کلاس‌های نشسته از تحلیل واریانس یک طرفه (One way ANOVA) و برای آنکه معلوم شود تفاوت واقعی در بین کدام کلاس‌هاست از آزمون تعقیبی L.S.D استفاده شد. برای مقایسه و مشخص کردن تفاوت معنی‌داری متغیرهای بین گروهی کلاس‌های نشسته با کلاس‌های ایستاده و کلاس‌های ایستاده با هم از آزمون تی (t) مستقل استفاده گردید. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های دو گروه نشسته و ایستاده محاسبه گردیده و نتایج آنها در جدول شمارهٔ ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیر		میانگین انحراف استاندارد
تعداد	نشسته	۱۸
	ایستاده	۶
سن (سال)		۲۷±۳
قد (m)		۱۷۹±۶
جرم (kg)		۷۸±۳

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار آمپلی‌تود عضلات پکتورالیس ماژور، دلتوئید و تری‌سپس تکنیک پرتاب نیزه معلولین مرد نخبه کلاس‌های نشسته و ایستاده

آمپلی تود	عضله پکتورالیس ماژور		بخش قدامی عضله دلتوئید		عضله تری سپس	
گروه	میانگین	SD	میانگین	SD	میانگین	SD
نشسته	۲۲/۴۳	۳/۹۴	۲۴/۱۵	۶/۵۱	۲۱/۲۹	۳/۹۳
ایستاده	۱۳/۱۹	۱/۴۱	۱۷/۰۱	۳/۵۷	۱۴/۷۳	۴/۹۴

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس برای مقایسه متغیرهای مرحله رهایی نیزه

متغیر	اثرات درون‌گروهی		اثرات بین‌گروهی
	کلاس‌های نشسته	کلاس‌های ایستاده	بین کلاس‌های ایستاده و نشسته
	P-value	P-value	P-value
عضله پکتورالیس ماژور	۰/۰۰۰*	۰/۳۰	۰/۰۴*
بخش قدامی عضله دلتوئید	۰/۰۰*	۰/۸۶	۰/۰۸
عضله تری‌سپس	۰/۱۵	۰/۰۴*	۰/۳۳

* اختلاف معنادار در $p\leq ۰/۰۵$

نتایج فرض یک: با توجه به نتایج جدول ۳ بین الگوی فعالیت عضلانی (آمپلی‌تود) عضلات پکتورالیس ماژور و بخش قدامی عضله دلتوئید قهرمانان معلول کلاس‌های نشسته طی رهایی نیزه تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۰۱$). در حالی‌که در عضله تری‌سپس همین کلاس‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

نتایج فرض دو: با توجه به نتایج جداول۲ و۳ بین الگوی فعالیت عضلانی (آمپلی‌تود) عضلهٔ تری‌سپس قهرمانان معلول کلاس‌های ایستاده در طی رهایی نیزه تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۰۱$). در حالی‌که در عضلات پکتورالیس ماژور و بخش قدامی عضله دلتوئید همین کلاس‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

نتایج فرض سه: با توجه به نتایج جدول ۳ بین الگوی فعالیت عضلانی (آمپلی‌تود) عضله پکتورالیس ماژور قهرمانان معلول کلاس‌های نشسته و ایستاده در طی رهایی نیزه تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۰۱$). در حالی‌که در بخش قدامی عضله دلتوئید و تری‌سپس همین کلاس‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

نتیجه آزمون L.S.D نشان می‌دهد در سطح آلفای ۰/۰۵ و درجه آزادی ۱۲ میانگین آمپلی‌تود عضله پکتورالیس ماژور: ۱) در کلاس ۳۴ کمتر از کلاس ۵۵ است. ۲) در کلاس ۵۳ کمتر از کلاس‌های ۵۴ و ۵۵ است. ۳) در کلاس ۵۴ کمتر از کلاس ۵۵ و بیشتر از کلاس‌های ۵۶ و ۵۷ است. ۴) در کلاس ۵۵ بیشتر از کلاس‌های ۵۶ و ۵۷ است. ضمن

اینکه نتیجه همین آزمون نشان می‌دهد که میانگین آمپلی‌تود عضله دلتوییـد: ۱) در کلاس ۳۴ کمتر از کلاس‌های ۵۳ و ۵۴ است. ۲) در کلاس ۵۳ کمتر از کلاس ۵۴ و بیشتر از کلاس ۵۷ است. ۳) در کلاس ۵۴ بیشتر از کلاس‌های ۵۵، ۵۶ و ۵۷ است.

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر با هدف مقایسه‌ی متغیرهای الکترومیوگرافی (آمپلی‌تود) عضلات درگیر در پرتاب نیزه قهرمانان معلول جهان و پارالمپیک صورت گرفت. با توجه به اینکه پرتاب نیزه از جمله حرکات پرتابی از بالای سر به شمار می‌رود لذا در بحث کینزیولوژی و نقش عضلات درگیر در این نوع پرتاب می‌توان به نقش عضلات پکتورالیس ماژور (سینه‌ای بزرگ)، دلتوید و تری‌سپس اشاره نمود (۵).

در واقع به علت اینکه حرکت پرتاب نیزه از بالای سر اجرا می‌شود لذا عمل اکستنشن مفصل شانه به همراه چرخش داخلی مفصل بازو و در نهایت اکستنشن مفصل آرنج عمدتا توسط این عضلات انجام می‌گیرد. عضله سینه‌ای بزرگ نقش مهمی در اکستنشن و چرخش داخلی بازو در مرحله رهایی نیزه به عهده دارد. بوسیله تجزیه و تحلیل منحنی‌های الکترومیوگرافی (EMG) در طول حرکات بخصوص پرتاب‌ها می‌توان فعالیت عضلات درگیر در فرایند حرکت چه بصورت آگونیست و چه آنتاگونیست را مورد بررسی قرار داد.

به منظور درک بهتر از الگوی حرکت، می‌بایست نقش‌های مختلف عضلات را در طی حرکت مورد نظر بررسی نمود. در اینجا عضلاتی که نقش مهمی در تولید حرکت دارند و به عنوان آگونیست در حرکت رهایی نیزه مطرح هستند بررسی شده‌اند. نتایج این تحقیق در خصوص فعالیت عضلات (آمپلی‌تود) پکتورالیس ماژور، بخش قدامی عضله دلتوید و تری‌سپس پرتاب‌گران معلول در هر دو کلاس‌های نشسته و ایستاده در طی رهایی نیزه، نشان می‌دهد که این عضلات نقش مهمی در عملکرد پرتاب دارند. در این رابطه نتایج تحقیق حاضر در خصوص نوع عضلات درگیر با نتایج تحقیقات شیانگ فنگ و همکاران (۶) و آرپاد ایلیس و ریتا ام کیس (۵) همخوانی دارد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بین الگوی فعالیت عضلانی (آمپلی‌تود) عضلات پکتورالیس ماژور و بخش قدامی عضله دلتوید کلاس‌های نشسته تفاوت معنی‌داری وجود دارد در حالی‌که در عضله تری‌سپس این پرتاب‌گران تفاوتی مشاهده نشد.

به نظر می‌رسد با توجه به اینکه کلاس‌های نشسته از معلولیت‌های شدید قطع نخاعی (کلاس ۵۳) تا حداقل معلولیت‌ها مثل قطع یک پا (کلاس ۵۷) گستردگی دارند (۲، ۱۴، ۱۶) لذا فعالیت و درگیری عضلات پرتاب‌گران کلاس‌های نشسته می‌تواند با عملکرد و اجرای ورزشکار ارتباط مستقیم داشته باشد. بنابراین این دامنه اختلال عضلانی می‌تواند سبب تفاوت معنی‌داری در عضلات پکتورالیس ماژور و بخش قدامی عضله دلتوییـد شود. درحالی‌که در عضله تری‌سپس که در قسمت فوقانی‌تری نسبت به عضله پکتورالیس ماژور قرار دارد، تفاوت معنی‌داری در بین کلاس‌ها مشاهده نگردید.

بطور کلی با توجه به اینکه معلولین را بر اساس میزان و شدت معلولیت و نقص دائمی کلاس‌بندی می کنند لذا هرچه اختلالات عملکردی عضلات و اندام‌ها بیشتر باشد از لحاظ آمپلی‌تود عضلانی تفاوت معنی‌داری بین این گونه کلاس‌ها مشاهده می‌شود که این نتیجه می‌تواند به علت شدت و نوع معلولیت و عدم توانایی و کارآیی عضلات مختلف بدن این پرتاب‌گران باشد. ضمن اینکه در مقایسه پرتاب‌گران نشسته با ایستاده تفاوت‌هایی در میانگین آمپلی‌تود عضلات درگیر وجود دارد و با توجه به نتایج تحقیق میانگین آمپلی‌تود پرتاب‌گران نشسته بیشتر از افراد ایستاده است که این می‌تواند به علت استفاده بیشتر افراد نشسته از این عضلات به سبب عدم کارآیی و عدم استفاده از عضلات پایین تنه آنها نسبت به پرتاب‌گران ایستاده باشد. نتیجه اینکه با پی بردن به تأثیر عضلات مختلف و درگیر در عملکرد

پرتاب‌گران معلول می‌توان در طراحی پروتکل‌ها و برنامه‌های تمرینی این افراد توجه ویژه‌ای نموده تا با کمک این برنامه‌ها نتایج و رکوردهای بهتری حاصل گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد. بدین وسیله از همکاری تمام مسئولین آزمایشگاه بیومکانیک آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک و قهرمانان تیم ملی دو و میدانی جانبازان و معلولین کشور شرکت کننده در این تحقیق قدردانی می‌شود.

References

1. Chow J W, Kuenster A F, Young-tae L. Kinematic Analysis of Javelin Throw Performed by Wheelchair Athletes of Different Functional Classes. Journal of Sports Science and Medicine. 2003; 2: 36-46.
2. International Paralympic Committee (IPC). Athletics Classification Rules and Regulations. Bonn, Germany: International Paralympic Committee. 2014: 42-48.
3. Rashad A A, Sobhy W A. Effects of a Specific Training Program, in the Light of Kinematic Analysis of the Throwing Arm, on the Javelin Throwing Distance Among Disabled Athletes Class F58. World J Sport Sc. 2010; 3: 322-330.
4. Sadeghi H. Selected Scientific Articles in Biomechanics (Apply, Fundamental, Rehabilitation, and Engineering. Tehran: Hatmi Pub. 2012; 8-16)
5. Árpád I, Kiss R M. Comparative EMG Analysis of the Shoulder between Recreational Athletes and Javelin Throwers during elementary arm motions and during Pitching. Physical Education and Sport. 2003; 1(10): 43 – 53.
6. Peng H, Huang C, Peng H. Electromyographic Analysis of the Discus Standing Throw. International Symposium on Biomechanics in Sports. 2005; 2: 151-155.
7. Gowan I D, Jobe F W, Tibone J E , Perry J, and Moynes D R. A comparative Electromyographic Analysis of the Shoulder During Pitching. American Journal of Sports Medicine. 1987; 15: 586-590.
8. Jobe F W, Tibone J E, and Perry J. An EMG Analysis of the Shoulder in Throwing and Pitching: A Preliminary Study. Am J Sports Med.1983; 11: 3-5.
9. Basmajian C V, DeLuca C J. Description and Analysis of the EMG Signal In: Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography. Fifth ed, Baltimore, Williams &Wilkins, 1985; 115-124.
10. Rezazade F, Rajabi R, Karimi N, Valizadeh A, Mahmoodpoor A, and Hatami A. Electromyographic Activity of the Vastus Medialis Obliques and Vastus Lateralis Longus Muscles During Squat with Isometric Hip Adduction in Athletes with Patellofemoral Pain Syndrome and Healthy Athletes. J Gorgan Uni Med Sci. 2012; 14: 66-74. (In Persian)
11. Sadeghi H. Selected Scientific Articles in Biomechanics (Apply, Fundamental, Rehabilitation, and Engineering. Tehran : Hatmi Pub. 2012; 8-16)
12. Maki J M. The Biomechanics of Spear Throwing: An Analysis of the Effects of Anatomical Variation on Throwing Performance, with Implications for the Fossil Record. Thesis, 2013, Washington University.
13. Doede A L. Electromyographic Analysis of Trunk Muscle Activation During a Throwing Pattern Following Rotator Cuff Mobilization, Thesis, 2010, Claremont McKenna College.
14. Chow J W, Kuenster A F, Young-tae L. Kinematic Analysis of Javelin Throw

Performed by Wheelchair Athletes of Different Functional Classes. Journal of Sports Science and Medicine. 2003; 2: 36-46.

15. Frossard L A, Schramm A, Goodman S. Kinematic Analysis of Australian Elite Seated Shot-putters During the 2002 IPC World Championships: Parameters of the Shot's Trajectory. In: XI th Congress of the International Society of Biomechanics; Dunedin: International Society of Biomechanics; 2003; p 115.
16. Rashad A A, Sobhy W A. Effects of a Specific Training Program, in the Light of Kinematic Analysis of the Throwing Arm, on the Javelin Throwing Distance Among Disabled Athletes Class F58. World J Sport Sc. 2010; 3: 322-330.