DOI: 10.22122/jrrs.v13i3.2940 Published by Vesnu Publications

# مقایسه فعالیت الکترومیوگرافیک عضلات منتخب کمربند شانه‌ای حین انجام ضربه Forehand topspin در بازیکنان تنیس روی میز حرفه‌ای با و بدون ابتلا به سندرم گیرافتادگی شانه

نارنین مقدادی[1]، علی یلفانی[2]، هومن مینونژاد[3]

مقاله پژوهشی


## چکیده

**مقدمه:** آسیب‌های شانه در ورزشکاران تنیس روی میز و سایر ورزش‌هایی که اندام فوقانی بالاتر از سطح شانه فعالیت می‌کند، بسیار شایع است. از طرف دیگر، عملکرد ضعیف یا نامناسب عضلات شانه، با بروز آسیب ارتباط دارد. هدف از انجام تحقیق حاضر، مقایسه سطح فعالیت عضلات منتخب کمربند شانه‌ای بازیکنان تنیس روی میز حرفه‌ای در دو گروه سالم و دارای سندرم گیرافتادگی شانه در حین اجرای ضربه Forehand topspin بود.

**مواد و روش‌ها:** ۳۰ بازیکن تنیس روی میز حرفه‌ای مرد ۲۰ تا ۲۸ ساله به صورت هدفمند انتخاب شدند و در دو گروه با و بدون ابتلا به سندرم گیرافتادگی شانه قرار گرفتند (هر گروه ۱۵ نفر). سپس فعالیت سطحی عضلات منتخب کمربند شانه‌ای در حین انجام ضربه Forehand topspin، از سمت غالب اندام فوقانی نمونه‌ها ثبت گردید.

**یافته‌ها:** سطح فعالیت عضله سراتوس انتریور ($P = ۰/۰۰۷$) و سوپرااسپیناتوس ($P = ۰/۰۰۱$) در گروه مبتلا نسبت به گروه سالم کاهش معنی‌داری داشت. سطح فعالیت عضله تراپزیوس فوقانی نیز در گروه مبتلا نسبت به گروه سالم افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P = ۰/۰۰۹$). در همین راستا، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در سطح فعالیت عضلات تراپزیوس تحتانی ($P = ۰/۳۰۱$)، دلتوئید قدامی ($P = ۰/۳۱۴$) و دوسر بازویی ($P = ۰/۲۹۱$) مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** بیماران دارای علایم گیرافتادگی شانه، سطح فعالیت غیر طبیعی را در عضلات این ناحیه هنگام اجرای ضربه Forehand topspin نشان می‌دهند. نتایج به دست آمده، این تئوری را که گیرافتادگی شانه ممکن است با تغییر در سطح فعالیت عضلات اسکاپولوتوراسیک و گلنوهومرال مرتبط باشد، تصدیق می‌کند.


**کلید واژه‌ها:** الکترومیوگرافی، سندرم گیرافتادگی شانه، تنیس روی میز

**ارجاع:** مقدادی نارنین، یلفانی علی، مینونژاد هومن. **مقایسه فعالیت الکترومیوگرافیک عضلات منتخب کمربند شانه‌ای حین انجام ضربه Forehand topspin در بازیکنان تنیس روی میز حرفه‌ای با و بدون ابتلا به سندرم گیرافتادگی شانه.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۳): ۱۳۷-۱۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۲۵

## مقدمه

مفصل شانه ورزشکاران، به خصوص افراد شرکت‌کننده در ورزش‌هایی که اندام فوقانی بالاتر از سطح شانه فعالیت می‌کند، محل بروز استرس‌های زیادی در هنگام فعالیت است. بنابراین، ورزشکاران در معرض خطر بالای آسیب‌های شانه قرار دارند و با توجه به تحرک بالای مفصل شانه، ثبات این مفصل کاهش می‌یابد و شانه به عنوان آسیب‌پذیرترین مفصل بدن محسوب می‌شود (۱). مطالعات نشان می‌دهد که سندرم گیرافتادگی شانه، رایج‌ترین دلیل درد شانه می‌باشد (۲) و در بین ورزشکارانی مانند بازیکنان تنیس روی میز که اندام فوقانی آن‌ها به صورت طولانی و مکرر بالاتر از سطح شانه فعالیت می‌کند، از شیوع بالایی برخوردار است (۳). در ورزش تنیس روی میز، شانه به عنوان آسیب‌پذیرترین ناحیه آناتومیکی گزارش شده است و حتی نسبت به ورزش‌های راکتی دیگر مانند تنیس و بدمینتون، آسیب‌های شانه در این رشته ورزشی شیوع بالاتری دارد (۳).

عوامل خطرزای داخلی و خارجی متعددی برای آسیب‌های شانه گزارش شده است که از جمله عوامل خطرزای خارجی می‌توان به تکنیک ضربات اشاره کرد. عوامل خطرزای داخلی نیز شامل سن، جنسیت، کوتاهی عضلات سینه‌ای، عدم تعادل قدرت و استقامت عضلانی، شلی مفصلی لیگامانی، کاهش دامنه حرکتی کتف و عدم هماهنگی و تعادل عضلانی بین عضلات ناحیه کتف و شانه می‌باشد (۴). تغییر سطح فعالیت عضلانی در عضلات اطراف کتف، یکی از عوامل سهیم در وقوع سندرم گیرافتادگی شانه محسوب می‌شود (۵). نتایج برخی تحقیقات، افزایش فعالیت عضله تراپزیوس فوقانی (در حرکات ابداکشن و چرخش خارجی)، کاهش فعالیت عضله تراپزیوس تحتانی (در حین حرکت

۱- دانشجوی دکتری، گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- دانشیار، گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۳- استادیار، گروه آسیب‌شناسی و حرکت اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
**نویسنده مسؤول:** نارنین مقدادی
Email: nazanin.meghdadi@gmail.com

ابداکشن)، کاهش فعالیت عضله تراپزیوس میانی در حین حرکت چرخش خارجی و کاهش فعالیت عضله سراتوس انتریور را در افراد مبتلا به سندرم گیرافتادگی شانه نشان داده‌اند (۶). از طرف دیگر، برخی مطالعات نتایج متفاوتی را گزارش کرده‌اند. به طور مثال، Larsen و همکاران در پژوهش خود به مقایسه فعالیت عضلانی کتف در جمعیت غیر ورزشکار با و بدون سندرم گیرافتادگی شانه پرداختند و میانگین نسبی فعالیت عضلانی و زمان شروع فعالیت (Onset) را برای عضلات سراتوس انتریور، تراپزیوس فوقانی، تراپزیوس تحتانی و تراپزیوس میانی محاسبه نمودند. بر اساس نتایج مطالعه آنان، با وجود تمایل به فعالیت عضلانی بیشتر در گروه سندرم گیرافتادگی شانه، تفاوت‌های بین گروهی در میزان فعالیت عضلانی و در زمان شروع فعالیت عضلات، معنی‌دار نبود. در تحقیق آن‌ها فرضیه تفاوت در کنترل عصبی- عضلانی عضلات تراپزیوس و سراتوس انتریور بین گروه‌ها تأیید نشد (۷).

از جمله نکات قابل توجه این است که در بیشتر تحقیقات، فعالیت عضلات کمربند شانه‌ای در تکالیف کلینیکال و در شرایط بدون بار که حداکثر شامل ۲۵ تا ۳۰ درصد حداکثر انقباض داوطلبانه عضلات می‌باشد، بررسی شده است. این مقادیر به حدی کوچک است که می‌تواند توسط تفاوت قدرت بین گروهی تحت تأثیر قرار گیرد (۸). بنابراین، پیشنهاد می‌شود که از آزمون‌ها و تکالیف میدانی (Field tests) و اختصاصی که توانایی ارزیابی عملکرد ورزشی را به طور مناسب دارند، استفاده شود (۹). از طرف دیگر، در ورزش تنیس روی میز، به علت کم کردن سرعت بازی، برخی قوانین دستخوش تغییراتی شده‌اند. با این حال، بیشتر بازیکنان حرفه‌ای بر روی حمله متمرکز می‌شوند و بیشتر بازیکنانی که در مسابقات بین‌المللی حاضر می‌شوند، از ضربه Forehand topspin برای ایجاد چرخش و سرعت بالای توپ بهره می‌گیرند. همچنین، میزان نیروی وارد شده بر عضلات کمربند شانه‌ای بازیکنان تنیس روی میز به دلیل تغییر اندازه توپ افزایش یافته است (۱۰). در نتیجه، به کارگیری یک روش ارزیابی عملکردی مؤثر اندام فوقانی، می‌تواند در برنامه‌ریزی تمرینات پیشگیرانه و یا بازتوانی آسیب‌های کمربند شانه‌ای مفید واقع شود (۱۱).

با توجه به مباحث مطرح شده، می‌توان دریافت که نرخ شیوع آسیب‌های شانه در بین بازیکنان تنیس روی میز بالا می‌باشد و بررسی آن اهمیت زیادی دارد. همچنین، شواهد کمی درباره نتایج میزان فعالیت عضلات کمربند شانه‌ای افراد آسیب‌دیده به ویژه ورزشکاران دارای سندرم گیرافتادگی شانه در هنگام اجرای تکالیف اختصاصی و عملکردی در دسترس است. به همین دلیل، تحقیق حاضر با هدف بررسی و مقایسه میزان فعالیت الکترومیوگرافی عضلات منتخب کمربند شانه‌ای بازیکنان حرفه‌ای مرد تنیس روی میز هنگام انجام ضربه Forehand topspin در دو گروه سالم و دارای سندرم گیر افتادگی شانه (مبتلا) صورت گرفت.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی- مقایسه‌ای با ماهیت کاربردی بود که به صورت مقطعی به بررسی و مقایسه سطح فعالیت عضلات منتخب کمربند شانه‌ای بازیکنان تنیس روی میز در دو گروه سالم و مبتلا در حین اجرای ضربه Forehand topspin پرداخت. نمونه‌های آماری را بازیکنان ملی‌پوش مرد تنیس روی میز ۲۰ تا ۲۸ ساله که حداقل ۳ سال سابقه ورزش حرفه‌ای داشتند، تشکیل داد. جهت تعیین حداقل تعداد نمونه، از نرم‌افزار G*POWER برای توان آزمونی ۰/۹۵، اندازه اثر ۰/۸۰ و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید که در هر گروه حداقل ۱۵ نفر تعیین شد (۱۲). سپس هماهنگی‌های لازم از طریق فدراسیون تنیس روی میز با بازیکنان انجام شد و آن‌ها برای ارزیابی اولیه به کلینیک پزشک متخصص شانه مراجعه نمودند. نمونه‌ها به صورت هدفمند در دو گروه سالم (۱۵ نفر) و مبتلا به سندرم گیرافتادگی شانه (۱۵ نفر) قرار گرفتند.

برای غربالگری اولیه، ابتدا از نسخه فارسی پرسش‌نامه ناتوانی بازو، شانه و دست (DASH یا The Disabilities of the Arm Shoulder and Hand) [ICC = ۰/۸۲ ،r = ۰/۶۵-۰/۷۲] (Intraclass Correlation Coefficient (ICC)، [Cronbach's alpha = ۰/۰۹۶] استفاده گردید (۱۳). ۱۵ نفر از افرادی که نمره پرسش‌نامه آن‌ها کمتر از ۱۰ بود، به عنوان گروه سالم انتخاب شدند و افرادی که نمره پرسش‌نامه DASH آن‌ها بیشتر از ۲۵ بود، مورد ارزیابی‌های بعدی قرار گرفتند (۱۴). از میان نمونه‌هایی که نمرات پرسش‌نامه DASH آن‌ها بیشتر از ۲۵ بود و تا به حال برای ناراحتی شانه خود تحت هیچ برنامه درمانی قرار نگرفته بودند، ۱۵ نفر که نتایج آزمون‌های تشخیصی Neer و Hawkins-Kennedy آن‌ها مثبت بود (۱۵)، با تشخیص پزشک متخصص شانه به عنوان افراد دارای سندرم گیرافتادگی شانه مشخص شدند و در گروه مبتلا قرار گرفتند. جزییات آزمون‌های مورد استفاده در ادامه آمده است.

***آزمون Hawkins-Kennedy (با روایی ۰/۶۳ و پایایی ۰/۶۲):*** در این آزمون به حالت غیر فعال در وضعیت ۹۰ درجه انحنای مچ و ۹۰ درجه انحنای آرنج، چرخش داخلی به بازو داده می‌شد. در این حالت، احساس درد در ناحیه زیر آخرومی به منزله نتیجه مثبت برای این روش بود (۱۵).

***آزمون Neer (با روایی ۰/۸۱ و پایایی ۰/۵۵):*** در حالتی که فرد تا انتهای دامنه حرکتی دستان خود را بالا می‌آورد و تحت فشار زیاد قرار می‌گرفت، اگر درد را در ناحیه شانه خود احساس می‌کرد، نتیجه این آزمایش مثبت در نظر گرفته می‌شد (۱۵).

ابتلا به بیماری‌های عصبی و سیستمیک، دررفتگی قبلی مفصل، جراحی‌های گردن و شانه، استئوآرتریت یا آرتریت مربوط به مفصل بازو یا مفصل ساب‌آکرومیال شانه، به عنوان معیارهای خروج آزمودنی‌ها در گروه مبتلا در نظر گرفته شد (۱۶). همچنین، معیارهای ورود افراد سالم به عنوان گروه سالم، علاوه بر کسب نمره پایین‌تر از ۱۰ در پرسش‌نامه DASH، فقدان هرگونه مشکل، آسیب‌دیدگی، سابقه عمل جراحی و یا بیماری و مشکلات ارتوپدی و درد در کمربند شانه‌ای بود (۱۶).

قبل از اجرای شیوه‌نامه تحقیق، نحوه اجرای تحقیق و اندازه‌گیری متغیرها به طور کامل برای آزمودنی‌ها شرح داده شد. سپس، فرم رضایت‌نامه کتبی جهت شرکت در مطالعه از آزمودنی‌ها اخذ گردید.

آزمودنی‌ها در روزهای داده‌گیری، از ساعت ۹ تا ۱۵ در سالن سنجش آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک جمهوری اسلامی ایران حاضر شدند. جهت بررسی میزان فعالیت الکترومیوگرافی عضلات تراپزیوس فوقانی، تراپزیوس تحتانی، سوپرااسپیناتوس، سراتوس انتریور، دلتوئید قدامی و دو سر بازویی، از الکترودهای سطحی یک‌بار مصرف (Ag/AgCl, Skintact، استرالیا) و دستگاه الکترومیوگرافی ۸ کاناله ME6000 (Mega Electronics Ltd., Kuopio، فنلاند) با فیلتر داخلی بالاگذر و پایین‌گذر به ترتیب ۲۰ و ۵۰۰ هرتز، کارت A/D

با نرخ نمونه‌گیری ۱۰۰۰ هرتز، آمپلی‌فایر تفاضلی داخلی با Gain برابر با ۱۰۰۰ دسی‌بل و Common Mode Rejection Ratio (CMRR)، ۱۱۰ دسی‌بل استفاده شد.

برای اجرای آزمون، ابتدا محل قرارگیری الکترودها در ناحیه شانه سمت غالب تعیین شد. پس از آماده کردن پوست (تراشیدن موهای ناحیه با تیغ یک‌بار مصرف، تمیز کردن پوست با الکل طبی ۷۰ درصد و استفاده از سمباده نرم به منظور برداشتن لایه‌های سطحی و مرده پوست جهت کاهش مقاومت)، محل جاگذاری الکترودها بر روی عضلات تراپزیوس فوقانی، تراپزیوس تحتانی، سوپرااسپیناتوس، سراتوس انتریور، دلتوئید قدامی و دوسر بازویی علامت‌گذاری گردید (بر اساس پروتکل SENIAM) (۱۷).

الکترودهای تراپزیوس فوقانی، در نقطه ۵۰ درصدی خط گذرنده از زایده آخرومی و زایده خاری مهره هفتم گردنی، روی برجسته‌ترین قسمت عضله و الکترودهای عضله تراپزیوس تحتانی بر روی کنار لبه میانی تحتانی کتف، روی برجسته‌ترین قسمت عضله، ۵ سانتی‌متر پایین‌تر از ریشه خار کتف با زاویه مورب ۵۵ درجه نسبت به افق قرار گرفت. الکترودهای عضله سوپرااسپیناتوس بر بالای خار کتف و روی حفره فوق خاری، الکترودهای عضله سراتوس انتریور بر بخش تحتانی زیر بغل و هم‌ارتفاع زاویه تحتانی کتف، جلوی عضله لاتیسموس دورسی و قسمت خلفی عضله پکتورالیس ماژور، الکترودهای عضله دلتوئید قدامی ۴ سانتی‌متر پایین‌تر از انتهای دیستال ترقوه و به موازات تارهای عضله و الکترودهای عضله دو سر بازویی بر روی بالک عضله و نقطه میانی خط فرضی بین زیر بغل و حفره کوبیتال قرار گرفت (۱۷).

همه الکترودها روی برآمدگی مرکز عضله، موازی با فیبر عضلانی نصب گردید و فاصله مرکز تا مرکز الکترودها ۲۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. همچنین، با استفاده از انقباض ایزومتریک ایزوله عضلات، از صحت جاگذاری الکترودها اطمینان حاصل شد. الکترود رفرنس در فاصله ۷-۶ سانتی‌متری دو الکترود دیگر بر روی بدن نصب می‌شد. پس از اطمینان از صحت موارد فوق، فعالیت الکترومیوگرافی عضلات در حین انجام ضربه Forehand topspin ثبت گردید (۱۰). به منظور نزدیک‌تر شدن شرایط آزمون به شرایط واقعی در ورزش تنیس روی میز و همچنین، یکسان بودن شرایط برای همه نمونه‌ها، یک دستگاه توپ‌انداز (TTmatic 505 Table Tennis Robot، آلمان) بر روی میز تنیس روی میز نصب شد که سرعت توپ، میزان چرخش توپ و زاویه پرتاب برای همه یکسان تنظیم شده بود. فاصله افراد از میز و نحوه قرارگیری پاها و نوع گارد با توجه به نظر شخصی و عادت فرد تنظیم می‌شد (شکل ۱). همچنین، برای اجرای ضربه از فرد درخواست گردید تا با تکنیک معمول خود ضربه بزند. پس از حدود ۴ تا ۵ دقیقه گرم کردن عضلات، با انجام حرکات فعال و انجام ۱۰ تا ۱۵ ضربه برای آشنایی با آزمون و آهنگ پرتاب توپ توسط دستگاه توپ‌انداز، هر فرد ۵ بار آزمون را تکرار می‌کرد و فعالیت الکترومیوگرافی عضلات به طور همزمان در نرم‌افزار MegaWin (version 3.0, Mega Electronics Ltd., Kuopio, Finland) ثبت گردید.

هر آزمودنی بین هر مرحله یک دقیقه استراحت می‌کرد. به دلیل این که حرکت انجام شده در پژوهش حاضر باعث جابه‌جایی الکترودها و حرکت کابل‌ها روی پوست نشود، کابل‌ها با چسب‌های کاغذی ضد حساسیت بر روی پوست محکم شد. لازم به ذکر است که با انجام این کار، الکترودها به میزان کافی ثابت می‌شوند و خللی در روند آزمون ایجاد نمی‌گردد. علاوه بر این، پس از مشاهده امواج خام نیز طبق نظر کارشناس متخصص الکترومیوگرافی، نویزی مشاهده نگردید. همچنین، سیگنال‌های الکترومیوگرافی به صورت آنلاین توسط آزمونگر مشاهده و بررسی می‌شد تا از صحت سیگنال اطمینان کامل حاصل شود و در صورت مشاهده نویز و اختلال در سیگنال، آزمون متوقف و اقدامات لازم برای برطرف کردن نویز اعمال و آزمون دوباره اجرا می‌شد. به منظور جلوگیری از سوگیری در طول جمع‌آوری داده‌ها، تحقیق به صورت یک سوکور انجام شد؛ به طوری که تنها محقق می‌دانست که هر یک از نمونه‌ها در کدام گروه قرار دارند. در پایان، ۳ کوشش از ۵ کوشش ثبت شده هر فرد که بهترین بود، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**شکل ۱. آزمون ضربه Forehand topspin**

داده‌های الکترومیوگرافی عضلات در نرم‌افزارهای MATLAB (Matlab R2012a, MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, USA) و MegaWin مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ابتدا میانگین فعالیت پایه عضلات در یک بازه ۲۰۰ میلی‌ثانیه‌ای قبل از شروع حرکت که در آن عضلات فرد در حالت استراحت و خط زمینه در پایین‌ترین سطح بود، محاسبه شد. سپس شروع فعالیت (نقطه‌ای که دامنه سیگنال الکترومیوگرافی ۳ انحراف معیار از میانگین فعالیت خط پایه برای ۲۵ میلی‌ثانیه بالاتر می‌رود) و پایان فعالیت (نقطه‌ای که دامنه سیگنال الکترومیوگرافی ۳ انحراف معیار از میانگین فعالیت خط پایه برای ۲۵ میلی‌ثانیه پایین‌تر می‌رود) عضلات مشخص گردید (۸). برای بررسی سطح فعالیت عضلات، پس از اعمال فیلتر دیجیتال Butterworth مرتبه چهارم با فرکانس قطع پایین‌گذر ۵۰۰ هرتز و بالاگذر ۲۰ هرتز، داده‌ها ابتدا به روش تحلیل تمام موج (Full wave) یک سویه شد و سپس به روش میانگین ریشه مربع (Root Mean Square یا RMS) در سگمنت‌های متوالی ۵۰ میلی‌ثانیه‌ای از سیکل حرکتی در نرم‌افزار MegaWin یکنواخت گردید و میانگین RMS هر سیگنال از شروع فعالیت تا پایان فعالیت عضله محاسبه شد. برای نرمال‌سازی داده‌ها، RMS به دست آمده از هر کوشش، بر حداکثر RMS به دست آمده از انقباض بیشینه ارادی تقسیم گردید (۱۸). لازم به ذکر است که در هنگام ثبت داده‌های الکترومیوگرافی، سیگنال‌ها از لحاظ وجود اختلال Electrocardiogram (ECG) مورد بررسی قرار گرفت و از آن‌جایی که تمامی نمونه‌ها راست دست بودند، هیچ‌گونه اختلالی در این زمینه مشاهده نشد.



http://jrrs.mui.ac.ir

**جدول ۱. اطلاعات دموگرافیک نمونه‌ها**

| گروه | تعداد | سن (سال) (میانگین ± انحراف معیار) | قد (سانتی‌متر) (میانگین ± انحراف معیار) | وزن (کیلوگرم) (میانگین ± انحراف معیار) | سابقه (سال) (میانگین ± انحراف معیار) | امتیاز DASH بخش ناتوانی (میانگین ± انحراف معیار) | امتیاز DASH بخش ورزش (میانگین ± انحراف معیار) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سالم | ۱۵ | ۲۴/۴۳ ± ۱/۵۵ | ۱۷۴/۱۶ ± ۵/۶۳ | ۶۶/۲۳ ± ۴/۷۸ | ۶/۱۳ ± ۲/۳۷ | ۲/۷۷ ± ۱/۸۶ | ۳/۸۹ ± ۲/۹۸ |
| مبتلا | ۱۵ | ۲۵/۱۲ ± ۱/۶۵ | ۱۷۵/۱۲ ± ۲/۴۳ | ۶۵/۵۳ ± ۴/۵۴ | ۶/۵۵ ± ۳/۰۱ | *۲۹/۱۰ ± ۵/۳۲ | *۴۲/۱۲ ± ۹/۸۲ |

*وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

DASH: The Disabilities of the Arm Shoulder and Hand

تنها در یکی از نمونه‌ها که چپ دست بود، هنگام ثبت سیگنال، نویز قلب در عضله سراتوس آنتریور مشاهده گردید که در نهایت، آن شخص از گروه نمونه‌ها خارج شد و یک نفر راست دست جایگزین گردید.

جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها، از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. مقایسه بین گروهی داده‌ها نیز با استفاده از آزمون Independent t در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ صورت گرفت. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ (version 20, IBM Corporation, Armonk, NY) تجزیه و تحلیل گردید.

## یافته‌ها

نتایج آزمون Shapiro-Wilk نشان داد که داده‌های الکترومیوگرافی عضلات تراپزیوس فوقانی (P = ۰/۱۲۰)، تراپزیوس تحتانی (P = ۰/۱۱۹)، سراتوس انتریور (P = ۰/۲۶۳)، سوپرااسپیناتوس (P = ۰/۲۶۴)، دلتوئید قدامی (P = ۰/۴۳۱) و دو سر بازویی (P = ۰/۱۶۴) از توزیع نرمالی برخوردار بود. اطلاعات دموگرافیک نمونه‌ها در جدول ۱ و نتایج سطح فعالیت عضلات منتخب کمربند شانه‌ای دو گروه در آزمون ضربه Forehand topspin در جدول ۲ ارایه شده است. تفاوت معنی‌داری بین دو گروه از لحاظ ویژگی‌های دموگرافیک (سن، قد، وزن و سابقه ورزش حرفه‌ای) مشاهده نشد، اما تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در نمرات پرسش‌نامه DASH وجود داشت (P = ۰/۰۰۱). بر اساس نتایج به دست آمده، سطح فعالیت عضله سراتوس انتریور (P = ۰/۰۰۷) و سوپرااسپیناتوس (P = ۰/۰۰۱) در گروه مبتلا نسبت به گروه سالم کاهش معنی‌داری را نشان داد و سطح فعالیت عضله تراپزیوس فوقانی در گروه مبتلا نسبت به گروه سالم افزایش معنی‌داری یافت (P = ۰/۰۰۹). در همین راستا، بین دو گروه در سطح فعالیت عضلات تراپزیوس تحتانی (P = ۰/۳۰۱)، دلتوئید قدامی (P = ۰/۳۱۴) و دو سر بازویی (P = ۰/۲۹۱) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

## بحث

هدف از انجام تحقیق حاضر، مقایسه سطح فعالیت عضلات منتخب کمربند شانه‌ای بازیکنان تنیس روی میز حرفه‌ای در دو گروه سالم و دارای سندرم گیرافتادگی شانه در حین اجرای ضربه Forehand topspin بود. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح فعالیت سه عضله سراتوس انتریور، تراپزیوس فوقانی و سوپرااسپیناتوس بین دو گروه سالم و مبتلا وجود داشت. سطح فعالیت عضله سراتوس انتریور و سوپرااسپیناتوس در گروه مبتلا نسبت به گروه سالم کاهش معنی‌دار و سطح فعالیت عضله تراپزیوس فوقانی در گروه مبتلا نسبت به گروه سالم افزایش معنی‌داری یافت. همچنین، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در سطح فعالیت عضلات تراپزیوس تحتانی، دلتوئید قدامی و دوسر بازویی مشاهده نشد. در همین راستا، Lin و همکاران به بررسی میزان فعالیت عضلات کمربند شانه‌ای در حرکت بالا آوردن اندام فوقانی در صفحه کتف و ارتباط آن با کینماتیک کتف پرداختند. در مطالعه آنان، افزایش سطح فعالیت عضله تراپزیوس فوقانی و کاهش معنی‌دار سطح فعالیت عضله سراتوس انتریور گزارش گردید (۱۹) که با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی داشت. در مقابل، تحقیقات de Morais Faria و همکاران (۲۰)، Bandholm و همکاران (۲۱) و Larsen و همکاران (۷)، تفاوتی را در میزان فعالیت عضلات بین افراد سالم و مبتلا مشاهده نکردند که با نتایج بررسی حاضر مطابقت نداشت.

جهت بررسی سطح فعالیت عضلات در مطالعات مختلف، از روش‌های اجرا و تکالیف متفاوتی استفاده می‌شود. به عنوان مثال، در پژوهش Bandholm و همکاران، آزمودنی نشسته و تنه کاملاً توسط استرپ ثابت شده بود و بازو بر روی اهرم دستگاه ایزوکنتیک قرار گرفت که این کار مقدار زیادی از فعالیت عضلانی پروگزیمال به دیستال را کاهش می‌دهد (۲۱). همچنین، در بیشتر تحقیقات برای ارزیابی سطح فعالیت عضلات، از تکالیف کنترل شده و کلینیکال مانند الویشن در سطح کتف استفاده شده است؛ در حالی که در بررسی حاضر از یک تکلیف اختصاصی ورزشی و عملکردی و همسان سازی شده با شرایط ورزش تنیس روی میز استفاده گردید. در همین راستا، پژوهشگران معتقد هستند که دامنه الکترومیوگرافی عضلات، به طول عضله، نیرو، نوع و سرعت انقباض عضلات بستگی دارد (۲۲). بنابراین، یکی از دلایل اختلاف نتایج مطالعه حاضر با تحقیقات دیگر را می‌توان به تکلیف استفاده شده برای ارزیابی سطح فعالیت عضلات کمربند شانه‌ای نمونه‌ها نسبت داد.

**جدول ۲. میانگین سطح فعالیت نرمالیزه عضلات منتخب کمربند شانه‌ای دو گروه**

| عضلات منتخب / گروه | سوپرااسپیناتوس (میانگین ± انحراف معیار) | تراپزیوس فوقانی (میانگین ± انحراف معیار) | تراپزیوس تحتانی (میانگین ± انحراف معیار) | سراتوس انتریور (میانگین ± انحراف معیار) | دو سر بازویی (میانگین ± انحراف معیار) | دلتوئید قدامی (میانگین ± انحراف معیار) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سالم | ۴۱/۹ ± ۶/۹ | ۳۱/۷ ± ۷/۷ | ۳۹/۲ ± ۶/۳ | ۴۲/۱ ± ۸/۹ | ۳۵/۴ ± ۳/۲ | ۳۸/۱ ± ۱/۸ |
| مبتلا | *۳۲/۴ ± ۵/۹ | *۴۰/۷ ± ۹/۵ | ۳۷/۰ ± ۵/۰ | *۳۴/۴ ± ۴/۹ | ۳۷/۴ ± ۶/۴ | ۳۸/۹ ± ۲/۱ |

*وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

عضلات اسکاپولوتوراسیک، کتف را در وضعیت باثباتی برای اتصال عضلات قرار می‌دهد تا این امکان را برای سر استخوان بازو ایجاد کند که بالا بردن اندام را شروع نماید (۱۵). فعالیت عضلات تثبیت کننده کتف، برای ارتقای بهره مکانیکی مفصل بسیار ضروری است (۲۳). تغییر فعالیت عضلانی در عضلات متصل به کتف، به عنوان عاملی که موجب درد در ناحیه ساب‌آکرومیال شانه می‌شود، مورد تأیید قرار گرفته است. در همین راستا، کاهش فعالیت عضله سراتوس انتریور، به طور بالقوه‌ای باعث حرکت غیر طبیعی کتف می‌شود و نقش مهمی را در ابتلا به سندرم گیرافتادگی ایفا می‌کند (۱۸). از طرف دیگر، سندرم گیرافتادگی اغلب تاندون سوپرااسپیناتوس را درگیر می‌نماید که از دست رفتن عملکرد طبیعی عضله سوپرااسپیناتوس در زوج نیروی آن با عضله دلتوئید اختلال ایجاد می‌کند و باعث حرکت غیر طبیعی سر استخوان بازو حین حرکات بازو در مفصل شانه می‌شود (۲۴). بر اساس نتایج تحقیق حاضر، تفاوت معنی‌داری در سطح فعالیت هر دو عضله سراتوس انتریور و سوپرااسپیناتوس افراد گروه مبتلا، در تکلیف ضربه Forehand topspin مشاهده شد که می‌تواند در کینماتیک کتف در هنگام اجرای این تکلیف تأثیر بگذارد و عملکرد کمربند شانه فرد را با اختلال روبه‌رو کند و باعث بروز آسیب جدی‌تری شود.

تحقیقات نشان داده است که تورم ساب‌آکرومیال با نقص در سیستم حسی- حرکتی همراه است. تغییراتی که در فعالیت الکتریکی عضلات شانه افراد بیمار در مقایسه با افراد سالم مشاهده می‌شود، می‌تواند در نتیجه کاهش حس عمقی مفصل به دنبال درد باشد؛ چرا که محققان اعتقاد دارند افزایش سیگنال‌های آورانی که توسط گیرنده‌های درد حول شانه فرستاده می‌شود، آوران‌های حس عمقی را کاهش می‌دهد (۲۶، ۲۵). در همین راستا، Michener و همکاران، کاهش حس حرکت (Kinesthesia) را در افراد مبتلا به سندرم گیرافتادگی شانه گزارش کرده‌اند (۲۷). بازخوردهای عصبی حس عمقی به سیستم عصبی مرکزی منتقل می‌شود و با اطلاعات حسی- پیکری، سیستم تعادلی و سیستم بینایی تعامل پیدا می‌کند و در نهایت، باعث کنترل عناصر دینامیک حول مفصل شانه می‌گردد (کنترل عصبی- عضلانی). یکی از عناصر حس عمقی، حس درک و تفسیر نیروهای تولید شده و یا اعمال شده به مفصل (Sense of force) می‌باشد (۲۶). از این‌رو، ممکن است این دسته از بیماران به دلیل آسیب این حس، در تطابق نیروی مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های عملکردی دچار اشکال باشند و عضلات را کمتر و یا بیشتر از نیروی مورد احتیاج فعال کنند. افزایش فعالیت در عضله تراپزیوس فوقانی، به عنوان نتیجه درد کلی شانه توسط بیشتر محققان پذیرفته شده است. در مطالعه حاضر نیز سطح فعالیت این عضله در گروه مبتلا افزایش یافت. یافته‌های تحقیقات گذشته نشان داده است که میزان چرخش فوقانی کتف در بیماران دارای درد شانه، بیشتر از گروه سالم است. به نظر می‌رسد که افزایش فعالیت عضله تراپزیوس فوقانی به همین دلیل (یعنی برای چرخش اضافی کتف به سمت بالا) باشد (۱۵).

بر اساس نتایج بررسی حاضر، تفاوت معنی‌داری از نظر سطح فعالیت بین عضلات کمربند شانه‌ای در گروه‌های مبتلا و سالم در ضربه Forehand topspin وجود داشت. سطح فعالیت عضلات سراتوس انتریور و سوپرااسپیناتوس در گروه مبتلا به طور معنی‌داری نسبت به گروه سالم کاهش یافت. سطح فعالیت عضله تراپزیوس فوقانی نیز در گروه مبتلا به طور معنی‌داری نسبت به گروه سالم افزایش داشت که این تغییر سطح فعالیت ممکن است تأثیر مستقیمی بر روی درد شانه، نقص در سیستم حسی- حرکتی و کینماتیک کمربند شانه‌ای افراد گروه مبتلا داشته باشد.

## محدودیت‌ها

در مطالعه حاضر به دلیل محدودیت و عدم دسترسی به تعداد قابل توجهی از افراد مبتلا به سندرم گیرافتادگی (که امکان انتخاب تصادفی آن‌ها را بدهد)، به ناگزیر از روش نمونه‌گیری غیر تصادفی ساده و در دسترس و حجم نمونه اندک استفاده گردید. از این‌رو، تعمیم‌پذیری نتایج باید محتاطانه انجام گیرد. همچنین، تحقیق حاضر اطلاعاتی را در مورد زمان شروع فعالیت عضلات در افراد دارای سندرم گیرافتادگی شانه که از شاخص‌های مهم جهت بررسی اختلالات شانه می‌باشد، ارایه نکرد که بررسی این متغیر در شناسایی و پیشگیری اختلالات شانه بازیکنان تنیس روی میز از اهمیت بالایی برخوردار است.

## پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود که در ورزش‌های مختلف دیگر که آسیب‌های شانه شایع است، با استفاده از تکالیف اختصاصی همان ورزش، اثرات سندرم گیرافتادگی شانه بر سطح و الگوی فعال‌سازی عضلات کمربند شانه‌ای در بین ورزشکاران بررسی شود.

## نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطح فعالیت عضلات مفصل شانه در بازیکنان تنیس روی میز دارای علایم گیرافتادگی، دچار تغییرات قابل توجهی شده است و یافته‌ها این تئوری که گیرافتادگی شانه ممکن است با تغییر در سطح فعالیت عضلات اسکاپولوتوراسیک و گلنوهومرال مرتبط باشد را تصدیق می‌کند.

## تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکتری آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی می‌باشد که با شماره مجوز IR.SSRI.REC.1396.194 و تأیید کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی انجام شد. بدین وسیله از مسؤولان فدراسیون تنیس روی میز، آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک و بازیکنان ملی‌پوش تنیس روی میز که در انجام این تحقیق و جمع‌آوری داده‌ها همکاری نمودند، تشکر و قدرانی به عمل می‌آید.

## نقش نویسندگان

نارنین مقدادی، علی یلفانی و هومن مینونژاد، طراحی تحقیق، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج، خدمات پشتیبانی و نگارش مقاله را به عهده داشتند.

## منابع مالی

تأمین منابع مالی پژوهش حاضر بر عهده نویسنده اول بود.

## تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نیستند. دکتر یلفانی به عنوان دانشیار گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی در دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا همدان و دکتر مینونژاد به عنوان استادیار گروه آسیب‌شناسی ورزشی

و حرکات اصلاحی در دانشکده علوم ورزشی دانشگاه تهران مشغول به فعالیت می‌باشند. نازنین مقدادی از سال ۱۳۹۱ دانشجوی مقطع دکتری رشته آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا همدان می‌باشد.

## References


1. Wortler K. Shoulder injuries in overhead sports. Radiologe 2010; 50(5): 453-9. [In German].
2. Ayatollahi K, Okhovatian F, Kalantari KK, Baghban AA. A comparison of scapulothoracic muscle electromyographic activity in subjects with and without subacromial impingement syndrome during a functional task. J Bodyw Mov Ther 2017; 21(3): 719-24.
3. Kondric M, Matkovic BR, Furjan-Mandic G, Hadzic V, Dervisevic E. Injuries in racket sports among Slovenian players. Coll Antropol 2011; 35(2): 413-7.
4. Nodehi Moghadam A, Rouhbakhsh Z, Ebrahimi I, Salavati M, Jafari D, et al. Shoulder girdle muscles endurance in subjects with and without impingement syndrome. J Rehabil 2011; 12(1): 56-63. [In Persian].
5. Struyf F, Cagnie B, Cools A, Baert I, Brempt JV, Struyf P, et al. Scapulothoracic muscle activity and recruitment timing in patients with shoulder impingement symptoms and glenohumeral instability. J Electromyogr Kinesiol 2014; 24(2): 277-84.
6. Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, Mahieu NN, Witvrouw EE. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. Scand J Med Sci Sports 2007; 17(1): 25-33.
7. Larsen CM, Sogaard K, Chreiteh SS, Holtermann A, Juul-Kristensen B. Neuromuscular control of scapula muscles during a voluntary task in subjects with Subacromial Impingement Syndrome. A case-control study. J Electromyogr Kinesiol 2013; 23(5): 1158-65.
8. Phadke V, Ludewig PM. Study of the scapular muscle latency and deactivation time in people with and without shoulder impingement. J Electromyogr Kinesiol 2013; 23(2): 469-75.
9. Bertuzzi R, Franchini E, Tricoli V, Lima-Silva AE, Pires FO, Okuno NM, et al. Fit-climbing test: A field test for indoor rock climbing. J Strength Cond Res 2012; 26(6): 1558-63.
10. Kondric M, Furjan-Mandic G, Medved V. Myoelectric comparison of table tennis forehand stroke using different ball sizes. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica 2006; 36(4): 25-31.
11. Reeser JC, Verhagen E, Briner WW, Askeland TI, Bahr R. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. Br J Sports Med 2006; 40(7): 594-600.
12. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behav Res Methods 2007; 39(2): 175-91.
13. Mousavi SJ, Parnianpour M, Abedi M, Askary-Ashtiani A, Karimi A, Khorsandi A, et al. Cultural adaptation and validation of the Persian version of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) outcome measure. Clin Rehabil 2008; 22(8): 749-57.
14. Zandi S, Rajabi R, Minoonejad H, Mohseni-Bandpei M. Upper quarter functional stability in female volleyball players with and without anterior shoulder instability, with consideration of arm dominance. J Rehab 2016; 16(4): 346-55. [In Persian].
15. Zonnor Z, Farahpour N, Jafarnezhadgero AA. Timing and activation intensity of shoulder muscles during handball penalty throwing in subjects with and without shoulder impingement. J Res Rehabil Sci 2017; 13(1): 36-43. [In Persian].
16. Diederichsen LP, Norregaard J, Dyhre-Poulsen P, Winther A, Tufekovic G, Bandholm T, et al. The activity pattern of shoulder muscles in subjects with and without subacromial impingement. J Electromyogr Kinesiol 2009; 19(5): 789-99.
17. Merletti R, Rau G, Disselhorst-Klug C, Hagg G. Surface electromyography for the Non-invasive assessment of muscles (SENIAM). Biomedical Health and Research Program (BIOMED II) of the European Union. Enschede, The Netherlands: SENIAM; 2016.
18. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. Phys Ther 2000; 80(3): 276-91.
19. Lin JJ, Hsieh SC, Cheng WC, Chen WC, Lai Y. Adaptive patterns of movement during arm elevation test in patients with shoulder impingement syndrome. J Orthop Res 2011; 29(5): 653-7.
20. de Morais Faria CD, Teixeira-Salmela LF, de Paula Goulart FR, de Souza Moraes GF. Scapular muscular activity with shoulder impingement syndrome during lowering of the arms. Clin J Sport Med 2008; 18(2): 130-6.
21. Bandholm T, Rasmussen L, Aagaard P, Jensen BR, Diederichsen L. Force steadiness, muscle activity, and maximal muscle strength in subjects with subacromial impingement syndrome. Muscle Nerve 2006; 34(5): 631-9.
22. Yaghoubi M, Esfehani MM, Hosseini HA, Alikhajeh Y, Shultz SP. Comparative electromyography analysis of the upper extremity between inexperienced and elite water polo players during an overhead shot. J Appl Biomech 2015; 31(2): 79-87.
23. Huang TS, Huang CY, Ou HL, Lin JJ. Scapular dyskinesis: Patterns, functional disability and associated factors in people with shoulder disorders. Man Ther 2016; 26: 165-71.
24. Alizadehkhaiyat O, Roebuck MM, Makki AT, Frostick SP. Subacromial impingement syndrome: An electromyographic study of shoulder girdle muscle fatigue. J Electromyogr Kinesiol 2018; 38: 136-42.
25. Myers JB, Hwang JH, Pasquale MR, Blackburn JT, Lephart SM. Rotator cuff coactivation ratios in participants with subacromial impingement syndrome. J Sci Med Sport 2009; 12(6): 603-8.
26. Reddy AS, Mohr KJ, Pink MM, Jobe FW. Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. J Shoulder Elbow Surg 2000; 9(6): 519-23.
27. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2003; 18(5): 369-79.

DOI: 10.22122/jrrs.v13i3.2940 Published by Vesnu Publications


# The Comparison of Electromyographic Activity of Selected Shoulder Girdle Muscles in Elite Table Tennis Players with and without Shoulder Impingement Syndrome during Forehand Topspin

Nazanin Meghdadi[1], Ali Yalfani[2], Houman Minoonejad[3]

Original Article

## Abstract

**Introduction:** Shoulder injuries are very common in sports such as table tennis in which the athletes' upper limb operates higher than shoulder level. On the other hand, weak or inappropriate shoulder muscle activity can be related to incidence of an injury. The purpose of this study was to compare the activation of selected scapulohumeral muscles in table tennis athletes between healthy and shoulder impingement syndrome group during a strike of forehand topspin.

**Materials and Methods:** Thirty national-level male table tennis players aged 20 to 28 years were selected purposefully and divided into shoulder impingement syndrome (n = 15), and healthy (n = 15) groups. The surface electromyographic activity of selected muscles from scapulothoracic and glenohumeral joints was recorded during the strike of forehand topspin.

**Results:** The level of the activity of the serratus anterior muscle (P = 0.007) and supraspinatus muscle (P = 0.001) in the shoulder impingement syndrome group was significantly lower and the level of upper trapezius muscle activation in the shoulder impingement syndrome subjects was significantly higher (P = 0.009) in shoulder impingement syndrome group compared to the healthy group. However, no significant differences were observed in the activation level of lower trapezius (P = 0.301), anterior deltoid (P = 0.314), and biceps brachii (P = 0.291) muscles.

**Conclusion:** The results of this study showed that patients with impingement syndrome demonstrated unnatural and changed levels of muscle activity in scapulohumeral articulation during the forehand topspin strike. The findings confirm the theories that shoulder impingement may be related to changes in the activity level of scapulothoracic and glenohumeral muscles.

**Keywords:** Electromyography, Shoulder impingement syndrome, Tennis

**Citation:** Meghdadi N, Yalfani A, Minoonejad H. **The Comparison of Electromyographic Activity of Selected Shoulder Girdle Muscles in Elite Table Tennis Players with and without Shoulder Impingement Syndrome during Forehand Topspin.** J Res Rehabil Sci 2017; 13(3): 131-7.

Received: 05.05.2017 Accepted: 16.07.2017

1- PhD Student, Department of Sport Injuries and Biomechanics, School of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran
2- Associate Professor, Department of Sport Injuries and Biomechanics, School of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran
3- Assistant Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
**Corresponding Author:** Nazanin Meghdadi Email: nazanin.meghdadi@gmail.com