

The effect of Electromyographic Activity of selected shoulder muscles 2 Km in national women of Kayak rowing: Cross-sectional study

Farideh Babakhani ^{1*}, Ramin Baluchi ², Raheleh Mohammad Mirzaei³

1. Associate Professor of Sports Injury and Corrective Exercises Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

2. Associate Professor of Sports Injury and Corrective Exercises Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

3. Master of Sports Injury and Corrective Exercises Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

Abstract

Purpose: Kayak Riders involves repetitive stress movements, and most of the injuries are overuse. Therefore, the aim of this study was to determine the electromyographic activity and the amount of fatigue of selected shoulder muscles during 2 km rowing.

Methods: This is quasi-experimental study and the sampling method is purposeful. The statistical sample was eight female national rower who were selected according to the criteria for entering and leaving the research. For test, the 2-kilometer Kayak ergometer was used. Initially, the MVIC test was used to normalize the results. Then, recording the level of muscle activity was done by Surface Electromyography (16 Channel, manufactured by Bayamed Iran). For data analysis, ANOVA with repeated measure design with a significant level of 0.05 and SPSS software version 22 was used.

Results: The results showed that the distance of rowing 2 km had a significant effect on the electromyographic activity of Anterior Deltoid($P \leq 0.025$), Biceps Brachii($P \leq 0.001$), Triceps Brachii($P \leq 0.041$) and Pectoralis major ($P \leq 0.001$). There was a significant effect on the fatigue rate of Anterior Deltoid($P \leq 0.001$), Biceps Brachii($P \leq 0.001$), Triceps Brachii($P \leq 0.049$) and Pectoralis major ($P \leq 0.001$).

Conclusion: The results of this study show that 2 km rowing has a risk factor for injury in the shoulder girdle structure. The obtained results can be used to design a suitable program to prevent injury and improve of the kayak.

Keywords: Kayak, Ergometer, Electromyography, shoulder muscles.

*Corresponding Author; E-mail: Farideh.babakhani@atu.ac
DOI: 10.52547/jposture.1.1.36

بررسی فعالیت الکترومایوگرافی عضلات منتخب کمر بند شانه طی ۲ کیلومتر پاروژدن در زنان ملی قایقرانی کایاک: مطالعه مقطعی

فریده باباخانی^{۱*}، رامین بلوچی^۲، راحله محمد میرزایی^۳

۱. دانشیار، گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۳. کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: رشته قایقرانی کایاک شامل حرکات تکراری استرس زاست و اکثر آسیب های این رشته آسیب های مربوط به استفاده بیش از حد است. بنابراین هدف این مطالعه بررسی میزان فعالیت الکترومایوگرافی و میزان خستگی عضلات منتخب کمر بند شانه در طی ۲ کیلومتر پاروژدن است. **روش بررسی:** این تحقیق از نوع نیمه تجربی و روش نمونه گیری از نوع هدفمند است. نمونه آماری آن ۸ نفر از قایقرانان زن تیم ملی بودند که با توجه به معیارهای ورود و خروج تحقیق انتخاب شدند. برای تست ۲ کیلومتر، از ارگومتر مخصوص رشته کایاک استفاده شد. در ابتدا برای نرمالیزه کردن نتایج از تست MVIC استفاده شد. به منظور ثبت سطح فعالیت عضلات دستگاه الکترومایوگرافی سطحی (۱۶ کاناله، ساخت شرکت Bayamed ایران) به کار گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها از آزمون آنالیز واریانس با طرح اندازه گیری مکرر با سطح معناداری ۰/۰۵ و به وسیله نرم افزار Spss نسخه ۲۲ استفاده شد. **یافته ها:** نتایج نشان داد که مسافت ۲ کیلومتر پاروژدن بر میزان فعالیت الکترومایوگرافی دلتوئید قدامی ($P \leq 0/025$)، عضله دوسربازویی ($P \leq 0/001$)، عضله سه سر بازویی ($P \leq 0/041$) و سینه ای بزرگ ($P \leq 0/001$) تأثیر معناداری داشته است. علاوه بر این مسافت بر خستگی عضله دلتوئید قدامی ($P \leq 0/001$)، عضله دوسربازویی ($P \leq 0/001$)، عضله سه سر بازویی ($P \leq 0/049$) و سینه ای بزرگ ($P \leq 0/001$) تأثیر معناداری داشته است. **نتیجه گیری:** نتایج تحقیق نشان می دهد که ۲ کیلومتر پاروژدن می تواند به عنوان ریسک فاکتور موجب آسیب در ساختار کمر بند شانه قایقرانان کایاک شود. از نتایج به دست آمده می توان برای طراحی برنامه ای مناسب به منظور پیشگیری از آسیب در رشته کایاک استفاده کرد.

واژگان کلیدی: کایاک، ارگومتر، الکترومایوگرافی، عضلات کمر بند شانه.

مقدمه

تغییر در تکنیک، یا نوع راندن قایق رخ می دهد. برای درک بهتر ارزیابی و درمان آسیب های کایاک، درک کامل از این رشته ضروری است (۲). قایقرانی فعالیتی است با حرکات تکراری زیاد که در آن تقریباً در هر دقیقه ۷۰ تکرار وجود دارد که با افزایش حجم و شدت تمرینات خطر بروز آسیب دیدگی افزایش می یابد. همچنین این حرکات تکراری عدم تعادل عضلانی را موجب می شود. بیشتر آسیب دیدگی هایی که بر اثر پاروژنی به وجود می آیند مربوط به نواحی شانه، بازوها و ستون فقرات هستند (۳). در تحقیقی مشخص شد که شایع ترین آسیب ها در رشته کایاک در نواحی مچ دست و شانه رخ داده و این آسیب ها ناشی از استفاده بیش از حد و نتیجه نیروهای مکرر و ناگهانی هستند که این نواحی متحمل می شوند،

کایاک قایق باریکی است که هدایت آن به وسیله سکان انجام می گیرد و قایقران در آن می نشیند و با حرکات دست و کمر پارو می زند، پاروی کایاک از هر دو طرف کفه دارد. پاروها تحت هیچ شرایطی بر روی قایق متصل نمی شوند (۱). با توسعه رشته کایاک، توجه زیادی به الگوهای آسیب دیدگی در این ورزش جلب شده است. اکثر آسیب های کایاک آسیب های مربوط به استفاده بیش از حد است که به دلیل تغییر ناگهانی در حجم تمرین،

آدرس نویسنده مسئول: فریده باباخانی؛ گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی تهران، ایران.

تلفن: ۰۹۸۹۱۸۸۳۱۸۴۹۷

آدرس الکترونیکی: Farideh.babakhani@atu.ac

درحالی که اکستنشن شانه در هر ضربه پارو اغلب با روش های غلط این آسیب ها را تشدید می کند (۴).

الکترومیوگرافی (EMG) می تواند محل، سفتی، ارزیابی راه رفتن و خستگی، فراهم آوردن بیوفیدبک به بیمار یا دیگر بررسی های واحد حرکتی را اندازه گیری کند (۵). الکترومیوگرافی به طور گسترده ای برای اندازه گیری خستگی عضلانی با استفاده از تغییر فرکانس پایین در طول انقباض بیشینه پایدار و استفاده از شیب متوسط به عنوان شاخص خستگی استفاده می شود (۶). هنگامی که ورزشکار به سطحی فراتر از حد فیزیولوژیک خود قدم می گذارد، با خطر خستگی روبه رو می شود. خستگی یکی از فرایندهای عضلانی است که در نتیجه آن، عملکرد سیستمهای متابولیکی و عصبی - عضلانی برای استمرار فعالیت کاهش می یابد و فرد دیگر نمی تواند فعالیت خود را برای مدت طولانی ادامه دهد (۷)، این پدیده، حالت ناخوشایندی است که می تواند در فعالیت های بیشینه و زیر بیشینه رخ دهد. همراه با بروز خستگی دقت در عملکرد افراد تحت تأثیر قرار می گیرد (۸)، که با کاهش کارایی جسمی و ذهنی ورزشکار همراه است (۹).

به همین لحاظ، کنترل و به تعویق انداختن خستگی، ضرورتی اجتناب ناپذیر است که باید مورد توجه قرار گیرد. خستگی عضلات پیرامون یک مفصل (خستگی موضعی) می تواند باعث تغییر الگوی حرکت، تغییر در هم انقباضی عضلات آن مفصل، تغییر در حس وضعیت مفصل و در نتیجه افزایش خطر آسیب دیدگی شود (۱۰، ۱۱).

اختلال در عملکرد مکانیکی شانه به عنوان مهم ترین عامل درد شانه در پارورزان است. از آنجا که آسیب جزء لاینفک ورزش و مسابقات ورزشی است، برای موفقیت در مسابقات قهرمانی، تمرینات شدیدتر، منظم تر و هدفمندتر می شود که این تغییرات خودبه خود ورزشکاران را در معرض آسیب قرار می دهد (۴). در بیشتر ورزش ها خستگی و فشار زیاد باعث آسیب می شود و در بسیاری از ورزش ها کمر بند شانه ای تحت فشار است و ورزشکاران از درد کمر بند شانه رنج می برند و چه بسا رقابت ها و مسابقات مهم را از دست بدهند. قایقرانان رشته کایاک از این قاعده مستثنا نیستند و با توجه به تمرینات پرفشار دچار آسیب می شوند. به دلیل اینکه قایقرانی ورزشی است که در سال های اخیر رشد چشمگیری در کشور ما داشته و توسعه فراوانی یافته است و افراد روزبه روز به این رشته علاقه مندتر می شوند و

همچنین این ورزش سنگین و دارای حرکات تکراری است، قایقرانان ۳۰ تا ۴۰ کیلومتر در روز پارو می زنند، تمرینات سنگین بدنسازی انجام می دهند و بسیاری از آن ها از درد کمر بند شانه رنج می برند، لذا این تحقیق قصد دارد بررسی کند آیا ۲ کیلومتر پارو زدن تأثیری بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات منتخب کمر بند شانه دارد یا خیر؟

روش شناسی

این تحقیق از لحاظ زمانی یک تحقیق مقطعی، و به روش نیمه تجربی بود. شرکت کنندگان از طریق فدراسیون قایقرانی و اسکی روی آب به مطالعه فراخوانده شدند و طبق زمان بندی تعیین شده در محل کمپ تمرینی تیم ملی قایقرانی واقع در مجموعه ورزشی آزادی تهران حضور پیدا کردند. همچنین بعد از انتخاب آزمودنی ها، فرم رضایت نامه کتبی شرکت در تحقیق در اختیار افراد قرار داده شد و توضیحات کامل درباره هدف تحقیق و روند اجرایی آن برای آزمودنی ها داده شد و در نهایت آزمودنی هایی که مایل به اجرای تحقیق بودند، با تکمیل مشخصات و امضای فرم رضایت نامه کتبی، وارد تحقیق حاضر شدند. جامعه و نمونه آماری ۸ نفر از ورزشکاران زن تیم ملی قایقرانی کایاک، که با توجه به معیارهای ورود (دامنه سنی ۲۱-۱۹ سال، ورزشکار حرفه ای بودن، داشتن حداقل سه سال سابقه پارو زنی) و معیارهای خروج (سابقه جراحی یا آسیب اسکلتی - عضلانی در شش ماه گذشته، داشتن هرگونه درد یا احساس ناراحتی در اندام فوقانی به خصوص کمر بند شانه ای) پس از اطمینان از رعایت اخلاق در پژوهش، انتخاب شدند. به تمام آزمودنی ها مراحل و روش اجرای کار توضیح داده شد. آزمودنی ها با پوشیدن لباس مناسب، به مدت ۲۰ دقیقه گرم کردند، این عمل برای جلوگیری از آسیب دیدگی انجام گرفت. پس از الکتروودگذاری فرد آزمودنی بر روی ارگومتر قرار گرفت و تست ۲ کیلومتر را انجام داد. انتخاب این مسافت به این دلیل است که بیشتر مسابقات مهم این رشته در مسافت ثابت ۲ کیلومتر انجام می گیرد و عضلات در این مسافت دچار خستگی می شوند. درجه بندی مقاومت ارگومتر از ۱ تا ۱۰ است، این درجه بندی مربوط به ورودی هوا به توربین ارگومتر است، که ۱ سبک ترین و ۱۰ سنگین ترین حالت ارگومتر است، یعنی زمانی که درجه ارگومتر روی ۱ است، درجه کمتری باز است و هوای ورودی به توربین کم است و هرچه درجه

در حالت نشسته یا ایستاده بر روی زانوها در جلو نیمکت انجام داد. آزمودنی، یک وضعیت نشسته را انتخاب نموده و پشت خود را کاملاً صاف کرده و بازوها را در زاویه ۹۰ درجه ثابت نگه دارد. انقباض دوطرفه، توزیع نیرو به صورت متعادل برای تنه را تضمین می‌کند. حرکت ابداکشن برای عضله دلتوئید است. عضله سه سر بازویی، آرنج و تنه باید ثابت باشند. این کار را می‌توان به بهترین نحو در حالت نشسته یا ایستاده بر روی زانوها در جلوی نیمکت انجام داد (۱۳). سپس میزان فعالیت میوالکتریکی خام عضلات با شیوه ریشه میانگین مجذور (RMS) محاسبه شد. با تقسیم RMS به دست آمده برای هر عضله بر مقدار MVIC، مقدار فعالیت هر عضله به درصد مشخص شد. در کل تحلیل سیگنال‌ها از نرم افزار IN LabView 2014 استفاده شد.

برای درک شدت میزان خستگی مقیاس اصلاح شده بورگ به کار رفت. بورگ پرسشنامه‌ای است که در انتهای ۲ کیلومتر پارو زدن به آزمون شونده‌ها داده شد تا آن را پر کنند. فشار اعمال شده به صورت مستمر از ۶ بدون فشار امتداد داشته و با حداکثر فشار که با رتبه عددی ۲۰ برابر است، پایان می‌یابد. این مقیاس روشی ساده و راحت برای کنترل شدت فعالیت است که بر پایه درک میزان فشار و خستگی آزمودنی طی فعالیت استوار است. به منظور مقایسه میزان فعالیت عضلات مورد مطالعه پیش و پس از خستگی از آزمون تحلیل واریانس با طرح اندازه‌گیری مکرر در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. در صورت وجود تفاوت معنادار از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری نتایج به دست آمده با نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

نتایج توصیفی میانگین و انحراف معیار سن، قد و BMI آزمودنی‌ها در گروه‌ها در جدول (۱) نشان داده است. آزمودنی‌های تحقیق حاضر را ۸ قایقران زن در رشته کایاک تیم ملی تشکیل دادند.

به ۱۰ نزدیک تر باشد هوای ورودی بیشتر و کار با ارگومتر سخت تر است. در این تست درجه مقاومت ارگومتر روی ۵ قرار داده می‌شود، که برای آزمودنی‌ها نه خیلی سبک و نه خیلی سنگین باشد. ثبت سیگنال‌ها در مسافت‌های ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر انجام شد. به طور کلی ۵ مرحله سیگنال ثبت شد: (۱) در ۱۰ ثانیه ابتدایی در مسافت‌های ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر (۲) در ۱۰ ثانیه انتهایی در مسافت‌های ۵۰۰ متر، ۱۰۰۰ متر، ۱۵۰۰ متر و ۲۰۰۰ متر، هدف از ثبت سیگنال‌ها در طول مسیر بررسی فعالیت الکترومیوگرافی عضلات و ثبت زمان خستگی هر عضله است.

به منظور ثبت فعالیت عضلات از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی (۱۶ کاناله، ساخت شرکت Bayamed ایران) استفاده شد. ثبت سیگنال الکترومیوگرافی از الکترودهای سطحی یکبار مصرف (مدل F-RG ساخت شرکت Skintac کشور آلمان) استفاده شد. برای فعالیت الکتریکی عضلات، پس از آماده‌سازی پوست، مطابق پروتکل اروپایی SENIAM نصب شد (فاصله مرکز تا مرکز الکترودها ۲ سانتی متر بود و الکترودها زمین به استخوان درشت‌نی نصب شد). الکترودهای سطحی EMG بر روی عضلات پکتورالیس ماژور (فاصله میانی بین زائده غرابی و مفصل جناغی ترقوه‌ای، ۲ سانتی متر پایین تر از ترقوه)، بای سپس (در دوسوم پایینی خط فرضی بین زائده آکرومیون و فرورفتگی آرنجی)، عضله دلتوئید قدامی (به اندازه عرض یک انگشت از زائده آکرومیون به سمت جلو و پایین)، تری سپس (وسط خط بین زائده آکرومیون و زائده آرنجی و به اندازه دو انگشت به بالا). هنگام تجزیه و تحلیل اطلاعات خام به دست آمده از الکترودهای سطحی، یک فیلتر میان‌گذر ۲۰ تا ۴۵۰ هرتز به کار برده شد (۱۲).

در این مطالعه، برای ثبت حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک (MVIC) عضله سینه‌ای بزرگ، در این وضعیت به پشت دراز کشیده و با اعمال نیرو بر آن یک مقاومت ایستا انجام داد. یک راه دیگر قرار گرفتن در وضعیت شنای روی زمین است. هر دو وضعیت باید در زاویه ۹۰ درجه از مفصل آرنج انجام شود. برای عضله بای سپس باید آرنج و تنه ثابت باشند، این کار را می‌توان به بهترین نحو

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (M±SD)

گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر ^۲)
قایقران کایاک	۱۹/۳±۱۲/۵	۱۶۸/۵±۳/۵۳	۶۱/۵±۴/۲۷	۱۹/۷۲±۰/۶۳

جدول ۲. نتیجه آزمون تحلیل واریانس با طرح اندازه‌گیری مکرر در بررسی میزان فعالیت الکترومیوگرافی عضلات منتخب

متغیر	Mean ± SD	F	P
عضله دلتوئید قدامی	۰ متر	۷/۳۲	۰/۰۲۵*
	۵۰۰ متر		
	۱۰۰۰ متر		
	۱۵۰۰ متر		
	۲۰۰۰ متر		
عضله دوسربازویی	۰ متر	۲۷/۰۸	۰/۰۰۱*
	۵۰۰ متر		
	۱۰۰۰ متر		
	۱۵۰۰ متر		
	۲۰۰۰ متر		
عضله سه‌سربازویی	۰ متر	۲۶/۰۴	۰/۰۴۱*
	۵۰۰ متر		
	۱۰۰۰ متر		
	۱۵۰۰ متر		
	۲۰۰۰ متر		
عضله سینه‌ای بزرگ	۰ متر	۲۳/۲۵	۰/۰۰۱*
	۵۰۰ متر		
	۱۰۰۰ متر		
	۱۵۰۰ متر		
	۲۰۰۰ متر		

عضله سینه‌ای بزرگ، عضله دوسربازویی، دلتوئید قدامی و عضله سه‌سربازویی تأثیر معناداری داشته است ($P \leq 0/05$). نتایج آزمون بونفرونی تفاوت معنی‌دار خستگی عضله سینه‌ای بزرگ بین صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر تفاوت معنی‌دار بود. به‌علاوه بین ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در عضله سه‌سربازویی بین صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر نشان داد ($P \leq 0/05$)، همچنین بین ۵۰۰ متر و ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر تفاوت معنی‌دار بود. به‌علاوه بین ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر نیز تفاوت معنی‌داری در خستگی عضله سه‌سربازویی وجود داشت. در عضله دلتوئید قدامی بین صفر، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر تفاوت معناداری را نشان داد ($P \leq 0/05$) همچنین بین ۵۰۰ متر و ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر نیز تفاوت معنی‌دار بود. به‌علاوه بین ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر نیز

نتایج جدول ۲ از آزمون آنالیز واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که مسافت بر فعالیت عضلانی سینه‌ای بزرگ، دوسربازویی، دلتوئید قدامی و عضله سه‌سربازویی تأثیر معناداری داشته است ($P \leq 0/05$). نتایج آزمون بونفرونی تفاوت معنی‌دار فعالیت عضلانی سینه‌ای بزرگ بین صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر نشان داد. ($P \leq 0/05$). همچنین بین ۵۰۰ و ۱۵۰۰ متر و ۲۰۰۰ متر تفاوت معنی‌دار بود. به‌علاوه بین ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر نیز تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در عضله دوسربازویی بین صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر نشان داد ($P \leq 0/05$). در عضله دلتوئید قدامی بین صفر، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متر نشان داد ($P \leq 0/05$). در عضله سه‌سربازویی بین هیچ‌یک از مسافت‌ها تفاوت معناداری مشاهده نشده است ($P \geq 0/05$). نتایج جدول ۳ نشان داد که مسافت بر روی خستگی

جدول ۳. نتیجه آزمون تحلیل واریانس با طرح اندازه‌گیری مکرر در بررسی میزان خستگی عضلات منتخب

متغیر	Mean ± SD	F	P
عضله دلتوئید قدامی	۰ متر	۹/۲۶	۰/۰۰۱*
	۵۰۰ متر		
	۱۰۰۰ متر		
	۱۵۰۰ متر		
	۲۰۰۰ متر		
عضله دوسربازویی	۰ متر	۲۰/۱۵	۰/۰۰۱*
	۵۰۰ متر		
	۱۰۰۰ متر		
	۱۵۰۰ متر		
	۲۰۰۰ متر		
عضله سه‌سربازویی	۰ متر	۸۰/۱۱	۰/۰۴۹*
	۵۰۰ متر		
	۱۰۰۰ متر		
	۱۵۰۰ متر		
	۲۰۰۰ متر		
عضله سینه‌ای بزرگ	۰ متر	۶۷	۰/۰۰۱*
	۵۰۰ متر		
	۱۰۰۰ متر		
	۱۵۰۰ متر		
	۲۰۰۰ متر		

جدول ۴. میانگین مقیاس بورگ (RPE)

تعداد (N)	کمترین میزان	بیشترین میزان	Mean ± SD
۸	۱۵	۱۸	۱۷/۳۷ ± ۰/۷۲

دلتوئید قدامی و عضله سه‌سربازویی تأثیر معناداری داشته است و باعث افزایش میزان فعالیت در این عضلات شده است. همچنین ۲ کیلومتر پاروژدن باعث خستگی عضلات پکتورالیس ماژور، عضله بای‌سپس، دلتوئید قدامی و عضله تری‌سپس شده است. به‌طور کلی در کایاک فعالیت عضلانی عضلات اندام فوقانی نسبت به فعالیت عضلات اندام تحتانی بسیار بیشتر است. در اندام فوقانی عضلات دلتوئید، سه‌سربازویی و سینه‌ای بزرگ، دوسربازویی، و عضله پشتی بزرگ نسبت به دیگر عضلات فعالیت بیشتری دارند. همچنین عضلات چرخاننده تنه نیز بسیار فعال اند (۱۴). زاکاریا و

تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در عضله سه‌سربازویی بین ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ متر نیز تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P \leq 0/05$).

در انتهای هر آزمون، آزمودنی‌ها درک خود را از میزان فشار با رتبه‌های ۶ تا ۲۰ آزمون بورگ بیان داشتند. نتیجه میانگین داده‌ها در جدول ۴ نشان‌دهنده خستگی افراد شرکت‌کننده در این پژوهش است.

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۲ کیلومتر پاروژدن بر میزان فعالیت عضلات سینه‌ای بزرگ، دوسربازویی،

همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که در طول پاروژدن رشته کایاک عضلات شانه به صورت یک الگوی خاصی فعالیت و حرکت می‌کنند. زمانی که شدت پاروژدن افزایش پیدا می‌کند دامنه حرکتی فلکشن شانه، چرخش داخلی و خارجی شانه، فلکشن زانو، پا، ران و تنه نیز افزایش چشمگیری دارد. در حالی که آرنج همان الگوی حرکت قبلی خود را انجام می‌دهد (۱۵). فلمینگ و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که فعالیت عضله دلتوئید قدامی به صورت معناداری بر روی ارگومتر افزایش یافت. البته فعالیت عضله دلتوئید قدامی از صفر تا ۱۵۰۰ افزایش یافته است از ۱۵۰۰ متر تا ۲۰۰۰ کاهش یافته است. که با تحقیق حاضر همسو (مستثنا ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر) بود (۱۶). تروتیک و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که ارگومتر تا حدودی تنش کمتری نسبت به آب در عضلات کمر بند شانه‌ای ایجاد می‌کند (۱۷). در طول پاروژدن شانه از ابداکشن به سمت فروروارد فلکشن حرکت می‌کند که عضله دلتوئید قدامی به صورت کاملاً محسوس کنترل کننده این حرکت است. در طول حرکت خارج از آب شانه به حالت اکستنشن قرار می‌گیرد و بازو چرخش داخلی پیدا می‌کند و آرنج اکستنشن می‌شود. در این مرحله عضو متحمل بار نمی‌شود (۱۸).

همچنین دو دست در طول پاروژدن مراحل کاملاً مخالف یکدیگر را طی می‌کنند. در مرحله کشش یک دست، دست دیگر در حالت اکستنشن آرنج و فلکشن بازو است. در مرحله کشش دست باید نیروی پیش‌رونده را تولید کند که هرچه شدت تمرین افزایش یابد، فعالیت عضلانی بای اسپس افزایش پیدا می‌کند. اما در خارج از آب به دلیل نبودن فشار، فعالیت عضله تری اسپس مانند عضلات درگیر در مرحله کشش افزایش نمی‌یابد (۱۹). فعالیت عضلانی سه سر بازویی در کایاک نسبت به عضلات درگیر، زیاد نیست. عضله سه سر بازویی در بین عضلات منتخب تنها عضله‌ای است که در خارج از آب نقش دارد که با وارد کردن پارو در آب به تدریج از انقباض این عضله کم می‌شود. در شدت‌های بالا این عضله در کشش و پیش‌راندن قایق به جلو نقش ندارد و فعالیت عضلانی چشمگیری ندارد (۱۶). در طول بخش دوم کشش در آب عضله سه سر بازویی غیرفعال است. اما در حالی که این عضله در نیمه اول کشش فعالیت دارد. زمانی که این عضله غیرفعال می‌شود، فلکشن آرنج افزایش پیدا می‌کند. بنابراین می‌توان گفت فلکشن آرنج به صورت

فعال توسط انقباض استنتریک عضله سه سر بازویی جلوگیری می‌شود (۱۶). با توجه به این مطلب، علت معناداری در فعالیت عضلانی تری اسپس و خستگی کمتر آن نسبت به دیگر عضلات را می‌توان دریافت.

در قایقرانی روئینگ بر اساس نتایج تحقیق هانگ و همکاران (۲۰۱۳) عضله بای اسپس ۸۰ درصد حداکثر بار کاری و عضله براکیالیس ۶۰ درصد از حداکثر بار کاری را در هنگام پاروژدن دارند (۲۳). نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات سو و همکاران (۲۰۰۷) فلمینگ و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص دوسر بازویی همسو است (۱۶، ۲۳، ۲۴) و با مطالعه سو و همکاران (در خصوص عضله سه سر بازویی) مغایر است (۲۳). علت مغایر بودن این بخش از مطالعه را می‌توان به تفاوت رشته روئینگ و کایاک اشاره کرد. چرا که رشته روئینگ دارای پاروی کاملاً متفاوت با تکنیک پاروژدن متفاوت است. این موضوع درگیری بیشتر عضله سه سر بازویی را نسبت به رشته کایاک را توجیه می‌کند.

متین و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی الگوی فعالیت عضلانی کمر بند شانه‌ای زنان در برخی تمرینات انتخابی پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که الگوی حرکتی عضله تراپزیوس وابسته به شکل الگوی حرکت نیست، در حالی که پکتورالیس مازور وابسته به الگوی حرکتی است (۲۰). بر اساس مطالعات انجام شده فعالیت عضله پشتی بزرگ و سینه‌ای بزرگ در زمانی که ورزشکار در مسافت طولانی با سرعت پدال می‌زند افزایش می‌یابد. اما در پایان مسافت نقش فعالیت عضله سینه‌ای بزرگ پررنگ‌تر می‌شود و نقش لاتیسموس دورسی کمتر می‌شود که با نتایج این پژوهش در عضله پکتورالیس مازور همسو بود (۲۱). در ارگومتر قرقره‌ای وجود دارد که مربوط به پاروژدن است در واقع نیروی کشاننده به سمت جلو را ایجاد می‌کند (۱۶). زمانی که تنش افزایش پیدا می‌کند، موقعیت تمام مفاصل به سمت جلو کشیده می‌شود. مطمئناً تغییرات کتف و شانه حالت حفاظتی را به وجود می‌آورد (۲۲).

اطلاعات اندکی در مورد ریشه‌های خستگی عضلانی پس از تمرین، مانند رشته کایاک وجود دارد. بنابراین، قایقرانی یک فرصت منحصربه‌فرد برای ارزیابی اثر عضلات بالاتنه را ارائه می‌دهد (۲۵). با توجه به فعالیت مازاد عضلانی، ثابت شده است که قدرت خروجی افزایش پیدا می‌کند که موجب تغییر در سطح فعالیت

- study. *J Sci Med Sport*. 2019; 22(10): 1108-1113.
3. Borges TO, Bullock N, Aitken D, Coutts AJ. Accuracy and Validity of Commercially Available Kayak Ergometers. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017; 12(9): 1267-1270.
 4. Bambaechi E, Mahdaviyani K, Nazariyan AB. Incidence of Acute Injuries of Iranian Professional Dragon Boat Female Athletes. *J Exercise Sci Medicine*. 2013; 2(4): 19-30.
 5. Abe D, Hotta N, Fukuoka Y, Ohta Y, Hamasaki. Biomechanical analysis of gait and sit-to-stand patterns using a specially made knee supporter in healthy young and elderly individuals. *J Physiol Anthropol*. 2010; 29(2): 65-70.
 6. Hawkes DH, Alizadehkhayat O, Kemp GJ, Fisher AC, Roebuck MM, Frostick SP. Electromyographic assessment of muscle fatigue in massive rotator cuff tear. *J Electromyogr Kinesiol*. 2015; 25(1): 93-9.
 7. Bompa T. *Theory and Methodology of Training: the key to athletic performance*. 2nd ed. 1990. Dubuque: Kendall/Hunt publishing Company.
 8. Fitts R, Balog EM. The effect of intracellular and extracellular change in excitation contraction coupling and skeletal muscle fatigue. *Acta Physiol*. 1996; 156 (3): 164-183.
 9. McComas AJ. *Skeletal muscle: form and function*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996.
 10. Walsh NP, Gleeson M, Pyne DB, Nieman DC, Dhabhar FS, Shephard RJ, et al. Position statement part two: main-training immune health. *Exerc Immunol Rev*. 2011; 17: 64-103.
 11. Paillard T. Effects of general and local fatigue on postural control: A review. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012; 36(1): 162-76.
 12. Anbarian M, Rabiei M, Binabagi H, Hosseini Nejjad E, JafarNejjad T. Comparison of electromyographic activity of shoulder muscles during two different pull-up test methods. *Res Sports Med Tec*. 2012; 3(2): 43-51.
 13. Konrad P. *A practical Introduction to Kinesiological Electromyography. The ABC of EMG*. 2005. Noraxon INC. p 235.
 14. Li M. *The Progress of Biomechanical Researches in Kayaking*. Yangtze Medicine. 2017; 1(1): 30-44.
 15. Zakaria, P. Whole-body kinematics during paddling on kayak ergometer in elite able-bodied athletes: a first step to develop a classification for para-kayak athletes. Master thesis. Welsh School of Sport and Health Sciences(GIH) 2014.
 16. Fleming N, Donne B, Fletcher D. Effect of kayak ergometer elastic tension on upper limb EMG activity and 3D kinematics. *J Sports Sci Med*. 2012; 11(3): 430-7.
 17. Trevithick BA, Ginn KA, Halaki M, Balnave R. Shoulder muscle recruitment patterns during عضلانی در طی پاروژدن (۲۶) و دویدن (۲۷) می‌شود. این نشان می‌دهد که فعالیت جبرانی عضلانی در جلسه‌های تمرینی مختلف در قایقرانان کایاک در سطح بالا ظاهر می‌شود. علاوه بر این، انتظار می‌رود که قایقرانی در مسابقه، باعث افزایش سطح خستگی عضلانی شود که ممکن است هماهنگی عضلانی را در طی پاروژدن تحت تأثیر قرار دهد.
- آسیب‌های وارده در قایقرانی کایاک عمدتاً به استفاده بیش از حد مربوط می‌شود تا دوره‌های حاد. علاوه بر این، در مقایسه با سایر ورزش‌ها با نسبت‌های تمرینی مشابه، قایقرانی کایاک دارای میزان آسیب نسبتاً بالایی است (۲۸). سو و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که خستگی در عضلات پشت، همسترینگ، و عضلات (دوسربازویی، سه‌سربازویی، غرابی بازویی) در قایقرانان روینگ به صورت قابل ملاحظه‌ای دیده می‌شود (۲۳). با توسعه هرچه بیشتر ورزش قهرمانی و توجه به آثار آن بر سلامتی، موضوع سلامتی ورزشکاران اهمیت بیشتری یافته است. نتایج نشان داد که ۲ کیلومتر پاروژدن بر روی ارگومتر باعث خستگی در عضلات منتخب در آزمون بورگ شده است.
- ### نتیجه‌گیری
- بنابراین برای پیشگیری از آسیب در ناحیه کمر بند شانه‌ای مریان باید حین تمرینات تأکید بیشتری بر عضلاتی داشته باشند که زودتر خسته می‌شوند. از یافته‌های این مطالعه می‌توان برای طراحی برنامه بدنسازی به منظور پیشگیری از آسیب‌های شانه و بهبود کیفیت قایقرانی کایاک استفاده کرد.
- ### تشکر و قدردانی
- بدین وسیله از تمام کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری کردند، به ویژه کادر فنی و قایقرانان زن کایاک تیم ملی ایران کمال تشکر را داریم.
- ### منابع
1. Doane CJ. *The Modern Cruising Sailboat: A Complete Guide to its Design, Construction, and Outfitting*. 2009. Published: Camden, Me. International Marine/McGraw-Hill, 2010c.
 2. Toohey LA, Drew MK, Bullock N, Caling B, Forington LV, Finch CF, Cook JL. Epidemiology of elite sprint kayak injuries: A 3-year prospective

24. Hong WH, Wang HJ, Chen KR Huang MH. The prediction of fatigue-related muscle adaptation in different workload during cycling rowing exercise. 31 International Conference on Biomechanics in Sports .ISBS. 2013
25. Husmann F, Gube M, Felser S, Weippert M, Mau-Moeller A, Bruhn S, et al. Central Factors Contribute to Knee Extensor Strength Loss after 2000-m Rowing in Elite Male and Female Rowers. *Med Sci Sports Exerc.* 2017; 49(3): 440-9.
26. Hug F, Dorel S. Electromyographic analysis of pedaling: a review *J Electromyogr Kinesiol.* 2009; 19(2): 182-98.
27. Slawinski J, Dorel S, Hug F, Couturier A, Fournel V, Morin JB, Hanon C. Elite long sprint running: a comparison between incline and level training sessions. *Med Sci Sports Exerc.* 2008; 40(6): 1155-62.
28. Hosea TM, Hannafin JA. Rowing injuries. *Sports Health.* 2012; 4 (3):236-45.
- kayak stroke performed on a paddling ergometer. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007; 17(1): 74-9.
18. Steeves D, Thornley LJ, Goreham JA, Jordan MJ, Landry SC, Fowles JR. Reliability and Validity of a Novel Trunk-Strength Assessment for High-Performance Sprint Flat-Water Kayakers. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019; 14(4): 486-92.
19. Grimaldi A. Assessing lateral stability of the hip and pelvis. *Man Ther.* 2011; 16(1): 26-32.
20. Matiin M, Ebrahimi I, Shater-Zadeh M, Salavati M, Kazem-Nezhad A. Muscale Activation Pattern of Shoulder Girdle During Some Routine Physical Therapy Exercises of Upper Limb. *jrehab.* 2010; 11(2): 49-58.
21. Kolumbet A, Dudorova L, Babina N, Bazulyuk T, Chernovsky S. Modeling of kayak athletes competition activity. *Physical education students.* 2017; 21(4): 165-70.
22. Ludwig PM, Reynolds JF. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009; 39(2): 90-104.
23. So RC, Michael AT, Wong SC. Application of surface electromyography in assessing muscle recruitment patterns in a six-minute continuous rowing effort. *J Strength Cond Res.* 2007; 21(3): 724-30.