

Effects of Shoulder Complex Muscles Fatigue in Hand's Fine and Gross Skills in Volleyball Players

Leyla Chaharmahali¹, Marziyeh Rafei¹, Elaheh Azadian^{2*} 

1. MSc Student of Motor Behavior, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran
2. Assistant Professor of Motor Behavior, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran

Received: 2019.January.15

Revised: 2019.April.14

Accepted: 2019.May.05

Abstract

Background and Aims: Numerous studies have been conducted on muscular fatigue and its impact on balance movements, but limited information is available on tiredness and fine motor skills. Therefore, the current study was carried out to investigate the effect of shoulder muscle fatigue on fine (pencil drawing) and gross (paw pass) skills of professional volleyball players.

Materials and Methods: A total of 31 skilled volleyball players (16 girls and 15 boys) were selected using available sampling method. Research variables were evaluated before and after fatigue. Independent and dependent t-test were used to analyze the data in SPSS. The significance level was set at $p < 0.05$.

Results: The results showed that speed and pressure of hand was reduced in girls after fatigue ($p < 0.05$), while it increased the hands speed in boys. Variability of hand performance in both groups did not change significantly after fatigue ($p > 0.05$). The speed and precision of volleyball overhand pass was similar before and after fatigue.

Conclusion: According to the results, the fatigue of the shoulder complex muscle decreased the performance in the fine skills of the fingers of girls, but it did not affect the performance of the two groups regarding the hand gross skills.

Keywords: Shoulder complex muscles fatigue; Hand stability; Accuracy and speed; Fine motor skills

Cite this article as: Leyla Chaharmahali, Marziyeh Rafei, Elaheh Azadian*. Effects of shoulder complex muscles fatigue in hand's fine and gross skills in volleyball players. J Rehab Med. 2020; 8(4): 39-46.

* **Corresponding Author:** Elaheh Azadian, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran.

Email: azadian1@yahoo.com

DOI: 10.22037/jrm.2019.111500.2035

تأثیر خستگی عضلات کمر بند شانه‌ای بر حرکات ظریف و درشت دستی والیبالیست‌ها

لیلا چهارمحالی^۱، مرضیه رفیع^۱، الهه آزادیان^{۲*}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رفتار حرکتی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران
۲. استادیار رفتار حرکتی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۷/۱۰/۲۵ بازنگری مقاله ۱۳۹۸/۰۱/۲۵ پذیرش مقاله ۱۳۹۸/۰۲/۱۵ *

چکیده

مقدمه و اهداف

در ارتباط با خستگی عضلانی و تأثیر آن بر حرکات درشت، تحقیقات زیادی صورت گرفته است، اما اطلاعات محدودی درباره تأثیر خستگی بر مهارت‌های ظریف وجود دارد؛ بنابراین هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر خستگی عضلات کمر بند شانه‌ای بر حرکات ظریف (رسم یک شکل با مداد) و درشت دستی (پاس پنجه) والیبالیست‌های حرفه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر ۳۱ والیبالیست ماهر (۱۶ دختر و ۱۵ پسر) با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. متغیرهای تحقیق قبل و پس از خستگی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی تست مستقل و وابسته در نرم‌افزار SPSS با سطح معناداری $p < 0.05$ استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج تحقیق حاضر نشان داد خستگی منجر به کاهش سرعت و فشار دست در دختران ($p < 0.05$) و افزایش سرعت حرکت دست پسران در حرکت ظریف رسم کردن شده است. تغییرپذیری در حرکت دست در هر دو گروه بعد از خستگی تغییر معناداری نشان نداد ($p > 0.05$). همچنین عملکرد ورزشکاران در سرعت و دقت پاس پنجه قبل و بعد از خستگی مشابه بود.

نتیجه‌گیری

می‌توان نتیجه گرفت که خستگی عضلات کمر بند شانه‌ای موجب کاهش عملکرد در مهارت‌های ظریف انگشتان در دختران گردیده است، اما در مهارت‌های درشت دستی هم در دختران و هم در پسران تأثیری نداشته است.

واژه‌های کلیدی

خستگی عضلات کمر بند شانه‌ای؛ ثبات دست؛ سرعت و دقت؛ مهارت‌های حرکتی ظریف

نویسنده مسئول: الهه آزادیان، استادیار رفتار حرکتی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد

همدان، همدان، ایران

آدرس الکترونیکی: azadian1@yahoo.com

مقدمه و اهداف

خستگی یکی از عواملی است که می‌تواند موجب اختلال در عملکرد عضلات از جمله اختلال در زمان‌بندی فعالیت عضلات و ایجاد نقص در الگوی حرکتی و در نهایت آسیب‌های عضلانی-اسکلتی گردد. در طول یک رقابت ورزشی، خستگی ممکن است با تأثیر بر حس عمقی، منجر به کاهش توانایی ادراک موقعیت مفصل و اندام در فضا گردد^[۱]، کنترل عصبی-عضلانی را تغییر داده و موجب کاهش در نگهداری و ثبات بدن^[۲]، کاهش ثبات وضعیتی^[۳] هماهنگی، فعالیت و تولید نیرو در عضلات^[۴، ۵] گردد. از سوی دیگر، الگوی فعال شدن عضلات قبل و پس از خستگی به طور کامل با هم متفاوت است. بعد از ایجاد خستگی زمان فعال بودن عضلات، برای حفظ ثبات در تعادل افراد به شدت افزایش می‌یابد.^[۶، ۷] خستگی می‌تواند اطلاعات رسیده از منابع حسی به مغز را مختل کند و منجر به کاهش سرعت انتقال پیام‌های آوران و وابران به سیستم عضلانی-اسکلتی گردد و بر توانایی حرکات مؤثر جبرانی و تعادل اثر گذارد.^[۸]

حرکات ظریف بخش عمده‌ای از حرکات روزمره انسان را شامل می‌شود و به دو دسته مهارت‌های درشت دستی و مهارت‌های ظریف انگشتی تقسیم می‌شود^[۹، ۱۰]؛ مهارت‌های حرکتی درشت شامل دستکاری اشیاء بزرگ با حرکات کنترل‌شده بازو و دست و مهارت‌های ظریف انگشتی شامل دستکاری اشیاء کوچکتر با حرکات کنترل‌شده دست و انگشتان است.^[۱۱] مهارت‌های حرکتی ظریف به علل متعددی مانند اختصاص یافتن بخش وسیعی از مناطق قشر حرکتی و پیش‌حرکتی مغز به آن‌ها و نیز به دلیل استفاده از گروه‌های عضلانی ظریف‌تر آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به مهارت‌های حرکتی درشت داشته و متعاقب ضایعه یا بیماری، اختلال عملکردی بیشتری نسبت به سایر مهارت‌ها از خود نشان می‌دهند.^[۱۲]

در مورد تأثیر خستگی بر حرکات درشت مطالعات زیادی صورت گرفته است. به این دلیل که تعادل یکی از شاخص‌های مهم ثبات در اجرا و نیز فعالیت‌های ورزشی تلقی می‌شود، مطالعات متعددی تأثیر خستگی بر تعادل را مورد بررسی قرار داده‌اند، گزارشات نشان می‌دهد که خستگی موجب کاهش عملکرد تعادلی ایستا و پویا^[۱۳]، افزایش نوسانات و سرعت حرکت مرکز فشار پا^[۱۴] کاهش هماهنگی، کنترل عضلانی و ظرفیت تولید نیرو در حرکت پرش عمودی^[۱۵] می‌گردد. همچنین در ارتباط با تأثیر خستگی بر عملکردهای بیومکانیکی نیز مطالعاتی انجام گردیده است. در محدود مطالعات انجام‌شده در زمینه تأثیر خستگی بر عضلات کمر بند شانه‌ای، مشخص شده است که خستگی منجر به تغییرات کینماتیک در کتف و حرکات آن می‌شود که بر زوایا و سرعت زاویه‌ای حرکات بازو تأثیرگذار است و می‌تواند بر سرعت و دقت پاس هندبال تأثیر منفی بگذارد.^[۱۶]

به طور کلی مرور مطالعات گذشته در خصوص اثرات خستگی بر حفظ تعادل، ثبات قامت، فعالیت عضلات و بیومکانیک حرکت، نشان‌دهنده تأثیر منفی و معنادار خستگی بر بدن و عملکرد فرد می‌باشد، اما مطالعه در مورد تأثیر خستگی بر مهارت‌های ظریف دستی کمتر مورد توجه بوده است. با توجه به عدم وجود مطالعه در این موضوع هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تأثیر خستگی بر حرکات ظریف و درشت دستی در والیبالیست‌های ماهر می‌باشد. با توجه به مطالب ذکر شده و نقش عضلات کمر بند شانه‌ای بر پرتاب‌های بالای دست، تحقیق حاضر قصد دارد به این سؤالات پاسخ دهد که آیا خستگی عضلات کمر بند شانه‌ای بر حرکات ظریف دست در ورزشکاران نخبه‌ی والیبالیست تأثیر دارد، آیا خستگی بر حرکات درشت دستی ورزشکاران نخبه‌ی والیبالیست تأثیر دارد و آیا خستگی تأثیر متفاوتی بر حرکات درشت و ظریف والیبالیست‌های زن و مرد دارد یا خیر.

مواد و روش‌ها

در مطالعه کمی حاضر به بررسی تأثیر خستگی عضلات کمر بند شانه‌ای بر حرکات ظریف و درشت دستی والیبالیست‌ها پرداخته شد. با توجه به نحوه جمع‌آوری اطلاعات و ایجاد مداخله (خستگی)، طرح پژوهش از نوع نیمه‌تجربی می‌باشد. جامعه آماری این پژوهش والیبالیست‌های شهر همدان بودند که از بین آن‌ها ۳۱ نفر (۱۶ دختر و ۱۵ پسر) به صورت در دسترس انتخاب شدند. با استفاده از نرم‌افزار G*Power با اندازه اثر ۰/۸ و توان ۰/۸۰ حجم نمونه در هر گروه ۱۵ نفر تخمین زده شد. معیار ورود برای شرکت در این پژوهش شامل دامنه سنی بین ۱۵ تا ۱۸ سال، داشتن ۴ سال سابقه مداوم فعالیت در این ورزش و شرکت در رقابت‌های ملی بود. در صورتی که شرکت‌کنندگان در این پژوهش دارای سابقه آسیب‌دیدگی در اندام فوقانی و تحتانی در یک سال گذشته بودند، از مطالعه کنار گذاشته شدند. پس از انتخاب، تمامی شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه جهت شرکت در آزمون را تکمیل کردند و سپس مراحل انجام آزمایش‌ها و چگونگی اندازه‌گیری متغیرها به طور کامل برای آزمودنی‌ها تشریح شد. پروتکل پژوهش حاضر در کمیته پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان به تصویب رسید. قبل از اجرای پروتکل خستگی افراد به مدت ۱۰ دقیقه با انجام حرکات جنبشی و کششی گرم کردند. سپس با استفاده از وزنه اقدام به خسته کردن عضلات کمر بند شانه‌ای شرکت‌کنندگان گردید. برای انتخاب وزنه مورد نظر، ابتدا حداکثر وزنه‌ای که فرد می‌توانست در هر صفحه آناتومیکی (ساجیتال، فرونتال)، در یک حرکت بلند کند، اندازه‌گیری گردید. سپس ۶۰ درصد این مقدار، به عنوان وزنه مورد نظر انتخاب شد.^[۱۷] شرکت‌کنندگان حرکت دست را از وضعیت آناتومیکی تا ۱۵۰ درجه بالا آوردند و این حرکت را تا حالت واماندگی تکرار کردند.

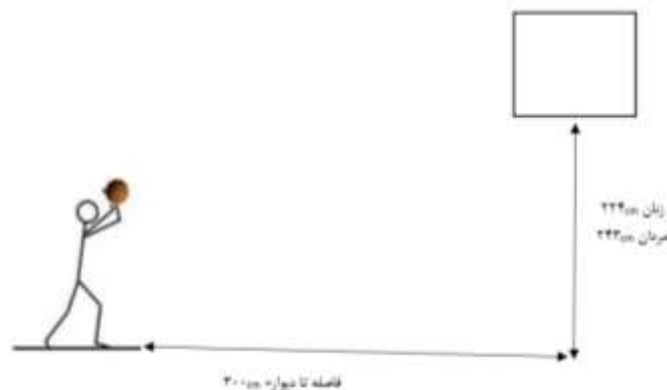
متغیرهای پژوهش قبل و پس از اعمال خستگی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری حرکات ظریف دستی از دستگاه ثبات‌سنج ساخت شرکت دانش سالار ایرانیان استفاده شد. این دستگاه طبق نظر متخصصین رفتار حرکتی دارای اعتبار است و مورد تایید قرار گرفته است. این دستگاه شامل یک صفحه است که به حالت افقی قرار می‌گیرد و به لپ‌تاپ متصل می‌گردد. با استفاده از یک قلم، جهت، فشار و زمان کل حرکات دست در مانیتور مشاهده و به نرم‌افزار اکسل منتقل می‌شود. به منظور ارزیابی حرکت دست، قبل و بعد از خستگی، شرکت‌کنندگان با استفاده از قلم، شکل W (به وسیله کاغذ روی صفحه دستگاه نصب شده بود) را از چپ به راست کشیدند (شکل ۱). میانگین فشار دست افراد در ۵ نقطه شامل نقطه شروع و پایان و همچنین سه نقطه که قلم تغییر مسیر می‌داد، محاسبه گردید. تغییرپذیری در فشار دست نیز به عنوان مشخصه ثبات دست از طریق اندازه‌گیری انحراف استاندارد فشار دست در این پنج نقطه محاسبه شد. سرعت حرکت دست نیز از طریق تقسیم جابه‌جایی و زمان حرکت کلی به دست آمد.

تصویر ۱: ابزار سنجش ثبات دست



برای اندازه‌گیری حرکت درشت دستی، سرعت و دقت پاس پنجه مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور مربعی به ابعاد ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر روی دیوار مشخص گردید. فاصله فرد از دیوار ۳ متر و فاصله هدف تا زمین ۲/۲۴ برای زنان و ۲/۴۳ برای مردان بود. تعداد کل پاس‌های فرد و نیز تعداد پاس‌های صحیح به وسیله دوربین ضبط و سپس شمارش گردید^[۱۶] (شکل ۲).

تصویر ۲: اجرای آزمون سرعت و دقت پاس پنجه والیبال



برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و امکان استفاده از آزمون‌های پارامتریک از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. در پژوهش کنونی برای بررسی تأثیر خستگی بر ثبات دست (حرکت ظریف)، دقت و سرعت پاس پنجه (حرکت درشت) دختران و پسران والیبالیست از T-test وابسته و برای بررسی اختلاف بین گروه‌ها قبل و بعد از خستگی (بین‌گروهی) از T-test مستقل استفاده شد. کلیه مراحل تجزیه‌و-تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و با سطح معناداری $p < 0.05$ انجام شد.

یافته‌ها

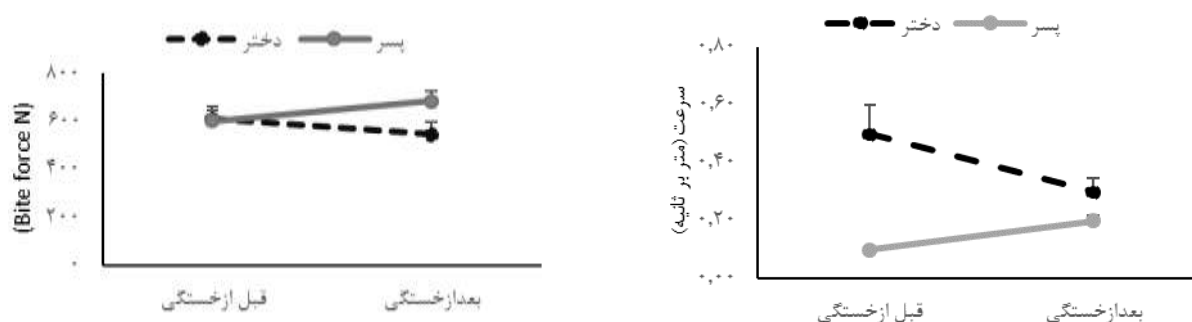
اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در پژوهش حاضر، در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

SE	SD	Mean	
۰/۵	۲	۱۸/۸	سن (سال)
۱/۵	۶/۱	۱۶۷	دختر قد (سانتی‌متر)
۲/۲	۹/۰۱	۵۸/۹	وزن (کیلوگرم)
۰/۲	۰/۸	۱۵/۸	سن (سال)
۱/۳	۵/۱	۱۷۴/۴	پسر قد (سانتی‌متر)
۲/۱	۸/۴	۶۲/۷	وزن (کیلوگرم)

مقایسه سرعت حرکت دست در حرکت ظریف، قبل و بعد از خستگی توسط آزمون تی تست مستقل نشان داد که سرعت حرکت دست قبل از خستگی در گروه دختران به طور معناداری بیشتر از پسران بود ($t=2/89$ و $p=0/011$)، اما بعد از ایجاد خستگی سرعت حرکت دست در دختران و پسران از لحاظ آماری اختلاف معناداری نداشت ($t=1/78$ و $p=0/09$). همان‌طور که در نمودار ۱ نیز مشخص است سرعت حرکت دست در پسران بعد از خستگی افزایش معناداری پیدا کرده است ($t=2/63$ و $p=0/02$). نتایج تحلیل آماری تی تست وابسته نشان داد خستگی تأثیر معناداری بر فشار دست گروه دختران ندارد ($p>0/05$)، اما همان‌طور که در نمودار ۱ نیز مشخص است گروه پسران بعد از خستگی افزایش معناداری در فشار دست خود نشان داده‌اند.

نمودار ۱: (راست) تأثیر خستگی بر سرعت حرکت دست، (چپ) تأثیر خستگی بر فشار دست



بررسی نتایج تی تست مستقل و وابسته، مربوط به تغییرپذیری در حرکت ظریف نشان داد که خستگی تأثیر معناداری بر تغییرپذیری حرکت دست در هر دو گروه دختران و پسران نداشته است (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه بین گروهی و درون گروهی تغییرپذیری حرکت دست قبل و بعد از خستگی

درون گروهی t (Sig)	بعد از خستگی	قبل از خستگی	
۰/۶۰۹(۰/۵۲۳)	۳۰۱/۴(۸۸/۶)	۲۸۳/۵(۸۶/۶)	دختر
۰/۳۹۹(۰/۸۶۹)	۳۱۴/۲(۸۳/۷)	۳۳۳/۳(۹۴/۳)	پسر
	۰/۴۱(۰/۶۸)	۱/۵۳(۰/۱۴)	بین گروهی t (Sig)

نتایج تی تست مستقل و وابسته در مورد تأثیر خستگی بر حرکات درشت دستی شامل دقت و سرعت پاس پنجه والیبالیست‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، اختلاف معناداری در دقت و سرعت پاس پنجه هر دو گروه قبل و بعد از خستگی وجود ندارد ($p>0/05$).

جدول ۳: مقایسه بین گروهی و درون گروهی تغییرپذیری حرکت دست قبل و بعد از خستگی

متغیر	گروه	قبل از خستگی	بعد از خستگی	درون گروهی (Sig) t
دقت	دختر	۲۲(۵/۶)	۲۲(۷/۳)	۰/۷(۰/۴۷)
	پسر	۲۱(۴/۹)	۲۲(۴/۸)	۱/۵۴(۰/۱۳)
	بین گروهی (Sig) t	۰/۶۲(۰/۵۳)	۰/۱۴(۰/۸۸)	
سرعت	دختر	۱/۴۸(۰/۴۹)	۱/۴۷(۰/۵۴)	۰/۰۶(۰/۹۴)
	پسر	۱/۵۲(۰/۴۲)	۱/۴۸(۰/۵۲)	۰/۵۷(۰/۵۷)
	بین گروهی (Sig) t	۰/۲۶(۰/۷۸)	۰/۰۳۵(۰/۹۷)	

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر تعیین تأثیر خستگی عضلات کمر بند شانه‌ای بر حرکات ظریف و درشت دستی والیبالیست‌های حرفه‌ای بود. نتایج این پژوهش نشان داد که خستگی موجب کاهش سرعت حرکت دست و همچنین کاهش فشار دست در حرکت ظریف گرفتن قلم و رسم خطوط، در دختران می‌گردد، در حالی که در پسران فشار دست دچار افزایش غیرمعناداری گردیده بود. با توجه به نحوه گرفتن وزنه‌ها علاوه بر عضلات کمر بند شانه‌ای، عضلاتی که در گرفتن نیز نقش دارند، با انقباض ایزومتریک دچار خستگی شده بودند؛ بنابراین مقدار فشار وارد شده بر قلم در دختران کاهش یافته بود، در حالی که در پسران شاهد افزایش فشار ناچیزی به قلم نیز شده بود. این موضوع می‌تواند به دلیل اختلاف‌های جنسیتی در قدرت عضلات به نفع پسران باشد. افهمی و همکاران (۱۳۹۶) بیان کردند خستگی عضلات گردن موجب افزایش خطای بازسازی زاویه در گردن ورزشکاران نسبت به افراد غیرورزشکار گردیده است. به بیان دیگر، خستگی گیرنده‌های حسی عمقی گردن در افرادی که دارای آسیب در ناحیه گردن هستند موجب افزایش تأثیر خستگی شده است.^[۱۸] همان‌طور که پیش‌تر اشاره گردید، حرکات ظریف به دلیل اختصاص یافتن بخش وسیعی از مناطق قشر حرکتی و پیش‌حرکتی مغز به آن‌ها و نیز به دلیل استفاده از گروه‌های عضلانی ظریف‌تر آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به مهارت‌های حرکتی درشت داشته و متعاقب ضایعه یا بیماری، اختلال عملکردی بیشتری نسبت به سایر مهارت‌ها از خود نشان می‌دهند.^[۱۲، ۱۱]

این نتایج در مورد سرعت حرکت قلم نیز تکرار گردید. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که قبل از خستگی سرعت حرکت دست در رسم این خطوط در دختران نسبت به پسران بیشتر بود، اما بعد از ایجاد خستگی سرعت حرکت دست در دختران کاهش و در پسران افزایش معناداری یافته بود، طوری که اختلاف بین دختران و پسران بعد از خستگی معنادار نبود؛ بدین معنی که سرعت عملکرد دست در پسران افزایش و در دختران کاهش یافته بود. این نتایج نشان می‌دهد که تأثیر خستگی بر مهارت‌های ظریف به جنسیت افراد و همچنین ممکن است به سطح مهارت افراد نیز بستگی داشته باشد. همچنین از نتایج مهم این پژوهش محاسبه تغییرپذیری در حرکت دست افراد قبل و بعد از خستگی بود. تغییرپذیری نشان‌دهنده کیفیت کنترل عصبی-عضلانی در رفتار حرکتی انسان می‌باشد. افزایش تغییرپذیری در تلاش‌های پی‌درپی را می‌توان به عنوان کاهش کنترل حرکتی مد نظر قرار داد، نویز را تغییرپذیری در حرکات می‌تواند به علت اختلال در کانال‌های یونی^[۱۹]، سیناپس‌ها^[۲۰]، همچنین بی‌ثباتی در عملکرد عصبی دانست که خستگی یکی از دلایل اصلی این اتفاقات در سطح سیستم عصبی می‌باشد.^[۲۱] بنابر یافته‌های این تحقیق خستگی تأثیر معناداری بر تغییرپذیری حرکت ظریف انگشتان والیبالیست‌ها نداشته است؛ بدین معنی که خستگی نتوانسته است موجب ایجاد نویز یا تغییر عملکرد سیستم کنترل حرکت در افراد ورزشکار گردد. یافته‌های احمدی و همکاران (۱۳۹۴)، همسو با این نتایج بیان کرد که خستگی در افراد ورزشکار ممکن است به دلیل دریافت اطلاعات حس عمقی بهتر، تأثیر کمتری داشته باشد. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده قدرت و کیفیت کنترل عصبی-عضلانی در ورزشکاران باشد.^[۲۲] در زمینه تأثیر خستگی بر مهارت‌های ظریف نیاز به تحقیقات بیشتری می‌باشد.

نتایج این مطالعه در مورد دقت و سرعت پاس پنجه نشان داد که خستگی تغییر معناداری را در اجرای پاس پنجه والیبالیست‌ها در هر دو گروه زنان و مردان ایجاد نکرده است. شنبه‌زاده و همکاران (۱۳۹۴)، مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند که جنسیت موجب تغییر تأثیر خستگی بر تعادل نمی‌گردد.^[۲۳] همچنین حاتمی و همکاران (۱۳۹۶) مطابق با یافته‌های این پژوهش نشان دادند خستگی تأثیری بر عملکرد شوت پنالتی بسکتبالیست‌ها نداشته است.^[۲۴] بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مطابق با قوانین والیبالیست‌ها، افراد دارای تجربه در این رشته ورزشی می‌توانند در رقابت‌های فشرده شرکت داشته باشند. مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر، خستگی می‌تواند بر مهارت‌های ظریف انگشتی تأثیرگذار باشد، اما عملکرد افراد در اجرای مهارت‌های درشت‌تر کمتر تحت تأثیر خستگی قرار می‌گیرد. این موضوع در دو گروه زنان و مردان کمی متفاوت است، همان‌طور که در نتایج نیز آورده شده است، خستگی در مردان والیبالیست‌ها نسبت به زنان تأثیر

کمتری بر مهارت‌های ظریف داشته است؛ بنابراین می‌توان بیان کرد که عضلات ظریف در زنان شاید به دلیل فیزیولوژی و آناتومی متفاوت، در برابر خستگی تاثیرپذیری بیشتری نشان داده است. یکی از محدودیت‌های پژوهش کنونی عدم شرکت افراد غیرورزشکار در این مطالعه بود که به دلیل اندازه‌گیری یک مهارت عملکردی ویژه (پاس پنجه) امکان وجود گروه کنترل نبود. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده تأثیر خستگی بر سایر مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت در گروه‌های سنی مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیر آمادگی جسمانی در بروز خستگی و با در نظر گرفتن نتایج مطالعه کنونی، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که خستگی در حرکات ظریف نیز به سطح آمادگی جسمانی افراد ارتباط دارد. همان‌طور که مشاهده گردید خستگی بر عملکرد ظریف انگشتان دختران تأثیر معناداری داشت، اما در پسران شاید به دلیل قدرت عضلانی بیشتر، تغییرات منفی در عملکرد آنان مشاهده نگردد؛ بنابراین به مربیان پیشنهاد می‌گردد که به سطح آمادگی جسمانی در ورزشکاران خود، توجه بیشتری مبذول داشته باشند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمام آزمودنی‌ها که در انجام پژوهش کنونی، ما را یاری نمودند و از مسئولین آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Tripp BL, Yochem EM, Uhl TL. Functional fatigue and upper extremity sensorimotor system acuity in baseball athletes. *Journal of athletic training*. 2007;42(1):90.
2. Shaw MY, Gribble PA, Frye JL. Ankle bracing, fatigue, and time to stabilization in collegiate volleyball athletes. *Journal of Athletic Training*. 2008;43(2):164-71.
3. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *Journal of athletic training*. 2004;39(4):321.
4. Bröchner NN, Hug F, Guével A, Colloud F, Lardy J, Dorel S. Changes in Motor Coordination Induced by Local Fatigue during a Sprint Cycling Task. *Medicine and science in sports and exercise*. 2018;50(7):1394-404.
5. Feeney D, Jelaska I, Uygur M, Jaric S. Effects of unilateral muscle fatigue on performance and force coordination in bimanual manipulation tasks. *Motor control*. 2017;21(1):26-41.
6. Taylor JL, Gandevia SC. A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. *Journal of Applied Physiology*. 2008;104(2):542-50.
7. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(4):589-92.
8. Thompson P, Colebatch J, Brown P, Rothwell J, Day B, Obeso J, et al. Voluntary stimulus-sensitive jerks and jumps mimicking myoclonus or pathological startle syndromes. *Movement Disorders*. 1992;7(3):257-62.
9. Bahadori Khosroshahi J. Investigate the effect of perceptual-motor exercises with gross and fine motor skills in students with cerebral palsy. *Neuropsychology*. 2017;3(9):25-39.
10. Bagherian S, Rahnama N, Wikstrom EA, Clark MA, Rostami F. Characterizing Lower Extremity Movement Scores Before and After Fatigue in Collegiate Athletes With Chronic Ankle Instability. *International Journal of Athletic Therapy and Training*. 2018;23(1):27-32.
11. Case-Smith J, Allen AS, Pratt PN. *Occupational therapy for children*: Mosby St. Louis; 1996.
12. Zeeraki Zangbar H, Ashayeri H, Kamali M, Aliabadi F. The Effect of Rhythmic-Melodic Stimulants on Fine Finger Dexterities of Spastic Cerebral Palsied Children. *Scientific-Research Journal of Shahed University* 2010;No.84
13. Mirmoezi M, Taheri M. Effects of Closed and Open Kinetic Chain Exercise Induced-Localized Fatigue on Static and Dynamic Balance in Trained Individuals. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2018;9(4).
14. Pau M, Ibba G, Attene G. Fatigue-induced balance impairment in young soccer players. *Journal of athletic training*. 2014;49(4):454-61.
15. Cooper CN, Dabbs NC, Davis J, Sauls NM. Effects of Lower-Body Muscular Fatigue on Vertical Jump and Balance Performance. *Journal of strength and conditioning research*. 2018.
16. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
17. Shiravand M, Farahpour N, Majlesi M. The Effects of Shoulder- Girdle Muscles Fatigue on Ground Reaction Force, Elbow and Shoulder Joint Angle, and Accuracy of the Athletic Performance in Handball Penalty Throws. *Journal of Sport Biomechanics*. 2017;3(2):61-71.
18. Afhami N, Sahebozamani M, Mohamadi por F. Comparison of the Effects of Muscular Fatigue on Neck Proprioception Performance between Professional Karate Athletes and Non-Athletes. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2017;6(3):1-10.
19. White JA, Rubinstein JT, Kay AR. Channel noise in neurons. *Trends in neurosciences*. 2000;23(3):131-7.
20. Calvin WH, Stevens CF. Synaptic noise and other sources of randomness in motoneuron interspike intervals. *J Neurophysiol*. 1968;31(4):574-88.

21. Dhawale AK, Smith MA, Ölveczky BP. The role of variability in motor learning. Annual review of neuroscience. 2017;40:479-98.
22. Ahmadi M, Akbari M, Dadgoo M, Talebian S, Pahnabi GR. The effect of lumbar muscle fatigue on postural control in Athlete and non-Athlete Subjects. Journal of Modern Rehabilitation. 2015;9(2):8-15.
23. Shanbehzadeh s, Nodehi Moghadam A, Ehsani F, Tavahomi M. Assessing the effect of functional fatigue and gender on dynamic control of posture. Modern Rehabilitation. 2016;9(6):138-43.
24. Hatami F, tahmasbi f, Mirmiran E. The Effect of Physical Fatigue on Special Skill of Basketball Shooting in Expert Players. Journal of Motor Learning and Movement. 2017;9(3):493-513.