



The Effect of Core Muscle Fatigue on Upper Limb Function and Functional Movement Screening Scores of Male Athletes: A Purposeful Semi-experimental Study

Ghorbani, Rasoul^{1*}; Hadad Nezhad, Malihe²; Shojaedin, Seyed Sadreddin³

1. Master of sports injury and corrective exercise, Faculty of physical education and sport sciences, University of Kharazmi. Tehran. Iran
2. Associate Professor, Department of Biomechanics and Corrective Exercise and Sport Injury, Faculty of physical education and sport sciences, University of Kharazmi. Tehran. Iran
3. Professor, Department of Biomechanics and Corrective Exercise and Sport Injury, Faculty of physical education and sport sciences, University of Kharazmi. Tehran. Iran

Received: October 2023; Accepted: May 2024

Keywords

Fatigue

Core stability

Functional movement

Upper quarter

Y balance test

Abstract

Background and Aim: core stability is defined as the ability of muscles to control and maintain the position of the trunk and its movement on the pelvis and lower limbs in order to produce, transfer force and move to the extremities of the body during physical activities. Weakness in central stability leads to impaired energy transfer and reduced sports performance. Also, weakness in the central muscles is related to lower limb injuries. Investigating the effect of central body muscle fatigue on the performance of other organs can provide useful information about the role of central body stability in sports performance. Considering the importance of central stability in sports performance, the purpose of this research is to investigate the effect of central body muscle fatigue on upper limb performance and functional motor screening test scores of male athletes.

Methods: A semi-experimental research approach was used, involving 40 male students aged 19 to 26, selected purposefully and based on availability meeting the inclusion criteria. To assess upper limb function, two tests focusing on upper body and upper limb stability in a closed movement chain were employed. The functional movement screening test was also used to measure movement function before and after inducing fatigue. Data analysis was conducted using Wilcoxon and T-paired statistical tests ($p < 0.05$).

Results: The results from the Wilcoxon test indicated that after the fatigue protocol, individuals exhibited significantly poorer performance in deep squats ($P=0.001$), In-Line Lunge ($P=0.001$), Hurdle Step ($P=0.001$), trunk rotatory stability ($P=0.001$), and the total scores of the movement screening test ($P=0.001$). However, there was no significant difference in other subtests between the two measurement stages ($P < 0.05$). The paired sample t-test also revealed that individuals performed poorer in the upper quarter Y balance test ($P=0.001$) and closed kinetic chain upper extremity stability test ($P=0.001$) after the fatigue protocol compared to before.

Conclusion: The study shows that core muscle fatigue significantly decreases scores in upper functional tests and motor screening, suggesting the need for endurance exercises targeting core muscles to improve fatigue resistance during prolonged activities.

* Corresponding Author: Tel: 09198257199

✉ Email: GHORBANI7199@GMAIL.COM

Orcid Code:0000-0009-0001-0480-6971

Extended Abstract

Introduction

Core stability is defined as the ability of muscles to control and maintain the position of the trunk and its movement on the pelvis and lower limbs in order to produce, transfer force and move to the extremities of the body during physical activities(1). Optimal core stability enables the complete transfer of force generated in the body to the upper and lower limbs(2). The core stability involves the ability of the lumbar-pelvic-thigh complex to prevent spinal instability and return to a balanced state after being disturbed(3). The central part of the body plays a significant role in creating a stable support surface for movement and performance (4). The core stability can be thought of as a box, with the abdominal muscles in the front, the paraspinal and gluteal muscles in the back, the diaphragm in the roof, and the pelvic floor muscles in the floor(5).

Core stability is crucial for the effective biomechanical function of the body. It helps increase force production and reduce joint loads during various activities such as running and throwing(6,7). Weakness in core stability can disrupt energy transfer and lead to decreased sports performance. It is also linked to lower limb injuries(7). Inefficiency in the core body area may affect individual performance and increase the risk of injuries(8). Studying the impact of core body muscle fatigue on the performance of other muscles can provide valuable insights into the role of core body stability in sports performance(9). Given the significance of core stability in sports, this research aims to examine the effect of core body muscle fatigue on the performance of the upper limbs and functional motor screening test scores of male athletes.

Method

In this research, an intervention variable called the "fatigue protocol" was applied to a group of male students aged 19 to 26 majoring in physical education and sports science. A total of 40 subjects were purposefully selected based on specific criteria, with 17 being basketball players and 23 being volleyball players. The research

followed a semi-experimental design with a pre-test-post-test approach. Each subject participated in two test sessions at the university sports club. During the first session, the subjects underwent a motor performance screening test without experiencing fatigue. The tests included functional motor screening and upper limb functional tests. After a short rest, the same tests were repeated in a fatigued state during the second session, which took place 48 hours later. The data collected from the tests was analyzed using Wilcoxon and T-paired statistical tests. The significance level for the statistical analysis was set at $p < 0.05$.

Results

The results of the Wilcoxon test indicated that participants performed significantly worse in the deep squat ($P=0.001$), lunge ($P=0.001$), stepping over the obstacle ($P=0.001$), rotational stability of the trunk ($P=0.001$), and total movement screening test ($P=0.001$) after the fatigue protocol compared to before. However, there were no significant differences in other sub-tests between the two measurement stages ($P < 0.05$).

Additionally, the results of the paired t-test showed that participants had weaker performance in the upper limb Y balance test ($P=0.001$) and the upper limb stability test in the closed movement chain ($P=0.001$) after the fatigue protocol compared to before performing the protocol.

Discussion

The present research shows a decrease in the total score of the motor function test as well as the scores related to the deep squat test, lunge, rotational stability of the trunk and step over the obstacle, as well as the balance tests of the upper limb and the stability of the upper limb in the chain of motion depending on the fatigue of the muscles of the core region.

Previous research has shown that fatigue in the muscles of the central body region can significantly reduce the scores related to the movement performance test in dancers (37) and it has also shown that the fatigue of the abdominal muscles has a significant relationship with the movement and balance performance test. Fatigue of trunk muscles can reduce balance and posture

control (38). In this regard, McMullen et al. (2011) concluded during a research that the fatigue of the gluteus medius muscle (one of the central muscles of the body) causes a decrease in the scores of static balance test (standing on one leg) and dynamic balance (star rotation balance test) in All directions as well as movement quality test in non-athletes men and women (9).

There is a belief that the trunk muscles themselves play an important role in functional-motor tests and improving and increasing the stability of the central region of the body leads to the improvement of functional motor tests (39). The present research emphasizes the important role of the central body region in the execution of sports movements. In their study, Naseri et al. (2013) investigated and analyzed the relationship between the stability of the central body region and the performance of the lower limbs in female athletes and showed that the stability of the central region is related to the performance of the lower limbs. and the importance of the central region for stability and power generation in all sports activities is undeniable (40).

Considering the effect of fatigue in the core body area on the test results, it is suggested that trainers incorporate endurance exercises in this area to improve muscle ability against fatigue in

long-term activities.

Clinical application

This study was carried out under the supervision of the ethics committee of Khorazmi University of Tehran and with the permission issued by this committee under the number 123693025.

Funding

This research has not benefited from any financial support.

Author's Contribution

In the current research, data collection and practical implementation of the research and writing of the article were done by Rasul Ghorbani, guidance, ideation and conceptualization, supervision and data analysis by Dr. Maleeha Haddadnejad, and consultation and supervision of the research by Dr. Seyed Sadruddin Shojauddin. were in charge

Conflict of interest

The authors of the article declare that there is no conflict of interest in the present study.

Acknowledgments

We hereby express our gratitude for the hard work and cooperation of all those who helped us in collecting the data.



بررسی اثر خستگی عضلات مرکزی بر عملکرد اندام فوقانی و امتیازات آزمون غربالگری حرکتی عملکردی مردان ورزشکار: یک مطالعه نیمه تجربی هدفمند

رسول قربانی^{۱*}، ملیحه حدادنژاد^۲، سید صدرالدین شجاع‌الدین^۳

۱- کارشناس ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

۳- استاد گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

مقاله پژوهشی

دریافت: مهر ۱۴۰۲؛ پذیرش: خرداد ۱۴۰۳

واژگان کلیدی

خستگی

ثبات مرکزی

عملکرد حرکتی

آزمون وای بالاتنه

چکیده

زمینه و هدف: ثبات مرکزی به عنوان توانایی عضلات در کنترل و حفظ موقعیت تنه و حرکت آن بر روی لگن و اندام تحتانی جهت تولید، انتقال نیرو و حرکت به قسمت‌های انتهایی بدن در طول فعالیت‌های بدنی تعریف شده است. ضعف در ثبات مرکزی منجر به اختلال در انتقال انرژی و کاهش عملکرد ورزشی می‌شود. همچنین ضعف در عضلات مرکزی با آسیب‌های اندام تحتانی مرتبط است. بررسی تاثیر خستگی عضلات مرکزی بدن بر عملکرد دیگر اندام‌ها می‌تواند اطلاعات مفیدی را درباره نقش ثبات مرکزی بدن در عملکرد ورزشی فراهم کند. با توجه به اهمیت ثبات مرکزی در عملکرد ورزشی، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر خستگی عضلات مرکزی بدن بر عملکرد اندام فوقانی و امتیازات آزمون غربالگری حرکتی عملکردی مردان ورزشکار است.

روش بررسی: در پژوهش نیمه تجربی حاضر تعداد ۴۰ دانشجوی مرد (۱۹ تا ۲۶ سال) به صورت هدفمند و در دسترس با توجه به معیارهای ورود مطالعه انتخاب شدند.

به منظور بررسی عملکرد اندام فوقانی از دو تست وای بالاتنه و ثبات اندام فوقانی در زنجیره حرکتی بسته و برای سنجش عملکرد حرکتی از آزمون غربالگری حرکتی عملکردی قبل و بعد از خستگی استفاده شد. از آزمون‌های آماری ویلکاکسون و تی همبسته جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد ($p < 0.05$).

نتایج: نتایج آزمون ویلکاکسون نشان داد که افراد در خرده آزمون‌های اسکوات عمیق ($P = 0.001$)، لانچ ($P = 0.001$)، گام برداشتن از روی مانع ($P = 0.001$) و پایداری چرخشی تنه ($P = 0.001$) و نمره مجموع آزمون غربالگری حرکت ($P = 0.001$) پس از انجام پروتکل خستگی نسبت به قبل از انجام پروتکل عملکرد ضعیف‌تری را نشان داده‌اند ولی در دیگر خرده آزمون‌ها بین دو مرحله اندازه‌گیری تفاوت معناداری دیده نشد ($P > 0.05$). نتایج آزمون تی همبسته نیز نشان داد که افراد در آزمون تعادل وای اندام فوقانی ($P = 0.001$) و آزمون ثبات اندام فوقانی در زنجیره حرکتی بسته ($P = 0.001$) پس از انجام پروتکل خستگی نسبت به قبل از انجام پروتکل عملکرد ضعیف‌تری را نشان داده‌اند.

نتیجه‌گیری: می‌توان گفت خستگی عضلات مرکزی بدن موجب کاهش معنی‌دار با اندازه اثر بزرگ در نمرات تمامی آزمون‌های عملکردی فوقانی و امتیازات آزمون غربالگری حرکتی می‌شود. با توجه به تاثیر خستگی ناحیه مرکزی بدن بر نتایج تست‌های مورد بررسی، پیشنهاد میشود مربیان از تمرینات استقامتی در این ناحیه جهت افزایش توانایی عضلات در برابر خستگی در فعالیتهای طولانی مدت استفاده نمایند.

مقدمه

بدنی مناسب در خلال فعالیت‌های عملکردی از بروز الگوهای حرکتی غلط جلوگیری کرده و بدین طریق اجرای ورزشی را بهبود می‌بخشد (۷، ۸).

تولید، انتقال و کنترل مناسب نیروها و حرکاتی که در بدن اتفاق می‌افتند نیازمند عملکرد و هماهنگی مناسب عضلات مرکزی بدن است. عضلات مرکزی با کنترل قدرت، تعادل و حرکت ناحیه مرکزی بدن موجب فعال سازی هماهنگ، ایجاد ثبات و بازدهی عملکردی بدن می‌شود (۹). این باور وجود دارد که با وجود اندام‌های فوقانی و تحتانی قوی در صورت ضعف عضلات مرکزی، کاهش در جمع نیروهای عضلانی موجب کاهش کلی تولید نیرو در اندام‌های فوقانی و تحتانی می‌شود (۱۰). که این مشکل خود مانع از ایجاد حرکات مؤثر شده و در نتیجه می‌توان گفت که ضعف و یا کاهش هماهنگی عضلات مرکزی بدن می‌تواند منجر به ایجاد الگوهای حرکتی غیرطبیعی و الگوهای حرکتی جبرانی و در نهایت باعث به وجود آمدن انواع مختلفی از آسیب‌های ورزشی مانند استرین یا آسیب‌های پرکاری شود (۶، ۷). از نگاهی دیگر خستگی یکی از دیگر عواملی است که می‌تواند موجب کاهش هماهنگی و عملکرد عضلات شود (۱۱). به همین علت، عضلات مرکزی بدن وظیفه هماهنگی متناسب حرکات اندام‌ها با ایجاد یک سطح اتکای باثبات هستند (۴)، فلذا باید این مسئولیت را در شرایط‌های سخت مانند خستگی نیز انجام دهند.

ضعف عملکرد عضلات مرکزی بدن با تأخیر در فعال کردن عضلات اندام‌های فوقانی بر فعال شدن این عضلات تأثیر دارند. به عنوان مثال، هاجز و همکاران (۱۹۹۷) با مطالعه بر ترتیب فعالیت عضلانی طی حرکات اندام تحتانی متوجه شدند تعدادی از عضلات ثبات دهنده مرکزی (مانند عضله عرضی شکم، چندسر، راست شکمی، مایل شکمی) به طور دایمی قبل از حرکات اندام تحتانی و فوقانی منقبض می‌شوند (۳). شواهد نشان می‌دهد که کاهش پایداری ناحیه مرکزی بدن می‌تواند فرد را مستعد دچار شدن (۱۲) به آسیب کند و تمرین مناسب می‌تواند باعث جلوگیری از آسیب و یا کاهش آن شود (۱۳). در حقیقت، نقش ثبات مرکزی در پیشگیری و درمان آسیب‌های ورزشی تا حدودی ثابت شده است (۱۴). ولی چگونگی و تأثیر میزان ثبات مرکزی در عملکرد ورزشی تاکنون به وضوح مشخص نشده است (۱۵). جهت بررسی نقش ثبات مرکزی در عملکرد

ثبات مرکزی به عنوان توانایی عضلات در کنترل و حفظ موقعیت تنه و حرکت آن بر روی لگن و اندام تحتانی جهت تولید، انتقال نیرو و حرکت به قسمت‌های انتهایی بدن در طول فعالیت‌های بدنی تعریف شده است (۱). از طرفی دیگر ثبات مرکزی، با ایجاد محوری باعث عملکرد مؤثر اندام‌ها می‌شود (۱) و ثبات مرکزی مناسب باعث موازنه و هدایت کامل نیروی تولیدشده در بدن به اندام‌های فوقانی و تحتانی می‌شود (۲). فعالیت عضلانی تنه مستقل از جهت حرکت و قبل از حرکت دیگر اندام‌ها رخ می‌دهد (۳). بخش مرکزی بدن نقش بسزایی در ایجاد یک سطح اتکای با ثبات برای حرکت و عملکرد دارد (۴). ثبات مرکزی را می‌توان ساختاری جعبه مانند دانست که عضلات شکم در جلو، عضلات پاراسپاینال و گلوئوتال در عقب، عضله دیافراگم در سقف و عضلات کف لگن در کف آن واقع می‌شوند. ثبات مرکزی، با افزایش تولید نیرو و کاهش بارهای مفصلی در تمامی انواع فعالیت‌ها، محوری برای عملکرد بیومکانیکی مؤثر اندام‌ها از دویدن تا پرتاب کردن است (۵). مرکز بدن جزء اساسی زنجیره حرکتی هست، برای ورزش‌ها و بسیاری دیگر از وظایف عملکردی، یک زنجیره کلیدی در توالی ابتدا به انتها در مسیر انتقال نیرو از زمین به سمت اندام‌های فوقانی می‌باشد (۶، ۷). ناکارآمدی در ناحیه مرکزی بدن ممکن است بر اجرای فردی تأثیر بگذارد و وقوع آسیب‌ها را تسهیل نماید (۶). نقص در فعال سازی ساختار عضلانی تنه، ممکن است منجر به اجرای ورزشی ضعیف شود. همچنین، نقص در عملکرد عضلات تنه باعث می‌شود ورزشکار در معرض خطر آسیب به بخش انتهایی هر حرکت قرار گیرد (۶، ۷). اما به عکس در صورت ناکارآمدی ناحیه مرکزی بدن، عملکرد فرد تحت تأثیر قرار می‌گیرد و این مشکل می‌تواند وقوع آسیب‌ها را تسهیل نماید (۶). نقص در فعال سازی ساختار عضلانی تنه، ممکن است منجر به اجرای ورزشی ضعیف شود. همچنین، نقص در عملکرد عضلات تنه باعث می‌شود ورزشکار در معرض خطر آسیب به بخش انتهایی هر حرکت قرار گیرد (۷).

پژوهش‌ها و مطالعات نشان از نقش و تأثیر ثبات مرکزی بر بهبود اجرا، عملکرد ورزشی و همینطور پیشگیری از آسیب را دارند. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که ثبات مرکزی با حفظ راستای پاسچر و وضعیت

هدفمند و در دسترس و با توجه به معیارهای ورود به تحقیق انتخاب شدند، که از این میان ۱۷ نفر از دانشجویان بسکتبالیست و ۲۳ نفر دیگر والیبالیست بودند.

ابتدا هدف از اجرای پژوهش، نوع و نحوه انجام آزمون‌ها و پروتکل خستگی توسط آزمونگر به ورزشکاران شرح داده شد و رضایت اولیه و شفاهی جهت شرکت در تحقیق از ورزشکاران کسب شد. بعد از مطمئن شدن از مناسب بودن ورزشکاران به عنوان آزمودنی (با توجه به معیارهای ورود و خروج)، برای شرکت در تحقیق از آنها خواسته شد در صورت تمایل فرم کتبی رضایت‌نامه داوطلبانه شرکت در تحقیق را امضا کرده و در زمان مشخص شده در باشگاه ورزشی دانشگاه خوارزمی تهران حضور یابند. برای انجام این مطالعه هر آزمودنی باید دو مرتبه در باشگاه ورزشی دانشگاه حاضر می شد. جلسه اول با هدف انجام آزمون در شرایط عادی و بدون خستگی بود. به این ترتیب که در جلسه اول ابتدا آزمون‌گر نحوه انجام آزمون‌های عملکردی را به آزمودنی یاد داده و بعد از ۱۵ دقیقه گرم کردن، آزمودنی چهار بار آزمون غربالگری عملکردی حرکتی (گام برداشتن از روی مانع، آزمون‌های دیپ اسکات، تحرک شانه، لانچ، بالا آوردن فعال پا، شنای پایداری چرخشی و پایداری تنه) و آزمون‌های عملکردی اندام فوقانی (آزمون ثبات اندام فوقانی در زنجیره حرکتی بسته و آزمون تعادل وای اندام فوقانی) را به صورت آزمایشی انجام میداد. بعد از چند دقیقه (پنج تا هفت دقیقه) استراحت، آزمودنی آزمون‌ها را به ترتیب با فاصله زمانی ۴۰ ثانیه‌ای بین هر آزمون اجرا کرد (۲۲، ۲۳). آزمون جلسه دوم با فاصله ۴۸ ساعت نسبت به آزمون اول برگزار شد که هدف از آن، انجام مجدد آزمون‌ها در شرایط خسته بودن عضلات مرکزی بدن بود. در ابتدای جلسه دوم آزمودنی ۱۵ دقیقه به گرم کردن پرداخته و سپس در پروتکل خستگی عضلات مرکزی بدن شرکت کرد بلافاصله بعد از اتمام ست آخر آزمون‌ها به همان ترتیبی که در جلسه اول اجرا شده بودند تکرار شدند. فاصله استراحت بین آزمون‌ها و تعداد تکرار آنها مانند جلسه اول بود.

پروتکل خستگی

در این مطالعه از پروتکل خستگی تعدیل شده ایت و همکاران با هدف خستگی عضلات ثبات دهنده مرکزی در تمامی صفحات حرکتی استفاده شد. ایت از طریق آزمون

ورزشکاران، گروهی از محققان به بررسی ارتباط بین آزمون‌های ثبات مرکزی با آزمون‌های عملکرد ورزشی پرداخته‌اند (۱۶، ۱۷). در این راستا نسر پیشنهاد کرده است ارتباط ثبات مرکزی با عملکرد ورزشی در زمان خستگی نیز بررسی شود تا اطلاعات بیشتری درباره ماهیت این ارتباط به دست آید. نشان داده شده است توانایی، ضعف و به طور کلی عملکرد عضلات در زمان خستگی بهتر مشخص می‌شود (۱۸).

شواهد نشان می‌دهد بررسی تاثیر خستگی عضلات مرکزی بدن بر امتیازات آزمون غربالگری حرکتی عملکردی و عملکرد اندام فوقانی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را درباره چگونگی ارتباط ثبات مرکزی بدن با عملکرد فوقانی و اندام تحتانی فراهم آورد (۱۹). خستگی یکی از عوامل اصلی کاهش هماهنگی و عملکرد عضلات است (۲۰) و با توجه به اینکه عضلات مرکزی بدن با ایجاد یک سطح اتکالی باثبات برای عملکرد و فعالیت متناسب اندام‌ها ضروری هستند (۱۱) خستگی این عضلات ممکن است بر روی فعالیت و عملکرد افراد و بخصوص ورزشکاران اثرگذار باشد. گزارش شده است اکثر آسیب‌های ورزشی در اواخر فعالیت‌ها و مسابقات ورزشی اتفاق می‌افتند (۲۱). این امر نشان‌دهنده این است که تأثیرات منفی و جمع شونده خستگی، بخصوص در اواخر مسابقات، بر کنترل عصبی-عضلانی می‌تواند باعث پیدایش استراتژی‌های حرکتی ناکارآمد و افزایش احتمال آسیب شود (۱۷). با توجه به نتایج متناقض در تحقیقات موجود و عدم بررسی تاثیر خستگی عضلات مرکزی بر عملکرد اندام فوقانی و اینکه نتایج تعدادی از مطالعات جدید اهمیت نقش ثبات مرکزی در عملکرد ورزشکاران را مورد سؤال قرار داده است (۱۶)، و هدف از انجام این مطالعه تعیین تاثیر خستگی عضلات مرکزی بدن بر آزمون‌های عملکردی اندام فوقانی و امتیازات آزمون غربالگری عملکردی حرکتی مردان ورزشکار است.

روش تحقیق

با توجه به اعمال متغیر مداخله‌ای (پروتکل خستگی) در پژوهش و انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود و خروج، پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است که با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون به اجرا درآمد. جامعه آماری پژوهش حاضر دانشجویان مرد ۱۹ تا ۲۶ سال رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی بودند که از بین آنها ۴۰ نفر به صورت

تشخیص پزشک متخصص (۲۶)، عدم وجود نارسایی‌های دستگاه اسکلتی عضلانی (۲۷)، ناهنجاری‌های ناحیه زانو (۲۶)، عدم وجود کایفوز بالای ۵۱ درجه (۲۸)، عدم وجود اسکلیوز (۲۹)، عدم آسیب‌های عضلانی-اسکلتی و آسیب به سر در ۶ ماه گذشته (۳۰)، عدم سابقه جراحی یا مشکلات ارتوپدی در ۶ ماه گذشته که بر آزمون‌های مورد استفاده در این تحقیق اثر منفی داشته باشد (۳۱) و داشتن فعالیت بدنی منظم هفتگی، و حداقل ۲ سال سابقه فعالیت مستمر در یکی از رشته‌های والیبال یا بسکتبال از شرایط ورود به تحقیق حاضر بود. شرکت نکردن در هر یک از مراحل اندازه‌گیری و عدم علاقه به ادامه همکاری، منجر به خروج آزمودنی از این تحقیق می‌شد.

نحوه اجرا و امتیازدهی آزمون غربالگری حرکت

FMS مجموعه‌ای از هفت آزمون است که به طور نسبی الگوهای حرکتی ترکیبی (اسکوات عمیق، گام برداشتن از روی مانع و لانچ)، الگوهای تحرک‌پذیری ابتدایی (آزمون تحرک‌پذیری شانه و بالا آوردن مستقیم فعال پا) و الگوهای پایداری ناحیه مرکزی بدن (پایداری تنه و پایداری چرخشی) را ارزیابی می‌کند. ارزیابی بر اساس تجزیه و تحلیل کیفی، از طریق سیستم امتیازدهی چهار امتیازی (صفر تا سه) انجام شد. نحوه امتیازدهی این آزمون‌ها به این صورت انجام گرفت که برای اجرای صحیح حرکت بدون حرکات جبرانی ۳ امتیاز، اجرای حرکت همراه با حرکات جبرانی ۲ امتیاز، ناتوانی در انجام حرکت بدون حرکات جبرانی ۱ امتیاز و انجام حرکت با درد یا انجام آزمون آشکارسازی ۰ امتیاز اختصاص داده شد. در خصوص نحوه امتیازدهی و همچنین شیوه اجرای صحیح برای کسب بالاترین امتیاز به هیچ یک از آزمودنی‌ها توضیحی داده نشد (۳۲).

جهت کسب امتیاز نهایی، امتیاز نمرات تمامی آزمون‌های فرد باهم جمع شد. پایایی درون‌آزمونگر و بین‌آزمونگر متوسط تا خوبی برای این آزمون گزارش شده است (۳۳).

ایزوکینتیک قدرت عضلات تنه اعتبار و توانایی این آزمون را به اثبات رسانده است (۲۴). زمان انجام این پروتکل ۳۲ دقیقه بوده و شامل چهار ست متوالی از هفت تمرین است، که آزمودنی هر تمرین را با ۲۰ تکرار در مدت زمان ۴۰ ثانیه هر تکرار را در ۲ ثانیه انجام داده و ۲۰ ثانیه نیز بین هر دو تمرین مختلف استراحت کرد. هر ست شامل هفت تمرین به ترتیب زیر بود:

۱- چرخش تنه در حالت نشسته با توپ طبی ۲- باز کردن تنه در حالت خوابیده به شکم با توپ طبی ۳- دراز و نشست به طرفین با توپ طبی ۴- دراز و نشست روی سطح شیبدار با وزنه ۵- خم شدن به پهلو در حالت ایستاده با دمبل (دمبل پنج کیلوگرمی) ۶- باز کردن و چرخش همزمان تنه با وزنه در حالت دمر ۷- اعمال مقاومت کش با چرخش همزمانه در حالت ایستاده، از توپ مدیسینال دو کیلوگرمی و وزنه‌های پنج کیلوگرمی برای انجام تمرینات استفاده شد.

از دو معیار زیر جهت تعریف خستگی عضلات استفاده شد. ۱- زمانی که آزمودنی دیگر قادر نباشد در ست چهارم (ست آخر) تمرینات را با فرم صحیح ادامه دهد. ۲- یا زمانی که آزمودنی قادر نباشد در ست چهارم (ست آخر) تمرینات را با سرعت یک تکرار در دو ثانیه انجام دهد (۲۴، ۲۵).



شکل ۱. پروتکل خستگی عضلات مک گیل

معیارهای ورود به پژوهش

جنسیت مرد، قرار داشتن در محدوده سنی ۱۹ تا ۲۵ سال، ضعف در اجرای آزمون حرکات عملکردی (FMS¹) (نمره مجموع کمتر ۱۴)، توانایی انجام آزمون‌ها (۲۶)، رضایت کتبی آزمودنی‌ها برای شرکت داوطلبانه، عدم مشاهده علائم آسیب شناسی، سوابق جراحی یا شکستگی یا بیماری‌ها مرتبط با ستون فقرات، لگن و کمربند شانه به

¹ Functional movement screening



شکل ۲. آزمون‌های غربالگری عملکردی حرکت (FMS)

تعالی Y بالاتنه^۱

قبل از انجام آزمون، طول اندام فوقانی در وضعیت ایستاده، ۹۰ درجه ابداکشن و آرنج کاملاً باز شده اندازه گیری شد. سپس فاصله‌ی بین نقطه‌ی میانی مهره‌ی هفتم گردنی و دورترین نقطه‌ی انگشت میانی اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها بدن را در وضعیت پلانک نگه داشته، شانه‌ها حالت قائم با آرنج و دست‌ها را به فاصله عرض شانه روی زمین باز کرد. در این وضعیت، آزمودنی با دست آزاد خود نشانگر را تا جایی که توانایی‌اش را داشت در سه جهت جهت میانی، تحتانی-جانبی و فوقانی-جانبی بدون استراحت و پشت سر هم و بدون اینکه دست آزاد فرد با زمین تماسی را برقرار کند جابجا کرد. پس از به پایان رساندن هر دور به صورت کامل (دستیابی در ۳ جهت) فرد اجازه داشت تا استراحت کند. هر آزمودنی این روند را بدون خطا برای ۳ مرتبه انجام داد. در هر دور در صورتیکه خطایی دیده می‌شد آن دور دوباره تکرار می‌شد. خطاها شامل بلند شدن دست ثابت فرد از روی صفحه، تماس پیدا کردن دست آزاد با زمین یا اندیکاتور یا تکیه دادن فرد به اندیکاتور یا عدم توانایی فرد در برگشت به وضعیت شروع با کنترل و بر هم خوردن تعادلش یا از زمین جدا شدن هر یک از پاهای آزمودنی بود (۳۴، ۳۵).

به منظور محاسبه نمره ترکیبی نمره دستیابی در سه جهت به صورت درصدی در فرمول پایین قرار داده شد:

$$+ \text{ میانی دستیابی} / (\text{اندام طول} \times (۳)) \\ = (\text{جانبی} - \text{فوقانی دستیابی} + \text{جانبی} - \text{تحتانی دستیابی}) \\ \text{"فرد ترکیبی نمره"}$$

پایداری زنجیره حرکتی بسته در اندام فوقانی (CKUEST^۲)

در این آزمون فرد در حالت شنای سوئدی قرار می‌گرفت و دست‌ها را به اندازه‌ی ۹۱.۴ سانتی متر از هم جدا می‌کند و هر دو شانه را عمود بر دست‌ها قرار داد. کمر و پاها باید در یک امتداد بوده و پاها نیز باید فاصله عرض شانه از هم باز می‌بود. در این حالت فرد دست غالب را از مقابل بدن عبور داد و دست غیر غالب خود را لمس کرد و سپس به وضعیت اول باز گشت. پس از آن همین حرکت توسط دست غیر غالب انجام شد. به فرد گفته شده در زمان ۱۵ ثانیه ضمن حفظ وضعیت صحیح بدن، تا جایی که می‌تواند حرکت را تکرار کند. این تست به تعداد ۳ مرتبه با استراحت ۴۵ ثانیه انجام گرفت و میانگین این ۳ بار به عنوان نمره عملکرد فرد توسط آزمونگر ثبت شد (۳۶).

روش تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات خام به دست آمده از اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق، با استفاده از نرم افزار SPSS و بهره‌گیری از آمار استنباطی و توصیفی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بدین منظور، از آزمون ویلکاکسون^۳ و تی همبسته برای مقایسه تغییرات درون گروهی بین پیش‌آزمون و پس-آزمون استفاده شد. سطح معناداری نیز در تحقیق حاضر، برابر با ۹۵ درصد با میزان آلفای کوچکتر و یا مساوی ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

^۲ Closed kinetic chain upper extremity stability test

^۳ Wilcoxon test

^۱ Upper quarter Y balance test

نتایج مطالعه

شامل سن، قد، وزن و شاخص توده‌ی بدنی در جدول شماره ۱ نمایش داده شده است.

از آمار توصیفی و استنباطی به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های این مطالعه استفاده شد. اطلاعات فردی آزمودنی‌ها

جدول ۱- ویژگی‌های دموگرافیک و آمار توصیفی شرکت‌کنندگان مطالعه

متغیرها	تمرین	کنترل	معناداری
سن (سال)	۲۱/۰۷ ± ۲/۵۷	۲۲/۳۱ ± ۲/۵۶	۰/۲۳
قد (سانتی‌متر)	۱۷۴/۸۴ ± ۸/۱۷	۱۷۹/۸۵ ± ۷/۳۱	۰/۱۱
وزن (کیلوگرم)	۶۸/۲۵ ± ۸/۸	۷۲/۸۷ ± ۸/۲۱	۰/۱۸
شاخص توده بدن	۲۲/۲۸ ± ۲/۰۵	۲۲/۴۷ ± ۱/۵۸	۰/۸۰

در آزمون‌های آزمون تعادل وای اندام فوقانی و آزمون ثبات اندام فوقانی در زنجیره حرکتی بسته با توجه به برقرار بودن شرط توزیع طبیعی از آمار تی همبسته استفاده شد.

به منظور بررسی تغییرات، از قبل از انجام پروتکل خستگی عضلات مرکزی بدن تا بعد از آن، در آزمون غربالگری حرکت به دلیل برقرار نبودن شرط توزیع نرمال داده‌ها و گسسته بودن نمرات از آزمون آماری ویلکاکسون و

جدول ۲- اطلاعات آزمون ویلکاکسون مربوط به آزمون آزمون غربالگری حرکت

متغیر	میانگین		آماره Z	معناداری
	پیش آزمون	پس آزمون		
اسکوات عمیق	۲	۱	-۵/۲۰۳	۰/۰۰۱
لانچ	۲	۱	-۵/۳۴۰	۰/۰۰۱
گام برداشتن از روی مانع	۳	۲	-۴/۴۹۱	۰/۰۰۱
تحرك پذیری شانه	۳	۳	-۱/۰۰۰	۰/۳۱۷
بالا آوردن مستقیم فعال پا	۳	۳	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
پایداری تنه	۳	۳	-۱/۴۱۴	۰/۱۵۷
پایداری چرخشی تنه	۲	۱	-۴/۹۷۶	۰/۰۰۱
نمره مجموع	۱۸	۱۵	-۵/۴۸۴	۰/۰۰۱

پروتکل عملکرد ضعیف‌تری را نشان داده‌اند (جدول ۲) ($P < ۰/۰۵$).

نتایج آزمون ویلکاکسون نشان داد که افراد در خرده آزمون‌های اسکوات عمیق، لانچ، گام برداشتن از روی مانع و پایداری چرخشی تنه و نمره مجموع آزمون غربالگری حرکت پس از انجام پروتکل خستگی نسبت به قبل از انجام

جدول ۳- نتایج تغییرات درون گروهی و بین گروهی برای زیرمقیاس‌های کیفیت زندگی

متغیر	میانگین			T	معناداری
	پیش آزمون	پس آزمون	درجه آزادی		
آزمون تعادل وای اندام فوقانی	۹۰/۷۱	۷۹/۰۳	۳۹	۱۹/۹۸۵	۰/۰۰۱
آزمون ثبات اندام فوقانی در زنجیره حرکتی بسته	۲۶/۴۸	۲۱/۹۵	۳۹	۱۹/۲۸۸	۰/۰۰۱

نتایج آزمون تی همبسته نیز نشان داد که افراد در آزمون تعادل وای اندام فوقانی و آزمون ثبات اندام فوقانی در زنجیره حرکتی بسته پس از انجام پروتکل خستگی نسبت به قبل از انجام پروتکل عملکرد ضعیفتری را نشان داده‌اند (جدول ۳) ($P < 0.05$).

بحث

تحقیق حاضر نشان از کاهش نمره مجموع آزمون عملکردی حرکتی و همچنین نمرات مربوط به آزمون اسکوات عمیق، لانج، پایداری چرخشی تنه و گام از روی مانع و همچنین آزمون‌های تعادل وای اندام فوقانی و ثبات اندام فوقانی در زنجیره حرکتی بسته به علت خستگی عضلات ناحیه مرکزی بدن داد.

تحقیقات پیشین نشان دادند که خستگی در عضلات ناحیه مرکزی بدن می‌تواند نمرات مربوط به آزمون عملکرد حرکتی را در رقصنده‌ها به طور معناداری کاهش دهد (۳۷) و همچنین نشان داده است که خستگی عضلات شکم ارتباط معناداری را با آزمون عملکرد حرکتی و تعادل داراست و خستگی عضلات تنه می‌تواند موجب کاهش تعادل و کنترل پاسچر شود (۳۸). در این راستا مک مولن و همکاران (۲۰۱۱) طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که خستگی عضله سرینی میانی (یکی از عضلات مرکزی بدن) موجب کاهش نمرات آزمون تعادل ایستا (ایستادن روی یک پا) و تعادل پویا (آزمون تعادل گردش ستاره) در تمامی جهات و همچنین آزمون کیفیت حرکت در مردان و زنان غیر ورزشکار می‌شود (۹). این باور وجود دارد که عضلات تنه خود نقش مهمی در آزمون‌های عملکردی - حرکتی دارند و بهبود و افزایش ثبات ناحیه مرکزی بدن، موجب بهبود آزمون‌های عملکردی حرکتی می‌شوند (۳۹).

پژوهش حاضر بر نقش مهم ناحیه‌ی مرکزی بدن در اجرای حرکات ورزشی تأکید می‌کند ناصری و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه خود با بررسی و تحلیل ارتباط ثبات ناحیه مرکزی بدن با عملکرد اندام تحتانی در زنان ورزشکار نشان دادند که ثبات ناحیه مرکزی با عملکرد اندام تحتانی مرتبط است و اهمیت ناحیه مرکزی برای ثبات و تولید نیرو در تمامی فعالیت‌های ورزشی غیرقابل انکار است (۴۰). از این رو خستگی ناحیه مرکزی می‌تواند بر عملکرد ورزشی تأثیر داشته باشد.

همچنین تحقیقات قبلی نشان دادند که ضعف ثبات

مرکزی و همچنین آزمون‌های غربالگری عملکردی قابلیت پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی در ورزشکاران را دارند. در نتیجه پس از انجام پروتکل خستگی در ناحیه مرکزی به علت کاهش کارایی این عضلات به دنبال خستگی و عدم توانایی این عضلات در حفظ وضعیت صحیح کمری، عملکرد حرکتی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. خستگی باعث کاهش توانایی تولید نیرو، هماهنگی عصبی-عضلانی، دقت کنترل حرکتی، حس عمقی، ثبات مفصلی، هم انقباضی عضلات و افزایش زمان عکس‌العمل می‌شود که موجب کاهش محسوس و مشخص در عملکرد عضلات می‌شود (۴۱،۴۳).

عضلات مرکزی از دو بخش لوکال و گلوبال تشکیل شده که عضلات لوکال پایدارکننده هستند و مسئولیت کنترل پاسچر و جذب نیروها را به عهده دارند اما عضلات گلوبال در اجرای حرکات سریع و تولید نیرو و توان، ایفای نقش می‌کنند (۴۳). این نقش عضلات اساساً یک وظیفه‌ی ثانویه و واسطه‌ای در انتقال انرژی است. در آزمون‌های عملکردی برای انجام صحیح و کسب امتیاز کامل، هماهنگی بین تمامی این عضلات مورد نیاز است که در خستگی به علت کاهش فعالیت عضلات هماهنگی ایده آل از بین رفته و عملکرد تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در زمان عدم ثبات در ستون مهره‌ها، حرکت به صورت نادرست انجام می‌شود، الگوی حرکتی هماهنگی عصبی عضلانی کاهش و خطر آسیب افزایش می‌یابد (۴۱)، بنابراین تسهیل انقباض همزمان عضلات اطراف مهره‌های کمری از قبیل مایل‌های شکمی، عرضی شکمی، چندسر ونگه دارنده پشت (راست کننده ستون مهره‌ها) امکان افزایش ثبات مهره‌ها را دارد؛ به همین علت هدف تمرینات پایداری و ثبات دهنده ناحیه مرکزی تنه ایجاد و حفظ ظرفیت فیزیکی برای برقراری وضعیت خنثی و متناسب در ستون مهره‌ها در طول فعالیت‌های روزمره زندگی است که این عمل با افزایش هماهنگی و استقامت عضلات ثبات دهنده ستون مهره‌ها (۴۴) به منظور غلبه بر خستگی بوجود آمده طی فعالیت‌های روزمره و ورزشی انجام می‌شود.

عضلات بزرگ تر ناحیه‌ی مرکزی بدن با ایجاد استوانه-ای محکم به همراه تولید اینرسی بیشتر در برابر آشفتگی بدن سطح پایداری را برای حرکات بدن فراهم می‌کنند. در تعدادی از آزمون‌های غربالگری حرکتی عملکردی حفظ

ران (به خصوص سیرینی بزرگ که بازکننده اصلی ران است) می‌شود (۴۶،۴۹)؛ بنابراین خستگی و کاهش عملکرد عضلات سیرینی میانی و بزرگ متعاقب دو حرکت باز کردن تنه با توپ طبی و باز کردن و چرخش هم‌زمان تنه با وزنه طی پروتکل خستگی عضلات مرکزی را احتمالاً می‌توان به‌عنوان یکی از دلایل کاهش نمرات آزمون‌های غربالگری عملکردی حرکتی اندام تحتانی در تحقیق حاضر ذکر کرد. ثبات مرکزی به توانایی کنترل تنه در پاسخ به نیروهای درونی و اغتشاشات بیرونی برمی‌گردد. این نیروها شامل نیروهای ایجادشده از بخش‌های دیستال بدن و همچنین اغتشاشات قابل‌انتظار و غیرقابل‌انتظار خارجی است (۴۴).

زمانی که نیروهای عکس‌العمل ناشی از حرکت اندام، ثبات تنه را به چالش می‌کشد برخی از عضلات قبل از عضلات موافق (آگونیسست) اندام برای جبران اثر اغتشاش بر پاسچر منقبض می‌شوند (۴۶،۴۸). به‌عنوان مثال، هنگام اجرای آزمون دیپ اسکوات و گام برداری از روی مانع انقباض عضلات مرکزی بدن باعث حفظ وضعیت تنه و کنترل پوسچرال در حین حرکت می‌شوند. همچنین فیلیپا و همکاران (۲۰۰۹) نیز بر این باورند که هماهنگی عضلات و حس عمقی تأثیر زیادی در اجرای آزمون‌های تعادل دارد و کاهش هماهنگی عصبی عضلانی تنه در اثر خستگی می‌تواند بر ثبات اندام تحتانی اثر منفی گذاشته و اجرای تست های عملکردی را دچار مشکل کند. کارکرد عضلات میانی تنه بر فعال شدن عضلات اندام‌های فوقانی (۱۲) نیز تأثیر دارند کارکرد ضعیف این عضلات ممکن است همراه با تأخیر در فعال کردن عضلات اندام‌های فوقانی شوند. به‌عنوان مثال، هاجز و همکاران (۱۹۹۷) با مطالعه بر ترتیب فعالیت عضلانی طی حرکات اندام تحتانی متوجه شدند تعدادی از عضلات ثبات دهنده مرکزی (مانند عضله عرضی شکم، چندسر، راست شکمی، مایل شکمی) به طور دایمی قبل از حرکات اندام تحتانی و فوقانی منقبض می‌شوند (۴۹،۵۰). نتایج مذکور حمایت‌کننده از این نظریه هستند که کنترل حرکتی و ثبات در یک الگوی پروگزیمال به دیستال ایجاد شده و تکامل می‌یابد از این‌رو، نامتقارن بودن فعال سازی عضلات پروگزیمال و کاهش فعال‌سازی ساختار عضلانی تنه و پایین تنه ممکن است پتانسیل الگوهای فعال‌سازی عضلانی مناسب را در پاسخ به بار مفصلی کاهش دهد (۵۰). پس از اعمال خستگی کاهش عملکرد در آزمون‌های

پایداری مورد اهمیت است و در اثر از بین رفتن پایداری امتیاز مربوطه توسط فرد کسب نمی‌شود. در نتیجه احتمالاً پس از خستگی، توانایی عضلات مرکزی برای ایجاد سطح پایدار حرکتی کاهش یافته و به دنبال آن امتیازات آزمون کاهش می‌یابد.

این نظریه وجود دارد که کاهش استقامت عضلات تنه باعث خستگی عضلانی و افزایش فشار بر بافت نرم و ساختارهای غیرفعال ستون فقرات کمری می‌شود. همچنین از آنجا که ظرفیت استقامتی عضلات، نشانه‌ای از ظرفیت خستگی آنهاست، تصور می‌شود افراد با استقامت عضلانی کمتر در عضلات تنه، بیشتر در معرض فشارهای ساختاری قرار دارند که ممکن است به وارد شدن فشارهای نامناسب بر ستون فقرات منجر شود و فرد را برای آسیب دیدگی مستعد کند (۴۵). تأثیر پروتکل خستگی در آزمون‌های غربالگری عملکردی، بیشتر بر آزمون‌های دیپ اسکوات، گام برداری از روی مانع، آزمون لانج و آزمون پایداری چرخشی بود که بیشترین کاهش عملکرد در این آزمون‌ها بود که این نتیجه می‌تواند نشان دهنده ارتباط پروتکل خستگی عضلات مرکزی با عضلات فعال در این آزمون‌ها باشد.

همچنین عضلات پایین تنه بخصوص ناحیه ران نقش بسیار مهمی در عملکرد و راستای اندام تحتانی در طول آزمون‌های غربالگری عملکردی دارند (۴۶). از آنجایی که این عضلات به ناحیه کمری لگنی متصل هستند و پیش‌فعالیت عضلات ناحیه مرکزی در فعال شدن این عضلات نقش دارد، خستگی با تغییر میزان فعال شدن این عضلات بر عملکرد عضلات ناحیه ران تأثیر گذاشته و در اجرای آزمون غربالگری عملکردی نقص ایجاد می‌کند.

از طرفی این نتیجه حاصل شده است که حرکت باز کردن تنه موجب خستگی عضلات بازکننده ران (بخصوص سیرینی بزرگ که بازکننده اصلی ران است) می‌شود (۴۷)، بنابراین خستگی و کاهش احتمالی عملکرد عضلات سیرینی میانی و بزرگ متعاقب دو حرکت اکستنشن تنه با توپ مدیسن بال و اکستنشن و چرخش هم‌زمان تنه با وزنه طی پروتکل خستگی عضلات مرکزی بدن را به احتمال زیاد می‌توان به‌عنوان یکی از دلایل اصلی کاهش نمرات آزمون‌های غربالگری عملکردی در تحقیق حاضر ذکر کرد. حرکت باز کردن تنه موجب خستگی عضلات بازکننده

عامل خطرزای قابل تعدیلی است که از طریق افزایش توانایی مقابله با آن امکان بهبود عملکرد وجود دارد (۱۷). در نتیجه اینطور به نظر می‌رسد که خستگی تأثیر مخربی بر میزان و کیفیت فعال شدن عضلات مرکزی بدن دارد و در نتیجه آن، می‌توان گفت که اختلال عملکرد ناشی از خستگی عضلات مرکزی بدن احتمالاً با تأثیر منفی بر هماهنگی عصبی-عضلانی، دقت کنترل حرکتی و ثبات مفاصل پروگزیمال و انتقال این تأثیر منفی به مفاصل دیستال، بوده است (۴۶). درنهایت، این تأثیر منفی در اعمال عضلات مرکزی بدن و هماهنگی این عضلات با عضلات اندام تحتانی باعث ایجاد محدودیت در انجام حرکات عملکردی می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که خستگی عضلات ناحیه مرکزی بدن نمرات مربوط به آزمون عملکردی حرکتی و همچنین نمرات مربوط به آزمون‌های وای بالاتنه و ثبات اندام فوقانی در زنجیره حرکتی بسته را در ورزشکاران مرد به طور معناداری کاهش می‌دهد.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه زیر نظر کمیته اخلاق دانشگاه خوارزمی تهران و با مجوز صادر شده از سوی این کمیته به شماره ۱۲۳۶۹۳۰۲۵ انجام شد.

حمایت مالی

این تحقیق از هیچ گونه حمایت مالی استفاده نکرده است.

نقش نویسندگان

در تحقیق حاضر جمع‌آوری داده‌ها و اجرای عملی تحقیق و نگارش مقاله را رسول قربانی، راهنمایی، ایده پردازی و مفهوم سازی و نظارت و تجزیه و تحلیل داده‌ها را خانم دکتر ملیحه حداد نژاد و مشاوره و نظارت تحقیق را دکتر سید صدرالدین شجاع‌الدین بر عهده داشتند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات و همکاری همه عزیزانی که ما را در امر جمع‌آوری داده‌ها یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

تضاد منافع

تبادل وای اندام فوقانی و همچنین در نمرات آزمون ثبات اندام فوقانی در زنجیره حرکتی بسته دیده شد که نشان از کاهش عملکرد عضلات مرکزی و ثبات دهنده بدن در طی این آزمون‌ها می‌باشد.

آزمون تعادل وای اندام فوقانی که به صورت همزمان هم ثبات مرکزی و هم ثبات شانه را درگیر می‌کند نیازمند تعادل، کنترل عصبی-عضلانی، حس عمقی، قدرت و دامنه حرکتی وسیع است و روش کارآمد و جامعی برای آگاهی از عملکرد، قدرت یا نقص حرکتی شانه محسوب می‌شود (۱).

با توجه به درگیری بخش مرکزی و کاهش عملکرد عضلات مرکزی بعد از پروتکل خستگی کاهش نمرات این آزمون می‌تواند قابل توجه باشد. عضلات ثبات دهنده کتف، به لبه میانی کتف متصل شده و وضعیت آن را کنترل می‌کنند. این عضلات شامل متوازی‌الاضلاع، لواتور اسکاپولا (بالا برنده کتف)، دوزنقه و دندان‌های جلویی هستند. این ساختار عضلانی بیشتر حرکات کتف را در تمام انقباض-های هماهنگ و عملکرد صحیح جفت نیروها کنترل می‌نماید. بدیهی است که بدنبال خستگی عضلات مرکزی متصل به کتف عملکرد اندام فوقانی که پایه آن حفظ وضعیت صحیح استخوان کتف است متاثر می‌شود.

در نتیجه می‌توان اظهار داشت ناحیه مرکزی بدن به ثبات ستون فقرات، لگن و زنجیره حرکتی طی حرکات عملکردی کمک می‌کند. هنگامی که این سیستم به درستی کار کند منجر به توزیع مناسب و تولید حداکثر نیرو با حداقل نیروهای فشارنده، انتقالی و پرشی در مفاصل زنجیره حرکتی و همچنین کنترل بهینه حرکات و جذب مناسب نیروهای ضربه‌ای ناشی از نیروهای عکس‌العمل زمین می‌شود. ترتیب فعال شدن عضلانی باید در زمان صحیح و مناسب، به طور دقیق، برای مدت مناسب و با ترکیبی درست از نیروها همراه باش (۴۶).

مطالعات نشان داده‌اند که خستگی نه تنها توانایی عضله در تولید نیرو را کاهش می‌دهد بلکه بر دقت کنترل حرکتی، هماهنگی حرکات، زمان عکس‌العمل عضلات و توانایی حس عمقی نیز تأثیر می‌گذارد که در نتیجه باعث کاهش محسوس در عملکرد عضلانی می‌شود (۵). هرگونه تغییر در کارکرد عضلات ناشی از خستگی منجر به کاهش عملکرد و فعالیت مطلوب عضلات و توانایی عضلات در پیشگیری از آسیب‌های ورزشی می‌شود (۴۱). البته خستگی

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

References

1. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports medicine*. 2006;36(3):189-98.
2. Sharrock C, Cropper J, Mostad J, Johnson M, Malone T. A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship? *International journal of sports physical therapy*. 2011;6(2):63.
3. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical therapy*. 1997;77(2):132-42.
4. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2005;13(5):316-25.
5. Fredericson M, Moore T. Core stabilization training for middle-and long-distance runners. *New studies in athletics*. 2005;20(1):25-37.
6. Fredericson M, Moore T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle-and long-distance runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2005;16(3):669-89.
7. Chuter VH, de Jonge XAJ. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. *Gait & posture*. 2012;36(1):7-15.
8. Clark NC. Functional performance testing following knee ligament injury. *Physical Therapy in Sport*. 2001;2(2):91-105.
9. McMullen KL, Cosby NL, Hertel J, Ingersoll CD, Hart JM. Lower extremity neuromuscular control immediately after fatiguing hip-abduction exercise. *National Athletic Trainers' Association, Inc*; 2011.
10. Tse MA, McManus AM, Masters RS. Development and validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college rowers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2005;19(3):547-52.
11. Madigan ML, Pidcoe PE. Changes in landing biomechanics during a fatiguing landing activity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2003;13(5):491-8.
12. Letafatkar A, Hadadnezhad M, Shojaedin S, Mohamadi E. Relationship between functional movement screening score and history of injury. *International journal of sports physical therapy*. 2014;9(1):21. (in persian)
13. Cissik JM. The role of core training in athletic performance, injury prevention, and injury treatment. *Strength & Conditioning Journal*. 2011;33(1):10-5.
14. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(1):252-61.
15. Borghuis J, Hof AL, Lemmink KA. The importance of sensory-motor control in providing core stability. *Sports medicine*. 2008;38(11):893-916.
16. Reed CA, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. The effects of isolated and integrated 'core stability' training on athletic performance measures. *Sports medicine*. 2012;42(8):697-706.
17. Benjaminse A, Gokeler A, Fleisig GS, Sell TC, Otten B. What is the true evidence for gender-related differences during plant and cut maneuvers? A systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2011;19(1):42-54.
18. Nesser TW, Lee WL. The Relationship between core strength and performance in division I female soccer players. *Journal of exercise physiology online*. 2009;12.
19. Nikolenko M, Brown LE, Coburn JW, Spiering BA, Tran TT. Relationship

- between core power and measures of sport performance. *Kinesiology*. 2011;43(2.):163-8.
20. Nesser TW, Huxel KC, Tincher JL, Okada T. The relationship between core stability and performance in division I football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(6):1750-4.
 21. McLean SG, Fellin RE, Suedekum N, Calabrese G, Passerallo A, Joy S. Impact of fatigue on gender-based high-risk landing strategies. *Medicine and science in sports and exercise*. 2007;39(3):502-14.
 22. Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005;84(6):473-80.
 23. Orishimo KF, Kremenec IJ, Mullaney MJ, McHugh MP, Nicholas SJ. Adaptations in single-leg hop biomechanics following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2010;18(11):1587-93.
 24. Abt JP, Smoliga JM, Brick MJ, Jolly JT, Lephart SM, Fu FH. Relationship between cycling mechanics and core stability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2007;21(4):1300-4.
 25. Askari Z, Esmaeili H. Effect of trunk muscles fatigue on plantar pressure distribution in novice runners. *Journal of Biomechanics*. 2021;122:110487. (in persian)
 26. Farhani M. The comparison electromyographic activity of selected lower extremity muscles in athletes with and without hyper lumbar lordships during single leg jump-landing and single leg squat tasks: University of Tehran; 2019. (in persian)
 27. Mirzaie Z. The effectiveness of an eight week corrective exercise program on curvature angle and core stability of woman with lumbar hyper lordosis deformity. 2014. University of Tehran: MSc thesis). (in persian)
 28. Rajabi R, Latifi S. the Norm of thoracic curves (kyphosis) and lumbar curve (lordosis) in men and women. *Research in sports science*. 2010;7:13-30. (in persian)
 29. Farhadi MHI, Seidi F, Minoonejad H, Thomas AC. Differences in Gluteal and Quadriceps Muscle Activation Among Adults With and Without Lumbar Hyperlordosis. *Journal of sport rehabilitation*. 2020;29(8):1100-5. (in persian)
 30. Anderson BE, Neumann ML, Bliven KCH. Functional movement screen differences between male and female secondary school athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(4):1098-106.
 31. Butler RJ, Plisky PJ, Southers C, Scoma C, Kiesel KB. Biomechanical analysis of the different classifications of the Functional Movement Screen deep squat test. *Sports Biomechanics*. 2010;9(4):270-9.
 32. Everard EM, Harrison AJ, Lyons M. Examining the relationship between the functional movement screen and the landing error scoring system in an active, male collegiate population. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2017;31(5):1265-72.
 33. Teyhen DS, Shaffer SW, Lorenson CL, Halfpap JP, Donofry DF, Walker MJ, et al. The functional movement screen: a reliability study. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2012;42(6):530-40.
 34. Cook G. *Movement: Functional movement systems: Screening, assessment, corrective strategies*: On Target Publications; 2010.
 35. Cook G. *Movement: Functional movement systems: Screening, assessment. Corrective Strategies* (1st ed) Aptos, CA: On Target Publications. 2010:73-106.
 36. Tucci HT, Martins J, de Carvalho Sposito G, Camarini PMF, de Oliveira AS. Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUES test): a reliability study in persons with and without shoulder impingement syndrome. *BMC musculoskeletal disorders*. 2014;15(1):1-9.
 37. Armstrong R, Brogden CM, Milner D, Norris D, Greig M. Effect of fatigue on functional movement screening performance in dancers. *Medical problems of performing artists*. 2018;33(3):213-9.

38. Armstrong R. The relationship between the functional movement screen, star excursion balance test and the Beighton score in dancers. *The Physician and sportsmedicine*. 2020;48(1):53-62.
39. Solomonow M, Zhou B-H, Harris M, Lu Y, Baratta RV. The ligamento-muscular stabilizing system of the spine. *Spine*. 1998;23(23):2552-62.
40. Naseri N, Fakhari Z, Senobari M, Sadria G. The relationship between core stability and lower extremity function in female athletes. *Modern Rehabilitation*. 2012;6. (in persian)
41. Willardson JM. Core stability training: applications to sports conditioning programs. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2007;21(3):979-85.
42. Reiman MP, Manske RC. *Functional testing in human performance: Human kinetics*; 2009.
43. Bond D, Goodson L, Oxford SW, Nevill AM, Duncan MJ. The association between anthropometric variables, functional movement screen scores and 100 m freestyle swimming performance in youth swimmers. *Sports*. 2015;311-1:(1).
44. Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach. *Journal of orthopedic & sports physical therapy*. 2011;41(10):799-800.
45. Kaji A, Sasagawa S, Kubo T, Kanehisa H. Transient effect of core stability exercises on postural sway during quiet standing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(2):382-8.
46. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American journal of sports medicine*. 2007;35(7):1123-30.
47. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(4):5.
48. Plamondon A, Trimble K, Lariviere C, Desjardins P. Back muscle fatigue during intermittent prone back extension exercise. *Scand J Med Sci Sports*. 2004;14(4):221-30. 136.
49. Parkhouse KL, Ball N. Influence of dynamic versus static core exercises on performance in field based fitness tests. *J Bodyw Mov Ther*. 2011;15(4):517-24.
50. Augustsson J, Thomee R, Linden C, Folkesson M, Tranberg R, Karlsson J. Single leg hop testing following fatiguing exercise: reliability and biomechanical analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2006;16(2):111-20. 134.