Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

September and October 2023. Volume 12. Num 4

Research Paper

Comparing the Core Muscles Endurance and Postural Sway of Iranian Taekwondo Female Athletes With and Without Hyperlordosis

Ainaz Samadzadazar Keshtiban[1], ***Foad Seidi**[1], **Reza Rajabi**[1]

1. Department of Health and Sport Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Samadzadazar Keshtiban A, Seidi F, Rajabi R. [Comparing the Core Muscles Endurance and Postural Sway of Iranian Taekwondo Female Athletes With and Without Hyperlordosis (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(4):716-729. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.4.7

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.4.7

CC BY NC

ABSTRACT

Background and Aims Postural sway is evaluated based on changes in the body's center of pressure and is directly related to postural control and balance. Several factors are involved in the proper control of postural sways and, as a result, proper maintenance of balance, the most important of which is core stability. Weakness of core muscles causes an interruption in the transfer of energy from the trunk and limbs to each other, and this leads to decreased sports performance and increased risk of injury. Hyperlordosis is one of the disorders that can affect the endurance of core muscles. In some sports, such as taekwondo, this is of great importance. The present study aims to assess whether there is any difference in postural sway and core muscle endurance between taekwondo female athletes with or without hyperlordosis in Iran.

Methods The study population consists of all professional Iranian female taekwondo athletes, of whom 60 were purposefully selected and divided into two groups of 30: With hyperlordosis (Mean age: 22.17±2.35 years, mean height: 166±3.95 cm, mean weight: 55.37±5.53 kg) and without hyperlordosis (Mean age: 20.63±2.38 years, mean height: 165±4.23 cm, mean weight: 53.7±4.91 kg). Postural sway was measured by the foot pressure distribution on a single leg. The core muscle endurance was measured by the McGill test. Independent t-test was used for examining the difference in the results. The significance level was set at 0.05.

Results Independent t-test results showed a significant difference between the two groups only in endurance of abdominal flexor muscles (P=0.013). No significant difference in endurance of other core muscles (P>0.05), postural sway based on two factors of path length (P=0.30) and movement area (P=0.16) were observed between the two groups.

Conclusion The endurance of the abdominal flexor muscles in taekwondo female athletes with hyperlordosis is poor. Considering the possibility of further changes in the core muscles which can affect other areas of the body, longitudinal and follow-up studies are recommended on this group of athletes.

Keywords Core muscles, Postural sway, Hyperlordosis, Taekwondo

Received: 02 Feb 2021
Accepted: 08 Apr 2021
Available Online: 23 Sep 2023

Corresponding Author:
Foad Siedi, Associate Professor.
Address: Department of Health and Sport Medicine, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
Tel: +98 (21) 61118928
E-Mail: foadseidi@ut.ac.ir

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Extended Abstract

Introduction

One of the most important parts of the spine is the lumbar section. Due to the close connection of the lumbar vertebrae with the pelvis, especially through the sacrum, any change in the position of the pelvis leads to a change in the lumbar arch degree, affects the balance, and causes various abnormalities in the lumbar-pelvic area. Postural control or balance is one of the key components of success in performing daily living activities and sports. It is a dynamic process that acts as a closed-loop system to maintain the position of the center of gravity above the support surface, resulting in postural sway within this range. It requires continuous examination of sensory inputs from different parts, their processing in the central nervous system, and appropriate motor response to establish a balance between stabilizing and confusing forces. Postural sway is evaluated by the movement of the center of body pressure, which affects the body's center of gravity and is directly related to postural control and balance.

Several factors are involved in proper controlling of postural sway and consequently maintaining balance, one of which is core stability. The core area has many muscles that stabilize the pelvic girdle, establish the movement of the organs, and provide optimal control of the movements with the proper transfer of force, change of weight direction, and pressure distribution. According to the studies, the strength of the core muscles in women is less than in men. Weakness of core muscles causes an interruption in the transfer of energy from the trunk and limbs to each other, and this leads to decreased sports performance and increased risk of injury. It seems that postural abnormalities, such as hyperlordosis, can change the muscle activity patterns and cause the occurrence of muscle imbalances by changing the alignment of the lumbar-pelvic region, which may cause dysfunction of the core muscles. Therefore, the proper postural control ability is important for exercise and many sports activities. In some sports, such as taekwondo, this is of great importance. In taekwondo, many movements are performed in an open kinetic chain. Kim et al. [15] stated that the kicks in taekwondo include hip flexion and knee extension, and the continuous use of quadriceps muscles and psoas in these movements leads to an increase in the strength of these muscles, which is the reason for increased hyperlordosis in taekwondo athletes compared to non-athletes. The present study aims to assess whether there is any difference in postural sway and core muscle endurance between taekwondo female athletes with or without hyperlordosis.

Materials and Methods

The study population consists of all professional Iranian female taekwondo athletes, of whom 60 were purposefully selected and divided into two groups of 30 including: With hyperlordosis (Mean age: 22.17±2.35 years, mean height: 166±3.95 cm, mean weight: 55.37±5.53 kg) and without hyperlordosis (Mean age: 20.63±2.38 years, mean height: 165±4.23 cm, mean weight: 53.7±4.91 kg). Postural sway was measured by the foot pressure distribution on a single leg. The core muscle endurance was measured by the McGill test. A 30-cm ruler was used to measure lumbar lordosis. Independent t-test was used for examining the difference in the results. The significance level was set at 0.05.

Results

Independent t-test results showed a significant difference between the two groups only in endurance of abdominal flexor muscles (P=0.013). No significant difference in endurance of other core muscles (P>0.05), postural sway based on two factors of path length (P=0.30) and movement area (P=0.16) were observed between the two groups.

Conclusion

The findings showed a significant difference between two groups only in abdominal flexor muscle endurance; other variables were not significantly different between the female athletes with and without hyperlordosis. The endurance of the abdominal flexor muscles in taekwondo female athletes with hyperlordosis was reduced. Based on this result and the possibility of further changes in the core muscles based on the muscle chains, it seems that a follow-up period is needed on this group of athletes. We cannot definitely conclude that hyperlordosis has a negative effect on the core muscle endurance and postural sway of taekwondo female athletes.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles such as obtaining informed consent from the participants, the confidentiality of their information, and allowing them to leave the study were considered.

Funding

This study was extracted from the master's thesis of the first author registered by the Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

مقایسه میزان استقامت عضلات مرکزی و نوسان پاسچر در تکواندوکاران زن با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری

آیناز صمدزادآذر کشتیبان[۱]، *فواد صیدی[۱]، رضا رجبی[۱]

۱. گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Samadzadazar Keshtiban A, Seidi F, Rajabi R. [Comparing the Core Muscles Endurance and Postural Sway of Iranian Taekwondo Female Athletes With and Without Hyperlordosis (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(4):716-729. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.4.7

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.4.7

CC BY

چکیده

مقدمه و اهداف نوسان پاسچر، براساس تغییرات مرکز فشار بدن ارزیابی می‌شود و به‌طور مستقیم با کنترل و تعادل بدن در ارتباط است. عوامل متعددی در کنترل مناسب نوسان پاسچر و به تبع آن حفظ مناسب تعادل دخیل هستند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به ثبات ناحیه مرکزی بدن اشاره کرد. عضلات مرکزی ضعیف باعث وقفه در انتقال انرژی از تنه و اندام‌ها به یکدیگر شده که این امر به کاهش عملکرد ورزشی و افزایش احتمال آسیب منجر می‌شود. لوردوز افزایش‌یافته کمری از مواردی است که می‌تواند بر استقامت عضلات مرکزی بدن تأثیرگذار باشد. در برخی از رشته‌های ورزشی ازجمله تکواندو این فاکتورها از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف از انجام تحقیق حاضر پاسخ به این سؤال بود که آیا تفاوتی در میزان نوسان پاسچر و استقامت عضلات مرکزی زنان تکواندوکاران با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری وجود دارد یا خیر؟

مواد و روش‌ها جامعه پژوهش حاضر زنان تکواندوکار باشگاهی ایران بودند که از این میان تعداد ۶۰ زن تکواندوکار در سطح باشگاهی در قالب ۲ گروه ۳۰ نفری با لوردوز افزایش‌یافته کمری (سن=۲/۳۵±۲۲/۱۷، قد=۳/۹۵±۱۶۶ و وزن=۵/۵۳±۵۵/۳۷) و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری (سن=۲/۳۸±۲۰/۶۳، قد=۴/۲۳±۱۶۵ و وزن= ۴/۹۱±۵۳/۷۰) به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. نوسان پاسچر به‌وسیله دستگاه توزیع فشار به‌صورت تک پا و استقامت عضلات مرکزی به‌وسیله تست‌های ثبات مرکزی مک‌گیل اندازه‌گیری شد. از آزمون تی مستقل برای مقایسه نتایج استفاده شد و سطح معناداری هم در سراسر تحقیق در سطح ۹۵ درصد با آلفای کوچک‌تر یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها نتایج آزمون تی مستقل نشان داد تنها در استقامت عضلات فلکسوری شکم بین ۲ گروه تفاوت معنادار وجود دارد (P=۰/۰۱۳)، اما بین دیگر تست‌های استقامت عضلات مرکزی (P>۰/۰۵) و میزان نوسان پاسچر براساس ۲ مؤلفه طول جابه‌جایی (P=۰/۳۰) و مساحت جابه‌جایی (P=۰/۱۶) در ۲ گروه با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری تفاوت معناداری وجود ندارد.

نتیجه‌گیری براساس نتایج این پژوهش، استقامت عضلات فلکسوری شکم در تکواندوکاران مبتلا به لوردوز افزایش‌یافته کمری دچار ضعف می‌شود. باتوجه‌به این نکته که اختلالات اسکلتی‌عضلانی به‌مرور زمان ممکن است نواحی دیگری از بدن را تحت تأثیر قرار دهد، پیشنهاد می‌شود از تحقیقات بلندمدت و با روش پیگیری استفاده شود.

کلیدواژه‌ها استقامت عضلات مرکزی، نوسان پاسچر، لوردوز افزایش‌یافته کمری، تکواندو

تاریخ دریافت: ۱۴ بهمن ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۱۹ فروردین ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۰۱ مهر ۱۴۰۲

* **نویسنده مسئول:**

دکتر فواد صیدی

نشانی: تهران، دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه بهداشت و طب ورزشی.

تلفن: ۶۱۱۱۸۹۲۸ (۲۱) ۹۸+

رایانامه: foadseidi@ut.ac.ir

مقدمه

یکی از مهم‌ترین قسمت‌های ستون فقرات، قوس کمری است که به‌دلیل ارتباط تنگاتنگ مهره‌های کمری با لگن خاصره ازطریق استخوان خاجی، هرگونه تغییری در موقعیت لگن به تغییر میزان این قوس منجر می‌شود و متعاقباً هرگونه افزایش یا کاهش در میزان زاویه این قوس بر تعادل بدن تأثیرگذار بوده و ناهنجاری‌های مختلفی را در ناحیه کمری‌لگنی به دنبال دارد [۱]. علاوه‌بر استخوان‌ها، رباط‌ها و دیسک‌های بین‌مهره‌ای که در شکل‌گیری قوس کمری مؤثرند، عضلات نیز نقش انکارناپذیری دارند. عضلات مرکزی بدن شامل برخی از عضلات تنه، لگن و ناحیه ران هستند که مسئول برقراری ثبات ستون مهره‌ها و لگن بوده و برای انتقال انرژی از تنه به اندام‌های فوقانی و تحتانی در طول فعالیت‌های ورزشی بسیار مهم هستند [۲]. نشان داده شده است که عضلات مرکزی بدن بدون توجه به جهت حرکت قبل از حرکت اندام‌های تحتانی و فوقانی فعال می‌شوند و قسمت مرکزی بدن با تأمین پایداری نقش مهمی در ایجاد سطح اتکای با ثبات برای انجام حرکات اندام تحتانی دارد. هنگامی که این سیستم به‌درستی کار کند به توزیع مناسب نیرو و تولید حداقل نیروهای فشارنده، انتقالی و برشی در مفاصل زنجیره حرکتی منجر می‌شود [۳، ۴]. بنابراین اشکال در عضلات عمل‌کننده به‌صورت زوج نیرو جهت ثبات لگن می‌تواند اختلالات عملکردی، مانند افزایش قوس کمری را در ستون فقرات به وجود بیاورد. در این ناهنجاری متعاقب بروز عدم تعادل عضلانی در ناحیه کمری‌لگنی (غلبه زوج نیروی حاصل از اکستنسورهای کمری و فلکسورهای مفصل ران به‌دلیل تمایل به سفتی بر زوج نیروی حاصل از اکستنسورهای ران و عضلات شکمی به‌دلیل تمایل به طویل شدن و ضعف عضلانی)، تیلت قدامی لگن اتفاق می‌افتد، قوس کمری افزایش پیدا می‌کند و ثبات ناحیه کمری‌لگنی نیز دچار اختلال می‌شود [۵].

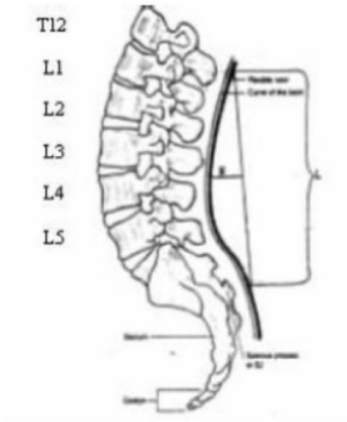
کنترل پاسچر یا همان حفظ تعادل یکی از اجزای کلیدی موفقیت در انجام امور روزمره و فعالیت‌های ورزشی است [۶]. حفظ تعادل فرایندی پویاست که به شکل یک سیستم حلقه بسته برای حفظ موقعیت مرکز ثقل در بالای سطح اتکا عمل می‌کند که نتیجه آن نوسان بدن در این محدوده است [۷]. نوسان پاسچر، براساس تغییرات مرکز فشار بدن که خود تحت تأثیر موقعیت مرکز ثقل بدن است ارزیابی شده و به‌طور مستقیم با کنترل و تعادل بدن در ارتباط است [۸]. عوامل متعددی در کنترل مناسب نوسان پاسچر و به تبع آن حفظ مناسب تعادل دخیل هستند که از مهم‌ترین آنان می‌توان به ثبات ناحیه مرکزی بدن اشاره کرد. این ناحیه دارای عضلات متعددی است که با ایجاد ثبات در کمربند کمری‌لگنی، حرکت اندام‌ها را پایه‌ریزی کرده و با انتقال مناسب نیرو، تغییر جهت وزن و توزیع فشار، کنترل مطلوب حرکات را فراهم می‌کنند [۸].

براساس نتایج پژوهش‌ها قدرت عضلات مرکزی در زنان کمتر از مردان است [۹]. در صورت ضعف عضلات ناحیه مرکزی، نوسان پاسچر در افراد افزایش خواهد یافت و تعادل کم خواهد شد. درنتیجه انتقال نیرو از تنه به اندام‌های فوقانی و تحتانی به‌درستی صورت نخواهد گرفت که این انتقال نیرو در طول فعالیت‌های ورزشی بسیار مهم تلقی می‌شود [۱۰]. در این بین در برخی از رشته‌های ورزشی ازجمله تکواندو این انتقال نیرو از اهمیت بالایی برخوردار است. به این دلیل که در تکواندو بسیاری از حرکات در زنجیره حرکتی باز (حالتی که یک پا به حالت آزاد در فضاست) انجام می‌شود [۱۱]. بنابراین ثبات در ناحیه مرکزی برای این ورزشکاران مهم و ضروری است. ازجمله عواملی که به نظر می‌رسد می‌تواند تأثیری منفی بر عملکرد عضلات مرکزی تکواندوکار داشته باشد، بروز عدم تعادل عضلانی[1] متعاقب وجود ناهنجاری‌های پاسچرال است.

پژوهشگران به‌منظور شناسایی نارسایی‌های کنترل وضعیتی، درباره جنبه‌های مختلف آن و اقدام در رفع نارسایی‌های مرتبط با آن مطالعات بسیاری در حیطه‌های مختلف علوم رفتاری و حرکتی انجام داده‌اند که نتایج برخی از این مطالعات نشان‌دهنده تأثیر منفی پاسچر نامطلوب بر کنترل تعادل بدن است. از آن جمله برخی از مطالعات تأثیر نامطلوب پاسچر بد را بر کنترل تعادل بدن گزارش کرده‌اند. همچنین در ادبیات پیشینه از لوردوز افزایش‌یافته کمری به‌عنوان یکی از ناهنجاری‌های بسیار شایع در زنان جوان [۱۲] و همچنین تکواندوکاران [۱۳] یاد شده است؛ به‌گونه‌ای که نتایج پژوهش حکیمی و همکاران نشان از تأثیر ورزش تکواندو بر وضعیت بدن به‌خصوص مهره‌های کمری تکواندوکاران نخبه زن دارد [۱۴]. طبق گزارش این تحقیق میانگین مقدار لوردوز کمری در تکواندوکاران زن (۴۷/۹۷ درجه) به‌طور معناداری بیشتر از افراد غیر ورزشکار (۴۴/۰۴ درجه) بود. نتایج با یافته‌های لیچاتو و همکاران [۱۳] و زهران [۱۱] نیز همسو بود. در مطالعه لیچاتو عنوان شد تکواندوکاران به نسبت هندبالست‌ها و والیبالیست‌ها به‌طور معناداری از میزان لوردوز بیشتری برخوردار بودند. کیم و همکاران بیان کردند که ضربات در ورزش تکواندو شامل فلکشن ران و اکستنشن زانو هستند، درنتیجه استفاده مداوم از عضلات چهارسر و همچنین سوئز خاصره‌ای در این حرکات به افزایش قدرت در این عضلات منجر می‌شود [۱۵] که می‌تواند از دلایل افزایش لوردوز کمری در تکواندوکاران نسبت به غیرورزشکاران باشد [۱۴].

ازاین‌رو به نظر می‌رسد ناهنجاری‌های پاسچرال ازجمله لوردوز افزایش‌یافته کمری می‌تواند با تغییر در راستای ناحیه کمری‌لگنی سبب تغییر در الگوهای فعالیت عضلانی و بروز ایمبالانس‌های عضلانی شود که این عامل ممکن است سبب اختلال در عملکرد و عضلات ناحیه مرکزی بدن شود. بنابراین توانایی مناسب در کنترل پاسچر برای عملکرد جسمانی و بسیاری از فعالیت‌های ورزشی،

1. Muscle imbalance



طب توانبخشی

تصویر ۱. محاسبه زاویه قوس کمری با استفاده از خط‌کش منعطف

ضروری و مهم بوده و کارایی در کنترل پاسچر می‌تواند عملکرد موفقیت‌آمیز ورزشکار را تضمین کند. به همین دلیل فعالیت و قدرت عضلات ناحیه مرکزی نقش اساسی در عملکرد ورزشکار و در جلوگیری از آسیب در اندام تحتانی دارد. چراکه در ورزشکارانی که از ثبات مرکزی خوبی برخوردارند، احتمالاً به‌علت افزایش کارایی حرکات، احتمال وقوع آسیب‌ها کاهش می‌یابد [۱۶]. همچنین در مطالعه محمدعلی نسب بیان شد که ضعف عضلات مرکزی بدن دومین پیامد در اختلال عملکرد تنه است و تمرینات ثبات مرکزی می‌توانند به بهبود استقامت و قدرت این ناحیه کمک کند [۱۷]. ازاین‌رو تحقیقات پیشین به مقوله ثبات مرکزی به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر کنترل پاسچر توجه زیادی داشته‌اند. در این میان، محمدی به مقایسه کنترل وضعیتی و استقامت عضلات مرکزی در افراد غیرورزشکار با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری پرداخت. یافته‌های این مطالعه نشان دادند ناهنجاری مذکور با کاهش استقامت عضلات مرکزی تنه، توانایی فرد را در کنترل تعادل را کاهش می‌دهد و می‌تواند در انجام فعالیت‌های گوناگون تأثیر منفی بگذارد [۱۸]. گلستانی و همکاران نیز به این نکته اشاره کردند که افزایش زاویه لوردوز حتی اگر بر راستای اندام تحتانی هنوز اثر نگذاشته باشد، می‌تواند تعادل پویا و ایستا را کاهش دهد که در این تحقیق برای اندازه‌گیری تعادل از آزمون تعادل وای (Y) استفاده شد و همچنین جامعه آماری این تحقیق نیز غیرورزشکار و با تحقیق حاضر متفاوت بودند [۱۹]. در همین راستا ایزدی و همکاران به این نتیجه رسیدند که قوس افزایش‌یافته کمری بر فعالیت برخی عضلات اندام تحتانی در حین فعالیت تأثیر می‌گذارد و فعالیت عضلات را دچار اختلال می‌کند [۲۰].

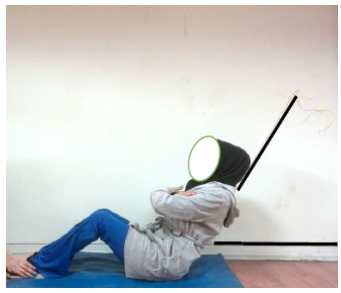
به‌طورکلی مطالعات انجام‌شده درمورد کنترل وضعیتی و استقامت عضلات مرکزی در افراد مبتلا به هایپرلوردوزیس معدود بوده و نتایج موجود ضدونقیض است. ازاین‌رو تحقیق حاضر در نظر دارد تا به مقایسه میزان استقامت عضلات مرکزی و نوسان پاسچر در زنان تکواندوکارانی که دارای لوردوز افزایش‌یافته کمری و انحنای طبیعی قوس کمر هستند بپردازد و به این سؤال پاسخ دهد که آیا تفاوتی در میزان نوسان پاسچر و استقامت عضلات مرکزی زنان تکواندوکاران با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری وجود دارد یا خیر؟

مواد و روش‌ها

تحقیق از نوع توصیفی و علّی مقایسه‌ای است. جامعه آماری تحقیق حاضر، زنان تکواندوکار ۱۸ تا ۲۵ سال شاغل در باشگاه‌های سطح تهران بودند.

در این تحقیق باتوجه‌به ورزشکار بودن نمونه‌ها، در یک مطالعه آزمایشی جهت به دست آوردن میزان طبیعی لوردوز کمری در دختران تکواندوکار ۱۸ تا ۲۵ سال باشگاه‌های سطح تهران، میزان قوس کمری ۱۰۰ نفر که به‌طور تصادفی از میان جامعه آماری انتخاب شده بودند، با خط‌کش منعطف اندازه‌گیری شد. میانگین زاویه لوردوز آزمودنی‌ها در این مطالعه برابر با ۸/۴۶±۴۶/۴۵ درجه به دست آمده است که با احتساب یک انحراف‌معیار بالاتر از میانگین [۱۹، ۲۰]، زاویه مساوی یا بالاتر از ۵۵ درجه به‌عنوان ناهنجاری لوردوز افزایش‌یافته کمری، در نظر گرفته شد.

(الف) (ب) (ج)



طب توانبخشی

تصویر ۲. اندازه‌گیری استقامت عضلات ناحیه مرکزی بدن

پس از آن باتوجه‌به درجه زاویه لوردوز افزایش‌یافته کمری، ۶۰ فرد در قالب ۲ گروه ۳۰ نفری با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری به‌صورت تصادفی و براساس معیارهای ورود (جنسیت زن، تکواندوکار در سطح باشگاهی، قرار داشتن در محدوده سنی ۱۸ الی۲۵ سال، رضایت‌نامه کتبی آزمودنی‌ها برای شرکت داوطلبانه، داشتن تمرین در طول ۳ سال گذشته به‌طور مرتب و حداقل ۳ جلسه در هفته، نداشتن هرگونه علائم پاتولوژیک، سابقه شکستگی، جراحی و یا بیماری‌های مفصلی در ستون فقرات، کمربند شانه‌ای و لگن، دارا بودن شاخص توده بدنی نرمال، نداشتن مشکلات بینایی و گوش داخلی و نداشتن سابقه بارداری و زایمان) و خروج (عدم علاقه به ادامه همکاری) به‌عنوان آزمودنی تحقیق انتخاب شدند. تعداد آزمودنی‌های تحقیق باتوجه‌به تعداد آزمودنی‌های پژوهش‌های مشابه پیشین (۶۰ نفر در مجموع به‌صورت دو گروه ۳۰ نفری) در نظر گرفته شد. با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور، توان ۸۰ درصد، دامنه اطمینان ۹۵ درصد و اندازه اثر ۰/۷۴ تعیین شد.

پژوهشگر بعد از گرفتن رضایت‌نامه کتبی از آزمودنی‌ها، شروع به اجرای اندازه‌گیری‌ها کرد. جهت ارزیابی شاخص توده بدنی، قد را برحسب سانتی‌متر و وزن برحسب کیلوگرم اندازه‌گیری شد و سپس با تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) شاخص توده بدنی هر فرد به دست آمد.

برای ارزیابی ثبات ناحیه مرکزی بدن آن‌ها، از مجموعه آزمون‌های برگرفته‌شده از مک‌گیل استفاده شد. همچنین میزان نوسان پاسچر نیز براساس طول جابه‌جایی[2] و محدوده جابه‌جایی مرکز فشار بدن[3]، توسط دستگاه توزیع فشار[4] به‌صورت تک پا ارزیابی شد [۲۱].

روند اندازه‌گیری لوردوز کمری

برای اندازه‌گیری لوردوز کمری از خط‌کش منعطف ساخت کشور ایران با نام پیستوله ماری استفاده شد. روایی این وسیله ۰/۹۱ در مقایسه با عکس رادیوگرافی و پایایی درون‌آزمونگر ۰/۸۹ تا ۰/۹۲ و پایایی بین‌آزمونگر ۰/۸۲ گزارش شده است [۲۲]. جهت این اندازه‌گیری نیاز به ۲ نشان استخوانی بود که در این تحقیق به مانند روش یوداس از زائده خاری مهره دوازدهم پشتی (T12) به‌عنوان نقطه شروع قوس و به مانند دیگر تحقیقات در این زمینه، از زائده خاری مهره دوم خاجی (S2) به‌عنوان انتهای قوس استفاده شد. علت استفاده از مهره دوازدهم پشتی (T12) به‌جای مهره اول کمری (L1) این بود که کل قوس کمری اندازه‌گیری شود. بدین‌منظور ابتدا لندمارک‌های مزبور شناسایی و با برچسب‌های مخصوص علامت‌گذاری شدند و درحالی‌که

طب توانبخشی

تصویر ۳. روش اندازه‌گیری نوسان پاسچر بر روی دستگاه توزیع فشار به‌صورت تک پا

آزمودنی‌ها با پای برهنه و با تقسیم وزن روی هر ۲ پا به‌صورت صاف ایستاده بودند، ۳ بار حرکت خم و راست شدن تنه را برای جلوگیری از انقباضات اضافی قبل از اندازه‌گیری انجام دادند. آنگاه خط‌کش منعطف در ناحیه کمری فرد قرار داده شد. فشار یکسانی در طول خط‌کش وارد شد تا هیچ فضایی بین خط‌کش و پوست فرد نباشد تا شکل قوس کمری را به خود بگیرد. پس از منطبق شدن خط‌کش منعطف بر روی کمر، نقاطی از آن که در تماس با قسمت میانی برچسب‌ها بود با ماژیک علامت زده شد. سپس بدون آنکه تغییری در شکل خط‌کش منعطف صورت گیرد، از روی کمر به‌آرامی و با دقت برداشته و بر روی کاغذ سفید گذاشته شد و انحنای قسمت محدب آن روی کاغذ سفید ترسیم و نقاط T12 و S2 روی آن علامت زده شد [۲۳].

برای محاسبه زاویه قوس کمری از روی شکل به‌دست‌آمده از خط‌کش منعطف، نقاط T12 و S2 با یک خط مستقیم به یکدیگر وصل و L نامیده شد. آنگاه با حرکت دادن خط‌کش فلزی، عمیق‌ترین جای قوس نسبت به خط L پیدا شد و از آن نقطه، خط عمود به انحنا رسم شد و این خط H نامیده شد (تصویر شماره ۱). پس از اندازه‌گیری خطوط L و H با خط‌کش میلی‌متری، مقادیر آن‌ها در فرمول شماره ۱ که در نرم‌افزار اکسل تنظیم شده بود، جای‌گذاری و میزان زاویه قوس کمری محاسبه شد.

1. Θ=4Arctan (2H/L)

روند اندازه‌گیری استقامت عضلات ناحیه مرکزی بدن

در این تحقیق برای ارزیابی استقامت عضلات ناحیه مرکزی بدن، از مجموعه آزمون‌های برگرفته‌شده از مک‌گیل استفاده شد. پایایی این آزمون برای قسمت خلفی تنه ۰/۹۳، برای قسمت قدامی تنه ۰/۹۸ و درنهایت برای استقامت عضلات ثبات‌دهنده جانبی تنه ۰/۹۵ توسط مک‌گیل و همکاران گزارش شد [۲۴].

2. Path length
3. Area
4. Foot pressure distribution

جدول ۱. اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها در گروه‌های تحقیق (n=۳۰)

متغیر	گروه: میانگین±انحراف‌معیار	
	با لوردوز افزایش‌یافته کمری	بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری
سن (سال)	۲/۲۲±۱۷/۳۵	۶۳/۳۸±۰۲/۲
قد (سانتی‌متر)	۱۶۶±۳/۹۵	۱۶۵±۴/۲۳
وزن (کیلوگرم)	۵۵/۵±۳۷/۵۳	۷۰/۹۱±۵۳/۴
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۲۰/۱±۰/۷۹	۵۲/۳۱±۱۹/۱
میزان زاویه لوردوز (درجه)	۷۱/۷۹±۵۹/۳	۴۶/۸۱±۴۴/۴
طول جابه‌جایی نوسان پاسچر (میلی‌متر)	۱۰۵۸/۲۶۷±۴/۵۵	۹۹۲/۲۲۰±۵۱/۷۶
مساحت جابه‌جایی نوسان پاسچر (میلی‌متر مربع)	۲۵۸/۸۱±۶۱/۱۲	۲۲۳/۱۰۸±۶۶/۰۳
نمره مجموع استقامت عضلات مرکزی بدن (ثانیه)	۳۵۲/۸۱±۲۳/۰۶	۳۴۵/۹۰±۶۱/۲۳
نمره آزمون ایزومتریک پلانک پهلو سمت راست (ثانیه)	۸۰/۲۳±۲۱/۴۴	۷۴/۲۴±۳۵/۸۶
نمره آزمون ایزومتریک پلانک پهلو سمت چپ (ثانیه)	۸۰/۰۳±۷۸/۲۳	۷۳/۲۱±۴۸/۱۲
نمره استقامت عضلات فلکسوری تنه (ثانیه)	۸۵/۲۴±۴۲/۳۷	۱۰۱/۲۵±۹۴/۷۱
نمره استقامت عضلات اکستنسوری تنه (ثانیه)	۱۰۸/۲۷±۰۴/۷۲	۹۵/۲۴±۵۲/۲۷

طب‌توانبخشی

این آزمون‌ها شامل حفظ وضعیت فلکشن تنه در ۶۰ درجه، تست اکستنشن تنه و تست پلانک طرفی (پلانک طرفی راست و پلانک طرفی چپ) است. در انجام این مجموعه از آزمون‌ها، آزمودنی می‌بایست وضعیت‌های مذکور را تا حداکثر زمان ممکن و با راستای صحیح حفظ کند و با برهم خوردن راستا، ثبت زمان متوقف می‌شود. درنهایت مجموع استقامت عضلات ثبات‌دهنده تنه در تمام ابعاد (خلفی، قدامی، جانبی چپ و راست) به‌عنوان نمره مجموع [۱۸] و نمره هر بخش نیز به‌صورت جداگانه آورده شد [۲۵].

روش اندازه‌گیری استقامت عضلات اکستنسور تنه

در این تحقیق مدت‌زمان تحمل اکستنسوری عضلات کمر ازطریق آزمون بایرینگ‌ـسورنسن اندازه‌گیری شد (آزمون اکستنشن تنه). در تحقیقات زیادی از تست بایرینگ‌ـسورنسن برای ارزیابی استقامت ایستای عضلات اکستنسور کمر استفاده شده است و این آزمون، مناسب و کم‌هزینه برای اندازه‌گیری استقامت عضلات پشت است [۲۶].

در این آزمون، آزمودنی روی یک تخت به‌صورت دمر دراز کشید. به‌طوری‌که بالاتنه خارج از نیمکت قرار داشت. سپس دست‌ها را بر روی صندلی مقابل خود می‌گذاشت و پاهایش توسط فرد دیگری گرفته می‌شد. هنگام شروع تست، فرد دست‌هایش به‌صورت ضربدری بر روی قفسه سینه و مقابل شانه قرار می‌گرفت. در صورت بروز خستگی و خارج شدن از وضعیت افقی، آزمون توسط آزمونگر خاتمه می‌یافت و زمان به‌دست‌آمده برحسب ثانیه به‌عنوان زمان ثبات اکستنسوری تنه در نظر گرفته می‌شد (تصویر شماره ۲ الف) [۲۴، ۲۶].

روش اندازه‌گیری استقامت عضلات فلکسور تنه

برای اندازه‌گیری استقامت ایستای عضلات شکم از آزمون نگهداری بدن در زاویه ۶۰ درجه استفاده شد.

نحوه اجرای این آزمون بدین صورت است که ابتدا زاویه ۶۰ درجه بر روی دیوار رسم شد. سپس آزمودنی به پشت بر روی تشک موردنظر خوابید و زانوهایش را ۹۰ درجه خم کرد، به‌طوری‌که کف پاهایش روی زمین قرار گرفت و پاهای وی توسط فرد دیگری گرفته شد. تنه فرد توسط آزمونگر تا ۶۰ درجه از سطح تشک به‌صورت غیرفعال بالا آورده شد. در این حالت فرد دست‌هایش را روی سینه به‌صورت ضربدری قرار داد و هنگامی‌که فرد آمادگی خود را اعلام کرد، آزمونگر حمایت خود را حذف و در همین زمان کرونومتر توسط همکار تحقیق شروع به کار کرد و آزمونگر مراقب بود تا تنه فرد از ۶۰ درجه منحرف نشود. اگر انحراف کم بود، تذکر داده می‌شد و فرد به وضعیت صحیح بازمی‌گشت. هنگامی‌که فرد، دیگر توانایی نگهداری تنه را در زاویه ۶۰ درجه نداشت، کرونومتر نگه‌داشته می‌شد و استقامت ایستای عضلات فلکسوری شکم به دست می‌آمد (تصویر شماره ۲ ب) [۲۴، ۲۶].

جدول ۲. اطلاعات مربوط به آزمون شاپیرو ویلک

متغیر / گروه	با لوردوز افزایش‌یافته	بدون لوردوز افزایش
طول جابه‌جایی نوسان پاسچر (میلی‌متر)	۰/۲۵	۰/۲۰
مساحت جابه‌جایی نوسان پاسچر (میلی‌متر مربع)	۰/۱۴	۰/۱۳
نمره مجموع استقامت عضلات مرکزی بدن (ثانیه)	۰/۰۸	۰/۰۶
نمره آزمون ایزومتریک پلانک پهلو سمت راست (ثانیه)	۰/۴۸	۰/۴۹
نمره آزمون ایزومتریک پلانک پهلو سمت چپ (ثانیه)	۰/۰۷	۰/۳۳
نمره استقامت عضلات فلکسوری تنه (ثانیه)	۰/۰۷	۰/۰۷
نمره استقامت عضلات اکستنسوری تنه (ثانیه)	۰/۸۷	۰/۱۴

طب‌توانبخشی

روش اندازه‌گیری استقامت جانبی تنه

برای ارزیابی استقامت عضلات طرفی، از تست ثبات جانبی مک‌گیل استفاده شد (آزمون پلانک طرفی یا پل به پهلو). در تحقیقات زیادی از این تست برای ارزیابی استقامت ایستای عضلات طرفی استفاده شده است و در این آزمون، آزمودنی به حالت پل از کنار دراز کشید و پاها به‌صورت بازشده روی یکدیگر قرار گرفت. سپس فرد درحالی‌که ران و زانو را از زمین بلند می‌کرد، بر روی ساعد و ناحیه خارجی پای زیرین طوری قرار می‌گرفت که نواحی سر، ستون فقرات، لگن و اندام تحتانی به‌صورت کشیده در یک راستا بودند و بازوی زیرین در حالت عمود نسبت به تنه قرار داشت. زمانی که آزمودنی حالت پاسچر با پشت صاف را از دست می‌داد و یا ران و لگن به سمت زمین می‌آمد، آزمون متوقف می‌شد و زمان به‌دست‌آمده برحسب ثانیه به‌عنوان استقامت جانبی تنه لحاظ می‌شد (تصویر شماره ۲ ج). این آزمون برای هر ۲ دست کناری بدن به یک صورت انجام شد [۲۴، ۲۶].

روند اندازه‌گیری نوسان پاسچر

میزان نوسان پاسچر نیز براساس طول جابه‌جایی[5] و محدوده جابه‌جایی مرکز فشار بدن[6]، توسط دستگاه توزیع فشار[7] به‌صورت تک پا بر روی پای تکیه‌گاه ارزیابی شد (تصویر شماره ۳) [۲۱].

روش تجزیه‌وتحلیل آماری

اطلاعات خام به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و بهره‌گیری از آمار توصیفی و استنباطی تجزیه‌وتحلیل شدند. بدین‌منظور، از آزمون تی مستقل جهت مقایسه اطلاعات به‌دست‌آمده بین ۲ گروه با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری استفاده شد. سطح معناداری نیز در تحقیق حاضر، برابر با ۹۵ درصد با میزان آلفای کوچک‌تر یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

5. Path length
6. Area
7. Foot pressure distribution

جدول ۳. مقایسه میزان استقامت عضلات مرکزی گروه با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری (آزمون تی مستقل)

متغیر	t	df	P
جابه‌جایی نوسان پاسچر طول جابه‌جایی (میلی‌متر)	-۱/۰۴	۵۸	۰/۳۰
جابه‌جایی نوسان پاسچر مساحت جابه‌جایی (میلی‌متر مربع)	-۱/۴۱	۵۸	۰/۱۶
استقامت عضلات مرکزی	-۰/۲۹۹	۵۸	۰/۷۶
نمره آزمون ایزومتریک پلانک پهلو سمت راست (ثانیه)	-۰/۹۴۰	۵۸	۰/۳۵
نمره آزمون ایزومتریک پلانک پهلو سمت چپ (ثانیه)	-۰/۸۲۱	۵۸	۰/۴۲
نمره استقامت عضلات فلکسوری تنه (ثانیه)	۲/۵۵۴	۵۸	۰/۰۱
نمره استقامت عضلات اکستنسوری تنه (ثانیه)	-۱/۸۵۹	۵۸	۰/۰۷

طب‌توانبخشی

یافته‌ها

ورزشکاران ازلحاظ ویژگی‌های فردی و پیکرسنجی همسان بودند و اختلاف معناداری در بین آن‌ها مشاهده نشد. همچنین اطلاعات توصیفی تحقیق در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

باتوجه‌به تأیید توزیع نرمال داده‌ها در هر ۲ گروه توسط آزمون شاپیرو ویلک[8] (P>۰/۰۵) (جدول شماره ۲)، برای مقایسه بین‌گروهی متغیرها از آزمون تی مستقل[9] استفاده شد.

نتایج جدول شماره ۳ آزمون تی مستقل درمجموع نشان داد بین میزان استقامت عضلات مرکزی و همچنین در تست‌های پلانک پهلو و استقامت عضلات اکستنسوری تنه و نوسان وضعیت بدنی (طول جابه‌جایی و مساحت) بین ۲ گروه با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری اختلاف معناداری وجود ندارد (P>۰/۰۵). تنها در بین نمره استقامت عضلات فلکسوری تنه بین ۲ گروه تفاوت معنادار دیده شد (P=۰/۰۱۳).

بحث

هدف تحقیق حاضر مقایسه میزان استقامت عضلات مرکزی و نوسان پاسچر در تکواندوکاران زن با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری بود. در این ارتباط، تجزیه‌وتحلیل یافته‌های تحقیق نشان داد تنها تفاوت معنادار میان استقامت عضلات فلکسوری تنه بین ۲ گروه دیده شد و دیگر متغیرهای تحقیق در ۲ گروه با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری تفاوت معناداری با هم نداشتند.

براساس پیشینه تحقیق پیش‌بینی می‌شد باتوجه‌به تغییرات انحنای ستون فقرات در ناحیه کمری‌لگنی (لوردوز افزایش‌یافته کمری)، الگوی فعالیت عضلانی این ناحیه تغییر کرده و با بروز ایمبالانس‌های عضلانی، استقامت عضلات مرکزی و ثبات ناحیه مرکزی در ۲ گروه با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری با هم تفاوت داشته باشد، اما نتایج تحقیق حاضر نشان داد در زنان تکواندوکار با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری تنها در میان استقامت عضلات فلکسوری تنه تفاوت وجود داشت و نوسان پاسچر و دیگر فاکتورهای مربوط به استقامت عضلات مرکزی بدن بین ۲ گروه تفاوت معناداری با هم نداشتند. بنابراین به نظر می‌رسد دلایل احتمالی متعددی می‌توانند بر روی عدم تفاوت در دیگر تست‌های آزمون استقامت عضلات شکمی تکواندوکاران با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری تأثیرگذار بگذارد که می‌توان به موارد ویژگی آزمون، ورزشکار بودن نمونه‌ها، نمره کلی استقامت عضلات مرکزی، عدم خستگی ورزشکار و تست‌گیری در زمان‌های مختلف اشاره کرد.

درخصوص ویژگی آزمون می‌توان گفت که در تحقیق حاضر از تست‌های مک‌گیل برای ارزیابی استقامت عضلات مرکزی استفاده شد. عضلات ناحیه مرکزی، تنه را در طول فعالیت حمایت می‌کند و باعث کاهش آسیب و حفظ عملکرد خوب در طی فعالیت‌های ورزشی می‌شوند. بنابراین بالا بودن استقامت عضلات مرکزی با ظرفیت بالا برای انجام حرکات عملکردی در طی فعالیت‌های ورزشی در ارتباط است. تمام اندازه‌گیری‌های استقامت عضلات مرکزی در این تحقیق به‌صورت یک تکرار در مدت‌زمان طولانی تا مرز خستگی یا از دست دادن وضعیت درست تست، اندازه‌گیری شد تا توانایی فرد برای حفظ یک وضعیت سنجیده شود، اما به نظر می‌رسد باتوجه‌به ویژگی جلسه تمرینی که معمولاً یک ساعت و نیم به طول می‌انجامد و همچنین در مسابقات که تکواندوکار حداقل در ۳ مسابقه و در ۳ راند ۲ دقیقه‌ای به مبارزه می‌پردازد، استقامت عضلانی پویا در طول جلسه تمرینی و کل مسابقه نسب به حفظ وضعیت ایزومتریک به مدت طولانی به‌صورت ایستا، مهم‌تر است، چراکه استقامت عضلات مرکزی تکواندوکار به‌صورت دینامیک به‌مدت طولانی در طی انجام یک تکلیف ورزشی سنجیده می‌شود. درحالی‌که تست‌های مک‌گیل استقامت عضلات مرکزی را در وضعیت استاتیک اندازه‌گیری می‌کنند [۲۷].

بنابراین اگر این امکان وجود داشت که استقامت ناحیه مرکزی به‌صورت دینامیک مشابه با تکلیف تکواندو سنجیده شود، ممکن بود در آن صورت تفاوت در استقامت عضلات مرکزی بین ۲ گروه با و بدون لوردوز افزایش‌یافته کمری دیده شود. ممکن است به‌دلیل چنین تفاوتی باشد که محقق در اندازه‌گیری‌های تست‌های استقامت عضلات مرکزی نتوانست ماهیت رشته ورزشی تکواندو را به‌صورت دقیق لحاظ کند که بر همین اساس، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده با طراحی پروتکل‌های عملکردی، استقامت عضلات مرکزی تکواندوکاران هایپرلوردوتیک در طی اجرای یک تکنیک ورزشی خاص به‌صورت عملکردی سنجیده شود. در این خصوص می‌توان به تحقیق تسه و همکاران که در آن از تست‌های مک‌گیل برای سنجش استقامت عضلات مرکزی و مقایسه قدرت عضلات مرکزی با متغیرهای عملکردی در قایقرانان استفاده شده است، اشاره کرد. در این تحقیق از تست‌های مک‌گیل برای سنجش استقامت عضلات مرکزی به‌صورت ایستا و از پارو زدن به مسافت ۲۰۰۰ متر برای سنجش استقامت عضلات مرکزی به‌صورت داینامیک استفاده شد.

نتایج حاکی از آن بود که استقامت عضلات مرکزی افرادی که در برنامه تمرینی عضلات مرکزی شرکت کرده بودند، به‌طور معناداری افزایش یافت؛ درحالی‌که در عملکرد ورزشی قایقرانان (پارو زدن به مسافت ۲۰۰۰ متر) پیشرفتی مشاهده نشد [۱۰].

همان‌طور که نتایج این تحقیق نیز نشان داد در تست استقامت عضلات فلکسوری تفاوت معناداری بین ۲ گروه دیده شد که نشان‌دهنده ضعف در عضلات شکمی افراد دارای لوردوز

8. Shapiro-Wilk
9. Independent Samples T-Test

افزایش‌یافته است که می‌تواند از پیامدهای غلبه زوج نیروی حاصل از اکستنسورهای کمری و فلکسورهای مفصل ران بر زوج نیروی حاصل از اکستنسورهای ران و عضلات شکمی به‌دلیل تمایل به طویل‌شدگی باشد. از طرفی باتوجه‌به وجود ضعف در این ناحیه و باتوجه‌به عکس‌العمل‌های زنجیره‌ای این احتمال وجود دارد که به مرور زمان دیگر نواحی نیز تغییراتی را در روابط جفت نیرو و عملکرد عضلانی داشته باشند. درنتیجه این احتمال وجود دارد که هنوز این ناهنجاری در این افراد بر دیگر نواحی تأثیر محسوسی را نگذاشته باشد، اما ممکن است در آینده با انجام الگوهای تکراری این زمینه فراهم شود و دیگر نواحی نیز دچار ضعف در عملکرد شوند [۵].

همچنین باتوجه‌به ماهیت تمرینی رشته ورزشی تکواندو می‌توان گفت ضربات دورانی و چرخشی یکی از مهم‌ترین مهارت‌هایی است که در مسابقات تکواندو به‌دلیل امتیازآور بودن ضربه، هم در حمله و هم در دفاع توسط ورزشکار به کار گرفته می‌شود [۲۸]. استفاده از ضربات چرخشی در ارتفاعات مختلف هدف، برای یک تکواندوکار حائز اهمیت است [۲۹]. همچنین باتوجه‌به تغییر قوانین تکواندو در مسابقات کیوروگی، با کاهش ۱۸ درصدی مساحت شیاپجانگ و استفاده از هوگوی الکترونیکی و امتیازات بالا برای ضربات صورت، به نظر می‌رسد تکواندوکار برای کسب امتیاز بیشتر هم در حمله و هم در دفاع، مدام با اکستنشن کمر یک تیلت قدامی در ناحیه کمری‌لگنی خود ایجاد کرده تا با به دست آوردن حداکثر دامنه فلکشن ران امتیازات بیشتری را با زدن ضربه به ناحیه سر حریف کسب کند.

همچنین باتوجه‌به اینکه در تحقیق حاضر تمام اندازه‌گیری‌ها بر روی آزمودنی‌ها پس از گرم کردن اولیه، پیش از شروع جلسه تمرینی در ساعات مشخصی انجام شد، این احتمال وجود دارد که پایین بودن سطح فعالیت ورزشکار و عدم خستگی نتایج تحقیق حاضر را تحت تأثیر قرار داده باشد. بنابراین می‌توان در تحقیقات آینده به‌جای تست‌های مک‌گیل که در اکثر تحقیقات برای ارزیابی استقامت عضلات مرکزی در غیر ورزشکاران استفاده شده است، با استفاده از تست ورزشی ویژه، استقامت عضلات مرکزی را در این گروه افراد سنجید [۳۰] تا شاید با مقایسه افراد در نیازهای بالای تمرینی این تفاوت دیده شود.

همچنین درخصوص متغیر نوسان پاسچر، باتوجه‌به اینکه تمامی آزمودنی‌ها دارای کمربند مشکی و قرمز بودند و بیش از ۳ سال در رشته ورزشی تکواندو فعالیت داشتند به نظر می‌رسد تمرینات تکواندو خود عاملی در جهت افزایش تعادل و کاهش نوسان پاسچر بوده باشد. براساس تحقیق فونگ و همکاران تمرین بیش از ۱ سال تکواندو می‌تواند به‌طور معناداری باعث بهبود تعادل به‌صورت تک پا شود [۳۱].

علاوه‌براین برخی از پژوهشگران پیشنهاد کرده‌اند که ورزشکاران رشته‌های برخوردی، مانند تکواندو و کاراته برای حفظ وضعیت خود تغییرات در اطلاعات بصری خود را به حداکثر برسانند [۳۱]. درنتیجه ضربات تکواندو به‌صورت پرش‌های اکروباتیک و چرخشی می‌تواند با به‌کارگیری بهتر از سیستم بینایی و سیستم دهلیزی باعث حفظ تعادل در ورزشکار شود [۳۲]. همچنین فونگ در تحقیق دیگری گزارش کرد که تمرینات تکواندو پیشرفت سیستم دهلیزی را سرعت می‌بخشند. بنابراین افرادی که به‌صورت حرفه‌ای تکواندو کار می‌کنند عملکرد سیستم دهلیزی خود را در حفظ تعادل بهبود می‌بخشند و به‌صورت تک‌پا توانایی کنترل تعادل بیشتری نسبت به افراد غیرورزشکار دارند [۳۱].

ازاین‌رو، این احتمال وجود دارد که انحراف ستون فقرات در ناحیه کمری‌لگنی با تغییر چند درجه‌ای در زاویه نمی‌تواند برخلاف نمونه‌های غیرورزشکار، ثبات ناحیه مرکزی را تحت تأثیر قرار دهد و تفاوت فاحشی ایجاد کند. بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده افراد در رِنج‌های مختلف افزایش لوردوز با هم مقایسه شوند تا شاید در لوردوزهای بالا این تفاوت دیده شود. همچنین همان‌گونه که در تفسیر استقامت عضلات مرکزی شرح داده شد، تمام اندازه‌گیری‌ها بر روی آزمودنی‌ها پس از گرم کردن اولیه، پیش از شروع جلسه تمرینی در ساعات مشخصی انجام شد. این امکان وجود دارد که پایین بودن سطح فعالیت ورزشکار و عدم خستگی نتایج تحقیق حاضر را تحت تأثیر قرار داده باشد. ماهیت جلسه تمرینی و مسابقه تکواندو به‌گونه‌ای است که تعادل ورزشکار تحت تأثیر خستگی قرار می‌گیرد [۳۳].

چراکه در تحقیق هیبون و همکاران اعمال خستگی به‌صورت یک دوره کوتاه شدید تمرینی روی تردمیل، عملکرد پرش عمودی تکواندوکار را تحت تأثیر قرار داد و باعث افزایش نوسان پاسچر شد [۳۳]. به نظر می‌رسد این احتمال وجود دارد که تست‌گیری در زمان‌های متفاوت از روز نوسان پاسچر ورزشکاران را تحت تأثیر خود قرار داده باشد. در این خصوص موسوی و همکاران در تحقیق خود که اثر زمان روز بر کنترل پاسچر ایستا و پویا در زنان و مردان ورزشکار را بررسی کرده‌اند، به اهمیت اثر زمان روز بر حفظ تعادل ایستا و پویای زنان و مردان ورزشکار به‌عنوان یک فاکتور مهم اشاره کرده‌اند. به گفته آنان تعادل ورزشکاران در عصر به اوج خود رسیده بود [۳۴].

براین‌اساس به نظر می‌رسد یکی از علل تفاوت کنترل پاسچر در ساعات مختلف، تفاوت و تغییر قدرت است. ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده سعی بر این باشد که تست‌گیری تعادل و نوسان پاسچر در زمان مشخصی از روز برای همه ورزشکاران انجام شود تا تأثیر این عامل بر روی نتایج تحقیق کنترل شود.

باتوجه‌به اینکه در تحقیق حاضر نمونه‌ها از ۳ منطقه مختلف باشگاه‌های تهران (شمال، غرب، شرق) بودند، جهت هماهنگی برای شرکت آزمودنی در آزمون مشکلات زیادی وجود داشت. به همین دلیل در ساعات مختلفی از روز، پیش از جلسه تمرینی به باشگاه موردنظر برای تست‌گیری مراجعه شد.

نتیجه‌گیری

بنابراین در یک نتیجه‌گیری کلی به نظر می‌رسد باتوجه‌به ابزارهای مورداستفاده در تحقیق حاضر در ۲ فاکتور استقامت عضلات مرکزی و نوسان پاسچر به دلایل متعدد، مانند ویژگی آزمون، ورزشکار بودن آزمودنی‌ها، نمره کلی استقامت عضلات مرکزی، عدم خستگی ورزشکار، حرفه‌ای بودن و تست‌گیری در زمان‌های مختلفی از روز، تفاوت معنادار در بین ۲ گروه زنان تکواندوکار با و بدون لوردوز افزایش‌یافته تنها در استقامت عضلات فلکسوری شکم باشد.

باتوجه‌به نتایج تحقیق حاضر مبنی بر وجود تفاوت در استقامت عضلات فلکسوری و احتمال اینکه ممکن است در آینده براساس زنجیره‌های عضلانی تغییرات بیشتری در عضلات ناحیه مرکزی بدن فرد ایجاد شود، به نظر می‌رسد لازم است تحقیقاتی به‌صورت پیگیری و بررسی در طول زمان بیشتری بر روی این دسته افراد صورت گیرد، اما در حال حاضر نمی‌توان با قطعیت درخصوص اینکه ناهنجاری لوردوز افزایش‌یافته بر میزان فاکتورهای استقامت عضلات مرکزی و نوسان پاسچر در ورزشکاران تأثیر منفی می‌گذارد یا نه، اظهار نظر کرد. بنابراین نیاز به تحقیقات بیشتر در این خصوص وجود دارد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه تهران در نظر گرفته شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد آیناز صمدزادآذر کشتیبان در گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، نارهتماگشناد است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. Muscles: Testing and function with posture and pain. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. [Link]

[2] Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: Effect and possible mechanisms. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2003; 13(4):361-70. [DOI:10.1016/S1050-6411(03)00042-7] [PMID]

[3] Howard J, Granacher U, Behm DG. Trunk extensor fatigue decreases jump height similarly under stable and unstable conditions with experienced jumpers. European Journal of Applied Physiology. 2015; 115(2):285-94. [DOI:10.1007/s00421-014-3011-x] [PMID]

[4] Sheykhi S, Norasteh AA. Comparison of different methods of core muscle fatigue on lower extremity function tests among female athletes. Tabari Biomedical Student Research Journal. 2019; 1(1):28-35. [Link]

[5] Page P, Frank CC, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda Approach. Champaign: Human Kinetics; 2010. [Link]

[6] Grey T, Redguard D, Wengle R, Wegscheider P. Effect of plantar flexor muscle fatigue on postural control. Western Undergraduate Research Journal: Health and Natural Sciences. 2013; 4(1): 1-7. [DOI:10.5206/wurjhns.2013-14.1]

[7] Błaszczyk JW, Fredyk A, Błaszczyk PM, Ashtiani M. Step response of human motor system as a measure of postural stability in children. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering. 2020; 28(4):895-903. [DOI:10.1109/TNSRE.2020.2974784] [PMID]

[8] Barati A, Safarcherati A, Aghayari A, Azizi F, Abbasi H. Evaluation of relationship between trunk muscle endurance and static balance in male students. Asian Journal of Sports Medicine. 2013; 4(4):289-94. [DOI:10.5812/asjsm.34250] [PMID]

[9] Bien DP. Rationale and implementation of anterior cruciate ligament injury prevention warm-up programs in female athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011; 25(1):271-85. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181fb4a5a] [PMID]

[10] Tse MA, McManus AM, Masters RS. Development and validation of a core endurance intervention program: Implications for performance in college-age rowers. Journal of Strength & Conditioning Research. 2005; 19(3):547-52. [Link]

[11] Zahran A. A comparative study of some biological characteristics and posture deflections of the Egyptian junior national Taekwondo team. World Journal of Sport Sciences. 2010; 3(S):1026-33. [Link]

[12] Fereydounnia S, Shadmehr A. Efficacy of whole body vibration on neurocognitive parameters in women with and without lumbar hyper-lordosis. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2020; 24(1):182-9. [DOI:10.1016/j.jbmt.2019.05.030] [PMID]

[13] Lichota M, Plandowska M, Mil P. The shape of anterior-posterior curvatures of the spine in athletes practising selected sports. Polish Journal of Sport and Tourism. 2011; 18(2):112-6. [DOI:10.2478/v10197-011-0009-3]

[14] Hakimipour M, Irandoost R, Minoo Nezhad H, Rajabi R. [Comparison of posture in elite female taekwondo players and non-athletes (Persian)]. Research in Sport Medicine and Technology. 2016; 14(12):23-31. [DOI:10.18869/acadpub.jsmt.14.12.24]

[15] Kim YK, Kim YH, Im SJ. Inter-joint coordination in producing kicking velocity of Taekwondo kicks. Journal of Sports Science & Medicine. 2011; 10(1):31-8. [PMID]

[16] Sheikhhassani S, Rajabi R, Minoonejad H. [Effect of core muscle fatigue on measurements of lower extremity functional performance in male athletes (Persian)]. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2013; 9(4):668-82. [Link]

[17] Mohammad Ali Nasab Firouzjah E, Daneshmandi H, Norasteh AA. Effect of core stability training on the endurance and strength of core in basketball players with trunk dysfunction. Journal of Rehabilitation Sciences & Research. 2020; 7(2):80-6. [DOI:10.30476/jrsr.2020.83503.1047]

[18] Lali Vashmesara J, Sangari M. Comparison of postural control and core endurance in young females with and without hyperlordosis. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2014; 1(2):109-28. [Link]

[19] Golestani N, Seidi F, Minoonejad H. [Comparison of lower extremity function in non-athlete females with and without the lumbar hyper lordosis (Persian)]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2019; 8(2):56-66. [Link]

[20] Izadi Farhadi MH, 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. [DOI:10.1123/jsr.2019-0112] [PMID]

[21] Reimer RC 3rd, Wikstrom EA. Functional fatigue of the hip and ankle musculature cause similar alterations in single leg stance postural control. Journal of Science and Medicine in Sport. 2010; 13(1):161-6. [DOI:10.1016/j.jsams.2009.01.001] [PMID]

[22] Saidi F, Rajabi R, Ebrahimi Takamejani E, Mosavi SJ. [Reliability and validity of Iranian flexible ruler in lumbar spine curvature measurement (Persian)]. Journal of Movement Science & Sports. 2010; 7(14):31-8. [Link]

[23] Babakhani F. The effectiveness of central muscle exercises with physiobial balls on balancing and curvature changes of lordosis in trainable mentally retard female students. Health Research Journal. 2020; 5(3):144-51. [DOI:10.29252/hrjbaq.5.3.144]

[24] McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: Clinical targets for testing and training from a normal database. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1999; 80(8):941-4. [DOI:10.1016/S0003-9993(99)90087-4] [PMID]

[25] Krishna HS, Shetty S, Ghimire B. Core endurance and its correlation with shoulder dysfunction in recreational cricket players: A pilot study. International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education. 2020; 5(2):99-103. [Link]

[26] McGill S. Low back disorders: Evidence-based prevention and rehabilitation. Champaign: Human Kinetics; 2015. [Link]

[27] Nesser TW, Lee WL. The relationship between core strength and performance in division i female soccer players. Journal of Exercise Physiology Online. 2009; 12(2):21-8. [Link]

[28] Koh JO, Watkinson EJ. Possible concussions following head blows in the 2001 Canadian National Taekwondo Champi-onships. Crossing Boundaries – An Interdisciplinary Journal. 2002; 1(3):79-93. [Link]

[29] Kim JW, Kim JM, Lee SW, Han KH, Kwon YH. The effect of target height on the trunk, pelvis, and thigh kinematics in the taekwondo roundhouse kick. International Journal of Exercise Science. 2010; 4(1):1-2. [Link]

[30] Tong TK, Wu S, Nie J. Sport-specific endurance plank test for evaluation of global core muscle function. Physical Therapy in Sport. 2014; 15(1):58-63. [DOI:10.1016/j.ptsp.2013.03.003] [PMID]

[31] Fong SM, Ng GY. Sensory integration and standing balance in adolescent taekwondo practitioners. Pediatric Exercise Science. 2012; 24(1):142-51. [DOI:10.1123/pes.24.1.142] [PMID]

[32] Tanguy S, Quarck G, Etard O, Gauthier A, Denise P. Vestibulo-ocular reflex and motion sickness in figure skaters. European Journal of Applied Physiology. 2008; 104(6):1031-7. [DOI:10.1007/s00421-008-0859-7] [PMID]

[33] Hyun SH, Kim YP, Ryew CC. Effects of fatigue induction on ground reaction force components, postural stability, and vertical jump performance in taekwondo athletes. Korean Journal of Applied Biomechanics. 2016; 26(2):143-51. [DOI:10.5103/KJSB.2016.26.2.143]

[34] Mousavi L, Shahrokhi H, Norasteh A. [The effect of time of day on static and dynamic postural control in female and male athletes (Persian)]. Sport Sciences and Health Research. 2011; 1(3):113-27. [Link]