

Research Paper

Effect and Durability of Eight-Week of Core Stability Training on Body Balance and Force of Direct Foot Kick in Young Men Jeet Kune Do (Wushu) Players With Somatotype Emphasis



*Majid Soltani Shirazi¹, Heydar Sadeghi^{2,3}

1. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Science, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Sport Biomechanics and Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Department of Sport Biomechanics, Kinesiology Research Center, Kharazmi University, Tehran, Iran.



Citation: Soltani Shirazi M, Sadeghi H. [Effect and Durability of Eight-week of Core Stability Training on Body Balance and Force of Direct Foot Kick in Young Men Jeet Kune Do (Wushu) Players With Somatotype Emphasis (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2020; 6(2):122-133. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.2.4>

doi <https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.2.4>



Article Info:

Received: 21 Jun 2020

Accepted: 27 Jun 2020

Available Online: 01 Sep 2020

Keywords:

Jeet Kune Do (JKD), Core stability, Static balance, Dynamic balance, Force of kick

ABSTRACT

Objective Since direct foot kick is one of the most important strikes in Jeet Kune Do, its effectiveness depends on both the force of the hit and balance control during and after the hit execution, this study undertaken to examine the effect and persistence of eight-week of core stability training on balance and force of a direct foot kick of elite young male Jeet Kune Do (Wushu) athletes.

Methods 24 elite young Jeet Kune Do athletes were randomly assigned to an experimental and a control groups. The experimental group performed the core stability training program for eight consecutive weeks. Static (stork test), dynamic test (tandem test) and force of a direct foot kick of the athletes in both groups were measured in three stages including before, after (eight weeks of core stability training) and a 4-week follow-up detraining period.

Results The results showed that core stability training had a significant and persistent effect on static and dynamic balance. However, the training program had no significant effect on the force production of a direct foot kick after a 4-week of detraining period.

Conclusion It seems that the core stability training program improves the neuromuscular system function by strengthening the muscles of the core area. This in turn prevents the dislocation of the center of gravity outside the base of support and decreases its oscillation (displacement), therefore, as a result of persistence effect of the program, balance ability and direct kicking power improves.

Extended Abstract

1. Introduction

Direct kick impact is one of the most practical techniques in gaining points in Jeet Kune Do sport, which depends on two factors: “impact strength” and “maintaining

balance during and after the technique.” Athlete readiness, which depends on the type and methods of the protocol for more effective execution of the impact during the fight (“impact strength” and “balance”), has become one of the main concerns of coaches and athletes.

Accurate knowledge of the amount and role of influential factors in creating and maintaining balance and performing

* Corresponding Author:

Majid Soltani Shirazi, PhD.

Address: Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Science, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 8231889

E-mail: mssh.phd@gmail.com

appropriate exercise to make the impact more efficient. Also, recognizing each of the factors involved is a determining factor for athletes' performance in this sport. This study aimed to investigate the effect and durability of eight weeks of core stability exercise on body balance and direct kick impact in young male elite Jeet Kune Do (Wushu) practitioners.

Given the existing knowledge, regardless of the type of test used for the assessment and regardless of the kind of exercise program used, it is claimed that in general, continuous exercise improves balance in individuals. For example, in research on the sport of Wushu, the kinematics of traditional Wushu to improve the balance of the body to the extent that it provides a theoretical basis for exercise physiology and practice has been evaluated as positive [1].

In the study of postural balance control in elite and beginner Tai Chi Chuan athletes, it was discovered that the number of balance changes in elite tai chi practitioners compared to beginners in the same field in performing complicated and balanced Tai Chi movements [2]. An examination of the type of exercise used suggests that core stability exercise improves balance in athletes and non-athletes. Particularly in the field of Wushu, research has revealed that compared with core stability exercise, Tai Chi Chuan had a positive effect on neuromuscular function in the lower extremity in the elderly while reducing their non-specific chronic low back pain [6].

In other martial arts, the effect of four weeks of traditional martial arts training on balance was significant compared to modern martial arts training [7]. Limited studies have been conducted on the effect of core stability and martial arts exercises on the impact force. The impact of core stability exercises on the distal limb's function during Muay Thai ballistic shock maneuvers was investigated in a study. It was discov-

ered that static and dynamic activities for the core stability zone could increase the impact's speed and force [8].

The effect of core stability zone strength exercise on karate spinning wheel kick and physical variables of "balance", "power", and "reaction speed" were also evaluated as positive for young women [9]. Electromyographic examination of pelvis, lumbar and pelvic floor muscles were considered higher in taekwondo practitioners in a high-round kick than in the middle-round kick [10].

2. Methods

A total of 24 Jeet Kune Do practitioners with Mean \pm SD age of 26.95 \pm 0.47 (years) and body mass of 70.33 \pm 7.83 (kg) were randomly divided into "experimental" and "control" groups. In addition to regular exercise, the experimental group performed core stability exercises for eight weeks. "Static balance" (standing stork test), "dynamic balance" (Tandem test), and "direct kick impact" of both groups in the three stages of "pre-test", "after eight weeks of core stability exercise" and "after four weeks without exercise" (persistence test) was measured.

3. Results

The repeated measures ANOVA and Bonferroni post hoc tests were used to compare the experimental and control groups. The results confirmed that core stability exercise was effective and stable on static and dynamic balance (Figure 1). However, despite the significant effect of applying for the core stability exercise program on the direct kick impact force, no significant persistence was observed (Figure 2).

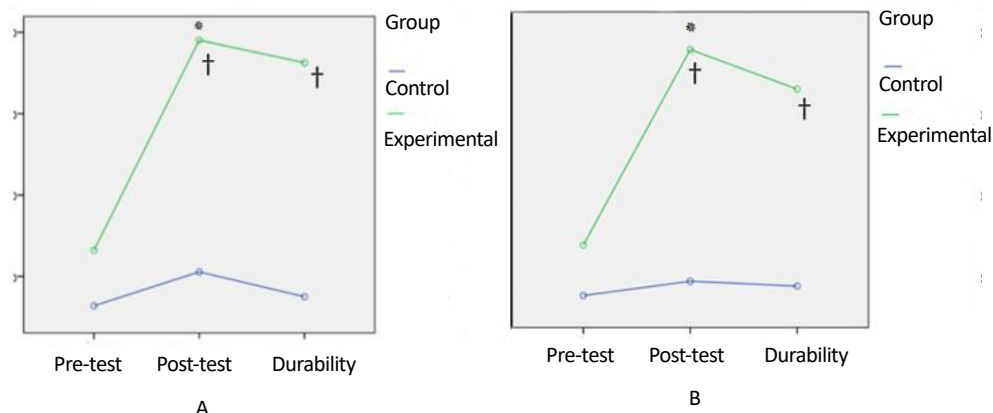


Figure 1. The core stability exercise on static and dynamic balance

A: Mean static balance; and B: Dynamic balance scores for control and experimental groups in three stages of testing;

* Indicates a significant difference compared to the previous stage of measurement for a group;

† Indicates a significant difference between the two groups in that stage of measurement.

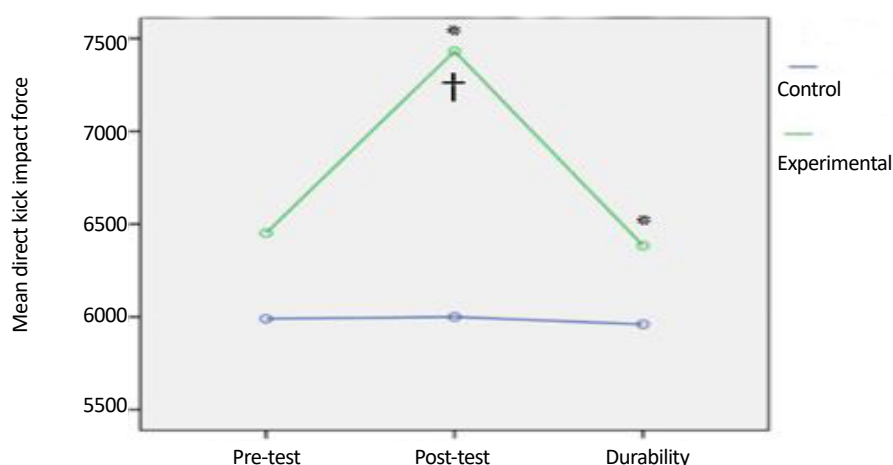


Figure 2. Mean direct kick impact force (Newtons) scores for control and experimental groups in three testing stages

* Indicates a significant difference compared to the previous stage of measurement for a group;

† Indicates a significant difference between the two groups in that stage of size.

Journal of
Sport Biomechanics

4. Discussion and Conclusion

In martial arts, especially Jeet Kune Do (Wushu), the efficiency of performing basic techniques such as direct kick impact requires a high speed of the lower limbs along with dynamic control of body stability throughout the movement [7, 13]. Maintaining balance when performing effects, or in other words, the high ability of elite people to control the backward and posterior transmission of the Center of Pressure (COP) after hitting the punching bag, is significant. This indicates these individuals' ability to control body position more effectively throughout the impact movement [7, 13]. It should be noted that the center of the body's stability as a set of lumbar–pelvic and thigh is located where the center of gravity of the body is located. The body movements begin from there [13, 25]. The core stability zone is considered a box that plays an essential role during the motor kinetic chain, especially for circulatory activities in the stability of the trunk, pelvis, and the transfer of force from the lower limb to the pelvis and vertebrae [13]. It acts as a linker during various movements [25].

It seems that core stability exercise by strengthening the muscles of the central region of the body and improving the function of the musculoskeletal system modulates the displacement of the center of gravity outside the base of support and reduces its fluctuations and thus Improves the balance function with durability and increases the force of direct kick impact. Therefore, along with specialized training programs in this sport, to improve static and dynamic balance and increase the force of direct kick impact, the core stability exercises can be used.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this article. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages; they were also assured about the confidentiality of their information; Moreover, They were allowed to leave the study whenever they wish, and if desired, the results of the research would be available to them.

Funding

This study was extract from MA. thesis of first author at the Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Science, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran.

Authors' contributions

All authors contributed equally in preparing all parts of the research.

Conflicts of interest

All rights of this research reserved exclusively to the corresponding author, the supervisor and Islamic Azad University.

تأثیر و ماندگاری هشت هفته تمرین ناحیه ثبات مرکزی در تعادل و نیروی ضربه پای مستقیم جیت‌کان‌دو (ووشو) کاران نخبه مرد جوان با تأکید بر تیپ بدنی

*مجید سلطانی شیرازی^۱، حیدر صادقی^{۲،۳}

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

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

۳. گروه بیومکانیک ورزشی، پژوهشکده علوم حرکتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

حکیده

هدف: ضربه پای مستقیم یکی از کاربردی‌ترین تکنیک‌ها در کسب امتیاز در ورزش جیت‌کان‌دو به دو عامل قدرت ضربه و حفظ تعادل حین و بعد از اجرای مهارت وابسته است. هدف از انجام این پژوهش، تأثیر و ماندگاری هشت هفته تمرین ناحیه ثبات مرکزی بر تعادل و نیروی ضربه پای مستقیم جیت‌کان‌دو (ووشو) کاران نخبه مرد جوان بود.

روش‌ها: ۲۴ جیت‌کان‌دوکار با میانگین و انحراف استاندارد سن $26/95 \pm 0/47$ سال و جرم $70/33 \pm 7/83$ کیلوگرم به طور تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند و گروه آزمایش علاوه بر تمرینات عادی به مدت هشت هفته تمرین ناحیه ثبات مرکزی را انجام دادند. تعادل ایستا، پویا و نیروی ضربه پای مستقیم هر دو گروه در سه مرحله پیش، پس از هشت هفته تمرین و پس از چهار هفته بی‌تمرینی اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که تمرین ناحیه ثبات مرکزی بر تعادل ایستا و پویا تأثیرگذار و ماندگار و بر نیروی ضربه پای مستقیم تأثیرگذار است.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرین ناحیه ثبات مرکزی با تقویت عضلات ناحیه مرکزی بدن و بهبود عملکرد سیستم عصبی-عضلانی موجب تعدیل جابه‌جایی مرکز ثقل خارج از سطح اتکا و کاهش نوسانات آن و در نتیجه بهبود عملکرد تعادلی فرد و افزایش نیروی ضربه پای مستقیم می‌شود.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۰۱ تیر ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۰۷ تیر ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۱۱ شهریور ۱۳۹۹

کلیدواژه‌ها:

جیت‌کان‌دو، ناحیه ثبات مرکزی، تعادل ایستا، تعادل پویا، نیروی ضربه

مقدمه

در این میان، اطلاع دقیق از میزان و نقش عوامل مؤثر مختلف در ایجاد تعادل و حفظ آن و نیز انجام تمرین مناسب جهت کارآمدتر شدن ضربه و شناخت سهم هر یک از عوامل دخیل، مسئله تعیین‌کننده‌ای برای عملکرد ورزشکاران این رشته ورزشی است.

با توجه به دانش موجود و بدون توجه به نوع آزمون مورد استفاده برای سنجش و فارغ از نوع برنامه تمرینی به‌کاررفته، این ادعا مطرح است که در حالت کلی، ورزش مستمر باعث بهبود تعادل در افراد می‌شود. به عنوان مثال، در پژوهش‌های صورت‌گرفته در رشته ورزشی ووشو، کینماتیک تمرین سنتی ووشو برای بهبود تعادل بدن انسان تا حدی که مبنای نظری فیزیولوژی ورزشی و تمرین را موجب شود، مثبت ارزیابی شده است [۱].

در بررسی کنترل تعادل پاسچر در ورزشکاران نخبه و مبتدی

جیت‌کان‌دو از جمله ورزش‌های رزمی پربرخورد است که اساس مهارت‌های آن بر پایه ضربات تعریف شده است. در میان ضربات مورد استفاده در جیت‌کان‌دو، ضربه پای مستقیم از کاربردی‌ترین آن‌هاست. این ضربه به وسیله پای جلو در گارد و با نوک پنجه روی بدن حریف مانند نیش مار زده و باعث بر هم زدن تعادل حریف و آماده شدن شرایط برای حملات پیاپی می‌شود.

با توجه به اینکه انجام مؤثر و کارآمد ضربه پای مستقیم نیازمند قدرت کارآمد، سرعت و تعادل مناسب است، از این رو توجه به میزان آمادگی ورزشکار که به نوع و به شیوه‌های پروتکل اجرای هر چه کارآمدتر ضربه هنگام مبارزه (قدرت ضربه و حفظ تعادل) بازمی‌گردد، به عنوان یکی از دغدغه‌های اصلی مربیان و ورزشکاران تبدیل شده است.

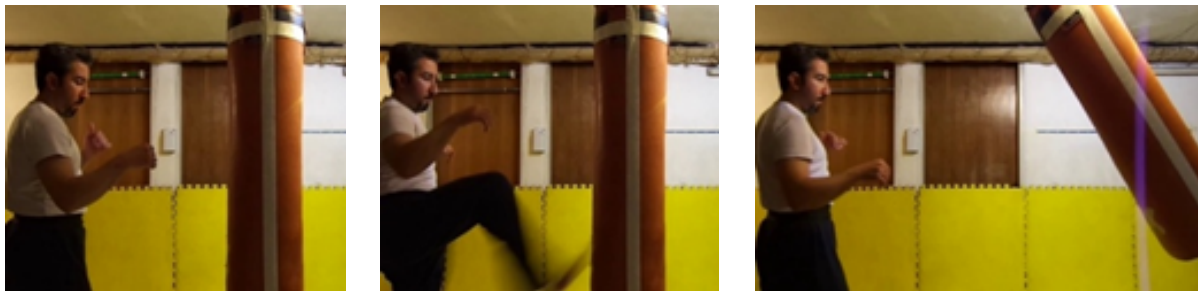
* نویسنده مسئول:

مجید سلطانی شیرازی

نشانی: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی.

تلفن: ۸۲۳۱۸۸۹ (۹۱۲) +۹۸

پست الکترونیکی: mssh.phd@gmail.com



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۱. مراحل اجرای ضربه پای مستقیم جیت کان دو از چپ به راست

بررسی الکترومایوگرافی، فعالیت عضلاتی لگن و کمر و ناحیه لگن در ضربات چرخشی بالا نسبت به ضربات چرخشی میانی در تکواندوکاران بالاتر نشان داده شد [۱۰]. ارزیابی مبارزان ورزش‌های رزمی ترکیبی، شواهدی از پیک مضاعف در فعال‌سازی عضله برای تقویت سرعت و نیروی ضربه را نشان داد. همچنین پژوهشگران مدعی شدند سیکل نوسانی انقباض ریلکس انقباض هنگام ضربات سریع و قدرتمند وجود دارد و تمرینات متناوبی که شامل نرخ انقباض عضله و نرخ آسایش عضله باشد، در آن مؤثر خواهد بود [۱۱].

بررسی تفاوت هم‌زمان ضربه مشت و تعادل بدن بین کاراته‌کاران نخبه و مبتدی، معنادار گزارش شد و نشان داد که کاراته‌کاران نخبه با حفظ تعادل بیشتر، ضربات قوی‌تری به کیسه وارد می‌کنند [۱۲]. همچنین در بررسی پژوهش‌های صورت گرفته در سایر رشته‌های ورزشی و افراد دیگر، موارد بیشتری به دست آمد. اثر تمرینات تقویتی ناحیه ثبات مرکزی با استفاده از سطوح ناپایدار نسبت به سطح پایدار بر تناسب اندام جسمی و بازدهی عملکردی در بازیکنان فوتسال زن حرفه‌ای مثبت گزارش شد [۱۳]. با بررسی تأثیر تمرین ناحیه ثبات مرکزی، پیشرفت در دسترسی فواصل و بهبود کنترل پاسچرال پویا در مردان جوان و بزرگسال را نشان داد [۱۴]. بررسی اثربخشی تمرینات ناحیه ثبات مرکزی بدن بر تعادل و بی‌ثباتی در بیماران ام اس مثبت گزارش شد [۱۵].

پژوهشگران نشان دادند که تقویت و پایداری عضلات تنه بر درد پایین کمر و لگن خاصره و تحرک بدن و همچنین تعادل به طور معنادار تأثیرگذار است [۱۶]. تأثیر پنج هفته برنامه تمرین ناحیه ثبات مرکزی بدن بر تعادل پویای بازیکنان رشته تنیس نیز معنادار گزارش شد [۱۷]. بررسی اثر معنادار چهار هفته برنامه تمرینی ثبات مرکزی بر تعادل ایستای سالمندان نیز مثبت گزارش شد [۱۸]. همچنین در پژوهشی نشان داده شد که ترکیب چهار هفته تمرین ثبات مرکزی بدن و تمرین تعادل می‌تواند به طور خاص با بهبود تعادل پویا همراه باشد [۱۹].

اغلب پژوهش‌ها، تأثیر تمرین ناحیه ثبات مرکزی بر تعادل ورزشکاران را نشان دادند، با این حال پژوهش‌هایی نیز وجود دارند که عدم تأثیرگذاری معنادار بر تعادل ناشی از انجام منظم تمرین

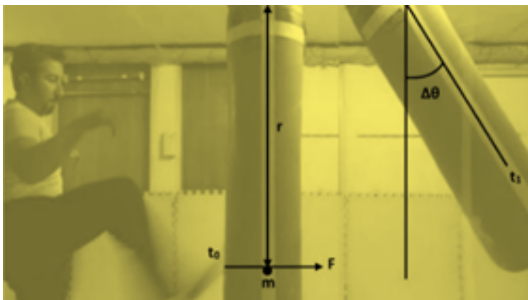
تای چی جوان^۱ نشان داده شد که میزان تغییرات تعادل در تای چی کاران نخبه نسبت به مبتدیان همان رشته در انجام حرکات سخت و تعادلی تای چی بسیار ناچیز بوده است [۲].

در پژوهش‌های صورت گرفته در سایر رشته‌های رزمی نیز موارد مشابهی ملاحظه می‌شود. بررسی اثر تمرینات مبتنی بر تکواندو در مقایسه با تمرینات تعادل استاندارد بر ریسک زمین خوردن در کهنسالان مثبت ارزیابی شد [۳]. مطالعه مقایسه‌ای بین گروه‌های سنی مختلف با ارزیابی پایداری موقعیت بدن در ورزشکاران برگزیده تکواندو نشان داد که پارامترهای پایداری موقعیتی در ورزشکاران حرفه‌ای در مقایسه با گروه نیمه حرفه‌ای و آماتور بیشتر بوده و به سن ورزشکاران نیز وابسته است [۴]. بررسی اثرات مداخله تکواندو بر تعادل در کودکان مبتلا به اختلال اُتیسیم نیز مثبت ارزیابی شد [۵].

با بررسی در نوع تمرین‌های مورد استفاده، این ادعا نیز مطرح است که تمرین ناحیه ثبات مرکزی بدن موجب بهبود تعادل در افراد ورزشکار و غیرورزشکار می‌شود. به صورت ویژه در رشته‌های ورزشی ووشو، پژوهش‌ها نشان دادند تای چی جوان در مقایسه با تمرین ناحیه ثبات مرکزی بر عملکرد عصبی-عضلاتی اعضای پایین تنه در افراد مسن، اثرات مثبتی داشت، در حالی که کمردرد مزمن غیرویژه آنان نیز کاهش یافت [۶]. در مورد سایر رشته‌های رزمی، تأثیر چهار هفته تمرینات رزمی سنتی در مقایسه با تمرینات رزمی مدرن روی تعادل معنادار گزارش شد [۷].

در بررسی پژوهش‌های قبلی در موضوع اثر تمرینات ناحیه ثبات مرکزی و تمرینات ورزش‌های رزمی روی نیروی ضربات، مطالعات محدودی به دست آمد. در پژوهشی، اثر آموزش تمرینات ناحیه ثبات مرکزی بر عملکرد عضو دیستال هنگام مانورهای ضربه بالیستیک موی تای بررسی و نشان داده شد که تمرینات استاتیکی و دینامیکی برای ناحیه ثبات مرکزی می‌تواند سبب تقویت سرعت و نیرو در ضربات شود [۸]. بررسی اثر تمرین قدرت ناحیه ثبات مرکزی بر ضربه اسپینینگ ویل کاراته و متغیرهای فیزیکی تعادل، توان و سرعت عکس‌العمل برای زنان جوان را نیز مثبت نشان داد [۹].

1. TaiChi Chohan



مجله بیومکانیک ورزشی

سه مرحله از آزمودنی‌ها آزمون گرفته شد که شامل پیش‌آزمون، پس‌آزمون (پس از طی هشت هفته دوره تمرینی) و ماندگاری (پس از چهار هفته بی‌تمرینی) بود. قد و وزن با استفاده از قدسنج و ترازوی پزشکی و به ترتیب با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و ۰/۰۵ کیلوگرم اندازه‌گیری شد.

با توجه به اینکه در رشته ورزشی مورد مطالعه، آزمودنی‌ها در زمان زدن ضربه پای مستقیم روی یک پا می‌ایستند، از آزمون لک‌لک با چشمان بسته^۲ برای تعیین تعادل ایستا استفاده شد. پس از ارائه توضیحات توسط آزمونگر، آزمودنی‌ها پنج دقیقه به تمرین یا گرم کردن پرداختند.

برای اجرای آزمون، آزمودنی ابتدا روی پای اتکای خود ایستاده، سپس کف پای دیگر خود را از داخل زانو، روی زانو قرار می‌دادند. کف هر دو دست را روی پهلوهایی خود قرار داده و با چشمان بسته روی پنجه پا بلند می‌شدند. از لحظه بلند شدن روی پنجه زمان محاسبه می‌شد و هرگونه برهم خوردن تعادل به نحوی که پا با زمین برخورد کند، دست‌ها از بدن جدا شود و یا بدن به یک سمت خم شود، باعث توقف کرنومتر می‌شد. این آزمون سه بار با فواصل یک دقیقه‌ای تکرار شد و میانگین آن به عنوان امتیاز مورد نظر هر آزمودنی لحاظ شد.

با توجه به حالت قرار گرفتن جیت‌کان‌دوکاران روی گارد، از آزمون راه رفتن تاندم^۳ برای تعیین تعادل پویای آزمودنی‌ها استفاده شد. پس از توضیحات آزمونگر، آزمودنی‌ها برای آزمون آماده شدند. آزمودنی روی خط می‌ایستاد و باید حرکت را به گونه‌ای انجام می‌داد که پاشنه یک پا به نوک پنجه پای دیگر بچسبد و دست‌ها و بدن کاملاً عادی باشند.

مدت‌زمان این حرکت ۶۰ ثانیه بود و آزمودنی در ابتدا ۶۰ امتیاز داشت که بر اساس تعداد خطای صورت‌گرفته از امتیازات او کسر می‌شد. هرگونه برهم خوردن تعادل، ایجاد گرفتگی در دست‌ها، فاصله و نجسبیدن دو پا به هم، نگاه کردن به زیر پاها و جدا شدن و فاصله گرفتن دست‌ها از بدن به عنوان خطا در نظر

نحوه محاسبه نیروی وارد شده ضربه به کیسه:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{(t_1 - t_0)}$$

$$\alpha \frac{\omega}{t} \rightarrow a = \frac{\alpha}{r}$$

$$F = ma$$

تصویر ۲. نحوه محاسبه نیروی وارد شده ضربه به کیسه

ناحیه ثبات مرکزی را گزارش کرده‌اند. برای مثال، پژوهشگران نشان دادند که با آنکه تقویت عضلات ناحیه ثبات مرکزی حاوی مزایای خاصی هستند، اما اثرات تقویت ناحیه ثبات مرکزی بر تعادل در ورزشکاران دانشگاهی جودو به‌تنهایی برای مطابقت با اثرات نوسان موقعیتی در این ورزشکاران کافی نبود [۲۰].

در مطالعه دیگری که شامل هفت هفته برنامه تمرین ثبات مرکزی بدن بر تعادل ورزشکاران فوتبالیست بود، اثر معناداری گزارش نشد [۲۱]. همچنین پژوهشگران مشاهده کردند که نه هفته برنامه تمرین ناحیه ثبات مرکزی بر تعادل نیمه‌پویای (آزمون ستاره) ورزشکاران شناگر بی‌تأثیر است [۲۲].

با مروری بر مطالعات، پژوهشی یافت نشد که مستقیم گزارش دهد کدام نوع تمرین به طور هم‌زمان بر نیروی ضربه و تعادل برای رشته ورزشی جیت‌کان‌دو (ووشو) و نیز به طور خاص روی ضربه پا مفیدتر است. از این رو با فرض تأثیرگذاری تمرین ثبات مرکزی بر بهبود تعادل و نیروی ضربه پای مستقیم، هدف از انجام این پژوهش تعیین اثر و ماندگاری یک دوره تمرین هشت هفته‌ای ثبات مرکزی بر تعادل و نیروی ضربه پای مستقیم جیت‌کان‌دو (ووشو) کاران نخبه مرد جوان بود.

روش‌شناسی

در این پژوهش نیمه‌آزمایشگاهی، با طرح پژوهش پیش و پس‌آزمون، مدل پژوهش تأثیرسنجی (علی - مقایسه‌ای) و از نظر نوع کاربردی بود. ۲۴ جیت‌کان‌دوکار نخبه مرد جوان با میانگین و انحراف استاندارد سن ۲۶/۹۵ ± ۰/۴۷ سال با هشت تا ده سال سابقه تمرین منظم (۱/۱ ± ۹/۵ ساعت تمرین در هفته) به عنوان آزمودنی شرکت کردند. به منظور اندازه‌گیری و انجام تست‌ها و برای اطمینان از کالیبره بودن ابزارهای مورد استفاده، با انجام چند نمونه اندازه‌گیری، کالیبره بودن ابزارها تست شد. آزمودنی‌ها با اهداف و محتوای پژوهش آشنا شدند و قبل از انجام آزمایشات فرم رضایت‌نامه را تکمیل کردند. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه دوازده نفری آزمایش و کنترل تقسیم شدند.

آزمودنی‌های دو گروه از نظر شاخص‌های سن، قد، وزن و توده بدنی با یکدیگر تفاوت معناداری نداشتند (جدول شماره ۱). در

2. Standing Stork Test

3. Tandem Test

جدول ۱. مشخصات جمعیت‌شناختی و تیپ بدنی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌های پژوهش

گروه‌ها	تعداد آزمودنی	شاخص آماری	مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها			
			سن (سال)	قد (cm)	وزن (kg)	BMI (kg/m ²)
گروه آزمایش	۱۲	میانگین \pm انحراف معیار	۲۷/۱ \pm ۰/۵۲	۱/۷۳ \pm ۵/۰۷	۶۹/۸۰ \pm ۸/۶۸	۲۳/۳۵ \pm ۳/۱۳
گروه کنترل	۱۲		۲۶/۸ \pm ۰/۴۲	۱/۷۱ \pm ۵/۵۸	۷۰/۸۶ \pm ۶/۹۸	۲۳/۹۴ \pm ۱/۹۳
آماره آزمون تی استودنت (t)						
سطح معناداری (P)			۰/۴۲	۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۵۵
			۰/۶۸	۰/۶۲	۰/۷۵	۰/۵۹

مجله بیومکانیک ورزشی

تمرین انجام گرفته) از آزمون تی استودنت برای گروه‌های مستقل و برای بررسی تفاوت‌های درون گروهی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد.

هنگام انجام آزمون، فرض تقارن مرکب^۴ با استفاده از آزمونی موخلی^۵ مورد بررسی قرار می‌گرفت. در صورت برقرار نبودن آن از آماره گرین هاوس گیزر^۶ برای بررسی تفاوت بین اندازه‌گیری‌ها در نرم‌افزار SPSS در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج

میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده‌ی بدنی^۷ در جدول شماره ۱ ارائه شده است. آزمودنی‌های دو گروه از نظر شاخص‌های سن، قد، وزن و توده بدن با یکدیگر تفاوت معناداری نداشتند.

نتایج پژوهش معنادار بودن و ماندگاری تفاوت بین دو گروه برای تعادل ایستا (تصویر شماره ۳-الف) و پویا (تصویر شماره ۳-ب) را نشان داد. ضمن اینکه تمرین ثبات مرکزی بر تعادل ایستا و پویای گروه آزمایش تأثیرگذار بود و ماندگاری را نشان داد.

نتایج پژوهش، تفاوت بین دو گروه برای نیروی ضربه پای مستقیم در پس‌آزمون را نشان داد، اما در مورد ماندگاری تفاوتی بین دو گروه مشاهده نشد. ضمن اینکه تمرین ثبات مرکزی بر نیروی ضربه پای مستقیم گروه تمرینی تأثیرگذار بود، اما ماندگاری آن مشاهده نشد (تصویر شماره ۴).

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، تأثیر و ماندگاری هشت هفته تمرین ناحیه ثبات مرکزی بدن بر تعادل و نیروی ضربه پای مستقیم جیت‌کان دو کاران مرد جوان بود. بر اساس نتایج پژوهش

گرفته شد. هر آزمودنی سه بار این آزمون را با فواصل ۱ دقیقه‌ای انجام داد و میانگین آن به عنوان امتیاز مورد نظر هر آزمودنی لحاظ شد.

افراد گروه آزمایش در کنار تمرین معمول رشته جیت‌کان دو به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه به مدت نیم ساعت تحت تمرین ثبات ناحیه مرکزی بدن قرار گرفتند. آزمودنی‌ها پس از ده دقیقه حرکات کششی و نرمشی، به مدت سی دقیقه پروتکل تمرین ثبات ناحیه مرکزی بدن با تأکید بر عضلات شکمی، کمری، لگنی، فلکسورها و اکستنسورهای ران داشته و در پایان هر جلسه تمرینی برای بازگشت به حالت اولیه پنج دقیقه حرکات کششی و نرمشی انجام می‌دادند. در طی این مدت آزمودنی‌های گروه کنترل، در تمرین معمول جیت‌کان دو حضور داشتند.

برای اندازه‌گیری نیروی ضربه پای مستقیم جیت‌کان دو، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا پس از پنج بار تمرین، سه بار با حداکثر توان خود روی نقطه از قبل مشخص شده روی کیسه آویزان شده از سقف با فواصل ۳۰ ثانیه‌ای ضربه بزنند. تمامی ضربه‌ها توسط دوربین با سرعت ۳۰ فریم در ثانیه از نمای کنار فیلم‌برداری شد (تصویر شماره ۱).

سپس با محاسبه تغییر زاویه حرکت کیسه از نقطه آویزان شدن و با در دست داشتن زمان حرکت، جرم کیسه و فاصله دقیق کیسه آویزان شده از سقف، به روش ذکر شده در تصویر شماره ۲ نیروی هر ضربه محاسبه شد. ابتدا سرعت زاویه‌ای با توجه به تغییرات زاویه‌ای کیسه تقسیم بر مدت‌زمان و سپس شتاب زاویه‌ای با تقسیم سرعت زاویه‌ای بر زمان محاسبه شد. از حاصل ضرب شتاب زاویه‌ای به دست آمده در شعاع چرخش (طول فاصله کیسه آویزان از سقف) و اطلاع از جرم کیسه، میزان نیروی حاصل از ضربه محاسبه شد (تصویر شماره ۲).

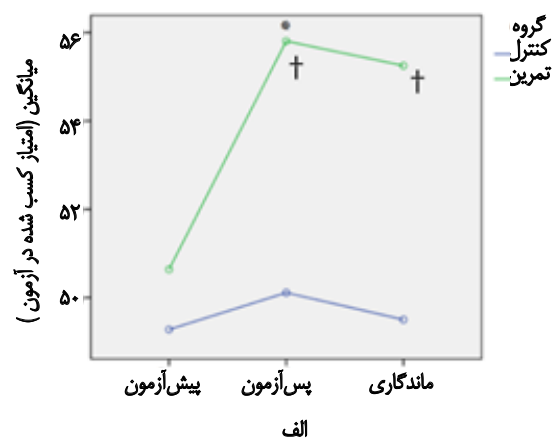
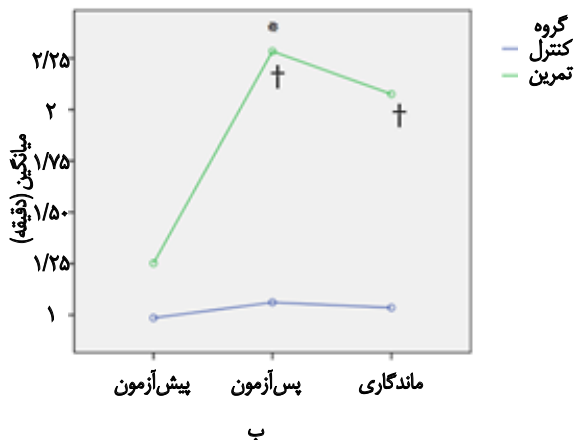
از آمار توصیفی برای میانگین و انحراف معیار استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون شاپیرو ویلک بهره گرفته شد. برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون (بررسی همگن بودن گروه‌ها پیش از انجام تمرین ثبات مرکزی)، پس‌آزمون (بررسی تأثیر تمرین) و ماندگاری (بررسی ماندگاری

4. Sphericity

5. Mauchly's Test

6. Greenhouse-Geisser

7. Body Mass Index (BMI)



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۳. میانگین امتیاز تعادل ایستا (الف) و پویا (ب) برای گروه‌های کنترل و تمرینی در سه مرحله انجام آزمون

* نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار نسبت به مرحله قبل اندازه‌گیری برای یک گروه و † نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین دو گروه در آن مرتبه اندازه‌گیری است.

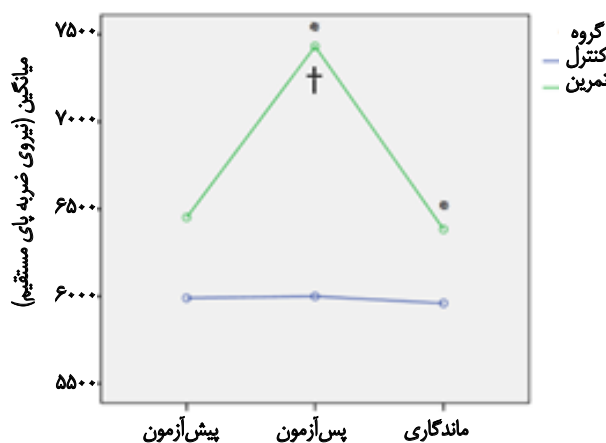
جابه‌جایی و چابکی فرد منجر بشود؛ زیرا نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد بازیکنانی با ناحیه ثبات مرکزی قوی‌تر قادر به به‌کارگیری نیروی مؤثر بیشتر در زمان ضربه زدن و ایستادگی بهتر در زمان درگیری هستند که این عملکرد این بازیکنان را به طور قابل توجهی ارتقا بخشیده و موجب پیشرفت آن‌ها می‌شود [۱۷]. همچنین ثبات مناسب ناحیه مرکزی کشیدگی اندام‌ها را کاهش و در نتیجه پتانسیل آسیب‌دیدگی را کاهش می‌دهد. این عامل آسیب‌دیدگی‌های ناشی از برخورد، لگد خوردن و پیچ خوردن را نیز کاهش می‌دهد و نقش مؤثری در جلوگیری از آسیب‌دیدگی استخوان شرمگاهی در بازیکنان جوان دارد [۱۷، ۱۳].

بر اساس تئوری سیستم‌ها نیز سیستم کنترل پاسچر حاصل تداخل عمل فرد، محیط و هدف است و توانایی کنترل وضعیت بدن در فضا در نتیجه فعالیت هم‌زمان سیستم‌های اسکلتی، عضلانی و عصبی را ممکن می‌کند [۲۳]. در این بین کنترل پاسچر به منظور ثبات و جهت‌یابی، مستلزم ادراک (یکپارچگی

یک دوره تمرین هشت‌هفته‌ای ثبات مرکزی بر تعادل ایستا و پویای جیت‌کان‌دوکاران نخبه مرد جوان تأثیرگذار و ماندگار بود، اما با وجود تأثیرگذاری تمرینات بر نیروی ضربه پای مستقیم، شواهد نشان‌دهنده عدم ماندگاری تأثیر این تمرینات بود.

در حالت کلی، زمانی که بازخوردهای درستی به سیستم عصبی مرکزی ارسال شود، نتیجه آن توزیع مناسب نیرو، کنترل بهینه، کارایی حرکات، جذب مناسب نیروهای تماس زمین و عدم فشار زیاد، انتقال و تقسیم نیرو در مفاصل زنجیره کنتیکتی است [۲۴، ۱۸]. وقتی دست‌ها و پاها حرکت می‌کنند، باید انرژی در میان ناحیه مرکزی جریان یابد؛ بدین معنی که اندام‌ها نیاز به یک پایه قوی و باثبات دارند که بیشترین انرژی بتواند در طول حرکت انتقال یابد. همچنین ثبات بیشتر در ناحیه مرکزی، تأثیرات بیشتر در انتقال انرژی در اندام‌ها را به دنبال دارد [۷، ۹].

بر این اساس در رشته جیت‌کان‌دو (ووشو) بهبود ناحیه ثبات مرکزی می‌تواند با تأثیرگذاری بر عملکرد تعادلی فرد، به بهبود سرعت،



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۴. میانگین نیروی ضربه پای مستقیم (نیوتن) برای گروه‌های کنترل و آزمایش در سه مرحله انجام آزمون

* نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار نسبت به مرحله قبل اندازه‌گیری برای یک گروه و † نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین دو گروه در آن مرتبه اندازه‌گیری است.

ارتباط بین کارایی ضربه‌ها و ثبات بدن در ورزشکاران رزمی کار پرداخته‌اند. بررسی اثر تمرینات استاتیکی و دینامیکی ناحیه ثبات مرکزی بر عملکرد عضو دیستال هنگام مانورهای ضربه بالستیک موی‌تای نشان داد این تمرینات باعث افزایش سرعت و نیرو در ضربات می‌شود [۷].

همچنین بررسی کارایی ضربه مشت دست و تعادل بدن کارته‌کاران مبتدی و نخبه نشان داد کاراته‌کاران نخبه با جابه‌جایی کمتر بدن (تعادل بالاتر) نسبت به مبتدیان توانستند ضربات قوی‌تری به کیسه وارد کرده و باعث جابه‌جایی بیشتر کیسه بشوند [۱۳].

در رشته‌های رزمی و به‌خصوص جیت‌کان‌دو (ووشو)، کارایی اجرای حرکات پایه و اصلی همانند ضربه پای مستقیم نیازمند سرعت بالای اندام تحتانی همراه با کنترل دینامیک ثبات بدن در تمامی طول حرکت است [۷، ۱۳]. در واقع مسئله تعادل هنگام اجرای ضربات و قابلیت بالاتر افراد نخبه در کنترل انتقال رو به عقب و خلفی مرکز فشار^۸ پس از ضربه زدن به کیسه نشان می‌دهند قابل توجه است و نشان‌دهنده توانایی این افراد برای کنترل کارآمدتر موقعیت بدن در تمامی طول حرکت ضربه است [۷، ۱۳]. اما در این بین باید توجه کرد ثبات مرکز بدن به عنوان مجموعه کم‌ری لگنی و رانی در جایی واقع است که مرکز ثقل بدن در آن واقع شده است و حرکات بدن از آنجا آغاز می‌شود [۱۳، ۲۵].

ناحیه ثبات مرکزی به عنوان جعبه‌ای در نظر گرفته می‌شود که نقش مهمی را در خلال زنجیره حرکتی جنبشی، خصوصاً برای فعالیت‌های گردشی در پایداری تنه، لگن خاصره و همچنین انتقال نیرو از اندام تحتانی به لگن و مهره‌ها بازی می‌کند [۱۳] و به عنوان یک پیونددهنده هنگام حرکات مختلف نقش ایفا می‌کند [۲۵]. در واقع شاید بهبود به‌وجود آمده در اثر این تمرینات در نیروی ضربه پای مستقیم پس از هشت هفته به نوعی نیز ناشی از بهبود قدرت عضلات ناحیه مرکزی و بهبود کارایی کنترل عصبی عضلانی آن‌ها و همچنین قابلیت انتقال نیرو از اندام تحتانی به لگن و مهره‌ها بوده باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات ثبات مرکزی منجر به بهبود تعادل ایستا و پویا در ورزشکاران جوان نخبه رشته ورزشی جیت‌کان‌دو (ووشو) می‌شود و تأثیر این تمرینات نیز ماندگار است. از طرف دیگر به نظر می‌رسد تمرینات ناحیه ثبات مرکزی منجر به بهبود نیروی ضربه پای مستقیم در جیت‌کان‌دو (ووشو) در این ورزشکاران شده است، هرچند این تأثیرگذاری ماندگار نبود.

اطلاعات حسی جهت ارزیابی و تشخیص وضعیت و حرکت بدن در فضا و عمل (توانایی تولید نیرو برای کنترل سیستم‌های وضعیت بدن) است. در نتیجه کنترل پاسچر مستلزم ارتباط و تعامل مجموعه سیستم‌های عصبی عضلانی و تأثیرپذیر از توانایی کنترل وضعیت بدن در فضا است [۲۳].

در مورد اینکه تمرینات ناحیه ثبات مرکزی چگونه می‌تواند بر تعادل و کنترل پاسچر تأثیرگذار باشد، باید اشاره کرد که انقباض عضلات ناحیه مرکزی بدن قبل از حرکت هر عضو (برای مثال، حرکات پرتابی دست و پا و لگد زدن در رشته ورزشی جیت‌کان‌دو)، واکنش پیش‌بین پاسچری از سوی سیستم عصبی مرکزی را به دنبال دارد که از اختلالات پاسچرال جلوگیری کرده و در سازمان‌دهی تعادل پویا مشارکت دارد.

بنابراین، برنامه تمرینی ثبات مرکزی که با بهبود قدرت و عملکرد عضلات این ناحیه همراه است، منجر به بهبود پیش‌بینی فعالیت و در نتیجه کاهش اختلال تعادلی ناشی از جابه‌جایی و نوسان مرکز ثقل می‌شود [۲۴، ۲۱، ۱۱]. همچنین در مورد تمرینات، ناحیه ثبات مرکزی اهمیت بالایی دارد که به جای تک‌تک عضلات، حرکات با به‌کارگیری گروه‌های عضلانی انجام شوند تا عضلات با یکدیگر فعالیت کنند؛ زیرا این امر منجر به بهبود فعالیت سیستم عصبی عضلانی برای کنترل پاسچر و در نتیجه تعادل می‌شود [۲۴، ۱۰].

علاوه بر این، بخش مرکزی بدن ناحیه‌ای است که مرکز ثقل در آن قرار دارد و حرکات از آن ناشی می‌شود [۱۳]. بنابراین، به نظر می‌رسد که تقویت عضلات این ناحیه در نتیجه برنامه تمرینات ناحیه ثبات مرکزی باعث بهبود کارایی سیستم عصبی عضلانی می‌شود و موجب حرکت مطلوب مفاصل کمر، لگن و ران در طول زنجیره حرکتی عملکردی، شتاب‌گیری یا کاهش شتاب مناسب، تعادل عضلانی مناسب، تقویت ثبات پروگزیمال و قدرت عملکردی می‌شود [۲۱، ۱۰، ۹]. همچنین پایداری ناحیه مرکزی منجر به بهبود قدرت، توسعه ثبات و پایداری مرکز بدن و همچنین توانایی فرد برای حفظ مرکز جرم بدن روی سطح اتکا می‌شود و توسعه تعادل را به دنبال دارد [۲۵، ۵].

در این بین با توجه به این مطالب و با در نظر گرفتن اینکه کنترل مطلوب پاسچر و تعادل ایستا و پویا از مهم‌ترین عوامل موفقیت در انجام حرکات، به خصوص در رشته جیت‌کان‌دو (ووشو) است، می‌توان تمرینات ثبات مرکزی به کار گرفته‌شده در این پژوهش را برای بهبود عملکرد در این ورزشکاران به کار گرفت.

بر اساس یافته‌های این مطالعه، تمرین هشت‌هفته‌ای ثبات مرکزی با بهبود معنادار نیروی ضربه پای مستقیم جیت‌کان‌دوکاران مرد جوان نخبه همراه بوده، اما این تأثیر برای آزمون ماندگاری برقرار نبوده است.

با بررسی پژوهش‌های گذشته، موارد کم و محدودی به بررسی

8. Center of Pressure (COP)

درواقع به نظر می‌رسد این تمرینات با تقویت عضلات ناحیه مرکزی بدن و همچنین بهبود عملکرد سیستم عصبی عضلانی، موجب تعدیل جابه‌جایی مرکز ثقل خارج از سطح اتکا و کاهش نوسانات آن و در نتیجه بهبود عملکرد تعادلی و نیز بالا رفتن میزان نیروی ضربه فرد می‌شود.

به دلیل عدم یافتن پژوهش‌های دیگر در این زمینه امکان مقایسه یافته‌های این پژوهش با دیگر پژوهش‌ها وجود ندارد که لزوم انجام پژوهش‌های مشابه در این زمینه و روی ورزشکاران رشته‌های رزمی مختلف را ضروری می‌کند. ضمن آنکه محدودیت‌های موجود باعث شد تا در این پژوهش از ابزار آلتی چون صفحه نیرو استفاده نشود. انجام پژوهش‌های مشابه با استفاده از دستگاه‌های دقیق‌تر، برای محققین بعدی توصیه می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همه اصول اخلاقی در این مقاله رعایت شده است. شرکت کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این پژوهش برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی نویسنده اول در گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

کلیه حقوق این پژوهش منحصراً مربوط به نویسنده مسئول، استاد راهنما و دانشگاه آزاد اسلامی است.

References

- [1] Duan TJ, Lin H. Kinematics of traditional wushu pile work for the improvement of human body balance. *J Harbin Eng Univ*. 2018; (3):15. https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-HR-TY201803015.htm
- [2] Huang YB, Wang LH, Lin CJ, Tsai CY, Su FC. The postural control in Tai Chi push-hand. *J Biomech*. 2006; (39):S566. [DOI:10.1016/S0021-9290(06)85322-4]
- [3] Chen J. The effects of tae kwon do-based exercise vs. standard balance exercises on fall risk in older adults. [PhD. dissertation]. California: Azusa Pacific University; 2018.
- [4] Bešlija T, Marinković D, Čular D. Postural stability assessment in elite taekwondo athletes: Comparative study between different age group. *Acta Kinesiol*. 2017; 11(2):98-104. https://www.researchgate.net/profile/Dragan_Marinkovic6/publication/319291983_
- [5] Kim Y, Todd T, Fujii T, Lim JC, Vrongistinos K, Jung T. Effects of Taekwondo intervention on balance in children with autism spectrum disorder. *J Exerc Rehabil*. 2016; 12(4):314. [DOI:10.12965/je.1632634.317] [PMID] [PMCID]
- [6] Zou L, Zhang Y, Liu Y, Tian X, Xiao T, Liu X, et al. The effects of tai chi chuan versus core stability training on lower-limb neuromuscular function in aging individuals with non-specific chronic lower back pain. *Medicina (Kaunas)*. 2019; 55(3):60. [DOI:10.3390/medicina55030060] [PMID] [PMCID]
- [7] Matthews MJ, Matthews H, Yusuf M, Doyle C. Traditional martial arts training enhances balance and neuromuscular control in female modern martial artists. *J Yoga Phys Ther*. 2016; 6(228):2. [DOI:10.4172/2157-7595.1000228]
- [8] Lee B, McGill S. The effect of core training on distal limb performance during ballistic strike manoeuvres. *J Sport Sci*. 2017; 35(18):1768-80. [DOI:10.1080/02640414.2016.1236207] [PMID]
- [9] Kamal O. Effects of core strength training on karate spinning wheel kick and certain physical variables for young female. *Sci Mov Health*. 2015; 25(2):504-9. <https://analefefs.ro/anale-fefs/2015/i2s/pe-autori/v2/43.pdf>
- [10] Radcliffe Y. Electromyographical differences in the muscular activity of the Lumbopelvis and hip region between mid-and high-section Taekwondo turning kicks. [MA. thesis]. Chester: University of Chester; 2013.
- [11] McGill SM, Chaimberg JD, Frost DM, Fenwick CM. Evidence of a double peak in muscle activation to enhance strike speed and force: An example with elite mixed martial arts fighters. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(2):348-57. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181cc23d5] [PMID]
- [12] Cesari P, Bertuccio M. Coupling between punch efficacy and body stability for elite karate. *J Sci Med Sport*. 2008; 11(3):353-6. [DOI:10.1016/j.jsams.2007.05.007] [PMID]
- [13] Lago-Fuentes C, Rey E, Padrón-Cabo A, de Rellán-Guerra AS, Fragueiro-Rodríguez A, García-Núñez J. Effects of core strength training using stable and unstable surfaces on physical fitness and functional performance in professional female futsal players. *J Hum Kinet*. 2018; 65:213. [DOI:10.2478/hukin-2018-0029] [PMID] [PMCID]
- [14] Kahle N. The effects of core stability training on balance testing in young, healthy adults. [PhD. dissertation]. Toledo: University of Toledo; 2009. [DOI:10.3928/19425864-20090301-03]
- [15] Freeman JA, Gear M, Pauli A, Cowan P, Finnigan C, Hunter H, et al. The effect of core stability training on balance and mobility in ambulant individuals with multiple sclerosis: A multi-centre series of single case studies. *Mult Scler J*. 2010; 16(11):1377-84. [DOI:10.1177/1352458510378126] [PMID]
- [16] Carpes FP, Reinehr FB, Mota CB. Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: A pilot study. *J Bodyw Mov Ther*. 2008; 12(1):22-30. [DOI:10.1016/j.jbmt.2007.05.001] [PMID]
- [17] Samson KM. The effects of a five-week core stabilization-training program on dynamic balance in tennis athletes. [MA. thesis]. Morgantown: West Virginia University; 2005.
- [18] Petrofsky JS, Cuneo M, Dial R, Pawley AK, Hill J. Core strengthening and balance in the geriatric population. *J Appl Res Clin Exp Ther*. 2005; 5(3):423. <http://mail.jrnlappliedresearch.com/articles/Vol5Iss3/Petrofsky3.pdf>
- [19] Piegario AB. The comparative effects of four-week core stabilization and balance-training programs on semi dynamic and dynamic balance. Morgantown: West Virginia University; 2003. <https://books.google.com/books/about/>
- [20] Martins HS, Lüdtke DD, de Oliveira Araújo JC, Cidral-Filho FJ, Salgado AS, et al. Effects of core strengthening on balance in University Judo Athletes. *J Bodyw Mov Ther*. 2019; 23(4):758-65. [DOI:10.1016/j.jbmt.2019.05.009] [PMID]
- [21] Lewarchik T, Bechtel ME, Bradley DM, Hughes CJ, Smith TD. The effects of a seven week core stabilization program on athletic performance in collegiate football players. *J Athl Train S*. 2003; 38.
- [22] Swaney MR, Hess RA. The effects of core stabilization on balance and posture in female collegiate swimmers. *J Athl Train*. 2003; 38:95.
- [23] Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Theory and practical applications. Williams & Wilkins; 1995.
- [24] Gribble P. The star excursion balance test as a measurement tool. *Athl Ther Today*. 2003; 8(2):46-7. [DOI:10.1123/att.8.2.46]
- [25] Clark MA, Fater D, Reuteman P. Core (trunk) stabilization and its importance for closed kinetic chain rehabilitation. *Orthop Phys Ther Clin N Am*. 2000; 9(2):119-36.

This Page Intentionally Left Blank
