

## Research Paper

## Comparison of the Maximum Angular Velocity of Lower Limb Joints in Different Methods of Zenkutsu-dachi in Karate

Ali Amiri Khorasani<sup>1</sup> , \*Mohammad Taghi Amiri Khorasani<sup>1</sup> , Fariborz Mohammadipour<sup>1</sup>

1. Department of Sport Biomechanic, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.



**Citation:** Amiri Khorasani A, Amiri Khorasani M, Mohammadipour F. [Comparison of the Maximum Angular Velocity of Lower Limb Joints in Different Methods of Zenkutsu-dachi in Karate (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2020; 6(1):12-21. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.1.3>

<https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.1.3>



## Article Info:

Received: 10 Jan 2020

Accepted: 04 Apr 2020

Available Online: 01 Jun 2020

## Key words:

Karate, Angular velocity, Zenkutsu-dachi, Hip joint, Kinematics

## ABSTRACT

**Objective** Proper performance of Dachii in karate as a basic technique has a direct impact on the performance of other techniques. The aim of the present is to compare the maximum angular velocities of the hip, knee and ankle joints under different Zenkutsu-dachi movement patterns in karate athletes.

**Methods** Participants were 12 male karate athletes height= 175±5.5 cm; weight=75±5.5 kg, age=25±5.5 years, history=8±2.5 years). A three-dimensional motion analyzer with six synchronized infrared cameras at a video recording speed of 200 frames per second was used, and recordings were analyzed in Cortex 2.5.0 software. Zenkutsu-dachi forward movement was performed in six different patterns. The normality of the data distribution was confirmed by Shapiro-Wilk test. To test the study hypotheses, repeated measures ANOVA and Bonferroni post hoc test were used in SPSS V. 25 considering the significant level of P<0.05.

**Results** There was a significant difference between movement patterns 3 and 4 and between patterns 5 and 6 in the hip joint (P<0.05), while no significant difference in the knee and ankle joints was reported. Each of the Zenkutsu-dachi movement patterns could change the position and range of motion of the hip joint and iliopsoas muscles.

**Conclusion** By bringing the front leg more forward and bending the back leg slightly, the involved limbs and muscles can be in optimal state and creates greater angular velocity in the hip joint.

## Extended Abstract

## 1. Introduction

Karate means fighting with empty hands (Kara meaning empty, and te meaning hand) and includes kicking, hitting and blocking techniques without using a weapon [4]. Dachii is a different form of standing in karate, which is responsible for creating power, flexibility, movement, as well as the performing the techniques correctly in different positions [1]. Zenkutsu-Dachii is a form of standing with one leg forward putting more weight

on the front leg and the rear leg backward and flat with heel on the ground. The front and rear legs have a 30-degree outward rotation, and the transverse distance of the legs is equal to the width of the shoulders [3].

This movement is performed in a few seconds. This speed includes parameters such as reaction time, selection of appropriate response, start of the movements or performing the techniques [1]. Lotfian et al. [3] and Khanzadeh et al. [7] have conducted studies on the Zenkutsu-Dachii technique most important Dachii is Zenkutsu-Dachii. The knee and ankle joints work together in a forward movement as a chain of motion. The motion axis of these joints is the

## \* Corresponding Author:

Mohammad Taghi Amiri Khorasani, PhD.

Address: Department of Sport Biomechanic, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid bahonar University, Kerman, Iran.

Tel: +98 (913) 1999143

E-mail: amirikhorasani@uk.ac.ir

frontal axis and their motion plane is the sagittal plane. The pattern of Zenkutsu-Dachi movement is bringing the back foot forward which shows the hip joint flexion. This pattern is similar to walking or running. Methods

## 2. Methods

In this study, 12 male karate athletes (height= 175±5 cm; weight=75±5 kg, age=25±5 years, history=8±2 years), who had at least 5 years of membership in the national team and had no injuries and or any specific disease in the lower extremity, were participated. A 3-D motion analyzer with 6 synchronized infrared cameras and a video recording speed of 200 frames per second, and cortex 2.5.0 software were used to analyze the recordings. Athletes performed the warm-up session (8) and then performed the Zenkutsu-Dachi movement in 6 positions, all of which were compared to their normal position. The three patterns (1=standard width and length, 2= slightly wider but standard length, 3= more leg forward, standard width) were implemented in two modes: bent rear knee and straight rear knee. In the testing process, each subject had 3 attempts, and the selection criterion was the maximum linear velocity of the ankle marker along the x-axis. The analysis was performed on the right foot, which was the superior foot, and the cameras were arranged in a semicircular arc at the right side of the subject. We used 5 markers that had the property of reflecting light placed in the areas of anterior superior iliac spine, great trochanter, lateral femoral condyle, external ankle, and big toe. The study parameters were maximum angular velocities of the hip, knee and ankle joints and linear velocity of the ankle. After confirmation of the normality of data distribution by Shapiro-Wilk test, repeated measures ANOVA and Bonferroni post hoc test in SPSS V.25 were used to test the research hypotheses at a significance level of  $P<0.05$ .

## 3. Results

According to the results of repeated measures ANOVA ( $P= 0.004$  and  $F = 5.204$ ), there was a significant difference between Zenkutsu-Dachi movement patterns only in the hip joint. Using the Bonferroni post hoc test, the differences in the maximum angular velocity of the hip joint between different Zenkutsu-Dachi movement patterns were also reported. The difference was significant between patterns 3 and 4 (mean difference=69.72, and  $p=0.006$ ) and between patterns 4 and 5 (mean difference=-41.54,  $p=0.03$ ). Table 1 shows that pattern No. 3 had the highest angular velocity in the hip joint, while pattern No. 4 had the lowest angular velocity.

## 4. Conclusion

Dachi is the most important technique in karate [1]. The most important Dachi is Zenkutsu-Dachi. The knee and ankle joints work together in a forward movement as a chain of motion. The motion axis of these joints is the frontal axis and their motion plane is the sagittal plane. The pattern of Zenkutsu-Dachi movement is bringing the back foot forward which shows the hip joint flexion. This pattern is similar to walking or running. The main flexor muscle of the foot is iliopsoas muscle [9], and plays a role in swinging the foot forward when walking or running [10]. Therefore, considering the similarity of the movement pattern in this technique with the that of walking and running, it can be said that the hip joint and psoas muscles are the main and most important factors for performing the forward movement of Zenkutsu-Dachi. Hence, the performance of this technique can be improved if positive changes be made in the position and range of motion of the hip joint and iliopsoas muscles. In the third movement pattern with more leg forward, more stretching was created in the iliopsoas muscle which increased the elastic energy and produced more kinetic energy when released. This technique is in a closed

**Table 1.** Results for ranking Zenkutsu-Dachi movement patterns based on the mean angular velocity

Movement Patterns	Mean±SD	Rank
Pattern 1	267.64±100.60	2
Pattern 2	262.61±78.49	3
Pattern 3	277.85±72.60	1
Pattern 4	208.13±65.67	6
Pattern 5	249.68±72.43	4
Pattern 6	227.74±78.01	5

chain, where the moving head of the iliopsoas muscle attaches to the femur near the hip joint support and the lower limb and creates a lever. Therefore, with less force, more displacement in the range of motion of the hip joint occurs, which shows the importance of this joints and the iliopsoas muscle. Bending the knee shortens the torque arm, which increases the angular velocity of the hip joint and the speed of the foot swing while performing this technique.

## **Ethical Considerations**

### **Compliance with ethical guidelines**

All ethical principles were considered in this article.

### **Funding**

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors

### **Authors' contributions**

Conceptualization, methodology and supervision, review and editing: All authors; Review and writing the original draft and sources: Ali Amiri Khorasani.

### **Conflicts of interest**

The authors declared no conflict of interest.

## مقایسه حداکثر سرعت زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی در روش‌های مختلف زنگوتسوداچی در کاراته

علی امیری خراسانی<sup>۱</sup>، \*محمدتقی امیری خراسانی<sup>۱</sup>، فریبرز محمدی‌پور<sup>۱</sup>

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.

## حکیده

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۰ دی ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۱۶ فروردین ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۱۲ خرداد ۱۳۹۹

**هدف** اجرای صحیح داچی در کاراته به عنوان یک تکنیک پایه، تأثیر مستقیمی بر اجرای سایر تکنیک‌ها دارد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، مقایسه حداکثر سرعت زاویه‌ای مفاصل ران، زانو و مچ پا در روش‌های مختلف زنگوتسوداچی در کاراته بود.

**روش‌ها** در این پژوهش نیمه‌تجربی، دوازده کاراته‌کای مرد حرفه‌ای به صورت داوطلبانه شرکت کردند. در این تحقیق از سیستم آنالیز سه‌بعدی متشکل از شش دوربین مادون قرمز که با هم هم‌ساز شده بود، با سرعت فیلم‌برداری ۲۰۰ فریم بر ثانیه و نرم‌افزار cortex نسخه ۲/۵/۰ برای تحلیل ثبت‌ها استفاده شد و در نهایت حداکثر سرعت زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی در شش حالت مختلف از زنگوتسوداچی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ و با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها** فقط بین روش‌های سوم و چهارم، همچنین بین روش‌های چهارم و پنجم در مفصل ران اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ( $P < 0/05$ )، در صورتی که در مفصل زانو و مفصل مچ پا در هیچ‌کدام از روش‌ها اختلاف معنی‌دار وجود نداشت ( $P > 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری** فرد با نشست بیشتر پای جلو و خم کردن کم پای عقب، اندام و عضلات درگیر را در حالت بهینه قرار داده و سرعت زاویه‌ای بیشتری در مفصل ران ایجاد می‌کند.

## کلیدواژه‌ها:

کاراته، سرعت زاویه‌ای، زنگوتسوداچی، مفصل ران، کینماتیک

## مقدمه

دهند، ج) کومیتة<sup>۴</sup> (یک مبارزه تأثیرگذار با حریف به صورت مستقیم) [۴].

کاراته دارای سبک‌های متعددی است، اما تنها چهار سبک به صورت سازمان‌دهی شده در فدراسیون جهانی کاراته وجود دارد که شامل گوجوریو<sup>۵</sup>، شیتوریو<sup>۶</sup>، شوتوکان<sup>۷</sup> و واداریو<sup>۸</sup> است. هر کدام از این سبک‌ها از یک طرز فکر معین پیروی می‌کنند که حاصل آن تنوع در تکنیک‌هاست [۵].

سبک شوتوکان یکی از قدیمی‌ترین سبک‌ها در کاراته است که اولین بار به صورت سبکی مدرن توسط گیچین فوناگوچی<sup>۹</sup> بنیان‌گذاری شد، اگرچه حدود ۴۰۰ سال قبل از آن نیز در جزیره

کاراته<sup>۱</sup> در جهان به عنوان یکی از محبوب‌ترین و عمومی‌ترین ورزش‌های رزمی شناخته شده است [۱]. کلمه کاراته به معنی مبارزه با دست خالی، بیان‌کننده این واقعیت است که این ورزش دربردارنده لگد زدن، ضربه زدن و فنون سد کردن بدون استفاده از اسلحه است [۲]. ورزش کاراته شامل حرکات رو به جلو، رو به عقب، این‌سو و آن‌سو رفتن و حرکات بسیار فعال است که همه این حرکات با تکنیک‌های کوتاه حمله یا دفاع همراه هستند [۳]. کاراته به سه بخش کلی تقسیم می‌شود: آلف (کیهن<sup>۲</sup> جایی که نوآموزان تکنیک‌های پایه و اصلی را یاد می‌گیرند)، ب) کاتا<sup>۳</sup> (جایی که کاراته‌کاران یاد می‌گیرند چگونه تکنیک‌های اصلی را به صورت پی‌درپی استفاده کنند و یک مبارزه فرضی را انجام

4. Kumite
5. Gojurio
6. Shitorio
7. Shotokan
8. Wadorio
9. Gichin funakoshi

1. Karate
2. Kihon
3. Kata

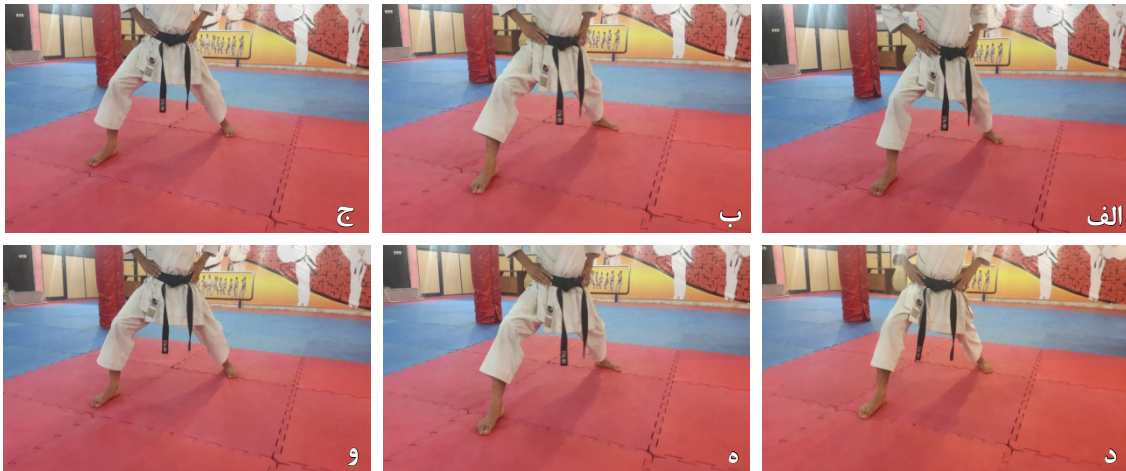
\* نویسنده مسئول:

دکتر محمدتقی امیری خراسانی

نشانی: کرمان، دانشگاه شهید باهنر، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی.

تلفن: ۱۹۹۹۱۴۳ (۹۱۳) +۹۸

پست الکترونیکی: amirikhorasani@uk.ac.ir



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۱. شش حالت مختلف حرکت رو به جلوی زنکوتسوداچی

الف) طول و عرض داچی استاندارد؛ ب) عرض کمی بیشتر از حالت استاندارد ولی طول استاندارد؛ ج) نشست بیشتر روی پای جلو ولی عرض استاندارد؛ د) طول و عرض داچی استاندارد؛ ه) عرض کمی بیشتر از حالت استاندارد ولی طول استاندارد؛ و) نشست بیشتر روی پای جلو ولی عرض استاندارد.

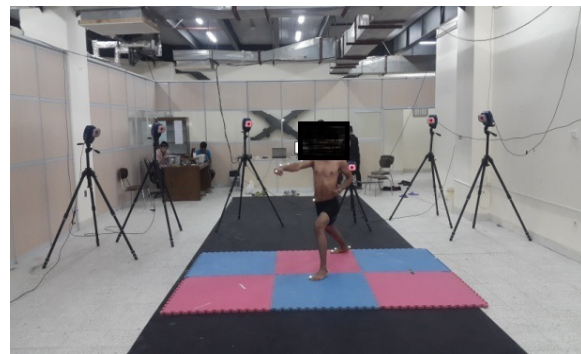


مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر شماره ۳. محل قرارگیری مارکرها

چرخش ۳۰ درجه رو به بیرون دارد و همچنین پاشنه پای عقب به زمین چسبیده است. فاصله عرضی پاها در هنگام حرکت به اندازه عرض شانه‌هاست [۷]. سرعت ورزشکار در این عمل با بقیه ورزشکاران متفاوت است، اما در کل این حرکت در کسری از ثانیه انجام می‌شود. سرعت در طی مسابقه فاکتورهای متفاوتی را شامل می‌شود مانند زمان عکس‌العمل در مقابل حملات حریف، انتخاب واکنش مناسب، شروع حرکت یا انجام خود تکنیک [۶].

تحقیقات مختلفی به بررسی تکنیک‌های کاراته چه در بخش کاتا و چه در بخش کمپته پرداخته‌اند؛ به عنوان مثال خانزاده و همکاران به مقایسه زمان تأخیری شروع به فعالیت عضلات مورب پهن داخلی و پهن خارجی در حرکت زنکوتسوداچی پرداختند [۸] یا لطفیان و همکاران ارتباط بین اندازه‌گیری‌های الکتروگونیاومتر با حرکات تخصصی ورزشی کاراته‌کاران نخبه را در تکنیک زنکوتسوداچی ارزیابی کردند [۷]. صادقی و همکاران مقایسه نیروی عمودی عکس‌العمل زمین حین راه رفتن به جلو و عقب در مردان کاراته‌کای حرفه‌ای با زنانی پرنترتی و نرمال را انجام دادند که



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۲. محل قرارگیری دوربین‌ها

اوکیناوا<sup>۱۰</sup> در حال رشد و نمو بود [۲]. حالت‌های مختلف ایستادن، قسمت عمده‌ای از تمرینات و مسابقات کاراته را تشکیل می‌دهد. حالت‌های مختلفی از ایستادن در کاراته وجود دارد که هر کدام از آن‌ها برای به وجود آوردن توان، انعطاف‌پذیری و حرکت استفاده می‌شود و همچنین این حالت‌ها عهده‌دار عملکرد صحیح تکنیک‌ها در حالت‌های مختلف هستند، که داچی<sup>۱۱</sup> نام دارد [۶].

زنکوتسوداچی به حالتی گفته می‌شود که نیازمند حداکثر خمش زانوی پای جلو است که اگرچه در هر سبک یک حالت مخصوص دارد، ولی در کل مشابه حرکت رو به جلو است. این طرز ایستادن پای رو به جلو، یکی از متداول‌ترین حالت‌های ایستادن پاست که در کاراته استفاده می‌شود. زنکوتسوداچی طرز ایستادن طولیل پای رو به جلو است در جایی که وزن بیشتر روی پای جلو قرار دارد و پای عقب از زانو به طور کامل صاف و به سمت عقب است. پای جلو، رو به جلوست (پنجه پا رو به جلو) و پنجه پای عقب یک

10. Okinawa

11. Dachi



جدول ۱. نتایج آزمون Mauchly's W برای سرعت زاویه‌ای مفاصل لگن، زانو و مچ پا

اثرات درونی	Mauchly's W	تقریب کای دو	درجه آزادی	سطح معنی داری
مفصل لگن	۰/۰۴	۲۹/۱۹	۱۴	۰/۰۱
مفصل زانو	۰/۱۱	۲۰/۰۷	۱۴	۰/۱۴
مفصل مچ پا	۰/۱۶	۱۶/۳۹	۱۴	۰/۳۰

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای سرعت زاویه‌ای مفاصل لگن، زانو و مچ پا

مفاصل	آماره	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
لگن	آزمون کرویت گرین هوس - گریزر	۴۱۸۵۶/۲۶	۳/۰۵	۱۳۶۸۲/۸۲	۵/۲۰	۰/۰۰۴*
زانو	آزمون کرویت	۲۱۷۳۹/۳۱	۵	۴۳۴۷/۸۶	۱/۸۷	۰/۱۱
مچ پا	آزمون کرویت	۲۱۲۴۰/۵۰	۵	۴۲۴۸/۱۰	۱/۹۲	۰/۱۰

مجله بیومکانیک ورزشی

$P \leq 0.05^*$

عضویت در تیم ملی بودند که به طور داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. تمرینات این افراد به صورت پیوسته و مداوم بود و هیچ‌گونه آسیب‌دیدگی یا بیماری خاصی در ناحیه اندام تحتانی نداشتند.

در این تحقیق از سیستم آنالیز سه‌بعدی<sup>۱۳</sup> متشکل از شش دوربین مادون قرمز که با هم همسان‌سازی شده بود، با سرعت فیلمبرداری ۲۰۰ فریم بر ثانیه و نرم‌افزار cortex 2.5.0 برای تحلیل ثبت‌ها استفاده شد و در نهایت حداکثر سرعت زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی در شش حالت مختلف از زنگوتسوداچی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

در اولین گام، ورزشکاران با انجام حرکات کششی ایستا و پویا فرایند گرم کردن را انجام دادند و سپس آماده انجام آزمون شدند [۹]. در این آزمون هر آزمودنی حرکت رو به جلوی زنگوتسوداچی را در شش حالت متفاوت اجرا کرد. در ابعاد و اندازه داچی هر فرد با ابعاد حالت طبیعی خودش مقایسه شد؛ به این صورت که در سه حالت اول زانوی عقب خم (تصویر شماره ۱ الف، ب، ج) و در سه حالت دوم، زانوی عقب صاف (تصویر شماره ۱ د، ه، و) بود. در فرایند تست‌گیری، هر فرد هر یک از این حالت‌ها را سه‌بار تکرار کرد و بهترین حالت با به دست آوردن حداکثر سرعت خطی مارکر قوزک پا در راستای محور X انتخاب شد.

در این تحقیق، پای راست ورزشکاران که پای برتر آنان نیز بود مورد بررسی قرار گرفت، به همین خاطر چیدمان دوربین‌ها به نحوی بود که تمام آن‌ها در یک قوس باشند به صورتی که یک دوربین در جلو و یک دوربین در عقب و بقیه دوربین‌ها به صورت نیم‌دایره در سمت راست آزمون‌دهنده مستقر شد

یافته‌های تحقیق، زانوی پرانتری را به عنوان یک فاکتور پیشگوی آسیب‌های اسکلتی عضلانی در کاراته نشان داد [۳]، در صورتی که یکی از محدودیت‌های ما در این تحقیق نبود تحقیقات مشابه در حوزه کینماتیک زنگوتسوداچی بود. بررسی این فاکتورها به مریدان جهت بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران خود کمک بسزایی می‌کند. مطالعات کینماتیک<sup>۱۲</sup> حرکات پایه در هر رشته ورزشی به ورزشکاران در بهبود عملکرد ورزشی و پزشکان در کشف علت آسیب‌ها کمک می‌کند. آنالیز کینماتیک شامل فرایند اندازه‌گیری کمیت‌های کینماتیک استفاده شده برای توصیف حرکت خطی و زاویه‌ای است.

با توجه به کمبود اطلاعات علمی در مورد این تکنیک، این پرسش برای پژوهشگر به وجود آمد که بهترین حالت اجرای حرکت رو به جلوی زنگوتسوداچی کدام حالت است، لازم بود که در مورد این تکنیک پایه تحقیق مناسبی انجام شود تا به مریدان و ورزشکاران در انجام مناسب و بهینه این تکنیک کمک شود. بنابراین هدف از این تحقیق، مقایسه سرعت زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی در حالت‌های مختلف زنگوتسوداچی بود.

## روش‌شناسی

در این پژوهش نیمه‌تجربی که در سال ۱۳۹۸ در شهر کرمان انجام شد، دوازده کاراته‌کای مرد حرفه‌ای با روش نمونه‌گیری تصادفی در آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه باهنر کرمان انتخاب شدند و مورد بررسی قرار گرفتند. تمام این افراد دارای حداقل هشت سال سابقه فعالیت در سبک شوتوکان، حداقل ۵ سال سابقه قهرمانی کشور و همچنین

13. Motion analyzer

12. Kinematic

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در مورد مشخص کردن اختلاف بین روش‌های مختلف زنگوتسوداچی

سطح معنی‌داری	اختلاف میانگین	روش‌های زنگوتسوداچی	روش‌های زنگوتسوداچی
۰/۰۰۱	۵/۰۲۶	۲	
۰/۰۰۱	-۱۰/۲۱	۳	
۰/۲۱	۵۹/۵۰	۴	۱
۰/۰۰۱	۱۷/۹۶	۵	
۰/۰۰۱	۳۹/۸۹	۶	
۰/۵۳	-۱۵/۲۴	۳	
۰/۱۷	۵۴/۴۸	۴	۲
۱/۰۰	۱۲/۹۴	۵	
۰/۰۰۱	۳۴/۸۷	۶	
۰/۰۰۶*	۶۹/۷۲	۴	
۰/۴۶	۲۸/۱۸	۵	۳
۰/۱۳	۵۰/۱۱	۶	
۰/۰۳*	-۴۱/۵۴	۵	۴
۰/۰۰۱	-۱۹/۶۰	۶	
۰/۰۰۱	۲۱/۹۳	۶	۵

مجله بیومکانیک ورزشی

PS<0/05\*

جدول ۴. نتایج مربوط به رتبه‌بندی روش‌ها براساس میانگین سرعت زاویه‌ای

رتبه‌بندی	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	روش‌های مختلف زنگوتسوداچی
۲	۲۶۷/۶۴ $\pm$ ۱۰۰/۶۰	۱
۳	۲۶۲/۶۱ $\pm$ ۷۸/۴۹	۲
۱	۲۷۷/۸۵ $\pm$ ۷۲/۶۰	۳
۶	۲۰۸/۱۳ $\pm$ ۶۵/۶۷	۴
۴	۲۴۹/۶۸ $\pm$ ۷۲/۴۳	۵
۵	۲۲۷/۷۴ $\pm$ ۷۸/۰۱	۶

مجله بیومکانیک ورزشی

سرعت زاویه‌ای مفصل مچ پا و سرعت خطی قوزک پا بودند.

با توجه به طبیعی بودن توزیع داده‌ها که با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک تأیید شد، برای تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۵ صورت گرفت.

(تصویر شماره ۲). در این فرایند ما از پنج مارکر که دارای خاصیت بازتاب نور هستند استفاده کردیم. محل قرارگیری این مارکرها به این صورت بود: خار قدامی فوقانی خاصره، تروکانتر بزرگ، کندیل خارجی مفصل زانو، قوزک خارجی مچ پا، انگشت شست پا (تصویر شماره ۳).

پارامترهای اندازه‌گیری شده در این تحقیق، حداکثر سرعت زاویه‌ای مفصل ران، حداکثر سرعت زاویه‌ای مفصل زانو، حداکثر

## نتایج

میانگین سن شرکت کنندگان در پژوهش  $25/0 \pm 5/50$  سال، میانگین قد و وزن آن‌ها به ترتیب  $175/0 \pm 5/50$  سانتی‌متر و  $75/0 \pm 5/50$  کیلوگرم و میانگین سابقه فعالیت ورزشی آن‌ها  $8/0 \pm 2/50$  سال بود.

در مورد داده‌های مربوط به مفصل لگن فرض برابری واریانس‌ها رعایت نشد، بنابراین سطح معنی‌داری در خروجی آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، خط Greenhouse-Geisser گزارش شد و در مورد داده‌های مربوط به مفاصل زانو و مچ پا فرض برابری واریانس‌ها رعایت شد، بنابراین سطح معنی‌داری در خروجی آزمون، خط Sphericity Assumed گزارش شد (جدول شماره ۱).

با توجه به نتایج، فقط بین حداکثر سرعت زاویه‌ای مفصل لگن در روش‌های مختلف زنگوتسوداچی در کاراته اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0/05$ ) (جدول شماره ۲).

با توجه به اینکه بین حداکثر سرعت زاویه‌ای مفصل لگن در روش‌های مختلف زنگوتسوداچی در کاراته اختلاف معنی‌داری وجود داشت، با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی تفاوت موجود در حداکثر سرعت زاویه‌ای مفصل لگن در روش‌های مختلف زنگوتسوداچی نیز مشخص شد که روش ۴ با روش‌های ۳ و ۵ اختلاف معنی‌دار داشت ( $P < 0/05$ ) (جدول شماره ۳).

از نظر رتبه‌بندی، روش شماره ۳ زنگوتسوداچی دارای بیشترین سرعت زاویه‌ای در مفصل لگن و روش شماره ۴ دارای کمترین سرعت زاویه‌ای در مفصل لگن بود (جدول شماره ۴).

## بحث

داچی مهم‌ترین و عمده‌ترین تکنیک در کاراته است، زیرا باعث به وجود آوردن توان، انعطاف و حرکت می‌شود. همچنین عهده‌دار عملکرد صحیح تکنیک‌هاست [۶]. علاوه بر این مهم‌ترین تکنیک ایستادن، زنگوتسوداچی است.

در زمان انجام حرکت رو به جلوی زنگوتسوداچی مفاصل ران، زانو و مچ پا به صورت یک زنجیره حرکتی با هم همکاری می‌کنند، که عدم همکاری هر کدام از این سه مفصل بر عملکرد دو مفصل دیگر تأثیر می‌گذارد. حرکت رو به جلوی زنگوتسوداچی، حرکتی است که این سه مفصل با همدیگر تنها در یک صفحه حرکتی همکاری می‌کنند، که از لحاظ حرکت‌شناسی، محور حرکتی این مفاصل، محور فرونتال بوده و صفحه حرکتی نیز که این تکنیک در آن اجرا می‌شود، صفحه ساجیتال است. الگوی اصلی این حرکت شامل تاب پای عقب به سمت جلو در حین حرکت است، که این تاب خود نشان‌دهنده حرکت فلکشن در مفصل ران است. با توجه به حرکات دیگر مثل راه رفتن یا دویدن، که پا تنها در

یک صفحه حرکتی و سه مفصل ران، زانو و مچ پا دارای یک محور حرکتی، عمل تاب خوردن را انجام می‌دهند، مسئول این تاب پا، مفصل ران است، که عمل فلکشن پا را انجام می‌دهد. اصلی‌ترین عضله فلکسور پا، عضله سوئز خاصه است [۱۰] و با توجه به عملکرد عضله سوئز خاصه، که اصلی‌ترین عضله فلکسور پا است، بخش خاصه‌ای عضله سوئز خاصه نقش نوسان پا به سمت جلو در هنگام راه رفتن یا دویدن را بازی می‌کند [۱۱]. از طرف دیگر همان‌طور که گفته شد، در حرکت رو به جلوی زنگوتسوداچی پای عقب در حین حرکت، یک تاب به سمت جلو دارد که عمل فلکشن در مفصل ران اتفاق می‌افتد و با توجه به اینکه اصلی‌ترین عضله فلکسور پا و همچنین عضله‌ای که باعث تاب پا به سمت جلو می‌شود، عضله سوئز خاصه است، می‌توان گفت که مفصل ران اصلی‌ترین و مهم‌ترین مفصل و همچنین عضله سوئز خاصه اصلی‌ترین و مهم‌ترین عضله، برای اجرای حرکت رو به جلوی زنگوتسوداچی است. در نتیجه اگر ما بتوانیم در موقعیت و دامنه حرکتی مفصل ران و عضله سوئز خاصه تغییرات مثبتی را اعمال کنیم، می‌توانیم در بهبود عملکرد این تکنیک نقش مثبتی ایفا کنیم.

در این تحقیق ما حرکت رو به جلوی زنگوتسوداچی را به روش‌های مختلفی اجرا کردیم و نتایج تحقیق نشان داد که فقط در چند روش در مفصل ران اختلاف، معنی‌دار است، در صورتی که در مفصل زانو و مفصل مچ پا در هیچ‌کدام از روش‌ها اختلاف معنی‌دار نیست. به طور کلی این نتایج می‌تواند نشان‌دهنده اهمیت مفصل ران و همچنین عضله سوئز خاصه در اجرای حرکت رو به جلوی زنگوتسوداچی باشد؛ زیرا هر کدام از این روش‌ها باعث ایجاد تغییراتی در موقعیت و دامنه حرکتی مفصل ران و عضله سوئز خاصه می‌شود. با توجه به نتایج تحقیق فقط بین روش‌های سوم و چهارم و همچنین بین روش‌های چهارم و پنجم اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در روش سوم فرد نشست بیشتری بر روی پای جلو دارد، همچنین زانوی پای عقب نیز خم است، این نشست بیشتر بر روی پای جلو باعث ایجاد تغییرات مثبتی در عملکرد فرد می‌شود، به این صورت که وقتی فرد روی پای جلو نشست بیشتری دارد باعث می‌شود که در عضله سوئز خاصه کشش بیشتری ایجاد شود، که این کشش بیشتر باعث افزایش انرژی کشسانی در عضله سوئز خاصه شده که در زمان آزادسازی این انرژی، انرژی جنبشی بیشتری تولید می‌شود.

با توجه به اینکه این تکنیک در یک زنجیره بسته انجام می‌شود و محل چسبندگی سر متحرک عضله سوئز خاصه بر روی استخوان فمور در قسمت نزدیک به مبدأ است و خود مفصل ران نقش تکیه‌گاه را بازی می‌کند و اندام تحتانی نیروی مقاوم است، یک اهرم نوع سوم به وجود می‌آید. همان‌طور که می‌دانیم اهرم نوع سوم یک اهرم سرعتی است که ما می‌توانیم به وسیله این اهرم، با اعمال نیروی کمتر جابه‌جایی بیشتری در دامنه حرکتی این مفصل داشته باشیم که این نیز می‌تواند دلیلی بر



اهمیت مفصل ران و عضله سوئز خاصه در حین اجرای این تکنیک باشد. علاوه بر میزان کشش ایجادشده در عضله سوئز خاصه و همچنین اهرم نوع سوم این عضله می‌توان درباره گشتاور تولیدشده در مفصل ران در حین اجرای این تکنیک نیز بحث کرد. نتایج نشان می‌دهند در روش‌هایی که زانوی پای عقب در حالت خم قرار داشته، نسبت به روش‌هایی که در آن‌ها زانوی عقب صاف بوده، حداکثر سرعت زاویه‌ای با اختلاف، مقدار بیشتری بوده است که نشان‌دهنده این است که وقتی فرد زانوی عقب خود را خم می‌کند، طول بازوی گشتاوری آن کوتاه می‌شود که این باعث افزایش سرعت زاویه‌ای مفصل ران و افزایش سرعت تاب پا در حین اجرای این تکنیک می‌شود.

### نتیجه‌گیری نهایی

در روشی که پای جلو نشست بیشتر و پای عقب کمی خم باشد، سرعت زاویه‌ای بیشتری در مفصل ران، نسبت به روش‌های دیگر وجود دارد. در صورتی که در مفاصل دیگر در بین تمام روش‌ها، تفاوتی مشاهده نمی‌شود. این نشان‌دهنده آن است که اندام و عضلات درگیر در این روش از لحاظ بیومکانیکی در یک حالت بهینه قرار دارند. با توجه به این نتایج، کاتاکاران با به‌کارگیری روش مناسب حرکت رو به جلوی زکوتسوداچی می‌توانند دارای بیشترین سرعت حرکت رو به جلوی این تکنیک باشند.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مقاله کلیه اصول اخلاقی رعایت شد.

#### حامی مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی از سازمان‌های عمومی یا خصوصی دریافت نکرده است.

#### مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی، نظارت، بررسی و ویرایش: تمامی نویسندگان؛ بررسی و نوشتن پیش‌نویس اصلی و منابع: علی امیری خراسانی.

#### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

## References

- [1] Arazi H, Izadi M. Physical and physiological profile of Iranian world-class karate athletes. *Biomed Hum Kinet.* 2017; 9(1):115-23. [DOI:10.1515/bhk-2017-0017]
- [2] Critchley GR, Mannion S, Meredith C. Injury rates in shotokan karate. *Br J Sports Med.* 1999; 33(3):174-7. [DOI:10.1136/bjism.33.3.174] [PMID] [PMCID]
- [3] Sadeghi H, Shirvanipour S, Mimar R. [The comparison of vertical ground reaction force during forward and backward walking among professional male karatekas with genu varum and normal knees (Persian)]. *J Sport Biomech.* 2017; 3(1):37-46. <http://biomechanics.iauh.ac.ir/article-1-108-en.html>
- [4] Petru AV, Hillerrin Pjd, Bidiugan R. Study on the possibility of highlighting invariants of motion in martial arts kata exercises. *Journal of Physical Activities.* 2014; (3):87-95. <https://uav.ro/jour/index.php/ajpa/article/view/428>
- [5] Chaabene H, Hachana Y, Franchini E, Mkaouer B, Chamari K. Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Med.* 2012; 42(10):829-43. [DOI:10.1007/BF03262297] [PMID]
- [6] Gallaher DM. 3d analysis of punching technique: Reverse vs. Lead (Gyaku Tsuki Vs. Oi Tsuki) [MSc. Thesis]. Chico: California State University; 2014. <https://www.semanticscholar.org/paper/3D-analysis-of-punching-technique%3A-reverse-vs.-lead-Gallaher/2d3108fd32acfccee91d46244fe38a9d250864>
- [7] Lotfian S, Safar Cherati A, Jamshidi A, Sangari MA. Assessment of correlation between electrogoniometer measurement and sports-specific movement in karate elites. *Asian J Sports Med.* 2014; 5(2):115-22. [PMCID]
- [8] Khanzadeh S, Jamshidi A, Sadeghi H. [Compare time to call internal and external obliques muscles dominant leg karateka two techniques zenkoytsudachi and movashigari (Persian)]. *Res Sport Med Tech.* 2014; 12(8):23-30. <http://jsmt.khu.ac.ir/article-1-99-fa.html>
- [9] Amiri-Khorasani M, Mohammadkazemi R, Sarafrazi S, Riyahi-Malayeri S, Sotoodeh V. Kinematics analyses related to stretch- shortening cycle during soccer instep kicking after different acute stretching. *J Strength Cond Res.* 2012; 26(11):3010-7. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3182443442] [PMID]
- [10] Kapandji IA. The kinesiology of the lower limb joints. [Sedigh Mostofi MS, Eivazi Gharamaleki M, Sobhani A, Persian trans]. Tabriz: Salar Publication; 1998.
- [11] Stone J, Stone R. Atlas of skeletal muscle. [Tabatabai H, Persian trans]. Tehran: Science and Movement; 2010.